استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تقدير ظاهرة التصحر في سهل بنغازي

د. ريم علي محمود الزردومي
عضو هيأة تدريس كلية الصحة العامة
عضو الاتحاد الدولي للبيئة والتنمية المستدامة

د. أحمد محمد جعودة
جامعة بنغازي أستاذ مساعد _ كلية الآداب
قسم الجغرافيا _ جامعة بنغازي

المستخلص:

تعد دراسة التصحر وقياس التدهور في الخصائص الحيوية، وتحديد درجاته من الدراسات المهمّة اليوم؛ لما تعانيه العديد من دول العالم من تفاقم مشكلة التصحر، وزيادة معدلات خطورته على حياة الإنسان ومستقبله القريب.

من هنا جاءت هذه الدراسة لتتناول موضوع التصحر بمنطقة سهل بنغازي، وقياس حجم التدهور الحاصل، إلى جانب قياس درجاته، والوقوف على الأسباب التي ساعدت على تطور المشكلة بمنطقة الدراسة.

واعتمدت الدراسة على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحليل البيانات، من خلال الاعتماد على صورتين فضائيتين في فترات مختلفة (1984، 2019)؛ لرصد حجم المشكلة، ومعرفة أسبابها، وتحديد أكثر المناطق المعرضة للتصحر. حيث اعتُمِدَ على مجموعة من المعايير التي تحدد درجات التصحر، ومنها: (نموذج الارتفاع الرقمي DEM_ درجة الحرارة_ الأمطار_ التدخلات البشرية متمثلة في العمران_ زحف الرمال_ الأراضي الملحية_ النبات)، بالإضافة إلى تحديد درجات خطورة التصحر من خلال تحليل الصور الفضائية لمنطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: التصحر _ درجات التصحر_ سهل بنغازي _ نظم المعلومات الجغرافية _ الاستشعار عن بعد.

Using Remote Sensing and GIS Techniques in Estimating Desertification Phenomenon in Benghazi Plain

Abstract:

The study of desertification and measuring degradation in the biological characteristics and determining its degrees are important studies today because many countries of the world are suffering from the aggravation of desertification problem and increase the rates of its risk on the human life and its near future.

Hence, this study came to address the issue of desertification in the plain of Benghazi and measure the size of deterioration in addition to measuring its degrees and identify the reasons that helped to develop the problem in the study area.

The study relied on remote sensing and GIS techniques to analyze the data by relying on two space images in different periods (1984, 2019) to monitor the size of the problem, find out its causes and identify the areas most exposed to desertification. A set of criteria that determine the degrees of desertification including (digital elevation model "DEM" - temperature - rainfall - human interventions represented in urbanization - sand encroachment - salt land - plant) in addition to

determining the grades of desertification risk through analyzing the space images of the study area.

Keywords: Desertification - Degrees of Desertification - Plain of Benghazi - GIS - Remote Sensing.

المقدمة:

يعد التصحر ظاهرة بيئية قديمة، فهو يحدث منذ آلاف السنين، خلال موجات الجفاف التي تنتاب العالم من وقت لآخر، وارتباطها بعوامل طبيعية وبشرية، وأنظمة بيئية تدخل في نطاق الدراسات الجغرافية؛ لانعكاساتها الخطيرة على الموارد والإنتاج وأوضاع السكان الاقتصادية والاجتماعية.

مشكلة الدراسة:

تعتبر مشكلة التصحر من أهم المشاكل البيئية المعاصرة، إذ إنّ استمرار استنزاف الغطاء النباتي يؤدي إلى تعميق حدّة تدهور الأراضي الزراعية وإنتاجها؛ نتيجة زحف الرمال عليها، خاصة في المناطق السهلية، وجرف التربة في المناطق المرتفعة، وبالتالي بروز ظاهرة الجفاف والتصحر الذي يعد من أهم المشاكل البيئية التي تعيق خطط التنمية الزراعية واستراتيجياتها، كما أنّ العوامل المناخية وأنشطة الإنسان لها دورٌ أساسيٌّ في انتشار ظاهرتي التصحر والجفاف وتفاقمهما في منطقة الدراسة(سعد صالح خضر عبيد، سحاب خليفة السامرائي، 2013).

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض 80 44 32°و 24 75 30°شمالا، وبين خطي طول 195517°و 210000°شرقا، وتبلغ مساحتها 6521.4102 كيلو مترًا مربعًا، وتمتد من جهة الغرب والشمال الغربي على ساحل البحر المتوسط بطول يصل إلى 255 كم، كما تحدها الحافة الشمالية للجبل الأخضر من أجزائها الشرقية والجنوبية الشرقية بطول يناهز 220 كم، ويحدها من ناحية الشمال الشرقي منطقة الجرف الأسود وسهل سرت. خطأ! وسيطة رمز تبديل غير معروفة.

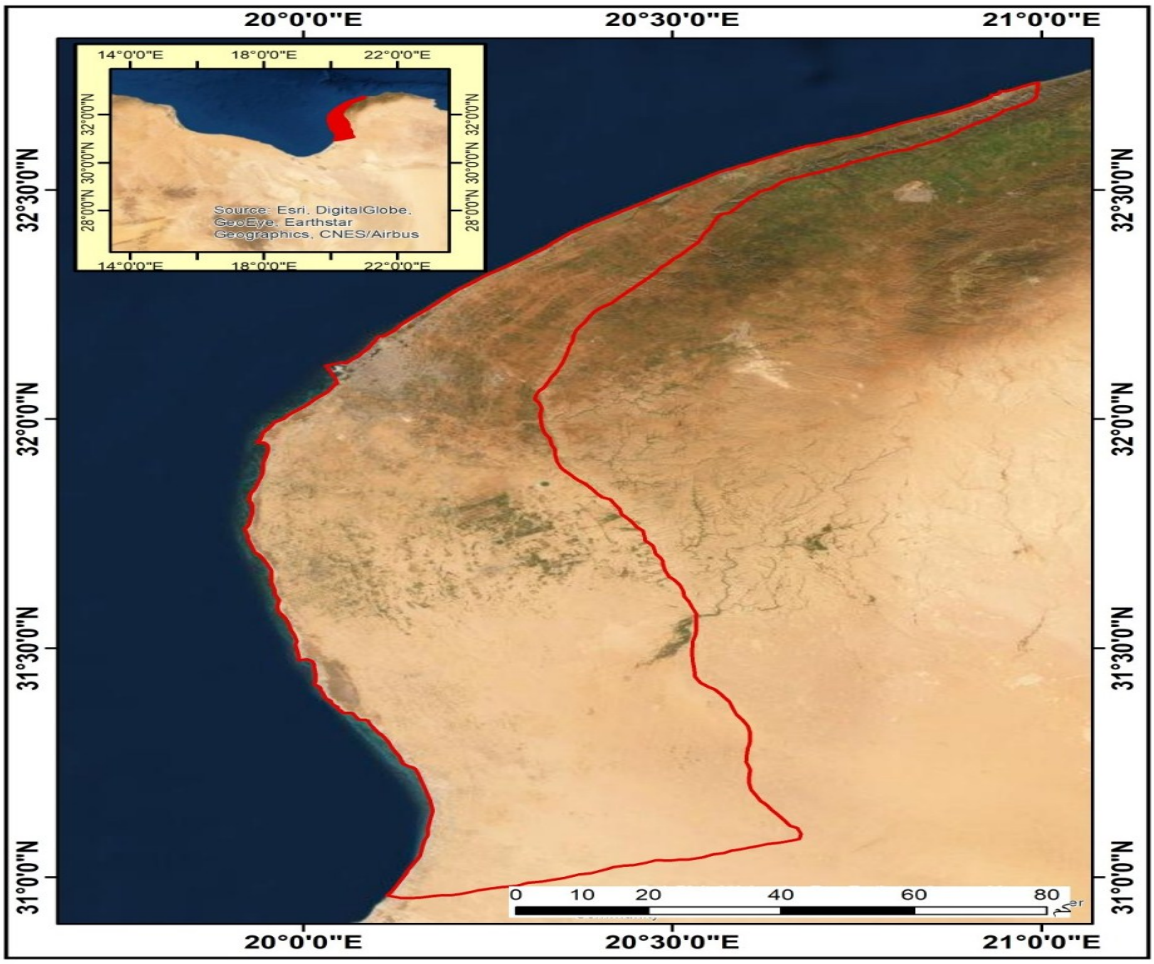
تساؤلات الدراسة:

- هل تعاني منطقة الدراسة من مشكلة التصحر؟ وإلى أي مدى بلغت تأثيراته؟
- ما العوامل التي ساعدت على وجود التصحر في منطقة الدراسة؟
- ما الأساليب التي يمكن اتخاذها لدعم الجهود المبذولة حاليا لمكافحة التصحر في منطقة الدراسة؟

أهمية الدراسة:

تسلط الدراسة الضوء على مشكلة تتجاوز حدود المدن والدول؛ نظرًا للأضرار المباشرة على النظام البيئي. لذلك كان من الواجب تحديد حجم المشكلة بمنطقة الدراسة وأسبابها، وتحديد درجة خطورتها، ذلك بالاعتماد على تحليل الصور الفضائية؛ للوصول إلى نتائج دقيقة واضحة، تبين مدى تفاقمها وخطورتها، خصوصا وأن منطقة سهل بنغازي تعاني من انخفاض مساحة الأراضي الزراعية، وهشاشة نظامها البيئي الطبيعي.

خريطة1 موقع منطقة الدراسة



المصدر: الرسم من إعداد الباحثَيْنِ، اعتمادًا على برنامج Google earth، باستخدام برنامج Arc GIS 10.3

أهداف الدراسة:

تهدف إلى دراسة التصحر بسهل بنغازي، وأصنافه، ومدى تدهور الخصائص الحيوية، استعانة بتقنيات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية في رصد ظاهرة التصحر بسهل بنغازي وتقييمها، وللكشف

عن واقع الغطاء النباتي والتغيرات التي حدثت بالمنطقة بين عامي (1984، 2019)، ودراسة التغير المتوقع في الغطاء النباتي وتأثيره على الغطاء الأرضي، وعمل قاعدة بيانات جغرافية؛ للاعتماد عليها في استنتاج درجات التصحر بمنطقة الدراسة.

تأثير المُناخ على ظاهرة التصحر في منطقة الدراسة:

يعد المُناخ من العوامل الرئيسة التي تؤدي إلى التصحر، حيث أكد علماء المُناخ –بشكل واضح–أن الظروف المناخية السائدة حاليا في الشمال الإفريقي عامةً ومنطقة الدراسة خاصة قد بقيت كذلك منذ أكثر من 2000 سنة خلت، ومن البديهي القول: إن الإنسان باستغلاله السيئ للأراضي قد ساعد في حدوث ظاهرة التصحر (محمد أبو غرارة الرقيبى، 2016).

أولا: درجات الحرارة:

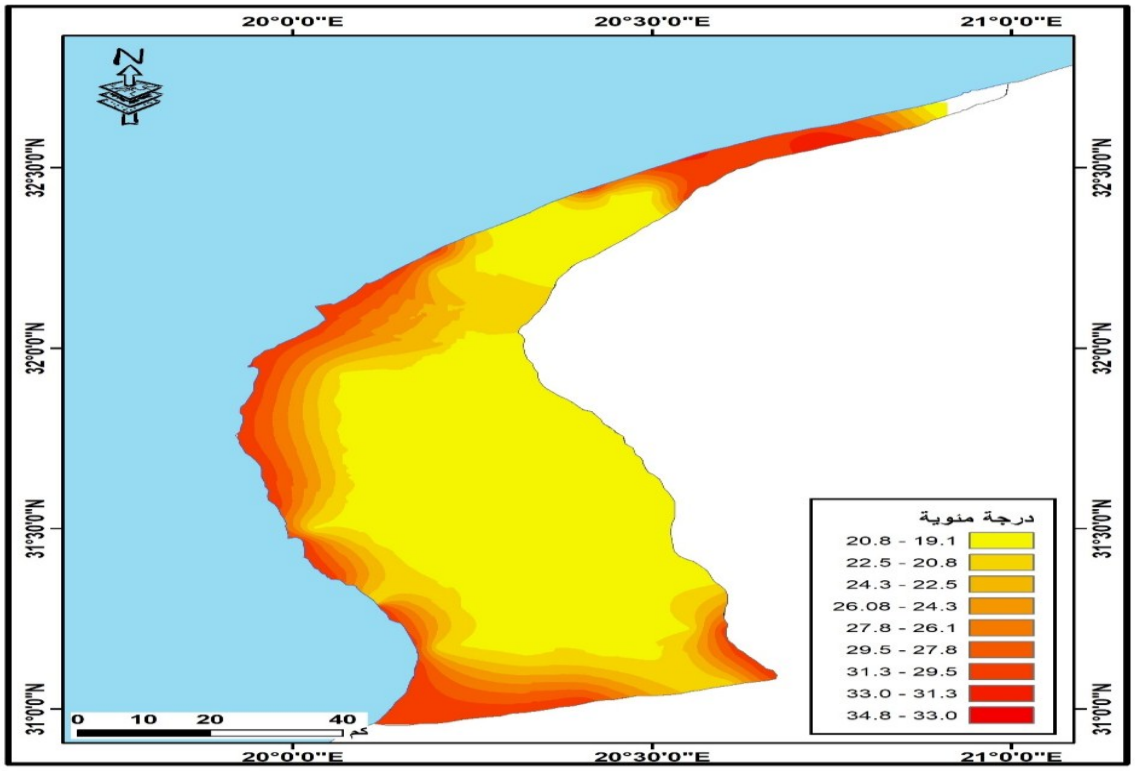
يعتبر سهل بنغازي مرتفع الحرارة وقليل الأمطار، مع ارتفاع نسبة التبخر واستمرارية هبوب الرياح الجافة، وعلى الرغم من أن مُناخ هذه المناطق هو صحراوي أو شبه صحراوي في معظمه فإنَّ فعل الإنسان في الأرض هو الذي يساعد في عملية التصحر حاليا.

ويعد وصول أشعة الشمس إلى سطح الأرض وامتصاصها وانعكاسها خاصية في منطقة المغرب العربي والشمال الإفريقي عامةً، وزيادة انعكاسها خاصةً في منطقة الصحراء الكبرى إلى الأجواء العليا التي تتميز بشدة البرودة، أي أن كمية الحرارة التي تنعكس من سطح الأرض في هذه المناطق ترتد إلى الفضاء الخارجي، وهذه الكمية المرتدة هي أكثر مما تستقبله الأرض، ومعنى ذلك أن هناك تبخرًا قليلًا، مرده طاقة حرارية قليلة على هذه المسطحات، مما ينعكس تأثيره على الغطاء الأرضي. خريطة 2

ثانيا: الأمطار:

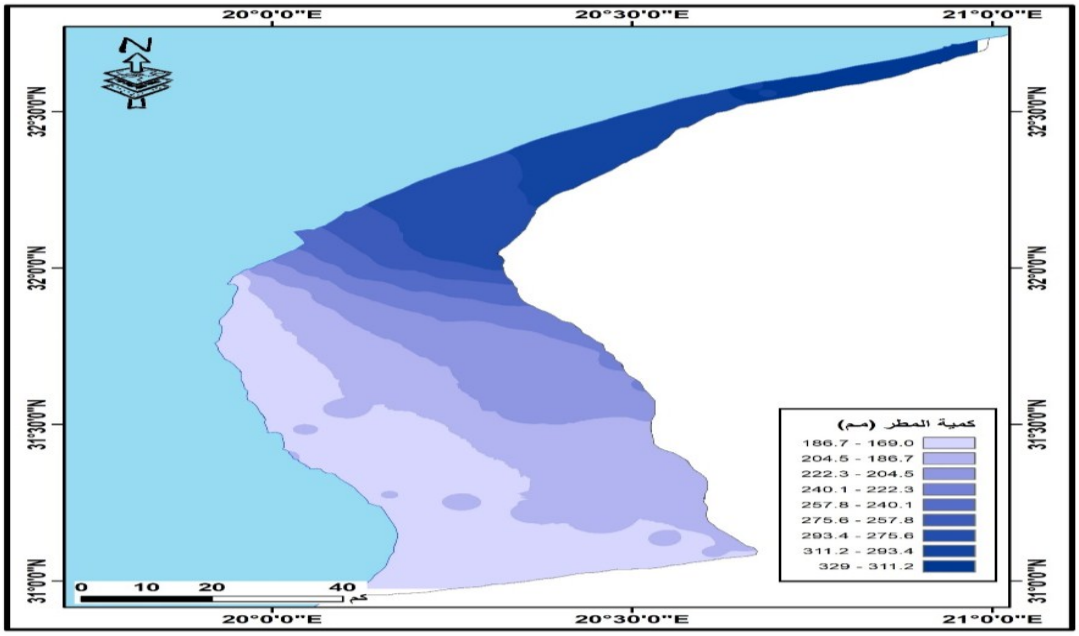
يأتي معظم المطر المتساقط في المناطق الداخلية من إعادة الماء المبخر؛ لذا فهذه المسطحات المتصحرة لا تستقبل سوى كميات قليلة من الأمطار. كما أن عامل الغطاء النباتي له دورٌ كبيرٌ هنا، إذ إن 67 % تقريبًا من مياه الأمطار الساقطة يعاد إطلاقها في الجو بواسطة هذا الغطاء النباتي عن طريق النتح (محمد رضوان خولي،1997). وتتباين كمية الأمطار بين أجزاء منطقة الدراسة، التي توضح نطاقات الأمطار في منطقة الدراسة من خلال خطوط المطر المتساوية، وبالتالي يمكن تحديد المناطق المهددة بالتصحر. خريطة 3.

خريطة (2): خطوط الحرارة المتساوية بسهل بنغازي.



المصدر: الرسم من إعداد الباحثَيْنِ، اعتمادا على النموذج الرقمي لمنطقة الدراسة، باستخدام برنامج Arc GIS 10.3

خريطة (2) :خطوط كمية المطر المتساوية بسهل بنغازي.



المصدر: الرسم من إعداد الباحثَيْنِ، اعتمادا على النموذج الرقمي لمنطقة الدراسة، باستخدام برنامج Arc GIS 10.3

أسلوب الدراسة والنتائج:

تستند هذه الدراسة على المنهج التحليلي المقارن، الذي يعتمد على تحليل صور الأقمار الصناعية، وعلى مراجعة أحدث طرائق حساب التغير بواسطة صور الأقمار الصناعية، واستُعينَ بصورتين فضائيتين، الأولى ملتقطة في سنة 1984، والثانية ملتقطة في سنة 2019 للقمر الصناعي الأمريكي Land sat 7 وهي ملتقطة بالمجس TM ولها سبعة نطاقات ضوئية، وبدرجة وضوح مكاني 30 مترًا.

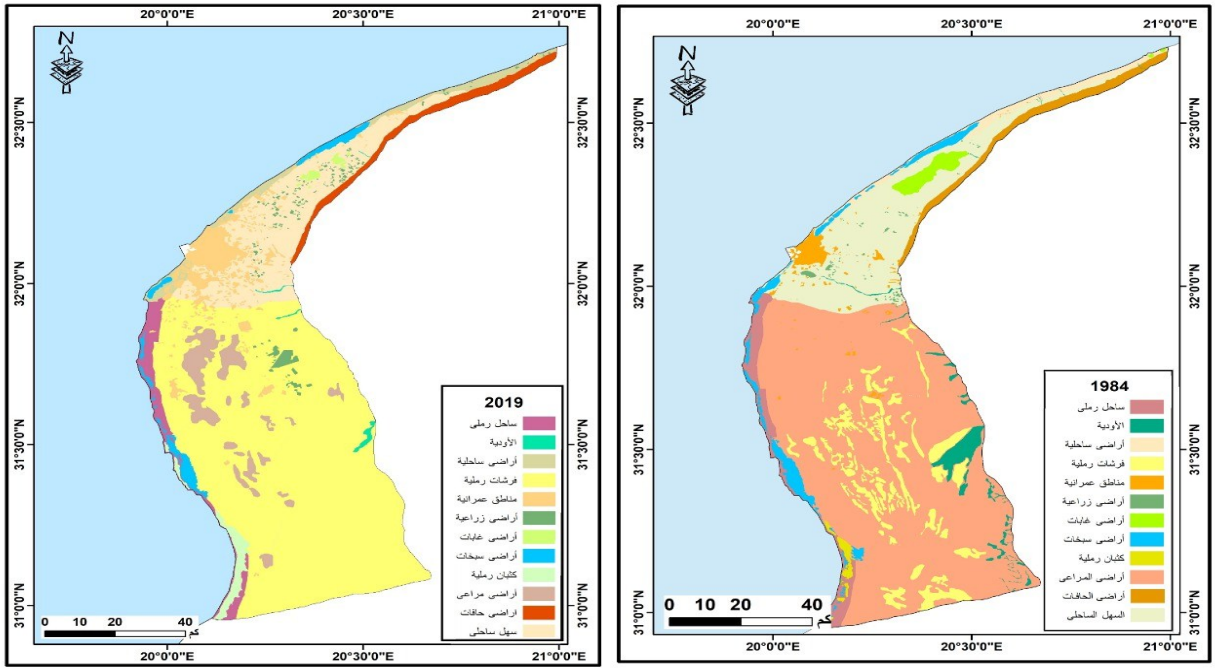
حيث عُمِلَ تجميع (Mosik) لجميع المرئيات الفضائية LandSat TM 1984 التي تغطي منطقة الدراسة، ثم حُدِّدت منطقة الدراسة Subset لإجراء التحليل للمنطقة المحددة، ومن ثم تحسين للمرئية الفضائية باستخدام النطاق Landsat ETM+ Band 8 Panchromatic لتحويل درجة الوضوح من 30م إلى 14.5م باستخدام برنامج ENVI 5 وتطبيق معادلة الاخضرار NDVI؛ وذلك لمعرفة النطاقات النباتية وتصنيفها، كما عُمِلَ Supervised Classification للمرئيتَيْنِ؛ وذلك لتصنيف نطاقات الغطاء الأرضي بمنطقة الدراسة، ومن ثم حساب التغيرات الحاصلة في فترة زمنية Change Detection للفترة الزمنية (1984– 2019) وتحويل البصمات السابقة من ملفات مساحية Raster إلى ملفات اتجاهية Vector؛ وذلك لبناء قاعدة بيانات جغرافية، صُنِّفتْ باستخدام برنامج ARC GIS 10.3 .

كما استُخدِم برنامج ARC GIS 10.3في عمل نموذج modelling لاستخراج درجات التصحر بمنطقة الدراسة، حيث اعتُمِدَ على مجموعة من المعايير التي تحدد درجات التصحر، ومنها: (DEM نموذج الارتفاع الرقمي– درجة الحرارة– الأمطار – التدخلات البشرية متمثلة في العمران– زحف الرمال– الأراضي الملحية– النبات).

قد أصبحت نسبة كبيرة من أراضي دول المغرب العربي متصحرة، وبالأخص في الجزائر وليبيا وتونس، المساحات غير المتصحرة تؤلف أشرطة ضيقة، وهي مهددة بالتصحر، ففي ليبيا 777.625.1كم2 صحراء، و777.387 كم2 مهدد بالتصحر، وهي بذلك تعتبر ثاني الدول المغرب العربي من حيث نسبة التصحر، وثالثها من حيث المساحات المهددة بالتصحر (محمد أبو غرارة الرقيبي، 2016).

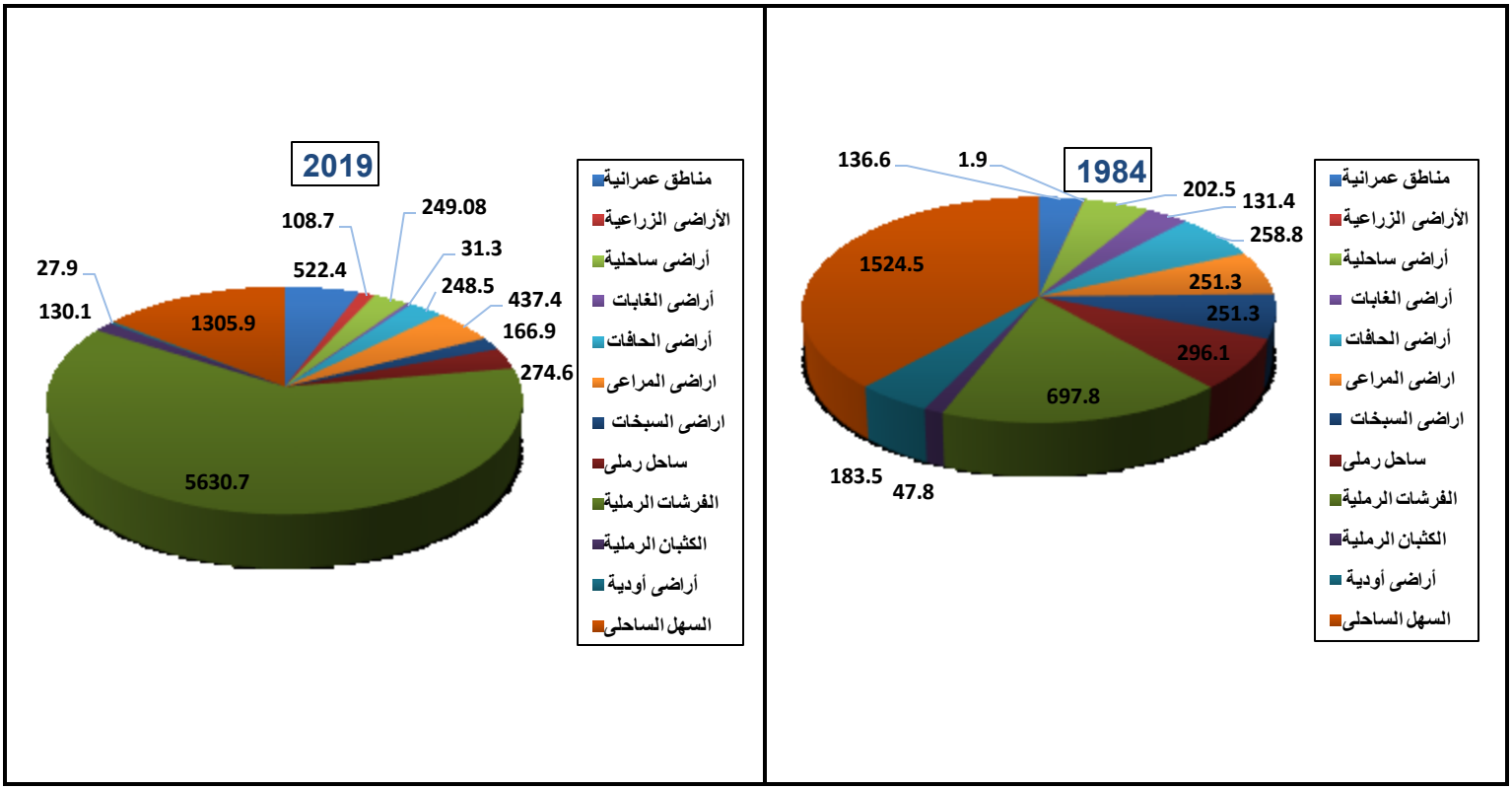
وتبين من تحليل المرئيات الفضائية لعامي 1984 و2019 لسهل بنغازي وجود تغيير في الغطاءات الأرضية، منها ما هو ناتج عن تدخل بشري، ومنها ما هو نتيجة لعوامل طبيعية معروفة. معروفة. خطأ! وسيطة رمز تبديل غير معروفة.

خريطة3 نطاقات الغطاء الأرضي بسهل بنغازي لعامي1984، 2019.



المصدر : من إعداد الباحثَيْنِ، اعتمادا على تحليل المرئية الفضائية Landsat

شكل 1 نسب نطاقات الغطاء الأرضي بسهل بنغازي لعامي1984، 2019



جدول(1): مساحات نطاقات الاستخدام الأرضي لفترتي 1984 و2019 بالكيلو متر المربع.

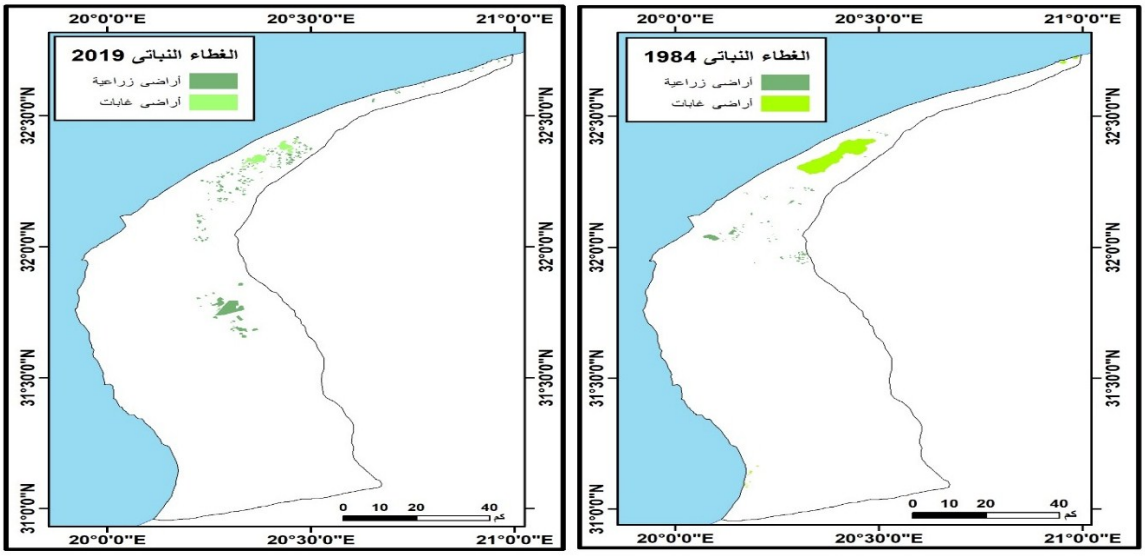
نطاق الاستخدام الأرضي	1984	2019	مساحة التغير
مناطق عمرانية	136.6737	522.4486	385.8
الأراضي الزراعية	0.01922	108.7577	106.8
الأراضي الساحلية	202.5966	249.0809	46.58
أراضي الغابات	131.452	31.34361	-100.1
أراضي الحافات	258.8603	248.4561	-10.3
أراضي المراعي	5378.597	437.4911	186.1
أراضي السبخات	251.3502	166.967	-84.4
ساحل رملي	296.1353	274.6814	-21.5
الفرشات الرملية	697.8358	5630.699	4932.9
الكثبان الرملية	47.80849	130.1191	82.3
أراضي الأودية	183.5292	27.93507	-155.6
السهل الساحلي	1524.548	1305.968	-218.6

المصدر: من عمل الباحثَيْنِ باستخدام برنامج ARC GIS 10.3 واعتمادا على تحليل المرئية الفضائية land sat 2019

تغير الغطاء النباتي:

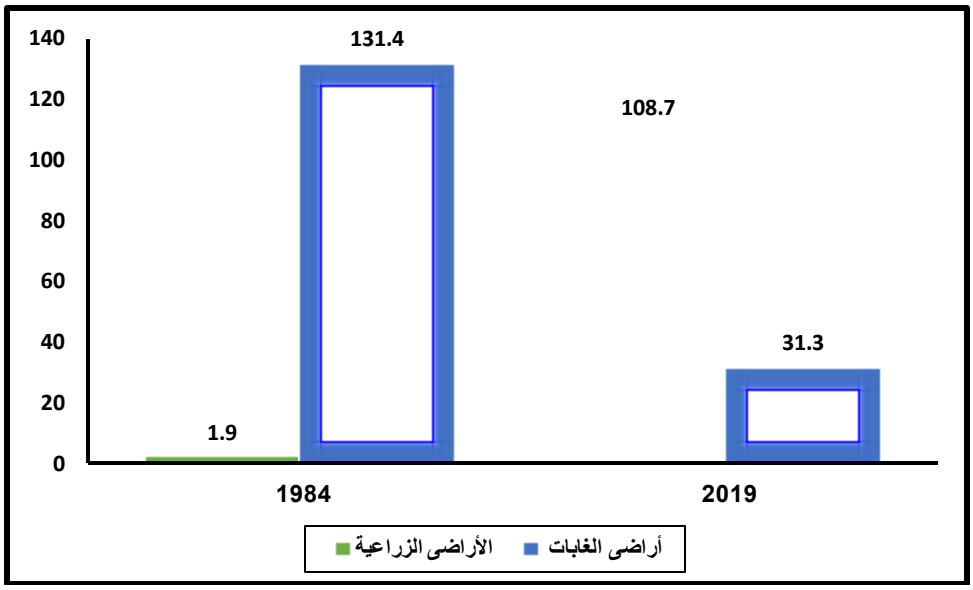
التدهور في الغطاء النباتي تزايد مع ازدياد الاستثمار الزراعي، فالزراعة تتطلب أولا إزالة النباتات الطبيعية، ثم حرث التربة باستعمال الآليات، وغالبا ما تترك الأرض من دون زراعة لمدة طويلة؛ نظرًا لعدم كفاية الأمطار وتوفر الظروف الجوية الملائمة، أو اتباع الموارد السطحية نتيجة الجفاف، أو قد تترك الأرض بورا بعد حصادها كسلوك آخر وهو الانتقال إلى أراضٍ جديدة لزراعتها بعد انخفاض إنتاج الأراضي؛ نتيجة زيادة الأملاح فيها وارتفاع منسوب الماء الأرضي(ياسر المتولي ،2004) ، كما هو الحال في أغلب الأراضي في منطقة الدراسة، وتترك الأرض جرداء من دون حماية؛ ما ساعد على تواجد قشرة ملحية هشة مكونة مما يشبه الرمل الناعم، وهذه الدقائق من التربة والأملاح انجرفت بفعل العواصف والرياح، مكونة الكثبان الرملية(عصام عباس كرار، محمد أحمد حاج علي ،2018) .معروفة. شكل 2.

خريطة (4): تغيرات الغطاء النباتي بسهل بنغازي خلال الفترة 1984 – 2019.



المصدر: من عمل الباحثَيْنِ، اعتمادا على تحليل مرئيتين فضائيتين land sat 2019، 1984 باستخدام برنامج Envi 5.5

شكل 2 نسب تغيرات الغطاء النباتي بسهل بنغازي خلال الفترة 1984 – 2019



درجات التصحر في منطقة الدراسة:

وعلى اعتبار أن كل المعايير التي اعتُمِد عليها متساوية في التأثير على التصحر في سهل بنغازي، ميزت درجات التصحر وفق مؤتمر الأمم المتحدة في كينيا (نيروبي) عام 1977 وصُنِّفت إلى أربع درجات هي: خريطة 6.

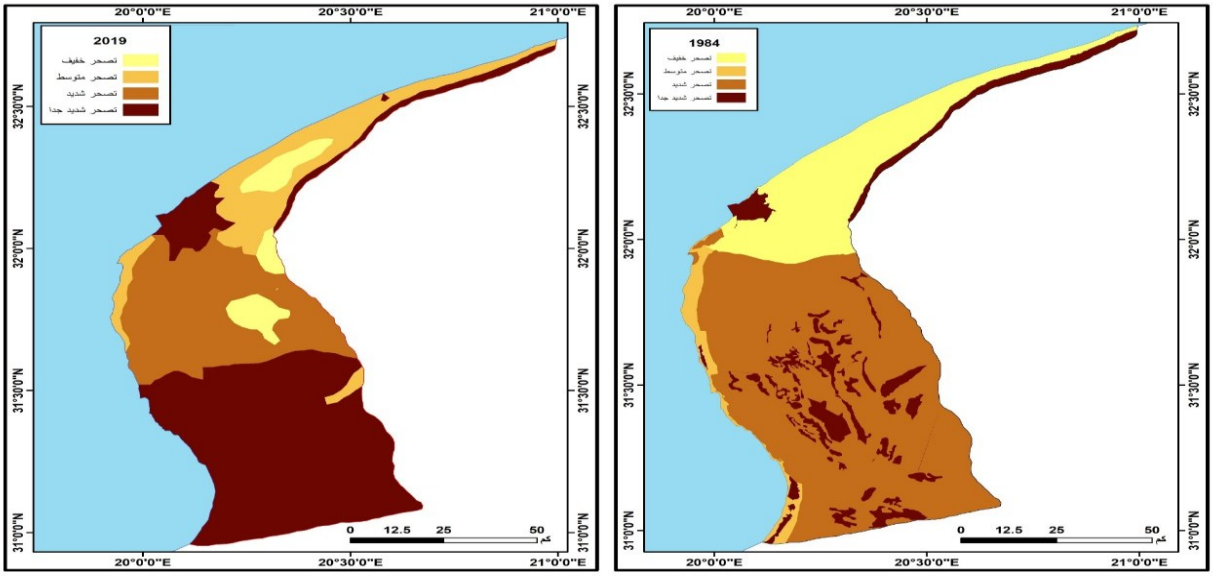
1_ تصحر خفيف:

يتمثل في حدوث تلف أو تدمير قليل جدا في الغطاء النباتي والتربة، مع عدم التأثير بشكل واضح على قدرة البيئة البيولوجية (علي صاحب طالب الموسوي، حمزية ميري كاظم، دت)، وتتمثل في وسط سهل بنغازي، الذي كان عبارة عن أراضي غابات أزيلت معظمها، وحلت محلها الزراعة لاستثمار خصوبة التربة، وجودة إنتاجها، وتبلغ مساحة مناطق التصحر الخفيف 538 كم2، وذلك بنسبة 10.9 % من مساحة سهل بنغازي

2_ تصحر متوسط:

وتشير إلى حدوث تلف بدرجة متوسطة للغطاء النباتي، وبداية تكون كثبان رملية، مع تملح التربة المروية؛ مما ينتج عنه قلة الإنتاج الزراعي بنسبة تتراوح بين 10 إلى 15 %، ويتمثل التصحر المتوسط في الأجزاء الشمالية الغربية بمنطقة الدراسة، بالإضافة إلى جزء صغير يقع جنوب شرق سهل بنغازي، ويشمل مساحة تبلغ 1367 كم2 بنسبة مئوية 27.5 %، مما يعني أنها تمثل ثلث مساحة السهل تقريبًا، وهي مناطق مستثمرة حاليا كأراضٍ زراعية في أجزاء منها، ولكن بدأ الابتعاد عنها، وتركها من دون زراعة، وبداية زحف العمران عليها. صورة (1).

خريطة (5): درجات تصحر سهل بنغازي لعامي 1984، 2019.



المصدر: من عمل الباحثة، باستخدام برنامج ARC GIS10.3

صورة (1): بدايات الزحف العمراني على الأراضي.



المصدر : صورة التقطت لمنطقة الدراسة، يوم 8–10–2019.

3_ تصحر شديد:

وهو يظهر عندما يزداد نشاط التعرية المائية وتعرية الرياح؛ مما يؤدى إلى توسع في درجات التصحر، وظهور الحشائش والشجيرات غير المرغوب فيها نتيجة لإزالة الغطاء النباتي، وذلك على حساب الأنواع الرعوية الأصلية، فضلا عن زيادة تملح التربة، مما يقلل من إنتاجها بنسبة تصل إلى 50 % (سحر نافع شاكر،1985).

وتتمثل فيما تبقى من أراضي المراعي بالجزء الجنوبي الأوسط من سهل بنغازي، حيث تهدد من قبل زحف الرمال عليها نتيجة التغيرات المناخية وسوء الاستغلال البشرى لها، ومساحتها 2456 كم2، بنسبة مئوية 49.4 %؛ أي نحو نصف مساحة سهل بنغازي، وينبغي ضرورة الانتباه لهذه الأراضي نتيجة نشاط حركة الرمال بالجزء الجنوبي منه. صورة (2) (3) (4).

صورة (2) زحف الرمال.



المصدر : صورة التقطت لمنطقة الدراسة، يوم 8–10–2019 .

صورة (3) الرعي الجائر.



المصدر : صورة التقطت لمنطقة الدراسة، يوم 8–10–2019 .

صورة (4): التغيرات المناخية (عاصفة ترابية "القبلي").



المصدر : صورة التقطت لمنطقة الدراسة، يوم 8–10–2019 .

4_ تصحر شديد جدا:

ويميز هذا النوع من التصحر بروز الكثبان الرملية بشكل كبير مع نشاط في حركتها، وتزداد ملوحة التربة وتصبح الأرض قاحلة، بالإضافة إلى انتشار الرمال وتملح الأرض، وهي أخطر درجات التصحر، إذ تتحول المنطقة إلى صحراء حقيقية، مما يجعل استصلاحها واستعادة قدرتها الإنتاجية عملية صعبة جدا وغير اقتصادية.

وتبلغ مساحته في منطقة الدراسة 608 كم2 بنسبة 12.2 %، ويتمثل في أقصى الشمال الشرقي لسهل بنغازي، وهي منطقة أراضي الحافات التي تتعرض لنشاط التعرية؛ لشدة انحدارها، بالإضافة إلى انجراف التربة بواسطة مياه الأمطار، وكذلك الجزء الجنوبي وهي الأراضي الرعوية التي تعرضت فعلا لزحف الرمال، وأصبحت مغطاة بفرشات رملية، والسبخات الساحلية التي تعرضت للجفاف في أجزاء منها، وتربتها ملحية، وذبول الغطاء النباتي بها، واختفاؤه. صورة (5).

صورة (5): ذبول الغطاء النباتي.



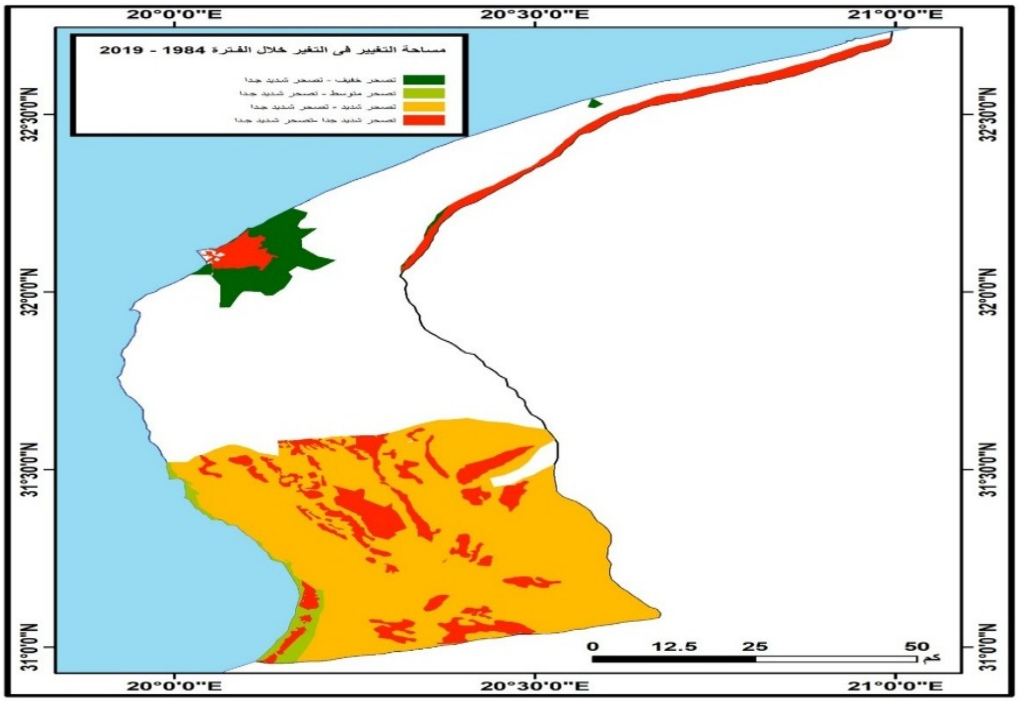
المصدر : صورة التقطت لمنطقة الدراسة، يوم 8–10–2019.

مساحة التغير في درجات التصحر في منطقة الدراسة:

يتضح من تحليل خريطتي درجات التصحر في الفترة من 1984 – 2019 (خريطة 7) أن هناك زيادة في مساحة الأراضي المعرضة للتصحر بكل درجاته، حيث زادت مساحة الأراضي المعرضة للتصحر الشديد جدا من 1133.612 كم2 عام 1984، حيث كانت تتمثل في الحافات وبعض المناطق بوسط الأراضي الرعوية التي تحوى الفرشات الرملية، ومناطق الكثبان الرملية الساحلية إلى 4773.3 كم2، لتصبح نسبة التصحر الشديد جدا بسهل بنغازي 52.3 % من جملة مساحة منطقة الدراسة؛ ويرجع ذلك إلى جفاف الهواء وارتفاع درجة الحرارة، مما يجعل من نشاط حركة الرمال نشاطا شديدا، أدى إلى تغطية الأراضي الرعوية بهذه الفرشات الرملية لتصبح كالصحراء، بالإضافة إلى زيادة مساحة أراضي الكثبان الرملية على حساب أراضي السبخات والساحل الرملي، في حين تقلصت مساحة الأراضي التي تتميز بالتصحر الشديد لتصل إلى 2455.92 كم2 بنسبة 26.9 % من جمله مساحة سهل بنغازي، بعدما كانت تبلغ مساحتها 5674.74 كم2، وذلك بنسبة 62.1 %.

كما زادت مساحة الأراضي ذات التصحر المتوسط، فبلغت مساحتها 1367 كم2، بعدما كانت هذه المساحة 324.57 كم2 عام 1984 لتصبح تحتل نسبة 14.9 % من جملة مساحة منطقة الدراسة، بينما تحتل مناطق التصحر الخفيف المرتبة الأخيرة من حيث المساحة؛ نتيجة تقلص مساحتها من 2000.7 كم2 عام 1984 إلى 537.15 كم2 عام 2019، لتصبح تشكل نسبة 5.9 % من مساحة سهل بنغازي، وهي مساحة صغيرة جدا. جدول 2، جدول 3.

خريطة(6):مساحة التغير في التصحر خلال الفترة من 1984 _ 2019.



المصدر: من عمل الباحثَيْنِ، اعتمادا على تحليل مرئيتين فضائيتين land sat 2019، 1984 باستخدام برنامج Envi 5.5

جدول(2) : درجات التصحر بسهل بنغازي بالكيلومتر المربع 1984.

درجات التصحر	المساحة	النسبة المئوية
تصحر خفيف	2000.7	21.9
تصحر متوسط	324.57	3.6
تصحر شديد	5674.74	62.1
تصحر شديد جدا	1133.612	12.4
المجموع	9133.62	%100

المصدر: من عمل الباحثة، نتيجة لتحليل المرئيات وعمل النمذجة ببرنامج ARC GIS10.3

جدول(2): درجات التصحر بسهل بنغازي بالكيلومتر المربع 2019.

درجات التصحر	المساحة	النسبة المئوية
تصحر خفيف	537.15	5.9
تصحر متوسط	1367.26	14.9
تصحر شديد	2455.92	26.9
تصحر شديد جدا	4773.3	52.3
المجموع	**9133.63**	**%100**

المصدر: من عمل الباحثة، نتيجة لتحليل المرئيات وعمل النمذجة ببرنامج ARC GIS10.3

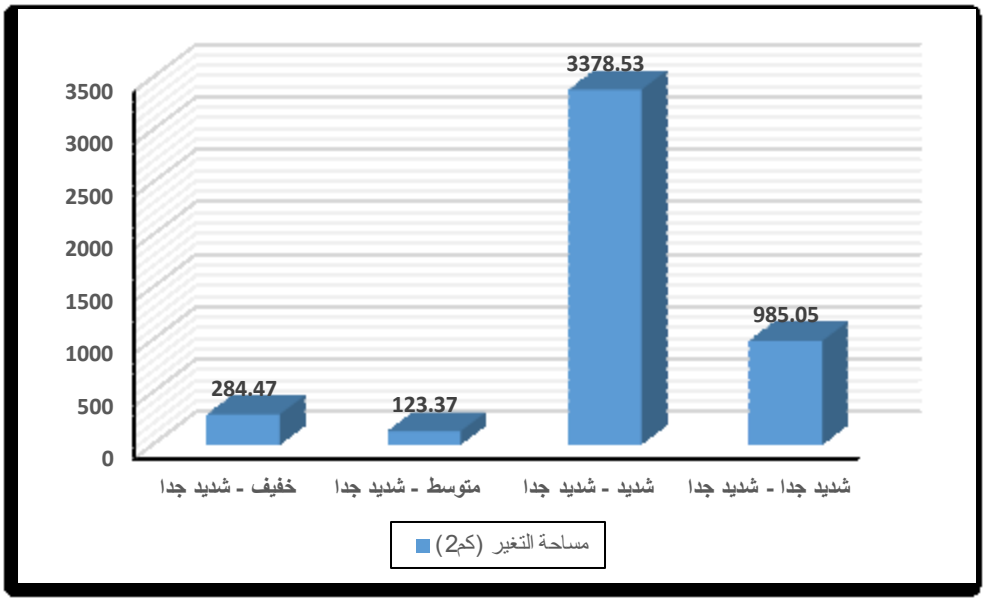
ويتبين من معروفة. خطأ! وسيطة رمز تبديل غير معروفة. مساحات التغير بين درجات التصحر في الفترة من 1984 إلى 2019، حيث تغيرت مساحة الأراضي ذات التصحر الخفيف وزادت بمقدار 284.46 كم2 لتتحول إلى أراضٍ شديدة التصحر جدا، وهي تحتل المرتبة الثانية في التغير بعد الأراضي التي تحولت من التصحر المتوسط إلى التصحر الشديد جدا بمساحة 123.37 كم2، وهي المناطق التي تقع بالشريط الساحلي الجنوبي الغربي بمنطقة الدراسة. بينما تحتل الأراضي التي تحولت من التصحر الشديد إلى التصحر الشديد جدا المرتبة الثالثة، وهي متمثلة في أراضي المراعي بصفة رئيسة، حيث بلغت مساحة التغير 3378.53 كم2، وظلت بعض الأراضي بدرجة التصحر الشديد جدا نفسها.

جدول(4): مساحات التغير بالتصحر (1984 –2019).

التغير بالتصحر (1984 –2019)	مساحة التغير (كم^2)
خفيف – شديد جدا	284.47
متوسط – شديد جدا	123.37
شديد – شديد جدا	3378.53
شديد جدا – شديد جدا	985.05

المصدر: من عمل الباحثة، نتيجة لتحليل المرئيات وعمل النمذجة ببرنامج ARC GIS10.3

شكل(3): مساحات التغير بالتصحر (1984 –2019).



توصيات الدراسة :

1) تعاني منطقة الدراسة من تدهور بيئي شديد جراء زحف الكثبان الرملية، لذا فإن إعادة النبات الطبيعي من الأمور المهمة والضرورية.
2) اعتماد تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لكفاءتها في التصنيف والمراقبة.
3) التواصل العلمي مع ذوي الكفاءة في مجال الحد والتخفيف من ظاهرة التصحر على كافة الأصعدة.
4) اتباع التخطيط العلمي السليم في إدارة الموارد الطبيعية.
5) الحد من المزوعات المروية.
6) التوقف عن إزالة الغابات وحرقها.
7) العمل على وقف زحف الزراعة البعلية على أراضي المراعي.
8) اتباع الطرائق السليمة في الري والصرف.
9) العمل على وقف تقدم العمران نحو الأراضي الزراعية.
10) تنظيم الرعي وإعطاء فرصة للنباتات لاستعادة قدرتها على النمو.
11) وضع ضوابط من شأنها حماية الأشجار من القطع بالإضافة إلى حملات تشجير تقوم بها الجهات المختصة.

قائمة المصادر:

- البشير الطاهر محمد مسعود، التغير في معدلات الأمطار وأثره في التصحر على شمال غربي الجماهيرية في الفترة 1972 _ 2002 "دراسة في جغرافية المناخ"، (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة السابع من أبريل، كلية الآداب، مركز البحوث والدراسات العليا، 2004.
- سحر نافع شاكر، جيومورفولوجية الكثبان الرملية للمنطقة المحصورة بين الكريت الديوانية الناصرية، (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة بغداد _كلية العلوم، 1985.
- سعد صالح خضر عبيد، سحاب خليفة السامرائي، "استعمال تقنيات الاستشعار عن بعد نظم المعلومات الجغرافية في تقدير ظاهرة التصحر في قضاء البعاج"، مجلة كلية التربية الأساسية، جامعة بابل،حزيران، العدد 12، 2013.
- عصام عباس كرار، محمد أحمد حاج على، التغير المناخي ودوره في تحديد ظاهرة زحف الرمال بمحلية أبزبد (السودان) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، مركز الدراسات والبحوث البيئية، المؤتمر الدولي التاسع للتنمية والبيئة في الوطن العربي، جامعة أسيوط،مصر، 2018).
- علي بن سعيد بن سالم البلوشي، التصحر في سهل الباطنة، (رسالة دكتوراه غير منشورة)، الجامعة الأردنية _ قسم الجغرافيا، 2003.
- علي صاحب طالب الموسوي، حمزية ميري كاظم، "مظاهر التصحر في محافظة النجف وتأثيراته على البيئة"، مجلة البحوث الجغرافية، العدد 19.
- عليان عليان، التصحر في محافظة بيت لحم، (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة النجاح الوطنية _ كلية الدراسات العليا، قسم الجغرافيا، 1999.
- عمر ضو عون، شعبان امحمد عبد الصمد، دراسة الحساسية البيئية للتصحر في منطقة الجميل وزوارة بالساحل الغربي لليبيا باستخدام موديل MEDALUS وتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المؤتمر والمعرض الدولي للتقنيات الجيومكانية _ ليبيا جيوتك 2، طرابلس، 6_ 8 ديسمبر، 2016.
- عمر فرحان الشعرات، أثر التباين المكاني والزماني للأمطار في تصحر البيئات الأردنية التي تزيد أمطارها عن 200 ملم خلال النصف الثاني من القرن العشرين، (رسالة دكتوراه غير منشورة)، الجامعة الأردنية _ كلية الدراسات العليا، 2003.
- فايق حسين يوسف عويدات، التصحر في المنطقة الممتدة ما بين وادي هراوة شرقا ووادي جارف غربا بمنطقة سرت "دراسة في اختلال التوازن البيئي في المناطق الجافة وشبه الجافة "، (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة التحدي سرت، كليه الآداب، قسم الجغرافيا، 2008.
- فرج سعد أبو بكر التاجوري ، تأثير الأمطار على الزراعة البعلية والرعي في منطقة سهل بنغازي "دراسة في المناخ التطبيقي"، (رسالة ماجستير غير منشورة) ، جامعة بنغازي ، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا ، 2017 .
- محمد أبو غرارة الرقيبى، "ظاهرة التصحر في بلدان المغرب العربي – الواقع المكاني والمخاطر على البيئة والتنمية"، مجلة كلية التربية،(جامعة طرابلس، العدد السادس، نوفمبر،2016).
- محمد رضوان خولي، التصحر في الوطن العربي، مركز دراسات الوحدة العربية، الطبعة الثانية،1997.
- محمد عبد الله لامه ، التصحر في سهل بنغازي (ليبيا) دراسة جغرافية، رسالة دكتوراه منشورة ، جامعة القاهرة – كلية الآداب، قسم الجغرافيا ، 1996.
- مختار عشري عبد السلام، مظاهر تصحر الأراضي الزراعية وطرق مكافحتها في القسم الشمالي من الجبل الأخضر.
- مصطفى أحمد رجب، جنان عبد الأمير عباس كاظم، التصحر ونظم المعلومات الجغرافية.

- هند عمر إبراهيم المصري، خصائص الأمطار وتأثيرها على مكونات الأنظمة البيئية الطبيعية في منطقة سهل بنغازي باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية،(رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة بنغازي _ كلية الآداب، قسم الجغرافيا، 2011.
- ياسر المتولي، الصحراء والرمال المتحركة، جريدة الصبح، العدد 72، أيلول 2004.
- Bastas, Mert, and Abu Azoum Abdelrahim. "Awareness of desertification of arable land among university students in Libya." Religación. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades 4.14 (2019): 136-147.
- Foroutan, M., et al. "Megaripples at Wau-an-Namus, Libya: A new analog for similar features on Mars." Icarus 319 (2019): 840-851.
- Miculka, Zachary. Qanats Ameliorate Impacts Due to the Desertification of the Libyan Sahara. Diss. The Ohio State University, 2019.
- Nour, Hamdy El Sayed. "Assessment of heavy metals contamination in surface sediments of Sabratha, Northwest Libya." Arabian Journal of Geosciences 12.6 (2019): 177.
- SALEH, Wafa. "THE ROLE OF MASS MEDIA IN CREATING ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY AWARENESS IN LIBYA." (2019).
- Zurqani, Hamdi A., et al. "A Review of Libyan Soil Databases for Use within an Ecosystem Services Framework." Land 8.5 (2019): 82.