

العنوان:	تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020: دراسة تطبيقية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية
المصدر:	المجلة الليبية للدراسات
الناشر:	دار الزاوية للكتاب
المؤلف الرئيسي:	بريبش، مولود علي المقطوف
مؤلفين آخرين:	عثمان، إسمهان على المختار(م. مشارك)
المجلد/العدد:	ع18
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2020
الشهر:	يونيو
الصفحات:	91 - 59
رقم MD:	1095755
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
اللغة:	Arabic
قواعد المعلومات:	EduSearch, IslamicInfo
مواضيع:	الجغرافيا التطبيقية، الغطاء النباتي، الاستشعار عن بعد، نظم المعلومات الجغرافية، ليبيا
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/1095755

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020 .

”دراسة تطبيقية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية”

د. مولود علي بربيش
أ. أسهلان علي المطخار عثمان
كلية الآداب - جامعة الزاوية

د. مولود علي بربيش
كلية الآداب - جامعة الزاوية

ملخص البحث:

يركز البحث على كشف وتحليل التغيرات في أنماط الغطاء النباتي في منطقة الزاوية خلال المدة 1990-2020 باستخدام تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. واستخدمت المرئيات الفضائية الملتقطة بالقمر الصناعي Landsat 5 و 8 حيث أجريت عملية التصنيف الرقمي الموجه لتلك المرئيات وذلك لمراقبة وتحليل أصناف الغطاء الأرضي اعتماداً على مؤشر الاختلاف الخضري NDVI وعلاقتها بمعدلات الأمطار المسجلة في منطقة الدراسة خلال الفترة نفسها، وإظهار التغير المكاني والزمني في أنماط الغطاء النباتي، ذلك التغير الذي يعكس استجابة الغطاء النباتي للتقلبات السنوية في الأمطار.

وتوصلت الدراسة إلى وجود خمسة أصناف للغطاء الأرضي عام 1990 بناءً على قيم هذا المؤشر، وهي الأراضي الحضرية والحجرية والرملية التي لا يظهر فيها غطاء نباتي وبلغ فيها مؤشر الغطاء النباتي ما بين 1-0 إلى 0، ثم الغطاء النباتي الفقير 0.1-0، والغطاء النباتي متوسط الكثافة 0.2-0.1، والغطاء النباتي الكثيف 0.4-0.2، والغطاء النباتي الكثيف جداً ما بين 0.4 إلى 1.0.

أظهرت نتائج الدراسة أن معدلات الأمطار سجلت أفضل معدلاتها في عام 2000 الأمر الذي انعكس على تحسن حالة الغطاء النباتي، حيث بلغت مساحة الغطاء النباتي الكثيف جدا خلال ذلك العام نحو 23٪ من مساحة منطقة الدراسة، مقابل أقل من 1٪ للأراضي التي ظهرت بدون غطاء نباتي. كما كشفت الدراسة عن تغيرات واضحة في هذه الأغطية ما بين فترات الدراسة الممتدة من 1990 إلى 2020 حيث زادت مساحة الأراضي التي تظهر بدون غطاء نباتي من 13٪ في عام 1990 إلى 16.7٪ من جملة منطقة الدراسة في عام 2020. أما فئتا الأغلب إجمالي الفقير والمتوسط فقد شكّل أغلب إجمالي مساحتها، حيث بلغت نسبتهما حوالي 70٪ تقريبا خلال فترة الدراسة. في حين حافظ نمط الغطاء النباتي الكثيف على مساحته في حدود 240 كم² أو ما نسبته 13٪ من مساحة منطقة الزاوية خلال عامي 1990 و2020، بينما شهدت الأراضي ذات الغطاء النباتي الكثيف جدا تناقصاً من 78 كم² إلى نحو 4 كم².

المقدمة:

تعد تقنية الاستشعار عن بعد Remote Sensing أحد المصادر الرئيسية للحصول على البيانات المكانية في مجال دراسة الموارد الطبيعية، وذلك بالنظر لما توفره المرئيات الفضائية من بيانات تفصيلية غزيرة لمساحات واسعة، وبما تتيحه من إمكانيات للمراقبة المستمرة لتغير الظواهرات، فضلا عن إمكانيات المقارنة وبصورة دورية وتحديد مواقع واتجاه ومعدل وطبيعة هذا التغير، للوصول إلى كشف التغير في الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض، وذلك من خلال معالجة وتفسير تلك المرئيات بواسطة برامج نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems، التي تمثل وسيلة ذات كفاءة في دراسة العلاقات الرئيسية بين الأبعاد الطبيعية المختلفة وبينها وبين الأبعاد البشرية في إدارة الموارد البيئية.

تمثل دراسة الغطاء النباتي من حيث توزيعه وكثافته من المواضيع ذات الأهمية في الدراسات البيئية، باعتبار أن ذلك الغطاء من العناصر الرئيسية المكونة للنظام البيئي، كونه مصدر الغذاء للكثير من الكائنات الحية المستهلكة بل إنه أساس

السلسلة الغذائية ، كما أنه يعد بمثابة الرئة التي تحفظ توازن العناصر غير الحية في ذلك النظام ، علاوة على قدرته على تقليل الانجراف والتعرية ، ومساهمته في تحسين خواص التربة وزيادة إنتاجيتها.

مشكلة البحث :

تتمحور مشكلة البحث في بيان مدى تدهور الغطاء النباتي الذي يهدد مستقبل الأراضي الزراعية في المناطق الجافة وشبه الجافة ، وتزداد خطورتها بانخفاض مستويات الأمطار لا سيما وأن منطقة الدراسة تتميز بتذبذب كمية الأمطار بشكل عام ، فالأمطار فيها تمتد من فصل الخريف حتى نهاية الربيع وإن كان فصل الشتاء يمثل ذروة الهطول المطري الذي يكون عادة على فترات قصيرة وغير منتظمة وفجائية وتختلف في كمياتها من سنة إلى أخرى ومن مكان إلى آخر في منطقة الدراسة ، مما يكون لها أثر كبير في كثافة الغطاء النباتي. وعليه يمكن صياغة مشكلة الدراسة في الأسئلة الآتية:

- 1- ما خصائص الأمطار في منطقة الدراسة؟ وهل هناك تباين مساحي في كمية الأمطار واتجاهها؟
- 2- ما كثافة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة؟ وهل هناك تغير في كثافته؟
- 3- هل هناك تباين واضح في كثافة أنماط الغطاء النباتي وفقا لكمية المطر بين محطات الدراسة؟
- 4- ما هي المناطق التي حدث فيها تغير في كثافة الغطاء النباتي؟ كم تبلغ مساحة المناطق المتضررة والمناطق التي ما زالت تحافظ على غطاءها النباتي؟

أهميته:

تكمن أهمية البحث في تسليط الضوء على موضوع غاية في الأهمية لمعرفة التغيرات التي تحدث على الغطاء النباتي ، لأن تدهور ذلك الغطاء يُعد من المشكلات

البيئية التي تهدد مستقبل الأراضي الزراعية، وبخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تتطلب تحسين مستوى الاهتمام بالغطاء النباتي من قبل المسؤولين وأصحاب القرار في منطقة الدراسة. كما تبرز أهمية البحث في بناء قاعدة بيانات عن الغطاء النباتي في منطقة الزاوية وتمثيلها وعرضها وإخراجها على شكل خرائط رقمية Digital Maps.

أهدافه:

يهدف البحث إلى تحقيق الأهداف الآتية:

1. توظيف تقنية الاستشعار عن بعد في إظهار كثافة الغطاء النباتي من خلال دراسة مؤشر الاخضرار NDVI.
2. الكشف عن أنماط التغير المكاني والزمني في الغطاء النباتي في منطقة الزاوية باستخدام المرئيات الفضائية والخرائط الرقمية خلال الفترة 1990-2020.
3. إظهار مدى العلاقة بين معدلات الأمطار وحجم وكثافة الغطاء النباتي وذلك لكونه يعكس استجابة الغطاء النباتي للتقلبات السنوية في الأمطار للوصول إلى تقييم وتحليل وكشف التغير في الغطاء النباتي وتقدير خطورته.
4. تحديد أكثر المناطق تغيراً في كثافة الغطاء النباتي خلال فترة الدراسة في منطقة الزاوية من خلال إنتاج خرائط رقمية موضوعية تظهر التغير في أنماط ذلك الغطاء.

فرضياته:

1. تتصف أمطار منطقة الدراسة بتذبذبها وعدم انتظامها.
2. يظهر مؤشر الاخضرار DNVI إلى وجود تناقص واضح في كثافة الغطاء النباتي كل فترة عن الأخرى.
3. شهدت بعض أجزاء منطقة الدراسة تغيراً في مساحة ونوع الغطاء النباتي وفقاً للتغير في كمية واتجاه الأمطار في المنطقة.

مصادر البيانات ومنهجية البحث:

أصبح استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد من أبرز الوسائل الحديثة المتاحة للحصول على البيانات المكانية لرصد وتحليل التغير في مظاهر سطح الأرض، ولذا فقد اعتمد البحث على توظيف تلك التقنيات في مراقبة وتتبع التغير Change Detection في كثافة الغطاء النباتي في منطقة الزاوية لتقييم وتفسير الوضع الحالي لحالة الغطاء النباتي وتحديد التغيرات التي طرأت عليه، حيث اعتمدت هذه الدراسة تحديداً على أربع مرئيات فضائية ملتقطة بواسطة القمر الصناعي الأمريكي لاندسات LANDSAT بدقة مكانية 30×30 متر تم تحميلها من موقع المساحة الأمريكية الجيولوجية، التي تغطي فترة الدراسة الممتدة من عام 1990 إلى 2020، وقد حدد تاريخ التقاط تلك المرئيات بعناية بحيث يتوافق مع موسم نمو النبات الذي يتميز بأعلى كثافة في النمو الخضري، كما هو مبين في الجدول (1).

تم اختيار ثلاث مرئيات للأعوام 1990 و2000 و2010 تم تحميلها من القمر الصناعي لاندسات LT05، أما عام 2020 فقد تم الاعتماد على مرئية المستشعر اللاندسات LC08 التي التقطت بتاريخ 2020/01/27 حيث تعذر الاستفادة من المرئيات الملتقطة خلال شهري فبراير ومارس بسبب وجود السحب في سماء منطقة الدراسة مما قد يؤثر على قيمة انعكاس الطيف الكهرومغناطيسي.

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020.....
 ك. د. م. م. علي بربيش ، ك. أ. أسهلان علي المطخار عون

الجدول (1) المرئيات المستخدمة في الدراسة

المرجع Datum	دقة التمييز Resolution	المسار		تاريخ الالتقاط	المستعر	المنصة
		Path	Raw			
WGS-84	30×30م	189	37	1990/02/04	L5 TM	LandSat5
WGS-84	30×30م	189	38			
WGS-84	30×30م	189	37	2000/03/19	L5 TM	LandSat5
WGS-84	30×30م	189	38			
WGS-84	30×30م	189	37	2010/02/27	L5 TM	LandSat5
WGS-84	30×30م	189	38			
WGS-84	30×30م	189	37	2020/01/28	L8 OLI/TIRS	LandSat8
WGS-84	30×30م	189	38			

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على بيانات موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية
<https://earthexplorer.usgs.gov/>

وبالنظر لاتساع منطقة الدراسة مما تطلب استخدام مرئيتين لنفس التاريخ تقع ضمن المسار 189 Path والتسلسل Row 37 و38 بحيث تغطي الأولى كل الجزء الشمالي والأوسط والثانية تغطي أقصى الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة. تم بعدها دمج المرئيتين في مرئية واحدة Mosaic لكل فترة من فترات الدراسة بالاعتماد على برنامج ArcMap 10.0 ، تم بعدها اقتطاع منطقة الدراسة من المرئية المنتجة اعتماداً على ملف الشكل Shapefile الذي يمثل الحدود الإدارية لبلديات الزاوية من خلال الأمر Extract by Mask.

حسبت قيمة مؤشر الغطاء النباتي التي تتراوح ما بين -1 إلى +1 اعتماداً على برنامج ArcMap من خلال أمر Map Algebra لنطاقي الأشعة الحمراء Red وتحت

الحمراء القريبة Near-Infrared اللذين يمثلهما النطاقات Bands 3 و4 لمرئيات اللاندسات 5 والنطاقات 4 و5 لمرئيات اللاندسات 8 ، ثم تم تقسم فئات مؤشر الغطاء النباتي NDVI من خلال الأمر Reclassify حيث تم تقسيمها إلى خمس فئات: وهي بدون غطاء نباتي Non Vegetation التي تتراوح فيها قيمة مؤشر الغطاء النباتي من - 1 إلى صفر ، وغطاء نباتي فقير Low Vegetation وتتراوح قيمته ما بين صفر إلى 0.1 وغطاء نباتي متوسط Vegetation Moderate ما بين 0.1 إلى 0.2 ، وغطاء نباتي كثيف High Vegetation ما بين 0.2 إلى 0.4 وغطاء نباتي كثيف جدا Dense Vegetation ما بين 0.4 إلى 1.0 . تم بعدها تحويل نتائج حساب مؤشر الغطاء النباتي من الصيغة الشبكية Raster إلى صيغة اتجاهية أو خطية Vector حتى يمكن حساب المساحات التي تمثلها كل قيمة من قيم المؤشر ، وتم في هذه المرحلة إنتاج جميع الخرائط الموضوعية الخاصة بأنماط الغطاء النباتي والتي تبين التغير المكاني والزمني في أنماط ذلك الغطاء.

كما تم الاعتماد بيانات مرئية القمر STRM الخاص بنماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) Digital Elevation Model وذلك لإعداد نموذج لإظهار البعد الثالث لمنطقة الدراسة ، (الارتفاع الرقمي) باستخدام برنامج Arc GIS 10 . إضافة إلى أنه تم الحصول على البيانات المناخية اليومية DILY من نموذج ناسا المناخي من موقع وكالة الفضاء الأمريكية (NASA) National Aeronautics and Space Administration . لعشر محطات مناخية تحيط بمنطقة الدراسة خلال موسم الشتاء للأشهر الثلاثة (ديسمبر / يناير / فبراير) خلال الفترة (1990-2020) الجدول (2) ⁽¹⁾.

حدود البحث:

أولاً: الحدود المكانية:

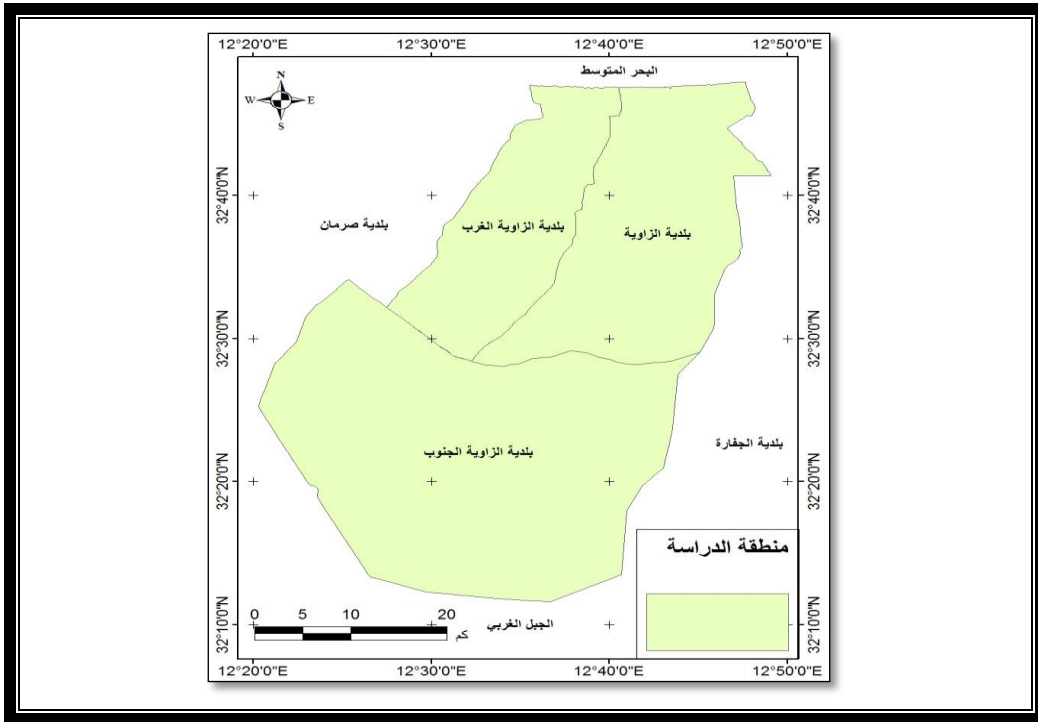
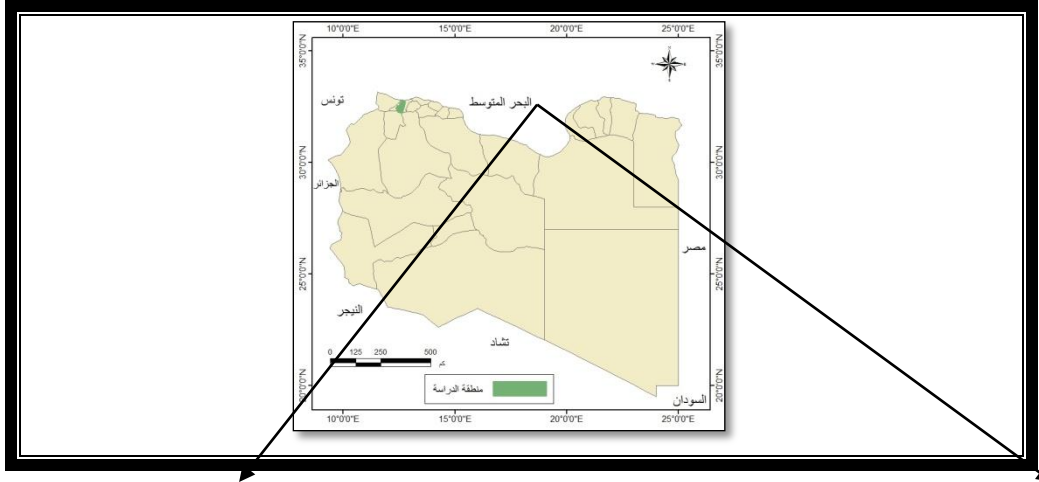
تقع منطقة الدراسة ضمن سهل الجفارة في أقصى شمال غرب ليبيا، - الخريطة (1) - حيث تشغل مساحة تقدر 1840 كم² وتمثلها كل من بلدية الزاوية 511.5 كم² وبلدية الزاوية الغرب 336.1 كم² وبلدية الزاوية الجنوب 992.4 كم²، والتي تمثل في مجملها نحو 10.2 % من مساحة السهل، حيث يحدها من الشرق بلدية الجفارة ومن الغرب بلدية صرمان ومن الشمال البحر المتوسط ومن الجنوب يحدها الجبل الغربي، ويبلغ امتدادها من منطقة جودائم شرقاً إلى منطقة المطرد غرباً بمسافة تقدر بنحو 23 كم، وتمتد نحو الجنوب من ساحل البحر لمسافة تصل إلى 65 كم. وبحسب الإحداثيات الجغرافية تقع منطقة الدراسة بين خطي طول 14° 20' - 12° 50' 43" شرقاً ودائرتي عرض 17° 12' 32" - 57° 47' 32" شمالاً.

ثانياً الحدود الزمانية:

تغطي الفترة الزمنية لهذه الدراسة مدة أربعين سنة تم خلالها اختيار أربعة مرئيات فضائية من المستشعر الفضائي لاندسات LANDSAT بفواصل زمني مقداره عشر سنوات حيث تمثل المرئية الأولى حالة الغطاء النباتي في عام 1990 والثانية حالة ذلك الغطاء في عام 2000، والثالثة حالته في عام 2010 والرابعة في عام 2020.

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020.
 د. موالود علي بربيش ، د. أ. أسملان علي المختار عون

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة .



المصدر: إعداد الباحثان باستخدام GIS اعتمادا على الحدود الإدارية لبلديات الزاوية.

الظروف الطبيعية لمنطقة الدراسة:

تعد التغطية النباتية محصلة تداخل جملة من العوامل الطبيعية والبشرية ذلك لأن الغطاء النباتي له علاقة بالظروف المناخية المتذبذبة وغير المنتظمة، إضافة إلى مظاهر السطح وطبيعة التربة، فالغطاء النباتي من أهم الثروات الطبيعية خاصة في النظم البيئية للأراضي الجافة وشبه الجافة التي لا تمتلك القدرة على استعادة توازنها الطبيعي.

طبوغرافية المنطقة:

تتصف منطقة الدراسة باستواء سطحها في العموم أسوة بسطح سهل الجفارة ومع ذلك يلاحظ أن هناك تبايناً في مستوى سطح الأرض، كما هو مبين في الخريطة (2) حيث يأخذ سطح الأرض في الارتفاع تدريجياً كلما اتجهنا جنوباً من ساحل البحر وصولاً إلى الحافة الشمالية للجبل الغربي الذي يبدو على هيئة نطاقات عرضية تمتد من الغرب إلى الشرق، ففي النطاق الشمالي يتراوح منسوب سطح الأرض ما بين 0 - 20 ومن 20 - 50 م فوق منسوب سطح البحر ويصل اتساعه إلى 15 كم في الجزء الغربي منه، ويبدو بصورة متداخلة بين هذين المنسوبين لاسيما في وسط هذا النطاق. وفي النطاق الأوسط يتراوح منسوب الارتفاع ما بين 50 - 100 ويبلغ اتساعه 10 كم في شرق منطقة الدراسة، ويزداد اتساعاً كلما اتجهنا غرباً حتى يصل اتساعه إلى 15 كم تقريباً. أما النطاق الجنوبي وهو الأكثر اتساعاً والذي يصل إلى 25 كم ويشغل نصف منطقة الدراسة تقريباً فيتجاوز منسوب سطح الأرض 100 م فوق مستوى سطح البحر لا سيما في أقصى جنوب شرق منطقة الدراسة حيث يصل الارتفاع ما بين 200 - 450 م فوق سطح البحر.

مناخ منطقة الدراسة:

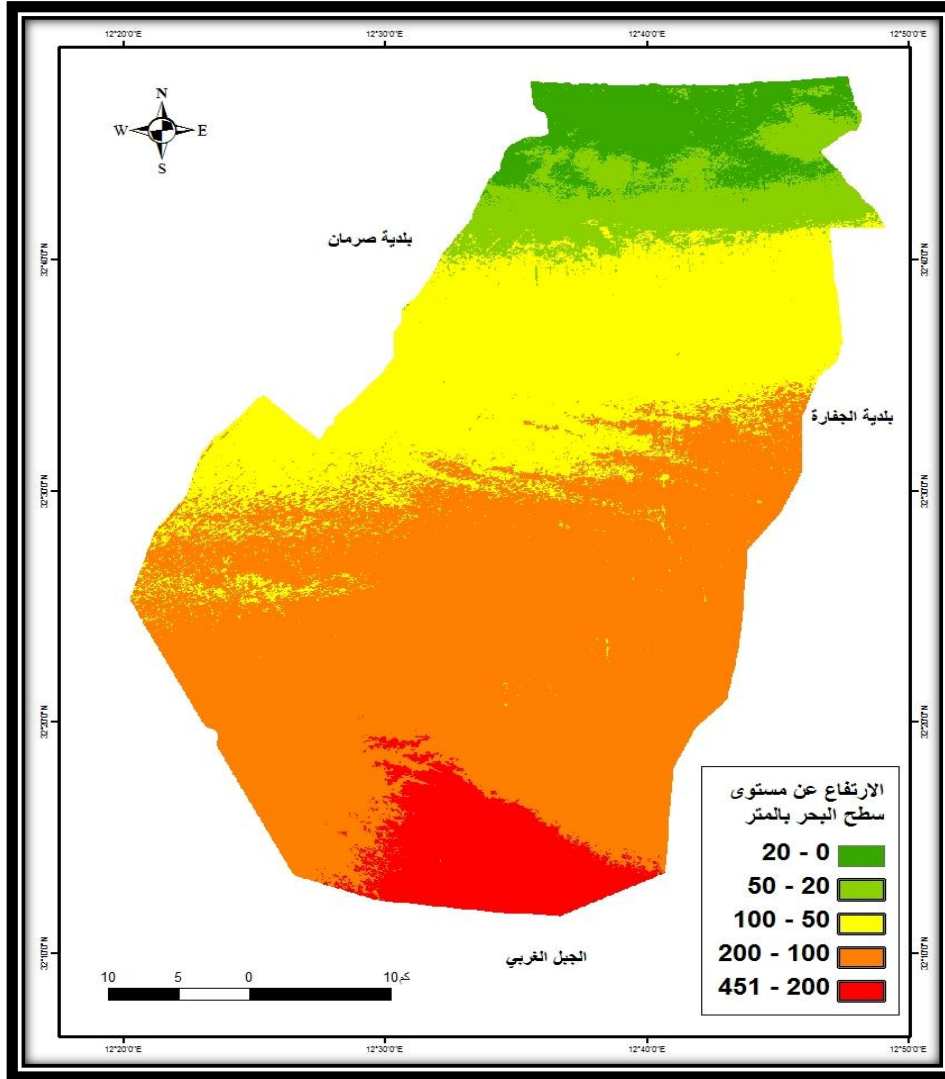
يجمع مناخ المنطقة ما بين مناخ البحر المتوسط في قسمه الشمالي حيث تسود المؤثرات البحرية والمناخ شبه الصحراوي في جنوبه حيث تقل المؤثرات البحرية وتبدأ المؤثرات الصحراوية، ولذا يمكن تقسيم مناخ المنطقة إلى قسمين قسم شمالي أكثر اعتدالاً في درجات الحرارة صيفاً وأعلى في معدلات الأمطار خلال نصف السنة الشتوي وقسم جنوبي أعلى في معدلات درجات الحرارة صيفا وأقل في معدلات الأمطار شتاءً.

خصائص الأمطار الشهرية لفصل الشتاء في منطقة الدراسة:

تنشأ الأمطار عن المنخفضات الجوية التي تعبر البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق، حيث تهب رياح غربية بحرية رطبة قادمة من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي⁽²⁾، فمعدلات المطر نجد لها متباينة في منطقة الدراسة بشكل عام تقل كلما اتجهنا جنوباً فنجد معدل المطر الفصلي لفصل الشتاء في شمال منطقة الزاوية يزداد عنه في جنوبها خلال السنوات (1990 / 2000 / 2010 / 2020) بفارق مطري بلغ على التوالي (15.15 ملم ، 45.56 ملم ، 37.7 ملم ، 51.93 ملم) كما هو موضح في الجدول (3).

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020.....
..... د.مواود علي بربيش ، ك. أ. أسملان علي المنخار عون

خريطة (2) تضاريس منطقة الدراسة.



المصدر: من إعداد الباحثين باستخدام برنامج ArcMap 10 اعتماد على مرئية Entity ID:SRTM1N32E012V3. Resolution:1-ARC. Publication Date:23-SEP-14. Coordinates:32 , 12

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020.....
 د.مواود علي بربيش ، ك. أ. أسهلان علي المطخار عون

الجدول(3) معدلات المطر في منطقة الدراسة خلال فصل الشتاء / ملم.

المعدل الشتوي	فبراير	يناير	ديسمبر	المعدل	
				المحطة /السنة	
81.86	2.11	76.69	3.06	1990	شمال الزاوية
127.84	84.11	28.76	50.97	2000	
48.00	0.22	44.35	3.43	2010	
185.49	0.91	29.32	155.26	2020	
66.71	1.43	61.72	3.56	1990	جنوب الزاوية
82.28	31.89	23.05	27.34	2000	
46.30	0.32	41.13	4.85	2010	
133.56	1.39	31.15	101.02	2020	

المصدر: الباحثان اعتماداً على بيانات وكالة الفضاء الأمريكية ناسا.

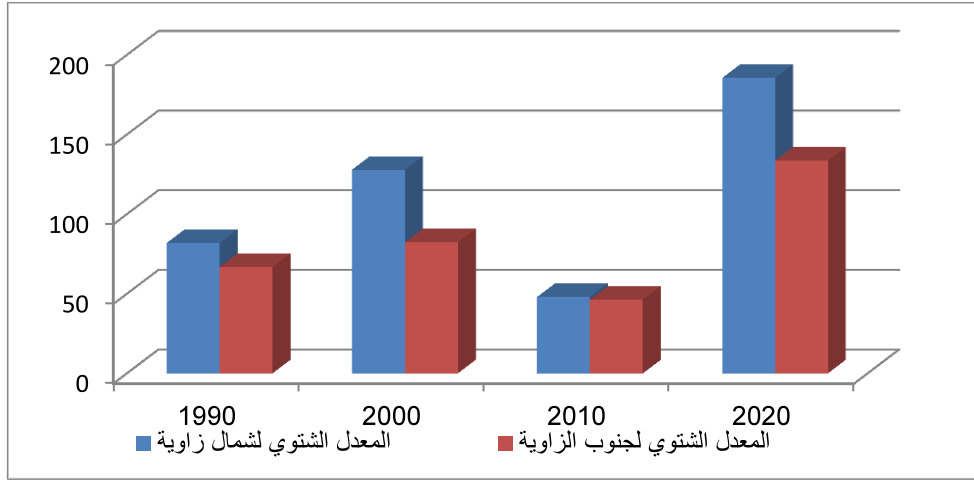
[https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLD](https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsiFBFkIfsxBFQBQHtvIblHZ0qZzUZSZAHEu5dU)

rsiFBFkIfsxBFQBQHtvIblHZ0qZzUZSZAHEu5dU

وبالنظر إلى الشكل (1) نجد أن معدل المطر الشتوي لمحطات الدراسة يزداد في شمال منطقة الزاوية بشكل عام عنه في منطقة جنوب الزاوية، إذ سجلت المنطقة أعلى كمية للمطر خلال شتاء 2020 إذا بلغت في شمال الزاوية حوالي 185.49 ملم، بينما بلغ في جنوب الزاوية 133.56 ملم وسجلت أدنى كمية للمطر خلال الموسم الشتوي خلال سنة 2010 إذ بلغت في شمال الزاوية وجنوب الزاوية (48 و 46.3 ملم) على التوالي .

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020.
... د. موالود علي بربيش ، ك. أ. أسهلان علي المطخار عون

شكل (1) معدلات المطر الشتوية في منطقة الدراسة.



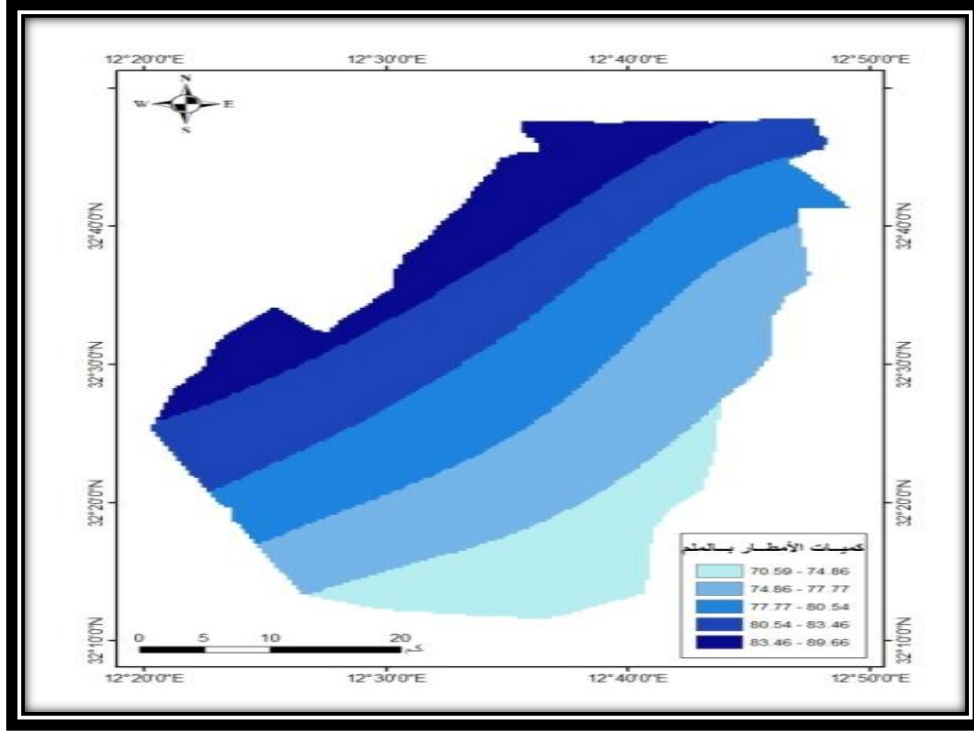
المصدر: الباحثان اعتماداً على بيانات الجدول (3).

تحليل خرائط المطر المساحية لمنطقة الدراسة:

تم إنتاج خرائط مطرية مساحية لكل سنة من سنوات الدراسة وذلك لتقدير الاختلافات المساحية لكميات الأمطار خلال هذه الفترة بهدف دراسة التغيرات التي طرأت على منطقة الدراسة سلباً أو إيجاباً وذلك للمجموع الكلي لكميات الأمطار السنوية لفصل الشتاء، حيث نجد هناك تغيراً واضحاً في التوزيع المساحي للأمطار خلال السنوات الأربع، فنجد الأمطار تتركز على طول الجهة الغربية لمنطقة الدراسة في عام 1990- خريطة (3) -، وتمثلها أمطار البحر المتوسط التي تتأثر بحركة المنخفضات الجوية التي بلغت 89.66 ملم، وتقل المعدلات الشتوية كلما اتجهنا نحو الجنوب الشرقي عند منطقة بئر الغنم لتصل 70.69 ملم. وفي التوالي. نجد أن هناك اتجاهها عكسياً تماماً للأمطار فنجدها تزداد عند الجزء الأوسط من الجهة الشرقية ليصل معدلها إلى 169.40 ملم، وتتناقص بشكل عام بالاتجاه نحو الشمال والشمال الغربي لتصل إلى 124.38 ملم، خريطة (4).

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 2020-1990.....
..... د.مواود علي بربيش ، د. أ. أسملان علي المطخار عون

أما بالنظر إلى الخريبتين (5، 6) لعامي 2010 و 2020 فتكاد تتطابق في اتجاه وكميات الأمطار فتجدها بشكل عام تزداد عند الجنوب الغربي لتصل خلال عامي 2010 و 2020 إلى (144.2 و 526.5 ملم) على التوالي.
خريطة (3) المعدل الفصلي لكميات الأمطار لفصل الشتاء في منطقة الزاوية خلال عام 1990.



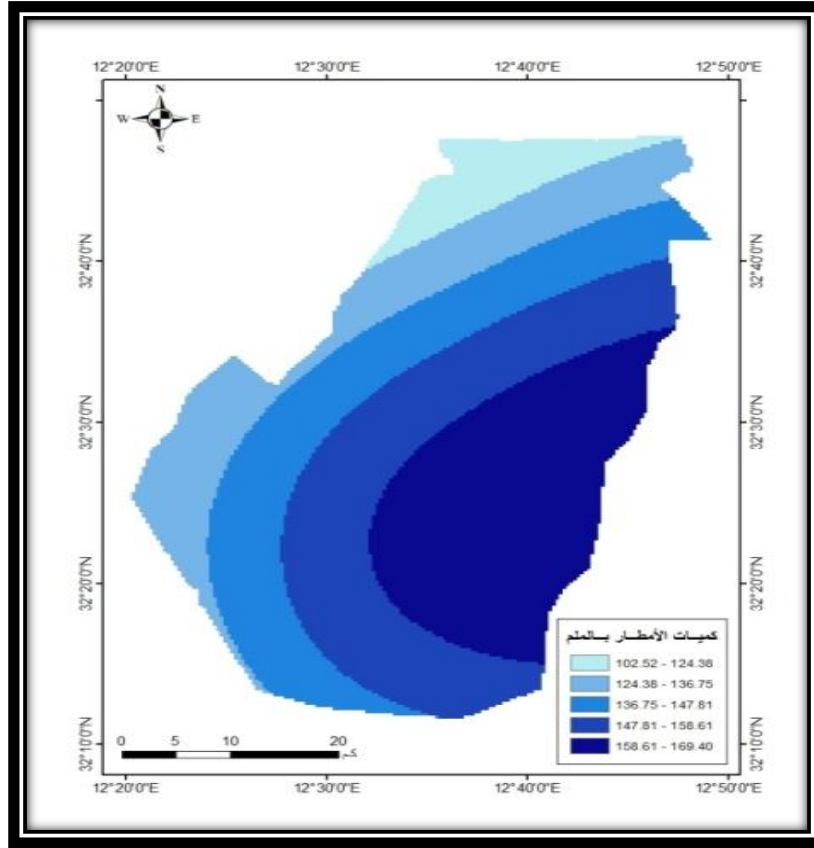
المصدر: الباحثان اعتماداً على بيانات وكالة NASA. باستخدام GIS.

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsi>

FBFkIfsxBFQBQHtvIbIHZ0qZzUZSZAHEu5dU.

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020.....
..... د.مواود علي بربيش ، د. أ. أسهلان علي المنخار عون

خريطة (4) المعدل الفصلي لكميات الأمطار لفصل الشتاء في منطقة الزاوية خلال عام 2000.

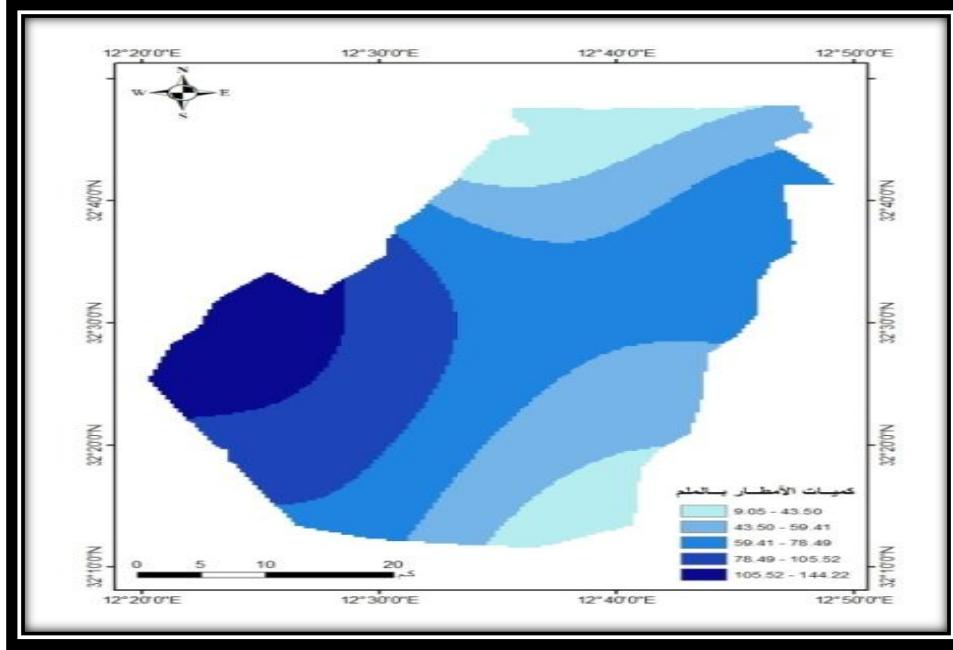


المصدر: الباحثان اعتماداً على بيانات وكالة NASA باستخدام GIS.

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsiFBFklfsxBFQBQHtvIbIHZ0qZzUZSZAHEu5dU>.

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020.....
..... د. موالود علي بربيش ، د. أ. أسهلان علي المطنار عون

خريطة (5) المعدل الفصلي لكميات الأمطار لفصل الشتاء في منطقة الزاوية خلال عام 2010.



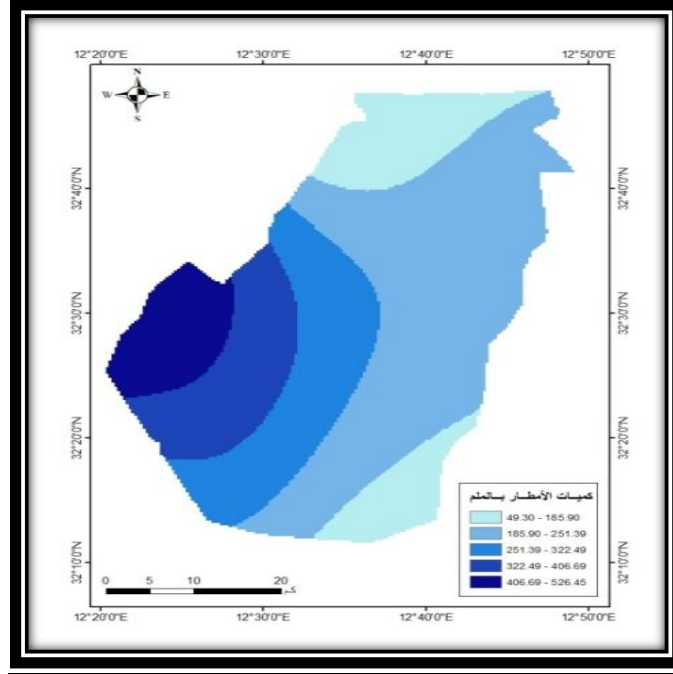
المصدر: الباحثان اعتماداً على بيانات وكالة الفضاء الأمريكية NASA باستخدام GIS.

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB>

42b49ItLDrsiFBFkIfsxBFQBQHtvIbIHZ0qZzUZSZAHEu5dU.

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020.....
..... د.مواود علي بربيش ، د. أ. أسهلان علي المنظار عون

خريطة (6) المعدل الفصلي لكميات الأمطار لفصل الشتاء في منطقة الزاوية خلال عام 2020.



المصدر: الباحثان اعتماداً على بيانات وكالة الفضاء الأمريكية NASA باستخدام GIS.

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsiFBFklf sxBFQBQHtvIbl HZ0qZzUZSZAHEu5dU>.

مؤشر الغطاء النباتي:

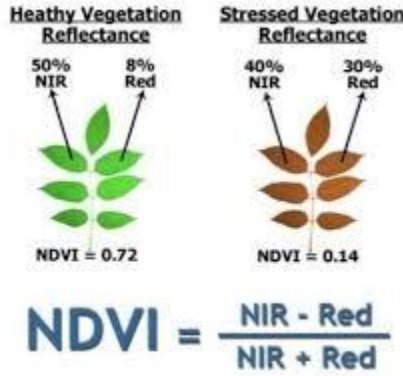
إن المعلومات التي تقدمها بيانات الاستشعار عن بعد لا تقف عند المعلومات البصرية بل هناك معلومات قيّمة ضمن البيانات الطيفية التي تقدمها المرئيات الفضائية منها دليل أو مؤشر اخضرار الغطاء النباتي (Normalized Difference NDVI (Vegetation Index) الذي يعتمد في حسابه على خصائص مادة اليخضور Chlorophyll المرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالكتلة الحيوية الخضراء وتفاعلها مع نطاق الأشعة الحمراء وتحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي، ففي حالة النبات الجيد

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020.....
د. موالود علي بربيش ، د. أ. أسهلان علي المطخار عون

النمو الذي يحوي مادة الكلوروفيل فإن قسم كبير نطاق الأشعة الأحمر Red Band (0.63 - 0.69 ميكرومتر) والمعروفة باسم الإشعاع النشط ضوئياً يمتصها الكلوروفيل لإتمام عملية البناء الضوئي الضروري لنمو النبات وصنع غذائه، وينعكس جزء بسيط منها، أما نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة Near Infrared (0.77 - 0.90 ميكرومتر)⁽³⁾ فإن النبات يمتص جزءاً بسيطاً ويعكس الباقي خلاف النبات غير السليم الذي تقل به مادة الكلوروفيل فإن الأشعة الحمراء المتساقطة على النبات ينعكس جزء كبير منها لعدم حاجة النبات إليها، أما الأشعة دون الحمراء فيكون الوضع مختلفاً، حيث إن الكمية المنعكسة منها ستكون أقل من النبات الصحيح⁽⁴⁾.

كما هو موضح بالشكل (2).

شكل (2) يوضح الفرق بين النباتات الخضراء وغيرها في كمية الإشعاع المنعكس لنطاق الأشعة الحمراء ودون الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي.



المصدر: https://twitter.com/jassim_albanay/status/1052604900570468355?lang=gl

ولقيان: ثافة النباتات وكتلتها الحيوية Biomass يعتمد هذا المؤشر على نسب انعكاسات الطيف الأحمر RED والأشعة تحت الحمراء NIR ذات الموجات القصيرة من الطيف الكهرومغناطيسي، فلو كان انعكاس الأخيرة عالياً والطيف الأحمر

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020.....
..... د.مواود علي بربيش ، ك. أ. أسملان علي المطخار عون

منخفضاً، تكون حيوية النبات عالية والعكس. أي بمعنى أن النباتات الخضراء تعكس كمية قليلة من الأشعة الحمراء وكمية كبيرة من الأشعة تحت الحمراء القريبة(5)، لذلك فإنه يمكن الربط بين الكتلة الحيوية للنباتات وقيم الدليل النباتي NDVI الذي يحسب من تناسب نطاق الأشعة الحمراء ونطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة من المعادلة التالية(6) :

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

حيث إن:

NIR = قيمة الانعكاس الطيفي للأشعة تحت الحمراء.

RED = قيمة الانعكاس الطيفي للأشعة الحمراء.

تتراوح قيمة مؤشر الدليل الخضري ما بين سالب واحد وواحد (1- و 1) وجميع القيم السالبة التي تقل عن الصفر لا تمثل النباتات ولكنها تمثل ظاهرات سطح الأرض غير النباتية، أما القيم الموجبة التي تتراوح ما بين (+0.1 إلى +1) فتدل على الغطاء النباتي وكلما زادت كثافة الكتلة الحيوية في النبات زادت قيم NDVI وتكون المنطقة ذات كثافة نباتية مرتفعة جدا إذا اقتربت النتيجة من (+1)، والعكس⁽⁷⁾.

أنماط الغطاء النباتي في منطقة الزاوية .

تم تحليل أربع مرثيات فضائية لمنطقة الدراسة للأعوام (1990 / 2000 / 2010 / 2020) لإظهار مدى التغير الذي طرأ على مساحة وكثافة الغطاء النباتي، حيث تتراوح قيم معامل الاختلافات الخضرية خلال فترة الدراسة ما بين (-0.446 و 0.714) إذ ارتفعت قيمة مدى معامل الاختلافات الخضرية في عام 2010 التي تراوحت بين (- 0.500 إلى 0.743) في حين تناقصت قيمة مدى المعامل في عام 2020 وقد بلغت قيمته (- 0.159 - 0.512).

1- أنماط الغطاء النباتي في عام 1990.

بلغ مدى قيم مؤشر الغطاء النباتي في منطقة الزاوية خلال عام 1990 ما بين 0.517 إلى 0.718 كما هو مبين في الجدول (4) الذي يبين التصنيف الرقمي لأنماط الانتشار المكاني المساحي للغطاء النباتي، حيث شكّل الغطاء النباتي الكثيف جدا وتجاوزت فيه قيم مؤشر الغطاء النباتي 0.4 من قيم الدليل الخضري الذي يتراوح ما بين (1- و 1+) مساحة بلغت 78.1 كم² بما يماثل نحو 4.2% من منطقة الدراسة وظهرت على شكل بقع متناثرة في شمالها ووسطها، كما هو موضح بالخريطة (7).

جدول (4) مساحات الغطاء النباتي في منطقة الزاوية بناء على قيم مؤشر NDVI خلال عام 1990 / كم².

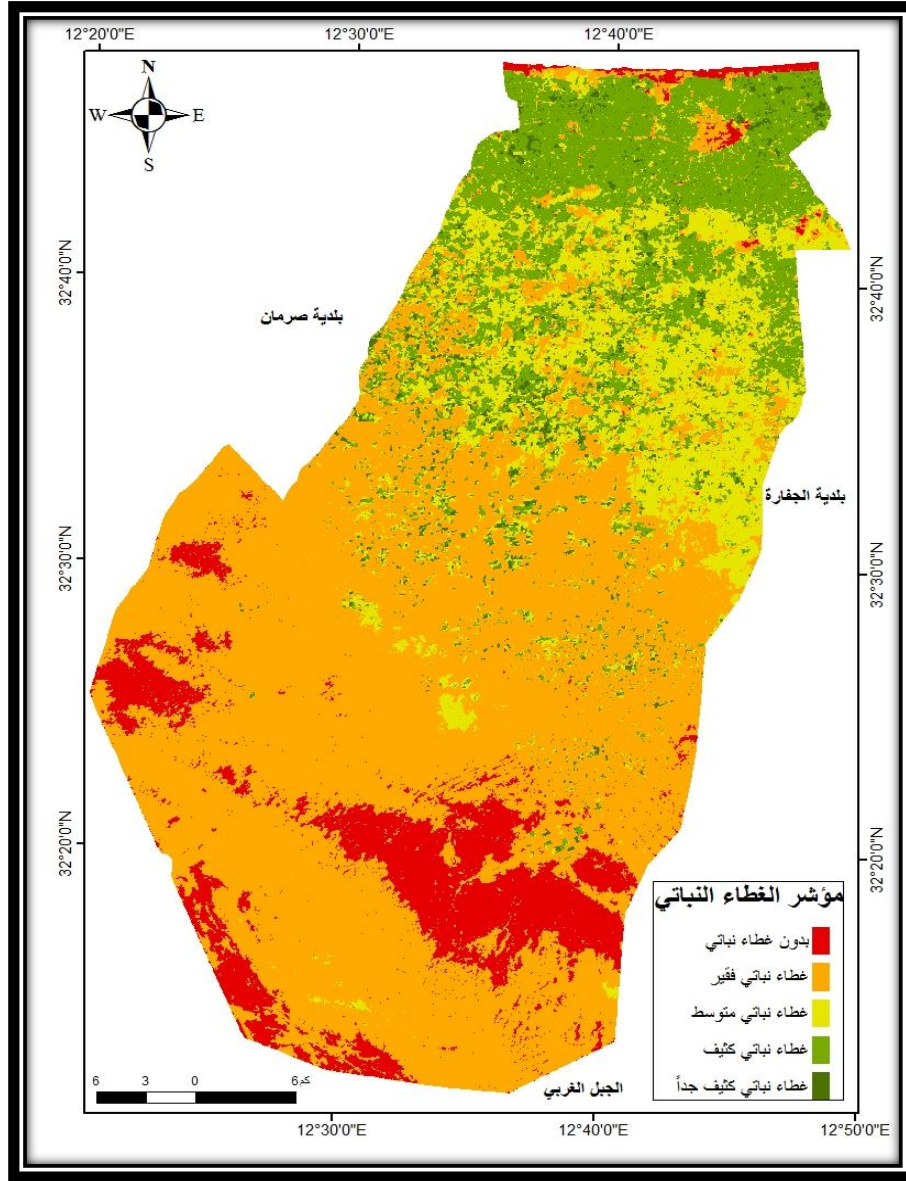
مجموع المساحات	التصنيف بناء على قيم المؤشر					مدى قيم المؤشر
	1.0 - 0.4	0.4 - 0.2	0.2 - 0.1	0.1 - 0.0	0.0 - 1-	
	غطاء نباتي كثيف جدا	غطاء نباتي كثيف	غطاء نباتي متوسط	غطاء نباتي فقير	بدون غطاء نباتي	
1840	78.1	246.6	280.3	997.2	237.8	0.517 - إلى 0.718

المصدر: من حساب الباحثين باستخدام برنامج ArcMap.

أما الغطاء النباتي الكثيف الذي تتراوح قيم الدليل الخضري فيه ما بين 0.2 إلى 0.4 فقد بلغت مساحته نحو 246.6 كم² ومثل حوالي 13.4% من إجمالي منطقة الدراسة ويغطي أغلب الجزء الشمالي بالإضافة إلى أجزاء من الجزء الأوسط منها. بينما مثل الغطاء النباتي المتوسط نحو 280.3 كم² ومثل حوالي 15.2% من جملة مساحة المنطقة البالغة 1840 كم² ويظهر أكثر تركيزاً في النطاق الأوسط، في حين مثل

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020.....
... د.مواود علي بربيش ، د. أ. أسملان علي المختار عون

خريطة (7) توزيع تصنيفات الغطاء النباتي في منطقة الزاوية في عام 1990.



المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج ArcMap.

الغطاء النباتي الفقير تقريباً أغلب النصف الجنوبي من المنطقة وبمساحة بلغت في عام 1990 حوالي 997.2 كم² وبما يماثل 54.2% من مساحة المنطقة. أما الأجزاء التي بلغت فيها قيمة المؤشر النباتي ما بين (-1 و 0) وهي الأجزاء التي تظهر بدون غطاء نباتي فقد بلغت مساحتها 237.8 كم² ونسبة 12.9% من جملة مساحة المنطقة وتمثلها بعض أجزاء جنوب منطقة الدراسة، إضافة إلى المنطقة العمرانية من مدينة الزاوية وشريط المحاجر على ساحل البحر.

بالمقارنة بين خرائط المطر والغطاء النباتي في عام 1990 نجد أن الغطاء النباتي الكثيف يتركز في المنطقة الشمالية التي بلغت فيها كمية الأمطار 80.54 ملم وتناقص الغطاء النباتي بالاتجاه نحو الجنوب والجنوب الشرقي توافقاً مع قلة الأمطار عند خط المطر 66.71 ملم.

2- أنماط الغطاء النباتي في عام 2000.

تشير بيانات الجدول (5) إلى حالة الغطاء النباتي في منطقة الزاوية في عام 2000 التي تراوحت فيها قيم مؤشر الاخضرار ما بين -0.446 إلى 0.714، حيث يظهر هناك تحسن في أنماط الغطاء النباتي بما يتماشى مع ارتفاع معدلات الأمطار الشتوية خلال عام 2000 والذي بلغ في النصف الشمالي لمنطقة الدراسة نحو 127.8 ملم مقارنة بمعدلها في عام 1990 الذي سجل 81.8 ملم، وهو ما سجل كذلك في النصف الجنوبي لمنطقة الدراسة، وبلغ المعدل الشتوي للأمطار في عام 2000 نحو 82.3 ملم مقارنة بما سجلته في عام 1990 الذي كان 66.7 ملم.

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020.
 د.مهاود علي بربيش ، ك. أ. أسهلان علي الطخار عون

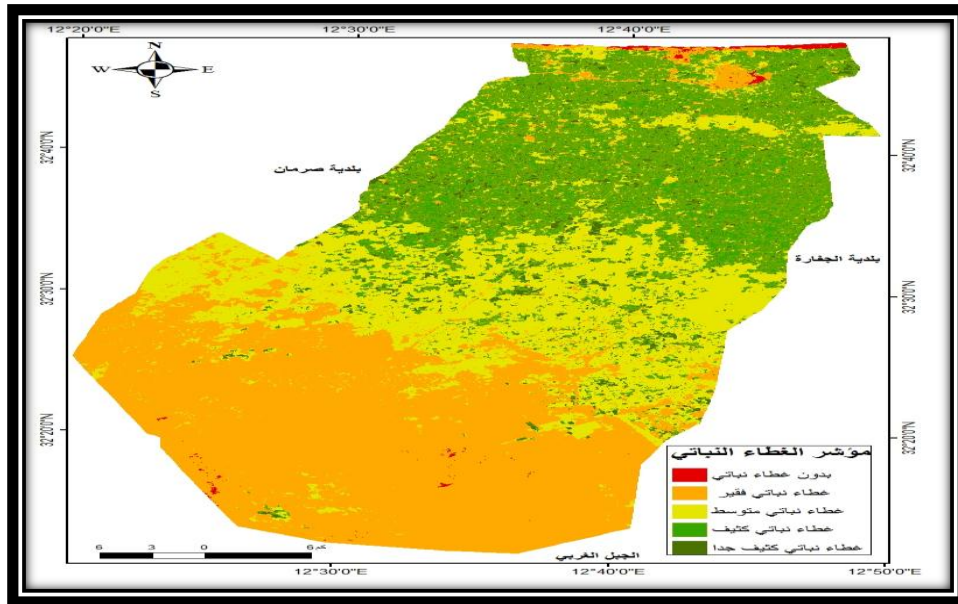
جدول (5) مساحات الغطاء النباتي في منطقة الزاوية بناء على قيم مؤشر NDVI خلال عام 2000 / كم².

مجموع المساحات	التصنيف بناء على قيم المؤشر					مدى قيم المؤشر
	1.0 - 0.4	0.4 - 0.2	0.2 - 0.1	0.1 - 0.0	0.0 - 1-	
	غطاء نباتي كثيف جدا	غطاء نباتي كثيف	غطاء نباتي متوسط	غطاء نباتي فقير	بدون غطاء نباتي	
1480	127.8	425.9	519.9	753.5	12.9	0.446 - إلى 0.714

المصدر: من حساب الباحثين باستخدام برنامج ArcMap.

سجل نمط الغطاء النباتي الكثيف جداً نحو 127.8 كم وبنسبة بلغت 8.3% من جملة مساحة منطقة الزاوية، وبزيادة بلغت نحو 50 كم² عما كانت عليه في عام 1990 ، ويظهر في بقع متفرقة من منطقة الدراسة سواء كان في شمال أو وسط المنطقة، كما هو موضح في الخريطة (8).

خريطة (8) توزيع تصنيفات الغطاء النباتي في منطقة الزاوية في عام 2000.



المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج ArcMap.

0.2) أما الغطاء النباتي الكثيف الذي تتراوح قيم مؤشر الاضرار فيه ما بين (0.4 إلى 0) فقد بلغت مساحته في عام 2000 نحو 425.9 كم² بما يماثل حوالي 28.8% من إجمالي منطقة الدراسة، بزيادة بلغت نحو 180 كم² عن مساحته في عام 1990 وبنسبة زيادة سجلت 73% ما بين عامي 1990 و2000.

شغل الغطاء النباتي المتوسط في عام 2000 - الذي يتراوح مؤشره ما بين (0.1 و0.2) - مساحة بلغت 520 كم² تقريباً، وبنسبة 28.3% من مساحة منطقة الدراسة، بزيادة بلغت تقريباً 240 كم² عما كانت عليه في عام 1990، وهو ما يتوافق مع الارتفاع الذي سجل في معدلات الأمطار في فصل الشتاء في عام 2000 مقارنة بمعدلاتها في عام 1990. بينما مثل الغطاء النباتي الفقير - الذي تقل فيه قيمة مؤشر الاضرار عن 0.1 - مساحة بلغت 753.5 كم² وبنسبة مثلت نحو 41% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة وهي مساحة تقل عن تلك التي سجلت في عام 1990 والتي بلغت نحو 997 كم². أما الأجزاء التي تظهر بدون غطاء نباتي وكانت فيها قيم مؤشر الغطاء النباتي سالبة فقد بلغت مساحتها في منطقة الزاوية 13 كم² ممثلة نحو 0.7% من إجمالي المساحة البالغة 1840 كم². ومثلتها الأجزاء العمرانية من مدينة الزاوية، إضافة إلى شريط التكوينات الحجرية على ساحل البحر التي استغلّت كمحاجر للحصول على الطوب الحجري الذي يستغل في عمليات البناء.

تناسب توزيع الأمطار في عام 2000 مع مساحات الغطاء النباتي الكثيف والمتوسط إذ زادت بشكل عام في الوسط حتى الشمال، وبلغ المعدل 127 ملم وتتناقص كلما اتجهنا نحو الجنوب الغربي إذ تقل كميات الأمطار لتصل في بئر الغنم 82.3 ملم.

3- أنماط الغطاء النباتي في عام 2010.

تراوحت قيم معامل الاختلاف الخضري في عام 2010 ما بين (- 0.500 إلى 0.743) كما هو مبين بالجدول (6)، حيث يتضح أن هناك تدهوراً كبيراً في كثافة الغطاء النباتي تبعاً للانخفاض الواضح في معدلات الأمطار التي سجلت خلال فصل الشتاء في عام 2010 في شمال منطقة الزاوية 48 ملم و46 ملم في جنوبها، ولذا فقد

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020.....
 د. مولاود علي بربيش ، د. أ. أسهلان علي المختار عون

تقلصت المساحة التي تمثل الغطاء النباتي الكثيف جدا إلى 54.7 كم² ومثلت نسبة دون 3% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وقد تجاوزت المساحات التي تقلصت من هذا الصنف نحو 73 كم² عما كانت عليه في عام 2000.

أما الغطاء النباتي الكثيف فقد بلغت مساحته في منطقة الدراسة في عام 2010 نحو 153.6 كم²، مثلت حوالي 8.3% من جملة مساحة المنطقة، ويتراجع تجاوز 270 كم² عن مساحته في عام 2000، وقد تركز هذا النمط من الغطاء النباتي في أجزاء متفرقة أغلبها تقع في القسم الشمالي من منطقة الدراسة، كما هو مبين في الخريطة (9).

جدول (6) مساحات الغطاء النباتي في منطقة الزاوية بناء على قيم مؤشر NDVI

خلال عام 2010 / كم².

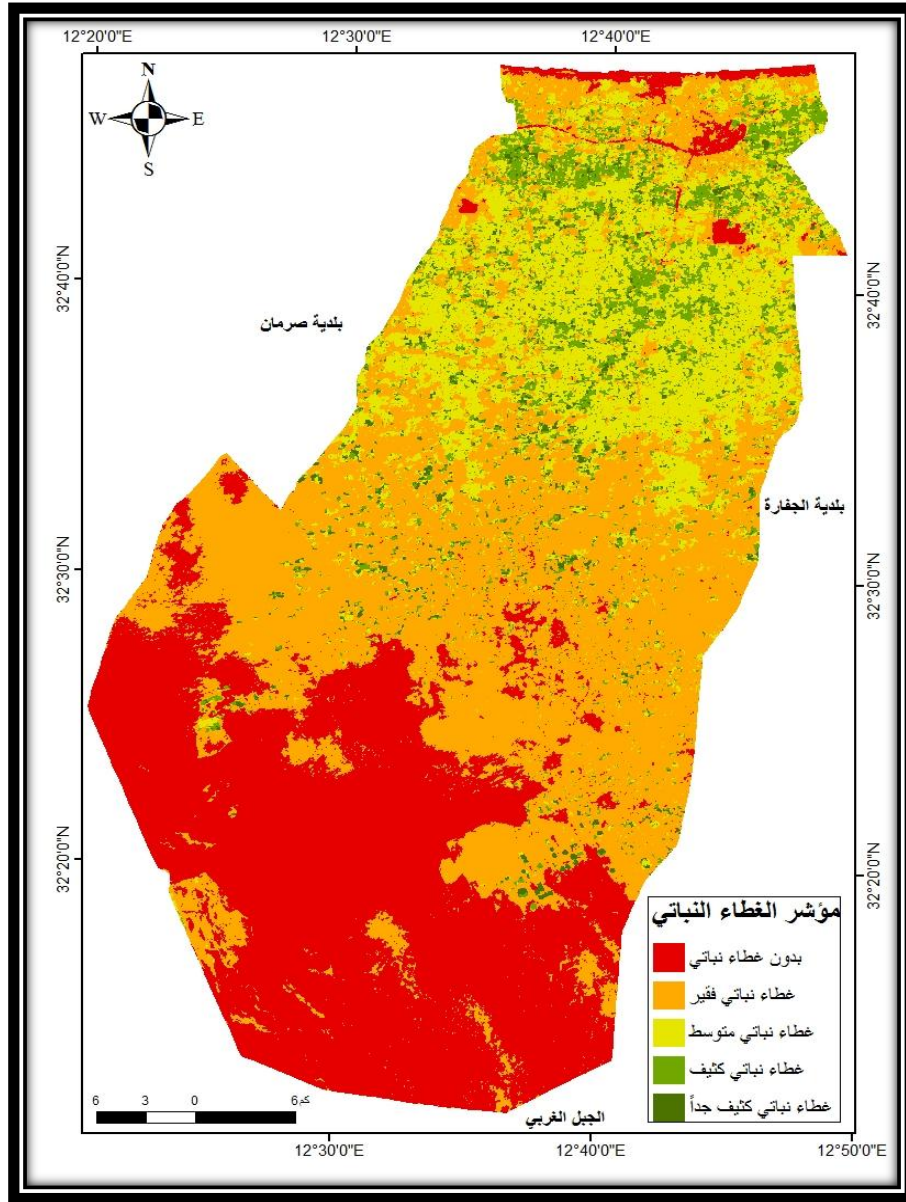
مجموع المساحات	التصنيف بناء على قيم المؤشر					مدى قيم المؤشر
	1.0 - 0.4	0.4 - 0.2	0.2 - 0.1	0.1 - 0.0	0.0 - 1-	
	غطاء نباتي كثيف جدا	غطاء نباتي كثيف	غطاء نباتي متوسط	غطاء نباتي فقير	بدون غطاء نباتي	
1840	54.7	153.6	306.9	702.3	622.5	0.500 - إلى 0.743

المصدر: من حساب الباحثين باستخدام برنامج ArcMap.

تقلصت مساحة الغطاء النباتي متوسط الكثافة إلى 306.9 كم² مقارنة بمساحته التي بلغت في عام 2000 والتي سجلت 520 كم²، حيث مثلت في عام 2010 حوالي 16.7% من مساحة منطقة الدراسة. كما شهدت الأجزاء ذات الغطاء النباتي الفقير تناقصاً في عام 2010، بلغت نحو 702.3 كم² مثلت حوالي 38.1% من جملة منطقة الدراسة انتشر أغلبها في النطاق الأوسط منها. وفي مقابل كل ذلك شهدت المساحات التي لا يوجد بها أي غطاء نباتي زيادة كبيرة في المنطقة ووصلت إلى نحو 622.5 كم² وبنسبة بلغت حوالي ثلث إجمالي منطقة الدراسة مثلها الجزء العمراني لمدينة الزاوية، إضافة إلى أجزاء واسعة من القسم الجنوبي من منطقة الدراسة تطابقاً مع الانخفاض الحاد في معدلات الأمطار الشتوية الذي سجل في 2010.

تغير كثافة الغطاء النباتي وعلاقتها بكميات الأمطار في منطقة الزاوية خلال الفترة 1990-2020.....
..... د.مواود علي بربيش ، د. أ. أسملان علي المختار عون

خريطة (9) توزيع تصنيفات الغطاء النباتي في منطقة الزاوية في عام 2010.



المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج ArcMap.

4- أنماط الغطاء النباتي في عام 2020.

تراوحت قيم معامل الاختلاف الخضري في عام 2010 ما بين (-) 0.159 إلى 0.512) كما هو مبين في بيانات الجدول (7) التي تشير إلى استمرار تقلص مساحة الغطاء النباتي الكثيف جدا، الذي لم تزد مساحته عن أربعة كيلومترات مربعة، تركزت في أقصى شمال النطاق الأوسط من منطقة الدراسة، مشكلة نسبة تقل عن 0.2% من جملة مساحتها، كما هو مبين بالخريطة (10).

أما مساحة الغطاء النباتي الكثيف فقد زادت بمقدار 91 كم² مقارنة بمساحته خلال عام 2010، حيث بلغت نحو 245 كم² بما يماثل 13.3% من مساحة منطقة الدراسة. كما زادت كذلك مساحة الغطاء النباتي متوسط الكثافة إلى نحو 332 كم²، أو ما نسبته 18%، ومنتشر هذا الغطاء في النطاق الأوسط لمنطقة البحث وذلك تبعاً لمعدلات الأمطار الفصلية التي سجلت خلال فصل الشتاء 2020 والتي بلغت 185.5 ملم، وإن كان أغلبها تركزت في شهر ديسمبر 2019 بينما سجلت في شهر فبراير 2020 نحو 29 ملم، وأقل من ملم واحد في شهر فبراير، الأمر الذي انعكس تدني كثافة الغطاء النباتي خلال عام 2020 مقارنة بما كان عليه في بداية القرن العشرين.

كما يلاحظ تزايد مساحة الأراضي ذات الغطاء النباتي الفقير إلى أن وصل إلى أكثر من 950 كم² الذي يمثل نحو 51.7% من جملة مساحة منطقة الدراسة، وازيادة تجاوزت 250 كم² عن مساحتها في عام 2010، وهو ما يعكس اتجاه التدهور في الغطاء النباتي في منطقة الزاوية، ويتركز هذا النمط الذي يبدو على هيئة أراضي رعوية في النصف الجنوبي من المنطقة.

كما يلاحظ كذلك أن مساحة الأراضي التي لا يظهر فيها أي غطاء نباتي والتي بلغت مساحتها 308.5 كم² ونسبة 16.8% من جملة مساحة منطقة البحث، تنتشر أغلبها في المنطقة الحضرية لمدينة الزاوية وجزء الشريط الساحلي الذي يمثله نطاق المحاجر الذي يشغل شريطاً متواصلاً على ساحل البحر غرب المنطقة، وكذلك شبكات الطرق الرئيسية فيها، علاوة الأراضي الجرداء التي تظهر متفرقة في الجزء الجنوبي من المنطقة.

النتائج:

1. تزداد كميات الأمطار بشكل عام بالاتجاه نحو الشمال والشمال الغربي.
2. هناك تغير واضح في التوزيع المساحي للأمطار خلال سنوات الدراسة فنجد الأمطار تتركز على طول الجهة الغربية لمنطقة الدراسة.
3. إن توزيع الأمطار يتناسب مع مساحات الغطاء النباتي الكثيف والمتوسط إذ تزداد بشكل عام في الوسط حتى الشمال، مما أدت إلى وجود غطاء نباتي تراوح بين الكثيف والمتوسط في هذه المناطق.
4. أظهرت النتائج أن معدلات الأمطار سجلت أفضل معدلاتها في عام 2000 الأمر الذي انعكس على تحسن الغطاء النباتي، حيث بلغت مساحة الغطاء النباتي الكثيف جدا نحو 23% من مساحة منطقة الدراسة مقابل أقل من 1% للأراضي التي ظهرت بدون غطاء نباتي، عدا ذلك شهدت هذه الأخيرة اتجاها نحو زيادة مساحتها وسجلت في عام 2010 نحو ثلث مساحة منطقة الدراسة.
5. أظهرت الدراسة مدى التغير الذي طرأ على مساحة وكثافة الغطاء النباتي، إذ تتراوح قيم معامل الاختلافات الخضرية خلال فترة الدراسة ما بين (-0.4 و 0.7) إذ ارتفعت قيمة مدى معامل الاختلافات الخضرية في عام 2010 التي تراوحت بين (- 0.5 إلى 0.7) في حين تناقصت قيمة مدى المعامل في عام 2020 فبلغت قيمته (- 0.1 - 0.5).

6. بينت الدراسة أن أكثر أنماط الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة هي الغطاء النباتي الفقير والمتوسط، حيث شكل هذان النمطان تقريباً 70% من مساحة منطقة الدراسة خلال الأعوام 1990، 2000، 2020 لا سيما الجزأين الأوسط والجنوبي مما يمكن تصنيفها ضمن المناطق شبه الجافة.

التوصيات:

1. يجب الحفاظ على مساحات الغطاء النباتي الطبيعي بسن القوانين لتمنع من التعدي عليه.
2. اتباع نظم محسنة لإدارة الموارد النباتية والمائية وتطبيق التدابير لتنظيم عملية التنمية، والعمل على مقاومة زحف الرمال سواء عن طريق زراعة النباتات المقاومة للجفاف أو بطرق التثبيت الأخرى.
3. الاستفادة من التقنيات الحديثة لإقامة شبكات لرصد ومراقبة وكشف التغيرات التي حدثت على الغطاء النباتي واستخدامات الأراضي.
4. يجب تسهيل الحصول على البيانات اللازمة والمرئيات الفضائية ذات القدرة التمييزية المكانية العالية حتى يتسنى للباحثين القيام بالدراسات العلمية.

الهوامش

1. - https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/?fbclid=IwAR2SJVtaMhB42b49ItLDrsiFBFkIfsxBFQBQHtvblbHZ0qZzUZS_ZAHEu5dUHEu5dU.
2. ايميلي محمد حلمي حمادة، بحوث تطبيقية في المناخ مصر نموذجاً، ايتراك للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، 2005، ص144.
3. Landsat—Earth Observation Satellites, in <https://pubs.usgs.gov/fs/2015/3081/fs20153081.pdf>.

4. Abdussalam Ahmed Ibrahim, Using Remote Sensing Technique (NDVI) for Monitoring Vegetation Degradation in semi-arid Lands and its relationship to Climate Case study From Libya في مجلة المؤتمر الجغرافي الثالث، 14-16 يناير 2014، قسم الجغرافيا، جامعة طرابلس، ص 440.
5. طالب حمد الله المصاروه، التغير في أنماط الغطاء الأرضي في لواء القصر - الأردن خلال الفترة 1986 - 2016 من خلال تطبيق تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة جامعة الشارقة للعلوم الإنسانية والاجتماعية المجلد 16 العدد 1 ، يونيو 2019، ص 34.
6. Sluiter, R., 2008, Intern rapport; IR 2009-04, Interpolation methods for climate data. Literature review KNMI, R&D Information and Observation Technology De Bilt, 19 November 2008, Version 1.0, pp1-23.
7. <https://earthexplorer.usgs.gov/?fbclid=IwAR1jhUNXmL3tQj6lhL58ks5CzoCXFn9muxeTmKY7VQpTvRyjpj9LJUuS811I>.