مجلة جامعة بخت الرضا العلمية ربع السنوية المحكمة العدد (35) المجلد (3) ديسمبر2022
[UBJSR: ISSN] :(Online) [1858-6139]
http://www.juornal-bakhtalruda.bid/22/
Arab ImpactFactor(1.12)

كشف وتحليل التغيّر في الغطاء النباتي باستخدام مؤشر التغيّر الطبيعي للاخضرار (NDVI) بمحليتي الفاشر ودار السلام (١٩٧٢-٢٠١٤م)

شهاب الدين محمد سليمان أحمد[١] خالد منصور يوسف منصور[٢]
[١]جامعة الخرطوم،كلية علوم الجغرافيا والبيئة، قسم البيئة والإيكولوجيا.
[٢]مركز أبحاث الاستشعار عن بُعد، جامعة الفاشر، wadmanssour@gmail.com

تاريخ الاستلام:2022/10/01 م تاريخ النشر:2022/12/30 م

مستخلص

هدفت الدراسة لتحليل أنماط التباين في الغطاء النباتي في محليتي الفاشر ودار السلام في الفترة ١٩٧٢-٢٠١٤م، وذلك باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية. اعتمدت الدراسة على منهج الإيكولوجيا البشرية ومنهج التحليل الإحصائي، مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار (NDVI). تم استخدام بيانات المرئيات الفضائية لاندسات Landsat 4. 7, لأربع سنوات (١٩٧٢م، ١٩٨٦م، ١٩٩٩م و٢٠١٤م). تمت معالجة البيانات باستخدام برمجيات معالجة وتحليل الصور الفضائية الرقمية ERDAS Imaging V. 9.2، وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية Arc GIS V. 10.2. توصلت الدراسة إلى أن قيم مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار NDVI بعضها سالبة وبعضها الآخر موجبة مما يدل على وجود تدهور وتحسن في الغطاء النباتي خلال سنوات الدراسة، تم إعادة تصنيف خرائط مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار NDVI إلى غطاء نباتي كثيف، متوسط، خفيف، دون غطاء. وإن حوالي ٤٣٧٩ كلم^2 (٣٨%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة تعاني من تدهور في الغطاء النباتي. توصي الدراسة بضرورة إنشاء مركز للاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية لجمع البيانات عن تدهور الغطاء النباتي ومعرفة أسبابه وآثاره ومراقبته من خلال تكوين قاعدة بيانات خاصة.

كلمات مفتاحية: مؤشر الاخضرارNDVI، الغطاء النباتي، التدهور، لاندسات، الاستشعار عن بُعد.

Abstract

The study aimed to analyze the patterns of variation in the natural vegetation cover at Elfashir and Darelsalaam localities during the year 1972-2014, using remote sensing and geographical information systems techniques. This study adoped the human ecological approach, statistic analytical approach and Normalized difference vegetation index (NDVI). The study used satellite images of Landsat 7,8, for four years (1972, 1986, 1999 and 2014). The data was processed using ERDAS Imaging V.9.2 and Arc GIS V. 10.2. The study concluded that some values obtained from NDVI are negative while others were positive which proved the existence of deterioration and improvement in the natural vegetation cover through the years of study. The NDVI was reclassified again as thick vegetation, middle, light and without natural vegetation cover. In addition, there was about 4379 km^2(38%) from the total area of the study still suffers from the deterioration in the natural vegetation cover. The study recommends for the necessity of establishing center for the remote sensing and geographical information systems for collecting relevant data about the deterioration of the natural vegetation cover and acknowledging its causes, effects and observing it through the formation of special database.

Keywords: NDVI, Natural vegetation cover, Deterioration, Landsat, Remote Ssensing.

مقدمة

للغطاء النباتي الطبيعي أهمية وفوائد كثيرة مباشرة وغير مباشرة حيثيوفر الغطاء النباتي للإنسان الموارد الطبيعية التي يستخدمها في الغذاء مثل الثمار واللحاء والأوراق وخامات التصنيع والمواد الأولية،ويمنع الغطاء النباتي ظاهرتي الإنجراف والتعرية للتربة والتضاريس، والمحافظة على دورات العناصر المعدنية والعضوية في التربة، المحافظة على درجة الحرارة المناسبة للحياة وخاصة فيما يتعلق بتقليص الفوارق الحرارية بين النهار والليل، يعتبر الغطاء النباتي من أهم النظم البيئية في فلترة و تخليص الجو من الغازات السامة و الغبار والمعلقات الضارة في الهواء. يعد الغطاء النباتي مؤشراً ومقياساً للتدهور البيئي، فالاستغلال السيئ للغطاء النباتي يعتبر من أهم العوامل التي تؤدي إلى حدوث الكثير من المشكلات البيئية، حيث يمثل إزالة الغطاء النباتي بشقيه الشجري والحشائش أبرز التحديات التي تواجه الإنسان لما يترتب على ذلك من تدهور للبيئة ينتج عنه التلوث، والجفاف،

مجلة جامعة بخت الرضا العلمية ربع السنوية المحكمة العدد (35) المجلد (3) ديسمبر2022
[UBJSR: ISSN] :(Online) [1858-6139]
http://www.juornal-bakhtalruda.bid/22/
Arab ImpactFactor(1.12)

والتصحر، وتدهور الغلاف الحيوي، وتغيير الخواص الطبيعية والكيمائية للتربة إلى غير ذلك من المشكلات البيئية، الأمر الذي استحوذ على اهتمام العلماء والباحثين والمسؤولين وصناع القرار ليس فقط بغرض المحافظة عليه فحسب، ولكن لكونه يمثل اهتمام يتصل ببقاء الإنسان وصحته ويتصل كذلك بمسؤولياته تجاه إستحقاق الأجيال القادمة. مما جعلهم يبذلون الجهود الجادة لتفادي هذه المخاطر من خلال وضع الضوابط الكفيلة باستمرارية مراقبة وحماية الغطاء النباتي وتحليل التغيرات التي تطرأ عليه. كانللتطور الكبير في تطبيقات الاستشعار عن بُعد واستخدام مؤشرات النبات الطيفية واجراء المعادلات الاحصائية وسهولة التطبيق وسرعة الإنجاز والدقة وقلة تكلفتها، ساعدت العديد من الدراسات البيئية في كشف التدهور والتغيرات في الغطاء النباتي من خلال عمليات الرصد والتحليل وانشاء قواعد بيانات لفترات زمنية متعددة (المحمد وآخرون، ٢٠١٨). يعتبر مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار (NDVI) من أكثر المؤشرات استخداماً في كشف تغيراتوتدهور الغطاء النباتي في الكثير من الدراسات، منهادراسة الشيخ (٢٠١٠م) الذي استخدم مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار (NDVI) في رصد كثافة وتوزيع الغطاء النباتي، حيث هدفت الدراسة من خلال استخدام صور القمر الصناعي الامريكي لاندسات (TM, EM) الى معرفة حالة الغطاء النباتي وأثره على السياحة البيئية بمنطقة جازان، وتوصلت الدراسة إلي وجود تراجع في مساحة الغطاء النباتي بنسبة ٨% في العام (٢٠٠٢) مقارنة بعام (١٩٨٧)، بالإضافة إلى أن تكنلوجيا الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية تمثل إحدى الادوات الفاعلة في عملية تقييم التغير في الغطاء النباتي. دراسة شلال وآخرون (٢٠٠٧) عن استخدام دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي (NDVI)في تحديدوتقييم حالة تدهور الغطاء النباتي في منطقة جبل سنجار بالعراق، هدفت الدراسةإلى معرفة مدى إمكانية استخدام مرئيات القمر الاصطناعي لاندسات بنظامي (MSS) و (TM) في تحديد وتقييم حالات التدهور في الغطاء النباتي بالاعتماد على دليل التغير الطبيعي للاخضرار (NDVI). توصلت الدراسة إلى أن هناك ارتباط قوي بين قيم (NDVI) وكثافة الغطاء النباتي وحالة تدهور المراعي، بالإضافة إلى وجود علاقة عكسية بين كثافة الغطاء النباتي وتقييم حالة التدهور مع قيم الانعكاسية عند المجال الطيفي الأحمر، وعلاقة طردية عند الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القريبة. دراسة علي (٢٠١٠م) بعنوان " استخدام تقنية الاستشعار عن بعد في رصد التغيرات البيئية بمنطقة البطانة خلال الفترة من ١٩٧٢-٢٠١٠م**". حيث** هدفت الدراسة إلى تقديم خرائط عن التغيرات البيئية التي حدثت في بيئة المنطقة، واعتمدت الدراسة على صور الأقمار الصناعية لاندسات من نوع (TM -MSS-ETM) للأعوام (1972 – 1984 – 2000 -2010). توصلت الدراسة إلى أن أراضي المراعي في تناقص مستمر بنسب (٨٢.٩%، ٤٧.٤%، ٥٢.٦%، ٦٤.٧%) للأعوام (١٩٧٢م – ١٩٨٤م – ٢٠٠٠م – ٢٠١٠م) على التوالي، بالإضافة إلى وجود اختلاف في قيم مؤشر النمو الخضري للنبات، حيث بلغ (+١) في الأراضي التي تغطيها النباتات و (-٠.٧٣) في الأراضي المكشوفة، وخلصت الدراسة إلى أن المنطقة تفقد سنوياً ٦١٠ طن/هكتار من التربة بسبب التعرية الريحية.استفادت الدراسة من هذه الدراسات السابقة في صياغة المشكلة وعرض موضوع الدراسة بطريقة منهجية وعلمية بجانب إستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة المناسبة في دراسة تغير الغطاء النباتي بالمنطقة. تعرض الغطاء النباتي خلال العقود الثلاثة الأخيرة من القرن الماضي بسبب للظروف المناخية وسوء استغلال السكان إلى تدهور وتغير كبيربمنطقة الدراسة،ظهر ذلك في تقلص مساحات الغابات والمراعي الطبيعية، واختفاء بعض النباتات وظهور أخرى أقل فائدة للإنسان والحيوان. لذلك تهدف هذه الدراسة إلى كشف التغير والتدهور في الغطاء النباتي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية.

مشكلة الدراسة

أجمعت الدراسات البيئية التي اجريت على منطقة الدراسة،ان الغطاء النباتي يتعرض للتغير والتدهور سواء أكان لأسبابطبيعية ترتبط بالتغير المناخي أم لأسباب بشرية.وقدرت نسبة انحسار الغطاء النباتي بأكثر من ١% سنوياً خلال الفترة الممتدة من ١٩٧٣–٢٠٠٥، وقد أدى ذلك إلى انكشاف التربة وتعرضها للانجراف، التعرية الريحية وزيادة معدلات الزحف الصحراوي، وتقلص المساحات الزراعية بشقيها النباتي والحيواني (محمد، ٢٠٠٥). إن استمرار تدهور الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة له تأثيرات سلبية على التوازن البيئي والأنشطة الاقتصادية والاجتماعية.بالرغم من أن هنالك دراسات بيئية تناولت موضوع تدهور الغطاء النباتي واستخدمت الوسائل التقليدية من خلال عملية المسح الميداني مثل طريقة المربعات Quadrate method وطريقة القطاعات Transect method، لكنها واجهت صعوبات سواء في طريقة الحصول علىالبيانات أو في تغطية منطقة الدراسة لحاجتها إلى تكلفة ووقتوجهد. لذلك إعتمدت هذه الدراسة على التقنيات الحديثة منخلال بيانات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافيةالتي توفر حجم كبير من البياناتوبناء قاعدةبيانات تبقى لفترة طويلة حيث يسهل تحديثهاواسترجاع المعلومات،وبالتالي كشف التغير فيالغطاء النباتي وتقدير حالته والتدهور الحاصل وتوفير الوقتوالجهد لذا جاءت هذه الدراسة للإجابة عن التساؤلات التالية:

مجلة جامعة بخت الرضا العلمية ربع السنوية المحكمة العدد (35) المجلد (3) ديسمبر2022
[UBJSR: ISSN] :(Online) [1858-6139]
http://www.juornal-bakhtalruda.bid/22/
Arab ImpactFactor(1.12)

١. ما قدرة مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار (NDVI) في كشفالتغيرات فيالغطاء النباتي؟
٢. ما أكثر المناطق التي تعرضت للتغير في الغطاء النباتي؟
٣. هل هنالك اختلاف في كثافة وتوزيع الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة؟
٤. ما حجم تدهور وتطور مساحات الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة؟

أهمية الدراسة

تبرز أهمية الدراسة في الآتي:

١. إن تدهور الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة تترتب عليه الكثير من الآثار البيئية السالبة التي تتمثل في ظهور مظاهر الجفاف والتصحر، التعرية الريحية والمائية حول القرى ومناطق التركز السكاني في المدن ومعسكرات النزوح، إنخفاض الإنتاج الحيواني، إنخفاض مستوى الدخل لدى الأسر المعتمدة على الأنشطة المرتبطة بالغطاء النباتي.
٢. إن دراسة الغطاء النباتي يعتبر من القضايا البيئية والحيوية التي تساعد في تحقيق أهداف التنمية المستدامة لحماية وحصر الموارد الطبيعية ومقاومة الزحف الصحراوي والمحافظةعلى التنوع الحيوي خاصة في المناطق الريفية.
٣. تعد هذه الدراسة من الدراسات القليلة التي تطرقت إلى استخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة (وسائل الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية) في التعرف على واقع الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة.

أهداف الدراسة: تهدف هذه الدراسة إلى الآتي

١. دراسة التغير الطبيعي للغطاء النباتي بمنطقة الدراسة.
٢. رصد كثافة وتوزيع الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة.
٣. إعداد خريطة للمساحاتالتي تعرضت لتدهور وتطور الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة.

فروض الدراسة: تتمثل فروض الدراسة في الآتي:

١. حدث تغير في الغطاء النباتي تدل عليه قيم مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار (NDVI) في سنوات الدراسة المختلفة.
٢. كانت منطقة الدراسة تتميز بكثافة الغطاء النباتي منذ بداية فترة السبعينات من القرن الماضي.
٣. هنالك الكثير من المناطق التي شهدت تدهور شديد في مساحات الغطاء النباتي خاصة الأجزاء الشمالية لمنطقة الدراسة.

منهجية الدراسة: اتبعت الدراسةعدة مناهج ساعدت في جمع البيانات وتحليلها لتحقيق مقاصد البحث، ومن بين هذه المناهج:

منهج الايكولوجيا البشرية: استخدمت الدراسة هذا المنهج لدراسة الأنشطة البشرية الاقتصادية والاجتماعية بمنطقة الدراسة وتحديد أثرهاعلى الغطاء النباتيبالمنطقة.

المنهج التحليلي الإحصائي: جاء استخدام هذا المنهج في تحليل المرئيات الفضائية وتصنيفها وتحديد نسبة التغير الزمني في أنماط أغطية الأرض خلال فترات مختلفة (١٩٧٢م-١٩٨٦م)، (١٩٨٦م-١٩٩٩م)، (١٩٩٩م-٢٠١٤م).

جمع ومعالجة البيانات: استخدم الدراسة مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار (NDVI) IndexNormalized Difference Vegetationلكشف التغطية النباتية من خلال بيانات المرئيات الفضائية للقمر الصناعي الامريكي لاندسات Landsat 4. 7, لأربع سنوات (١٩٧٢م، ١٩٨٦م، ١٩٩٩م و٢٠١٤م)، غطت الفترات الزمنية للسبعينيات، الثمانينيات، التسعينيات والألفينات، تم الحصول عليها من موقعهيئةالمساحةالجيولوجيةالأمريكية (http://earthexplorer.usgs.gov/) (USGS, 2014)، وهي ذات خصائص تساعد في إجراء مثل هذه الدراسة أنظر جدول (١).

جدول (١) خصائص المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة

السنة	الشهر	القمر	النوع	المصدر	Path	Row	الدقة
١٩٧٢م	مارس	لاندسات	MSS	USGS	١٧٧	٥٠	٣٠م×٣٠م
		لاندسات	MSS		١٧٧	٥١	
		لاندسات	MSS		١٧٨	٥٠	
		لاندسات	MSS		١٧٨	٥١	
		لاندسات	TM		١٧٧	٥٠	

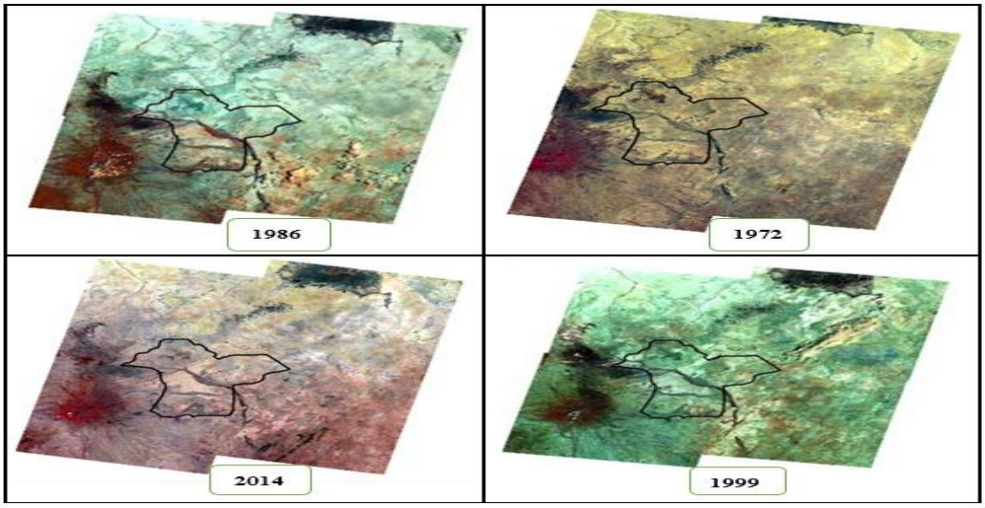
مجلة جامعة بخت الرضا العلمية ربع السنوية المحكمة العدد (35) المجلد (3) ديسمبر2022
[UBJSR: ISSN] :(Online) [1858-6139]
http://www.juornal-bakhtalruda.bid/22/
Arab ImpactFactor(1.12)

١٩٨٦م	مارس	لاندسات	TM	USGS	١٧٧	٥١	٣٠م×٣٠م
		لاندسات	TM		١٧٨	٥٠	
		لاندسات	TM		١٧٨	٥١	
١٩٩٩م	مارس	لاندسات	ETM	USGS	١٧٧	٥٠	٣٠م×٣٠م
		لاندسات	ETM		١٧٧	٥١	
		لاندسات	ETM		١٧٨	٥٠	
		لاندسات	ETM		١٧٨	٥١	
٢٠١٤م	مارس	لاندسات	ETM	USGS	١٧٧	٥٠	٣٠م×٣٠م
		لاندسات	ETM		١٧٧	٥١	
		لاندسات	ETM		١٧٨	٥٠	
		لاندسات	ETM		١٧٨	٥١	

المصدر: USGS, 2014

تمت معالجة البيانات باستخدام برمجيات معالجة وتحليل الصور الفضائية الرقمية ERDAS Imaging V. 9.2، وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية Arc GIS V. 10.2، وباستخدام خريطة شكل المنطقة (shapefile)، تم قطع البيانات من المرئية الفضائية المجمعة(mosaic imagine) أنظر الشكل رقم (٢). تم عمل التحسين الطيفي للصور الفضائية Enhancement Spectral، وبعدها تم اختيار أسلوبIndicesومنها مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار.

شكل (٢) المرئيات الفضائية للقمر لاندسات Landsat 4. 7, للسنوات المختارة



المصدر: USGS, 2014 على برنامج Arc Map ١٠.٢

مفهوم التغطية النباتية Vegetation cover

يراد بالغطاء النباتي تلك النباتات المنتشرة بصورة طبيعية على سطح الأرض دون تدخل الإنسان ويشمل الأشجار، الشجيرات، الأعشاب والحشائش، وهو محصلة تفاعل مجموعة من العوامل البيئية السائدة.التغطية النباتية هي عبارة عن المساحة التي تغطيها النباتات المفردة أو أفراد النوع الواحد أو كل الأنواع النباتية في المجتمع النباتي ويعبّرعنها بنسبة مئوية من مساحة المجتمع النباتي، فالنسبة المئوية 100%تعني أن سطح التربة مغطى بشكل كامل (التغطية الكلية)، والنسبة 70%تعني ان 30%من سطح التربة غير مغطى بالنباتات إذا نظرنا له من الأعلى وتعرف بالتغطية الجزئية (الشبيب، ٢٠١٥).

التدهور البيئي (Environmental Degradation): هو نقصان الطاقة البيولوجية في الأنظمة البيئية المختلفة نتيجة لممارسات الإنسان الخاطئة، أو هو إحداث تغيرات طارئه على خصائص وعناصر النظام البيئي المتوازن، مما يؤثر سلباً على سلامة وحيوية النظام البيئي ومقدرته على أداء وظائفه، ينتج عنها مشكلات بيئية عديده مثل التلوث والتصحر والجفاف، وانجراف التربة، ونقص الغذاء وانعكاساتها على الحياة الإقتصادية والإجتماعية للسكان (محمد، ٢٠٠٥).

مجلة جامعة بخت الرضا العلمية ربع السنوية المحكمة العدد (35) المجلد (3) ديسمبر2022
[UBJSR: ISSN] :(Online) [1858-6139]
http://www.juornal-bakhtalruda.bid/22/
Arab ImpactFactor(1.12)

مفهوم تدهور الغطاء النباتي: هو عملية إزالة وتدميرالغطاء النباتي وانخفاض وفقدان إنتاجيته الحيوية والاقتصادية من خلال التغير الكمي والنوعي الناجم عن التغيرات المناخية والرعي والقطع الجائر والحرائق والممارسات البشرية الخاطئة (فركاشوآخرون، ٢٠٠٧).

مؤشرالتغطية النباتية (NDVI): يعد مؤشرالتغطية النباتية من أكثرالمؤشرات الطيفية استخداماً في مجال تحليل صور الأقمارالصناعية ودراسة الغطاء النباتي والحرائق والتصحر وانزلاقات التربة وغيرها من الظواهرالطبيعية. يعتمد حساب مؤشرالتغطية النباتيةNDVI على برنامج ArcGIS.تنحصر قيمة مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار (NDVI) من(-١ الى +١)، فالقيم السالبة تعتبر مؤشر لتدهور وانحسار كثافة الغطاء النباتي في المنطقة، أما القيم الموجبة فتعتبر مؤشر لتطور وكثافة الغطاء النباتي، وبالتالي كلما اقتربت قيم المؤشر من (+١) أشار ذلك إلى الكثافة العالية للغطاء النباتي، وكلما اقتربت قيم المؤشر من (-١) دل ذلك على الكثافة المنخفضة للغطاء النباتي أو عدم وجوده (المحمد وآخرون، ٢٠١٨).

مفهوم الإستشعار عن بُعد (RS) Remote Sensing: الإستشعار عن بُعد هو علمٌ وفن يقوم على استخلاص البيانات والمعلومات عن الظاهرةالأرضية من مسافات أو ارتفاعات بعيده دون الاحتكاك المباشر بها، وذلك باستخدام أجهزة تحسس واستشعار متنوعة ودقيقة تكون محمولة في الطائرات أو الأقمار الصناعية أو المركبات الفضائية(داؤد، ٢٠١٥).

مفهوم نظم المعلومات الجغرافية (GIS) Geographical Information Systems

تعريف باركر (Parker, 1988) نظم متكاملةتتكون من البرامجSoftwareومكونات الحاسب الآليHardware، حيثتقوم بحصر وتخزين ومراجعة ومعالجة وتحليل وعرض البيانات المكانية والوصفيةمع إمكانية الحصول على نتائج نهائية على هيئة خرائط، رسم بياني، مجسمات، صور، جداول، و تقارير علمية.

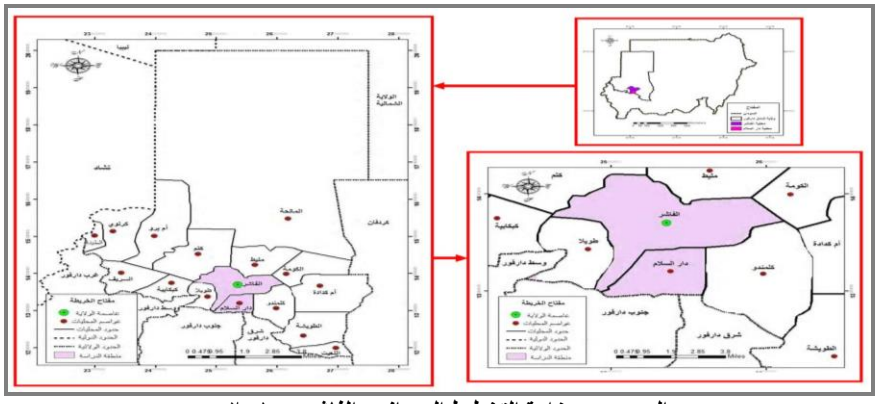
تعريف مؤسسة إسري(ESRI, 1990): مجمع متناسق يضم مكونات الحاسب الآلي والبرامج وقواعد البيانات بالإضافة إلى الأفراد وهي مجموعة تقوم بحصر دقيق للمعلومات المكانية وتخزينها وتحديثها ومعالجتها وتحليلها وعرضها.

الخلفية الجغرافية لمنطقة الدراسة

تتكون منطقة الدراسة من محليتي الفاشر ودار السلام حيث تمثل جزء من ولاية شمال دارفور، وتقع بين دائرتي عرض (١٢°15– °) شمالاً وخطي طول (٢٤.٥° -٢٦°) شرقاً، يحدها من الشمال محلية مليط، ومن الشمال الغربي محلية كتم، ومن الغرب محلية طويلا، ومن الجنوب ولايتي جنوب وشرق دارفور، بينما من الشرق محليتي كلمندو والكومة أنظر الخريطة رقم (١). تقع الأجزاء الشمالية لمنطقة الدراسة ضمن نطاق المناخ الصحراوي الحار الجاف، أما الجزء الجنوبي فيقع ضمن نطاق المناخ شبه الصحراوي الجاف. حيث ترتفع درجات الحرارة خلال شهور الصيف ويصل أعلاها في شهر مايو (٤٠°م)، بينما تنخفض في شهور الشتاء لتصل أدناها في شهر يناير (١٠°م). يتراوح متوسط المطر السنوي ما بين ١٠٠-٢٥٠ ملم، وهنالك تذبذب كبير في معدلات الأمطار السنوية بالمنطقة خلال الفترة من (١٩٧٠-٢٠١٠م) إذ بلغ متوسط الأمطار السنوي حوالي (١٩٨) ملم، حيث سجلت أعلى معدلات للأمطار في عام ١٩٩٨ (٣٨٠ ملم) وأدنى معدلات سجلت عام ١٩٨٣م وبلغت (٧٢.٧ ملم) أنظر شكل رقم (١) (هيئة الأرصاد الجوية، الفاشر،٢٠١٥م). بلغ حجم سكان محلية الفاشر حوالي (222.578) نسمة، بينما حجم السكان بمحلية دار السلام فقد بلغ (17100) نسمة، ويمثل سكان منطقة الدراسة حوالي ١٢% من جملة سكان الولاية (١.٧٦٣.٠٠٠) نسمة. معظم السكان (٨١.٧%) يعملون في القطاع الزراعي التقليدي بشقيه النباتي والحيواني، بالإضافة إلى القطاعات الاقتصادية الأخرى مثل التجارة والصناعة، التعدين، النقل، والخدمات الاجتماعية (إدارة الإحصاء، الفاشر، ٢٠٠٨م).

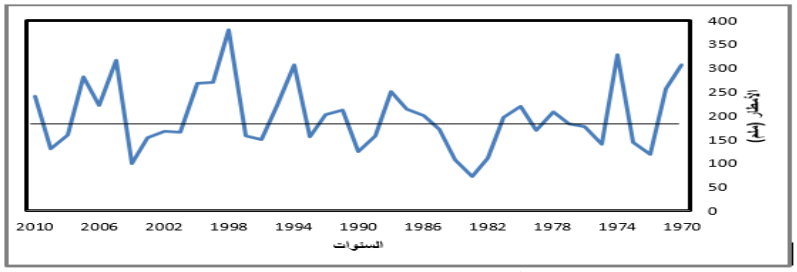
خريطة (١) الموقع الفلكي والجغرافي لمنطقة الدراسة

مجلة جامعة بخت الرضا العلمية ربع السنوية المحكمة العدد (35) المجلد (3) ديسمبر2022
[UBJSR: ISSN] :(Online) [1858-6139]
http://www.juornal-bakhtalruda.bid/22/
Arab ImpactFactor(1.12)



المصدر: ووزارة التخطيط العمراني، الفاشر، ٢٠١٥م.

شكل (١) التذبذب في معدلات الأمطار بمنطقة الدراسة في الفترة ١٩٧٠ – ٢٠١٠م

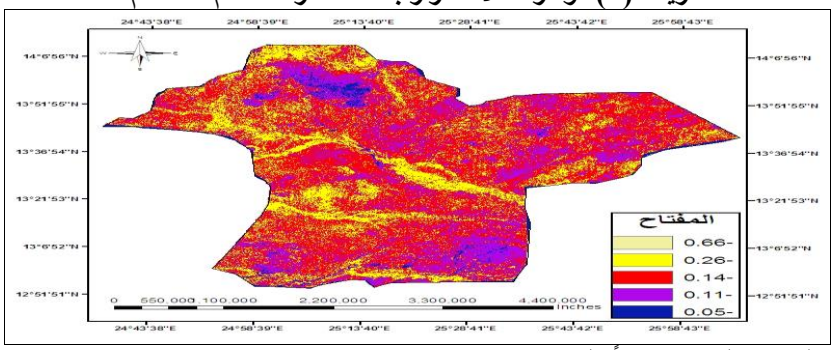


المصدر: الباحث إعتماداً على بيانات هيئة الارصاد الجوية، الفاشر، ٢٠١٥م.

نتائج الدراسة

١/ **مؤشرات الاخضرار لعام ١٩٧٢م:** بالنظر للخريطة (٢) نجد أن جميع قيم مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار (NDVI) في عام ١٩٧٢م، كانت سالبة ومنحصرة بين -٠.٥ و-٠.٦٦، ويشير ذلك إلى أن الغطاء النباتي بالمنطقة في هذا العام متدهور لاقتراب قيم ال NDVI من (-١)، لكن تختلف درجة التدهور من مكان إلى آخر داخل منطقة الدراسة، فتزداد الكثافة النباتية بالأماكن التي تقترب فيها قيم ال NDVI من الصفر وتنخفض بالأماكن التي يقترب فيها قيم ال NDVI من (-١).

خريطة (٢) مؤشرات الاخضرار بمنطقة الدراسة لعام ١٩٧٢م

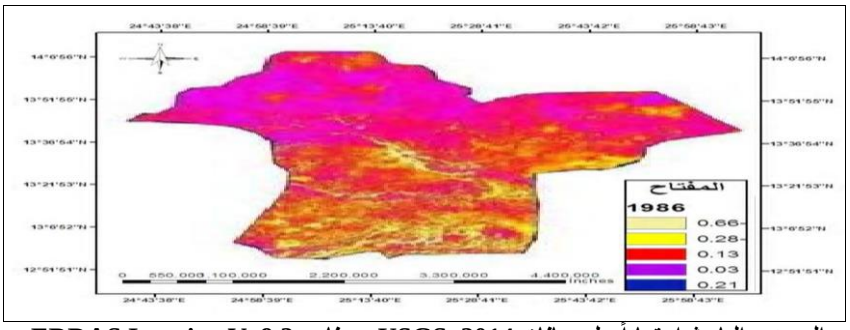


المصدر: الباحث إعتماداً على بيانات USGS, 2014 وبرنامج ERDAS Imagine V. 9.2.

٢/ مؤشرات الاخضرار لعام ١٩٨٦ : من خلال الخريطة (٣)، نلاحظ أن قيم مؤشر ال NDVI بعضها سالبة وبعضها الآخر موجبة، ويشير ذلك لتحسن الغطاء النباتي في عام ١٩٨٦م مقارنة بعام ١٩٧٢م التي كانت بها جميع قيم ال NDVIسالبة، والجدير بالذكر أن المساحاتالتي شهدت تحسن في الغطاء النباتي عام ١٩٨٦م ليست كبيره، وذلك لأن القيم الموجبة للمؤشر تراوحت بين ٠.٣ و٠.٢١ وبالتالي فهي أقرب من الصفر إلى (+١).

خريطة (٣)مؤشرات الاخضرار بمنطقة الدراسة لعام ١٩٨٦م

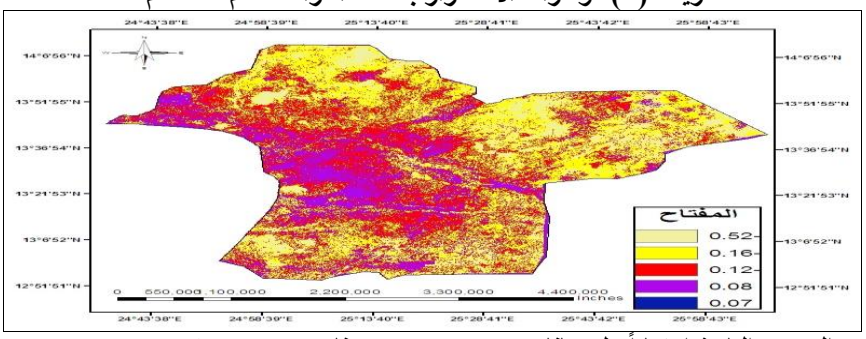
مجلة جامعة بخت الرضا العلمية ربع السنوية المحكمة العدد (35) المجلد (3) ديسمبر2022
[UBJSR: ISSN] :(Online) [1858-6139]
http://www.juornal-bakhtalruda.bid/22/
Arab ImpactFactor(1.12)



المصدر: الباحث إعتماداً على بيانات USGS, 2014 وبرنامج ERDAS Imagine V. 9.2.

٣/ مؤشرات الاخضرار لعام ١٩٩٩م: بالنظر للخريطة (٤)نجد في هذا العام قيم مؤشر الاخضرار بعضها سالبة والبعض الآخر موجبة، حيث تتراوح القيم السالبة ما بين -٠.٥٢ و -٠.١٢، ويشير ذلك إلى الانخفاض الشديد في كثافة الغطاء النباتي في الأماكن التي أخذت هذه القيم، أما القيم الموجبة فتتراوح ما بين ٠.٧ و٠.٨ ويشير ذلك الكثافة النباتية في الأماكن التي أخذت هذه القيم وذلك لاقترابها من +١.

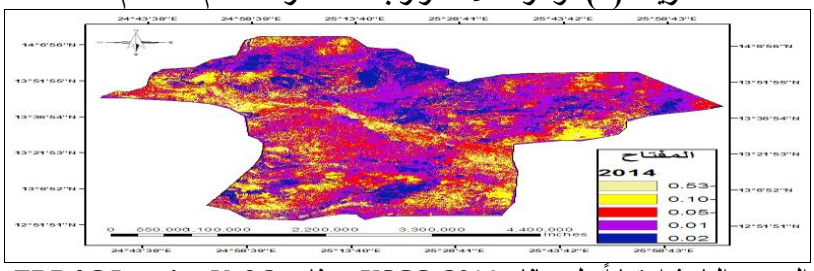
خريطة (٤) مؤشرات الاخضرار بمنطقة الدراسة لعام ١٩٩٩م



المصدر: الباحث إعتماداً على بيانات USGS, 2014 وبرنامج ERDAS Imagine V. 9.2.

٤/ مؤشرات الاخضرار لعام ٢٠١٤م: من خلال الخريطة (٥)، نلاحظ أن قيم مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار سالبة في بعض الأماكن وموجبة في الأماكن الأخرى، حيث تتراوح القيم السالبة ما بين -٠.٠٥ و -٠.٥٣ ويشير ذلك للتدهور الشديد في الغطاء النباتي في الأماكن التي أخذت القيم السالبة، وتزداد شدة التدهور بالاقتراب من (-١)، أما القيم الموجبة فتتراوح ما بين ٠.١ و٠.٢ ويشير ذلك لتحسن طفيف في كثافة الغطاء النباتي بالأماكن التي أخذت القيم الموجبة.

خريطة (٥) مؤشرات الاخضرار بمنطقة الدراسة لعام ٢٠١٤م



المصدر: الباحث إعتماداً على بيانات USGS, 2014 وبرنامج ERDAS Imagine V. 9.2.

٥/ كثافة وتوزيع الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة حسب بيانات (NDVI): لمعرفة الكثافة النباتية بمنطقة الدراسة اعتمدت الدراسةعلى خرائط مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار (NDVI) التي تم إنتاجها من الصور الملتقطة لمنطقة الدراسة في الأعوام ١٩٧٢م، ١٩٨٦م، ١٩٩٩م و٢٠١٤م وذلك بالاعتماد على برنامج Arc Map، حيث صنفت خرائط الكثافة النباتية إلى الأصناف التالية: غطاء نباتي كثيف. غطاء نباتي متوسط. غطاء نباتي خفيف. دون غطاء نباتي.

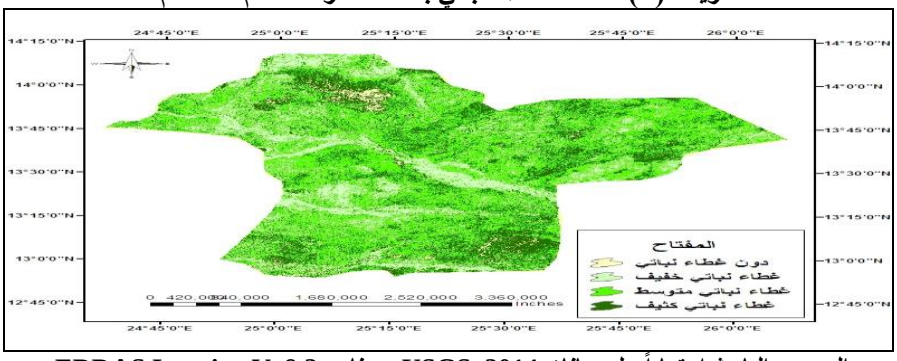
اعتمدت الدراسة على قيم مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار بحيث يشير الغطاء النباتي الكثيف إلى الأماكن التي يقترب فيها قيم مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار من (+١)، بينما يشير الصنف (دون غطاء نباتي) إلى الأماكن التي يقترب فيها مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار من (-١)، أما الأصناف الأخرى التي تضم (غطاء نباتي متوسط، غطاء نباتي خفيف) فتمثل الأماكن الواقعة بين القيمتين القريبة من (+١) و(-١).باستخدام هذه الطريقة

مجلة جامعة بخت الرضا العلمية ربع السنوية المحكمة العدد (35) المجلد (3) ديسمبر2022
[UBJSR: ISSN] :(Online) [1858-6139]
http://www.juornal-bakhtalruda.bid/22/
Arab ImpactFactor(1.12)

تم اعادة تصنيف خرائط مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار للأعوام ١٩٧٢م، ١٩٨٦م، ١٩٩٩م و٢٠١٤م، كما هو موضح في الآتي:

٦/ كثافة وتوزيع الغطاء النباتي في عام ١٩٧٢م: من خلال الخريطة رقم (٦)، نجد أن مساحة الغطاء النباتي الكثيف في عام ١٩٧٢م بلغت حوالي (٢٦٦٩ كلم²)، بينما بلغت مساحة الغطاء النباتي المتوسط (٥١٤٠ كلم²)، في حين بلغت مساحة الأراضي التي يغطيها الغطاء النباتي الخفيف حوالي (٣١٩٥ كلم²)، أما الأماكن التي تظهر بدون غطاء نباتي ومساحتها حوالي (٧١٩ كلم²).

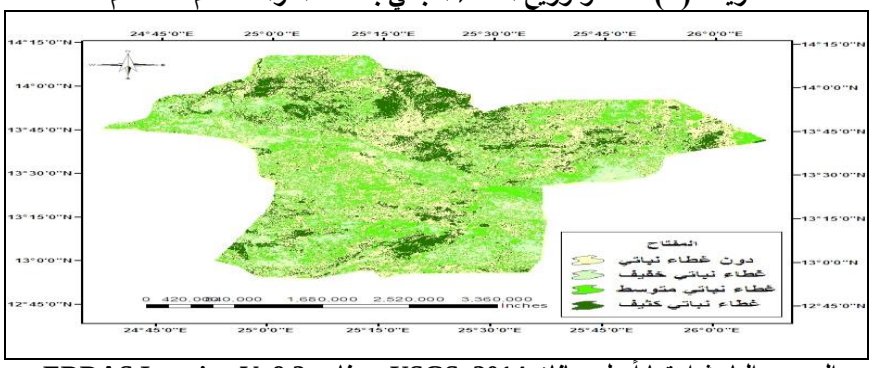
خريطة (٦) كثافة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة لعام ١٩٧٢م



المصدر: الباحث إعتماداً على بيانات USGS, 2014 وبرنامج ERDAS Imagine V. 9.2.

٧/ كثافة وتوزيع الغطاء النباتي في عام ١٩٨٦م: من خلال الخريطة (٧)، نجد أن مساحة الغطاء النباتي الكثيف بمنطقة الدراسة في عام ١٩٨٦م بلغ (١٥٧٧كلم²)، وبلغ مساحة الغطاء النباتي المتوسط حوالي (٣٢٥٠ كلم²)، في حين بلغت مساحة الغطاء النباتي الخفيف (٦٤٧٩ كلم²)، أما المناطق التي تظهر بدون غطاء نباتي فبلغت مساحتها حوالي (١٦١٧ كلم²).

خريطة (٧) كثافة وتوزيع الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة لعام ١٩٨٦م

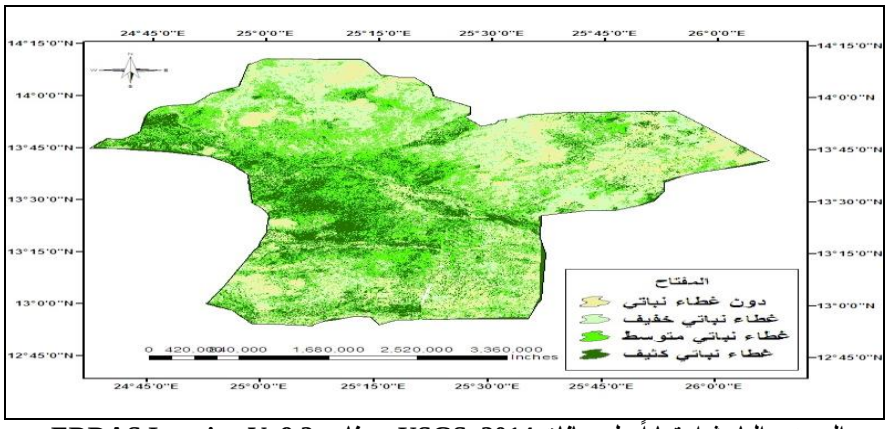


المصدر: الباحث إعتماداً على بيانات USGS, 2014 وبرنامج ERDAS Imagine V. 9.2.

٨/ كثافة وتوزيع الغطاء النباتي عام في ١٩٩٩م: بالنظر للخريطة (٨)نجد أن مساحة الغطاء النباتي الكثيف بمنطقة الدراسة في عام ١٩٩٩م بلغ (٩٥٠ كلم²)، وبلغت مساحة الغطاء النباتي المتوسط (١٢٦٦ كلم²)، بينما بلغت مساحة الغطاء النباتي الخفيف (٣٣٩٢ كلم²)، في حين نجد أن الأراضي التي صنفت بدون غطاء نباتي بلغت مساحتها (٦١١٥ كلم²).

خريطة (٨) كثافة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة لعام ١٩٩٩

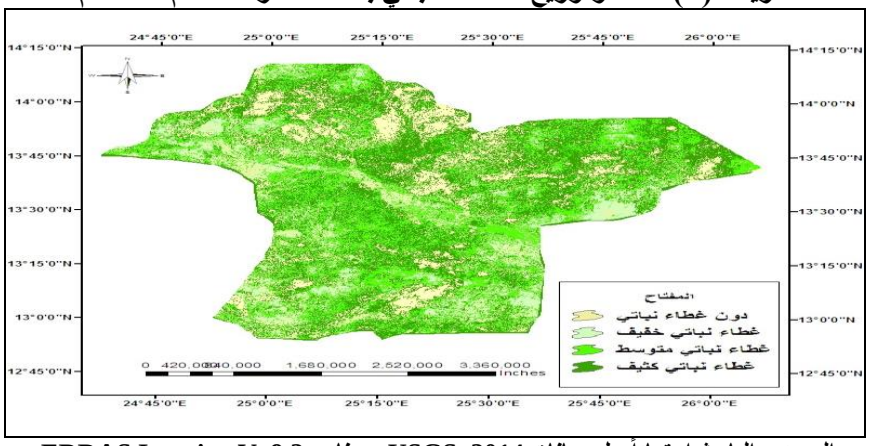
مجلة جامعة بخت الرضا العلمية ربع السنوية المحكمة العدد (35) المجلد (3) ديسمبر2022
[UBJSR: ISSN] :(Online) [1858-6139]
http://www.juornal-bakhtalruda.bid/22/
Arab ImpactFactor(1.12)



المصدر: الباحث إعتماداً على بيانات USGS, 2014 وبرنامج ERDAS Imagine V. 9.2.

٩/ كثافة وتوزيع الغطاء النباتي في عام ٢٠١٤م: من خلال الخريطة (٩)، نجد أن مساحة الغطاء النباتي بالمنطقة في عام ٢٠١٤م بلغت (٢٢١٥ كم²)، وبلغت مساحة الغطاء النباتي المتوسط حوالي (٥٧٢٣ كلم²)، أما الغطاء النباتي الخفيف فبلغت مساحتها (١٩٣٦ كلم²)، بينما بلغت مساحة الأراضي المصنفة بدون غطاء نباتي حوالي (١٨٤٩ كلم²).

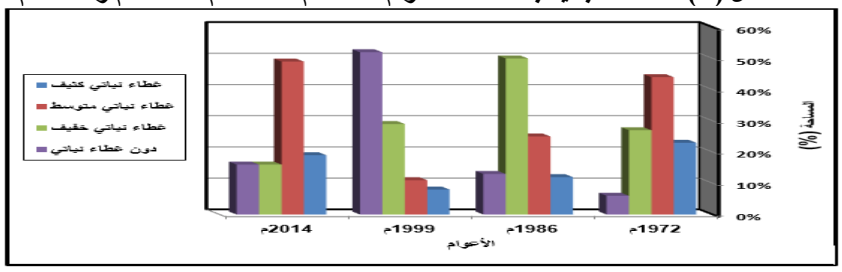
خريطة (٩) كثافة وتوزيع الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة لعام ٢٠١٤م



المصدر: الباحث إعتماداً على بيانات USGS, 2014 وبرنامج ERDAS Imagine V. 9.2.

١٠/ توزيع نسب الكثافة النباتية: يظهر الشكل (٢) توزيع نسب الكثافة النباتية بمنطقة الدراسة خلال الأعوام ١٩٧٢م، ١٩٨٦م، ١٩٩٩م و٢٠١٤م ومنه نلاحظ الآتي: بلغ الغطاء النباتي الكثيف في عام ١٩٧٢م حوالي ٢٣% من مساحة المنطقة، انخفضت هذه المساحة إلى ١٢% في عام ١٩٨٦م، ثم انخفضت مرة أخرى في عام ١٩٩٩م إلى ٨%، وبحلول عام ٢٠١٤م مثلت حوالي ١٩% من مساحة المنطقة. مثل الغطاء النباتي المتوسط حوالي ٤٤%، ٢٥%، ١١% و٤٩% من مساحة منطقة الدراسة خلال الأعوام ١٩٧٢م، ١٩٨٦م، ١٩٩٩م و٢٠١٤م على التوالي. الغطاء النباتي الخفيف بلغت نسبته ٢٧% من مساحة المنطقة عام ١٩٧٢م، وفي عام ١٩٨٦م مثل الغطاء النباتي الخفيف نسبة ٥٠% من مساحة المنطقة، أما في عام ١٩٩٩م و٢٠١٤م فبلغ حوالي ٢٩% و١٦% من مساحة منطقة الدراسة على التوالي. بلغ نسبة المناطق التي صنفت بدون غطاء نباتي ٦%، ١٣%، ٥٢% و١٦% من مساحة المنطقة على التوالي.

شكل (٢) الكثافة النباتية بالمنطقة للأعوام ١٩٧٢م، ١٩٨٦م، ١٩٩٩م و٢٠١٤م

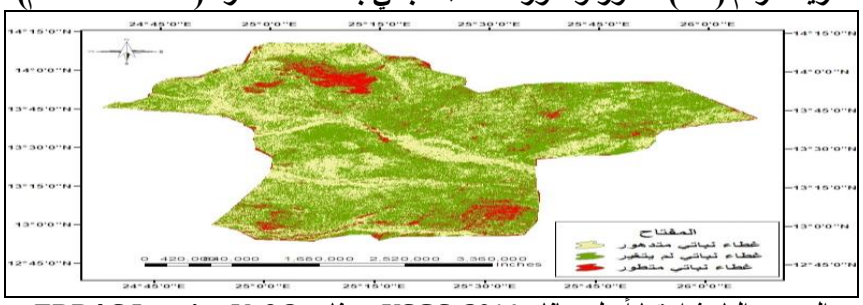


المصدر: الباحث إعتماداً على بيانات USGS, 2014 وبرنامج SPSS 17.0.

مجلة جامعة بخت الرضا العلمية ربع السنوية المحكمة العدد (35) المجلد (3) ديسمبر2022
[UBJSR: ISSN] :(Online) [1858-6139]
http://www.juornal-bakhtalruda.bid/22/
Arab ImpactFactor(1.12)

١١/ تدهور وتطور الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة: تم مقاطعة خريطة NDVI لعام ١٩٧٢ مع خرائط ال NDVI للأعوام ١٩٨٦م، ١٩٩٩م و٢٠١٤م للحصول علي خريطة توضح أماكن تدهور الغطاء النباتي وتطوره بمنطقة الدراسة، وبتطبيق ذلك توصلت الدراسة إلىالخريطة رقم (١٠) التي تظهر أماكن تدهور، تطور، وعدم تغير الغطاء النباتي بالمنطقة.حيث يتضح أن مساحة الغطاء النباتي المتدهور بلغت (٤٣٧٩ كلم^2)، بينما بلغ مساحة الغطاء النباتي الذي لم يتغير (٦١١٥كلم^2)، في حين بلغت مساحة الغطاء النباتي المتطور حوالي (١٢٢٩ كلم^2).

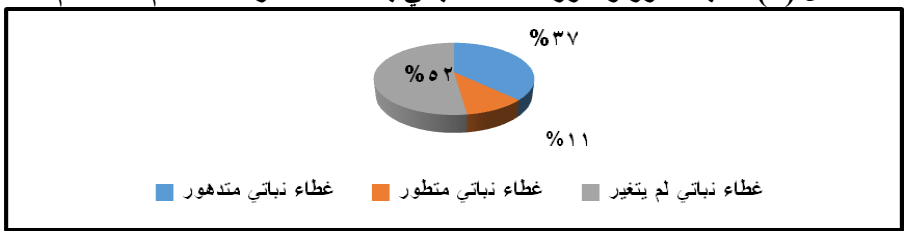
خريطة رقم (١٠) تدهور وتطور الغطاء النباتي بالمنطقة للفترة (١٩٧٢-٢٠١٤م)



المصدر: الباحث إعتماداً على بيانات USGS, 2014 وبرنامج ERDAS Imagine V. 9.2

يظهر شكل (٣) نسب الغطاء النباتي المتدهور، المتطور، ونسبة الذي لم يتغير من مساحة منطقة الدراسة. حيث بلغت نسبة الغطاء النباتي الذي لم يتغير ٥٢% من مساحة منطقة الدراسة، في حين بلغت نسبة الغطاء النباتي المتدهور حوالي ٣٧% من مساحة المنطقة، أما الغطاء النباتي المتطور فبلغت نسبته ١١% فقط من مساحة منطقة الدراسة.نستنتج من هذه النتيجة أن المنطقة تعاني من تدهور الغطاء النباتي، وذلك لأن نسبة الغطاء النباتي المتدهور (٣٧%) كبيرة مقارنة بنسبة الغطاء النباتي المتطور (١١%).

شكل (٣) نسب تدهور وتطور الغطاء النباتي بالمنطقة للفترة ١٩٧٢م-٢٠١٤م



المصدر: الباحث إعتماداً على بيانات2014 ,USGS وبرنامج17.0 SPSS.

مناقشة النتائج

من خلال تطبيق مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار NDVI نلاحظ أن هنالك تغير في الغطاء النباتي دلت عليه قيم مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار (NDVI) في عام ١٩٧٢م حيث كانت سالبة ومنحصرة بين -٠.٥ و-٠.٦٦، ويشير ذلك لتدهور الغطاء النباتي في هذا العام وذلك بسبب إنخفاض وتذبذب الأمطار بمنطقة الدراسة، حيث إنخفضت الأمطار إلى أقل من ١٥٠ ملم وهو أقل من المتوسط السنوي للأمطار ١٩٨ ملم(أنظر الشكل رقم ١)(إدارة الإرصاد الجوي، ٢٠١٥م)، وكذلك تعاقب موجات الجفاف التي تعرضت لها منطقة الساحل الأفريقي في أواخر الستينيات وأوائل السبعينيات والتي شملت معظم إقليم دارفور (Ibrahim,1978).إن قيم مؤشر ال NDVI بعضها سالبة وبعضها الآخر موجبة، ويشير ذلك لتحسن الغطاء النباتي في عام ١٩٨٦م مقارنة بعام ١٩٧٢م. وكان ذلك نتيجة لكثرة الأمطار التي زادت عن المتوسط السنوي، فضلاً عن نزوح سكان الريف إلى المدن الكبرى مثل مدينة الفاشر ومليط وكتم وعدم عودتهم إلى مناطقهم الأصلية بعد سنوات الجفاف والتي بلغت ذروتها في عام ١٩٨٤م. إن قيم المؤشر في عام ١٩٩٩م كان بعضها سالب والبعض الآخر موجب، حيث تتراوح القيم السالبة ما بين -٠.٥٢ و -٠.١٢ ويشير ذلك إلى الانخفاض الشديد في كثافة الغطاء النباتي بالأماكن التي أخذت تلك القيم. أما القيم الموجبة فتتراوح ما بين ٠.٧ و٠.٨ ويشير ذلك لانخفاض الكثافة النباتية في الأماكن التي أخذت تلك القيم وذلك لاقترابها من الصفر في عام ١٩٩٩م. ويعود ذلك إلى تذبذب الأمطار حيث شهدت إنخفاض معدلاتها مع بداية ومنتصف التسعينيات من القرن الماضي مع زيادة معدلات الأمطار مع نهاية العام. أما في عام ٢٠١٤م نلاحظ أن قيم مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار سالبة في بعض الأماكن وموجبة في الأماكن الأخرى، حيث تتراوح القيم السالبة ما بين -٠.٠٥ و -٠.٥٣ ويشير ذلك للتدهور الشديد في الغطاء النباتي في الأماكن التي أخذت القيم السالبة وتزداد شدة التدهور بالاقتراب من (-١)، ويعود ذلك إلىزيادة استهلاك السكان

بالمنطقة للمنتجات الغابية (الأخشاب وحطب الحريق ومواد البناء) بشكل كبير ومفاجئ بسبب عملية التحضر السريعة خلال الفترة من ٢٠٠٣م إلى ٢٠١٥م (تقرير محلية الفاشر، ٢٠١٥م). أما القيم الموجبة فتتراوح ما بين ٠.١ و٠.٢ ويشير ذلك لتحسن طفيف في كثافة الغطاء النباتي بالأماكن التي أخذت القيم الموجبة، بسبب زيادة كمية الأمطار عن المتوسط السنوي،والضوابط التي وضعتها إدارة الغابات والثروة الحيوانية فيما يتعلق بالاستغلال المرشد للموارد الطبيعية (الغابات والمراعي الطبيعية) وحمايتها وضبط إنتاج الفحم النباتي وإيجاد بدائل له، وإيقاف التوسع الزراعي والحضري على حساب المراعي الطبيعية. ويتفق ذلك مع فرضية الدراسة التي تنص على أن هنالك تغير في الغطاء النباتي في السنوات المختلفة كنتيجة لأسباب طبيعية وأخرى بشرية.

وبإعادة تصنيف خرائط مؤشر التغير الطبيعي للاخضرار NDVI، نلاحظ أن الغطاء النباتي الكثيف في عام ١٩٧٢م كان يمثل حوالي ٢٣% من مساحة المنطقة، انخفضت هذه المساحة إلى ١٢% في عام ١٩٨٦م، من ثم انخفضت مرة أخرى عام ١٩٩٩م إلى ٨%. وذلك بسبب التذبذب في معدلات الأمطار، ولكن بحلول عام ٢٠١٤م ارتفعت نسبة المساحة إلى حوالي ١٩% من مساحة المنطقة. وذلك نتيجة لزيادة كمية الأمطار ونزوح السكان من قرى ريفي محلية الفاشر ودار السلام إلى المدن الكبرى وخاصة مدينة الفاشر ومليط وكتم وكبكابية نتيجة للحرب التي اندلعت في دارفور منذ العام ٢٠٠٣م. الغطاء النباتي المتوسط حوالي ٤٤%، ٢٥%، ١١% و٤٩% من مساحة منطقة الدراسة خلال الأعوام ١٩٧٢م، ١٩٨٦م، ١٩٩٩م و٢٠١٤م على التوالي. بينما الغطاء النباتي الخفيف كانت نسبته ٢٧% في عام ١٩٧٢م، وفي عام ١٩٨٦م بلغت نسبته٥٠% من مساحة المنطقة، وفي الأعوام ١٩٩٩م و٢٠١٤م شكل حوالي ٢٩% و١٦% من مساحة منطقة الدراسة على التوالي. أما المناطق التي صنفت بدون غطاء نباتي فكانت نسبتها ٦%، ١٣%، ٥٢% و١٦% من مساحة المنطقة على التوالي. فهنالك تراجع وتطور طفيف في مساحات الغطاء النباتي المتوسط والخفيف والمناطق التي صنفت بدون غطاء نباتي، وذلك بسبب التذبذب الواضح في معدلات الأمطار، وكذلك نزوح وتركز السكان النازحين في بعض المواقع. وهذا أيضا يعزز فرضية الدراسة التي تشير إلى أن الغطاء النباتي كان كثيفاً خلال فترة السبعينات تم تدهور في فترة الثمانينات والتسعينات من القرن الماضي. بتقاطع خرائط ال NDVI للأعوام ١٩٧٢م، ١٩٨٦م، ١٩٩٩م و٢٠١٤م مع بعضها البعض توصلت الدراسة إلى أن ٣٧% أي ما يعادل ٤٣٧٩ كلم^2 من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة تعاني من تدهور في الغطاء النباتي. ومعظمها في المناطق حول معسكرات النازحين بمدينة الفاشر حيث يوجد معسكرات (ابوشوك، السلام، وزمزم) حيث يعتمدون على الغطاء النباتي الشجريلطهي الطعام (حطب الوقود والفحم النباتي)وبناء مساكنهم. وإن هنالك ١١% فقط(١٢٢٩ كلم^2) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة شهدت تحسن في الغطاء النباتي، بينما حوالي ٥٢% (٦١١٥ كلم^2) من مساحة المنطقة لم يحدث فيها تدهور أو تحسن في الغطاء النباتي خلال فترة الدراسة وتشمل في معظمها المناطق التي هجرها السكان النازحين.

التوصيات

١/ سن وتفعيل القوانين البيئية الخاصة بالحفاظ على الغطاء النباتي ووقف توسع الاستخدام السكني والزراعي للأرض على حساب الغطاء النباتي.

٢/ وضع خطط طويلة الأمد لإعادة الغطاء النباتي حول القرى والمدن وعلى الطرقات، بمشاركة الإدارات الأهلية والمواطنين.

٣/ تعريف المجتمعات المحلية بالأهمية البيئية للغطاء النباتي ودوره في منع الزحف الصحراوي وتدهور التربة، وبالتالي استدامة انشطتهم الاقتصادية المرتبطة بالبيئة.

٤/ تطوير المؤسسات والمراكز وتشجيع البحوث والدراسات المتخصصة في تنمية الغطاء النباتي من خلال ترشيد استخدام الفحم النباتي وحطب الحريق، والمواقد الاقتصادية البديلة.

٥/ نشاء مركز للاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية لجمع البيانات عن تدهور الغطاء النباتي ومعرفة أسبابه وآثاره ومراقبتهمن خلال تكوين قاعدة بيانات خاصة.

المراجع

١/ الجهاز المركزي للإحصاء، الفاشر (٢٠٠٨م) بيانات التعداد السكاني الخامس.

٢/ داؤد، جمعة محمد (٢٠١٥) أسس وتطبيقات الاستشعار عن بُعد، القاهرة، جمهورية مصر العربية، ص ١-٢١٨.

٣/ الشبيب، الجوهرة (٢٠١٥) المجتمعات النباتية والنظام البيئي، fac.ksu.edu.sa › sites › default › files › mjtmt_nbty_2015، تاريخ الدخول: ٢٠١٩/١٠/٢٧م

٤/ شلال، جاسم خلف، علي، عباس مهدي، جاسم، عبد الكريم محمد (٢٠٠٧)استخدام دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي (NDVI)في تحديدوتقييم حالة التدهور للغطاء النباتي في منطقة جبل سنجار /محافظة نينوى، المجلة العراقية لعلوم الأرض، المجلد ٧، العدد ٢، ص ١-١٤.

٥/ الشيخ، آمال يحيى عمر (٢٠١٠) "أهمية الصور الفضائية والخرائط الرقمية في تنمية الغطاء النباتي وأثره على السياحة البيئية في منطقة جازان"، الملتقى الوطني الخامس لنظم المعلومات الجغرافية، فندق المريديان، الخبر، في الفترة

من ٢٦ - ٢٨ أبريل ٢٠١٠م، المملكة العربية السعودية.
٦/ علي، انتصار عبد الحفيظ الحسين (٢٠١٠) استخدام تقنية الاستشعار عن بعد في رصد التغيرات البيئية بمنطقة البطانة خلال الفترة١٩٧٢-٢٠١٠م، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الدراسات العليا، جامعة الخرطوم.
٧/ فركاش، محمد ارضيوة، الزبيدي، داخل حسين، محمد، محمد عبد ربو(٢٠٠٧) تفعيل الوعي البيئي لتنمية الغطاء النباتي ومكافحة التصحر، بمنطقة الجبل الأخضر، مجلة المختار للعلوم، العدد الرابع عشر، ص٤٨-٦١.
٨/ محلية الفاشر، الفاشر (٢٠١٥م) تقارير عن الأنشطة الاقتصادية، الأراضي الزراعية، الثروة الحيوانية، والغابات.
٩/ المحمد، هيفاء أحمد، البلبيسي، حسام هشام، أبو سمور، حسن يوسف (٢٠١٨) كشف وتحليل التغير في الغطاء النباتي باستخدام المؤشرات النباتية الطيفية في حوض وادي العرب في الأردن، مجلة دراسات العلوم الإنسانية والاجتماعية، المجلد ٤٥، العدد (١)، ص٨٣-٩٧.
١٠/ محمد، يعقوب عبدالله (٢٠٠٥) تدهور الموارد الطبيعية والبيئية في دارفور، مجلة دراسات المستقبل، العدد الأول، المجلد الأول.
١١/ الهيئة العامة للإرصاد الجوية، الفاشر (٢٠١٥م) الخصائص المناخية لولاية شمال دارفور للفترة من ١٩٧٥م إلى ٢٠١٤م.
12.Ibrahim, F. (1978) Anthropogenic causes of desertification in Western Sudan, GeoJournal, 2(3), pp 243-254
13. Parker, H.D. (1988): The unique of a Geographical Information Systems, a Commentary, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 54(11), pp. 1547-1549.
ESRI (1990) History Background of GIS, ARC News, Summer 1990.