

تقييم تأثير الحرائق على الغطاء النباتي الطبيعي في محافظة طرطوس خلال المدة (٢٠١٣ - ٢٠٢٥)

* نور فسحة

(تاريخ الإيداع ١١/١٦/٢٠٢٥. قُبِلَ للنشر في ٢/٣/٢٠٢٦)

□ ملخص □

يهدف هذا البحث إلى تقييم تأثير الحرائق على الغطاء النباتي الطبيعي في محافظة طرطوس، خلال المدة (٢٠١٣ - ٢٠٢٥)، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية GIS، حيث جرى تحليل خمس مرئيات فضائية Landsat 8 لأعوام ٢٠١٣ - ٢٠١٦ - ٢٠١٨ - ٢٠٢٤ - ٢٠٢٥، وتحليل الغطاء الأرضي باستخدام مؤشر NDVI وتقسيمه إلى أربع فئات وهي (مياه - أراضي عمرانية - غطاء نباتي قليل الكثافة - غطاء نباتي كثيف)، حيث أظهرت النتائج انخفاضاً كبيراً في الغطاء النباتي الكثيف في عام ٢٠١٦، وارتفاعاً كبيراً في الأراضي العمرانية في عام ٢٠٢٥.

وجرى حساب شدة الحريق باستخدام NBR و dNBR وتصنيف الأضرار إلى ست فئات وهي (إعادة النمو "تحسن" - لا يوجد ضرر - ضرر خفيف - ضرر متوسط - ضرر مرتفع - ضرر شديد جداً) وحساب المساحة لكل فئة من هذه الفئات، وتبين أن أعلى فئات الضرر هي فئتي الضرر الخفيف والضرر المتوسط، وبينت مسوحات مديرية الزراعة في محافظة طرطوس أن أعلى عدد حرائق وأعلى مساحة متضررة كانت عام ٢٠١٦، كما تبين وجود ارتباط قوي بين عدد الحرائق ومساحة الأراضي المتضررة ($r=0.86$).

الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بعد - NBR - dNBR - GIS - الحرائق - محافظة طرطوس.

Assessment of the Impact of fires on Natural Vegetation cover in Tartous Governorate during the period (2013- 2025)

* Nour Faskha

(Received 16/11 /2025. 3 /2/2026)

□ ABSTRACT □

This study aims to assess the impact of fires on Natural Vegetation cover in Tartous Governorate during the period (2013- 2025) using remote sensing techniques and Geographic Information Systems (GIS). Five satellite images from Landsat for the years 2013- 2016- 2018- 2024 and 2025 were analyzed. Land Cover was classified into four categories (water, urban areas, sparse vegetation, dense vegetation) and analyzed using the NDVI index. The results showed a significant decrease in dense vegetation cover in 2016, a significant increase in urban areas in 2025.

Fire intensity was calculated using NBR and DNBR indices and damage was classified into six categories (recovery- no damage- light damage- moderate damage- high damage- very high damage). The area for each category was calculated and results indicated that the highest damage levels occurred in the light and moderate damage categories. The sub- districts of Tartous Governorate recorded the highest number of fires and the largest damaged area in 2016. The results also indicated a strong correlation between the number of fires and the damaged area ($r = 0.86$)

Key Words: Remote Sensing- NBR -dNBR - GIS- Fires- Tartous Governorate.

* Holds a Master s degree in Physical Geography, Faculty of Arts and Humanities, Tartous University.

-المقدمة:

تُعد الحرائق من أهم الأضرار التي تصيب غابات الساحل السوري ومن ضمنها محافظة طرطوس، حيث تزداد هذه الحرائق من عام إلى آخر، وتبين الدراسات أن أغلب الحرائق سببها النشاطات البشرية المقصودة أو غير المقصودة، والبعض منها يعود لأسباب طبيعية كالبرق والعواصف الجافة (Alexandrian *et al*, 1999). تلعب الحرائق دوراً مهماً في تراجع الغطاء النباتي وتدهور التربة (Pettinari *et al*, 2011)، وتُعد معرفة المساحات المحروقة وشدة الحرائق مهمة لإدارة الحرائق ومراقبة تعافي الغطاء الحراجي (Brewer *et al*, 2005). حيث تلتهم الحرائق ما يعادل ٧٥٥,١٩ هكتاراً من غاباتها سنوياً وأغلبها من الصنوبر البروتي (قصاص، ٢٠٠٨)، وبحسب تقرير برنامج الأمم المتحدة الإغاثي UNDP، فإن حرائق الغابات المفتعلة من قبل الإنسان من أكثر العوامل تدميراً للغابات (برنامج الأمم المتحدة الإغاثي، ٢٠١٧).

تُعرف شدة الحريق بأنها درجة التغير في مكونات التربة والغطاء النباتي التي يسببها الحريق، وهي مؤشر مهم للتنبؤ بحالة الغطاء النباتي وتعافيه (مرهج وآخرون، ٢٠٢١)، ويُعتبر الاستشعار عن بعد من الطرائق المهمة لدراسة الاضطرابات التي تحدث للأنظمة البيئية ومراقبة استجابة هذه الأنظمة بعد الحريق (Spasojevic *et al*, 2016)، حيث تُعد مؤشرات ال NDVI (دليل الكتلة الحيوية النباتية) و NBR (المؤشر القياسي للمناطق المحروقة) هامة لتقييم التغيرات في حالة الغطاء النباتي، كما يُعد مؤشر NBR من أهم المؤشرات الطيفية المستخدمة في تقييم آثار الحرائق، إذ يعتمد على قناة الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) عند الأطوال الموجية (٠,٩٠ - ٠,٧٦) ميكرومتر، الحساسة للتغيرات في محتوى الكلوروفيل للغطاء النباتي، إضافة إلى قناة الأشعة تحت الحمراء القصيرة الموجة (SWIR) عند الأطوال الموجية (٢,٠٨ - ٢,٣٥) ميكرومتر من الطيف الكهرومغناطيسي، والتي تعكس التغيرات في محتوى الرطوبة في كل من التربة والغطاء النباتي، مما يجعله فعالاً في تمييز المناطق المتضررة بعد الحريق (Miller & Thode, 2007)، كما يعد dNBR (مؤشر الاختلاف القياسي للمناطق المحروقة) الأكثر استخداماً لتفسير مستوى شدة الحريق والكشف عن المنطقة المحروقة (Escuin *et al*, 2008).

ومن هنا تأتي أهمية هذا البحث بتسليط الضوء على الحرائق التي تعرضت لها محافظة طرطوس خلال المدة (٢٠١٣ - ٢٠٢٥)، وعواقبها على الغطاء النباتي الطبيعي في المحافظة، حيث شهدت عدة حرائق وأثرت تلك الحرائق على مواقع حراجية عديدة فيها ذات قيمة بيئية عالية، كما يقدم البحث تحليلاً للتأثيرات الزمانية والمكانية للحرائق.

2-أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية هذا البحث من كونه أداة علمية وتطبيقية لتقييم آثار الحرائق على البيئة الطبيعية ووضع حلول عملية لإدارة الموارد الطبيعية الغابوية في محافظة طرطوس.

ويهدف هذا البحث إلى:

١- تحليل تغيرات الغطاء الأرضي في محافظة طرطوس خلال المدة ٢٠١٣ - ٢٠٢٥

باستخدام مؤشر NDVI.

٢- تحديد المناطق المتضررة وشدة الحرائق بالاعتماد على مؤشري NBR و dNBR.

٣- تحديد العلاقة بين عدد الحرائق ومساحة الأراضي المتضررة.

٣- طرق البحث ووسائله:

لقد جرى تحليل خمس مرئيات لمحافظة طرطوس (٢٠١٣-٢٠١٦-٢٠١٨-٢٠٢٤-٢٠٢٥) من موقع USGS Earth Explorer، ثم اقتطاع منطقة الدراسة ومعالجة الصور الفضائية وحساب مؤشر ال NDVI، لتحديد الكثافة النباتية وتقسيم الغطاء الأرضي إلى أربع فئات وهي (مياه- أراضٍ عمرانية- غطاء نباتي قليل الكثافة- غطاء نباتي كثيف)، وحساب المساحة والنسبة المئوية لكل فئة من هذه الفئات، وتم حساب مؤشر NBR و dNBR .

مؤشر NBR (Normalized Burn Ratio) هو مؤشر طيفي يستخدم لتحليل صور المرئيات الفضائية لتحديد المناطق التي تأثرت بالحريق، ويعتمد على فرق الانعكاس بين الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) والأشعة تحت الحمراء القصيرة الموجة (SWIR) ويحسب من خلال العلاقة الرياضية التالية (Miller & Thode, 2007):

$$NBR = (NIR - SWIR2) / (NIR + SWIR2)$$

ومؤشر dNBR (Delta Normalized Burn Ratio) وهو مؤشر طيفي يستخدم لتقييم شدة الحريق ودرجة التغير في الغطاء النباتي نتيجة الحريق، حيث يعتمد على حساب الفرق بين قيم مؤشر NBR قبل الحريق وبعده، ويحسب من خلال العلاقة الرياضية التالية (Escuin *et al*, 2008):

$$dNBR = NBR \text{ before} - NBR \text{ after}$$

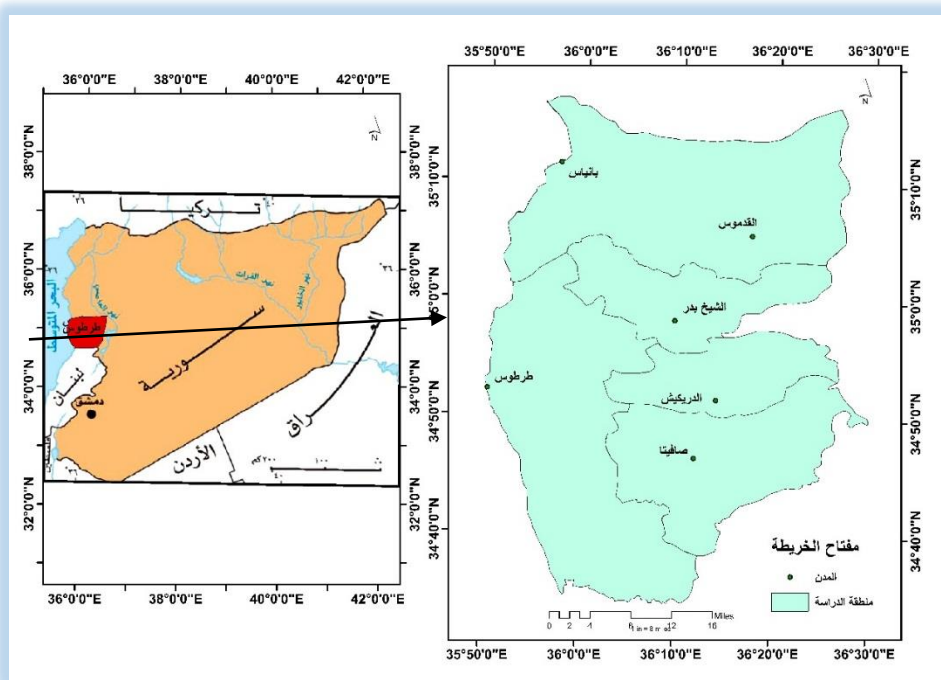
وتم تصنيف الأضرار إلى ستة فئات وهي (إعادة نمو "تحسن"- لا يوجد ضرر- ضرر خفيف- ضرر متوسط- ضرر مرتفع- ضرر شديد جداً)، وحساب المساحة والنسبة المئوية لكل فئة من هذه الفئات، وجرى تقييم أثر الحرائق وعدد ومساحة الحرائق في كل منطقة من مناطق محافظة طرطوس (طرطوس- صافيتا- الدريكيش- الشيخ بدر- القدموس وبانياس)، كما جرى حساب المتوسط السنوي والانحراف المعياري ومعامل بيرسون بين عدد الحرائق ومساحة الأراضي المتضررة.

وجرى في هذه الدراسة الاعتماد على الأدوات الآتية:

- ١- مرئيات فضائية Landsat 8 مأخوذة من موقع USGS Earth Explorer خلال شهر تموز لأعوام (٢٠٢٥-٢٠٢٤-٢٠١٨-٢٠١٦-٢٠١٣).
- ٢- سجلات الحرائق والتي تم الحصول عليها من مديرية الزراعة في محافظة طرطوس- قسم الحراج خلال المدة (٢٠١٣-٢٠٢٥).
- ٣- برامج حاسوبية متعددة وتشمل برنامج Arc map 10.6 وبرنامج SPSS 16 للقيام بالاختبارات الإحصائية.

٤- منطقة الدراسة:

تقع محافظة طرطوس على الساحل الغربي لسورية، على خط طول ٨٩' ٣٥° شرقاً وعلى خط عرض ٨٨' ٣٤° شمالاً، يحدها من الشمال محافظة اللاذقية ومن الشرق محافظتا حمص وحماة ومن الجنوب لبنان ومن الغرب البحر المتوسط، وترتفع عن سطح البحر حوالي ٢٠ م، وتقدر مساحتها بحوالي ١٨٩٦ كم^٢، وتضم خمسة مناطق (طرطوس- صافيتا- الشيخ بدر- الدريكيش- بانياس والقدموس)، وتتميز بتضاريس جبلية وساحلية متداخلة، وبمناخ متوسطي معتدل ورطب، كما تتميز بغطاء نباتي متنوع، ومن أهم الأنواع النباتية السنديان العادي والبلوطي والغار والصنوبر (Humanitarian Atlas, 2016)، ويبين الشكل (١) موقع محافظة طرطوس بالنسبة لسورية.



الشكل (١) موقع محافظة طرطوس بالنسبة لسورية

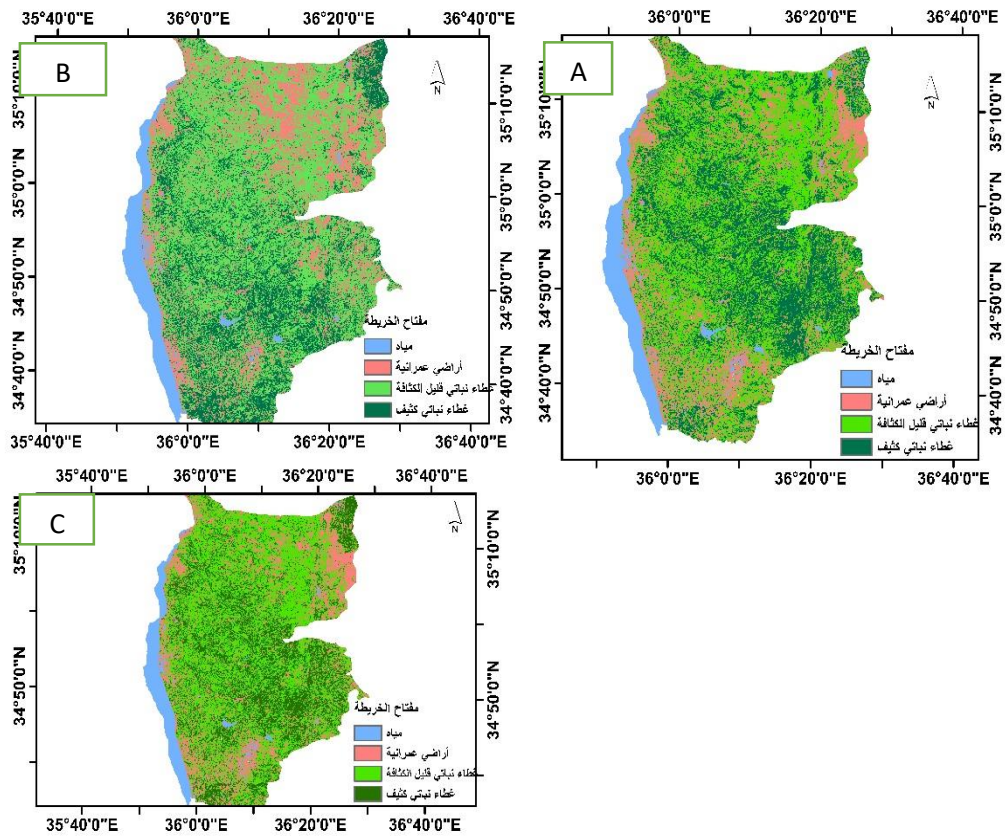
المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على خريطة محافظة طرطوس وبرنامج Arc map 10.6

٥- النتائج والمناقشة:

٥-١- حساب مؤشر NDVI:

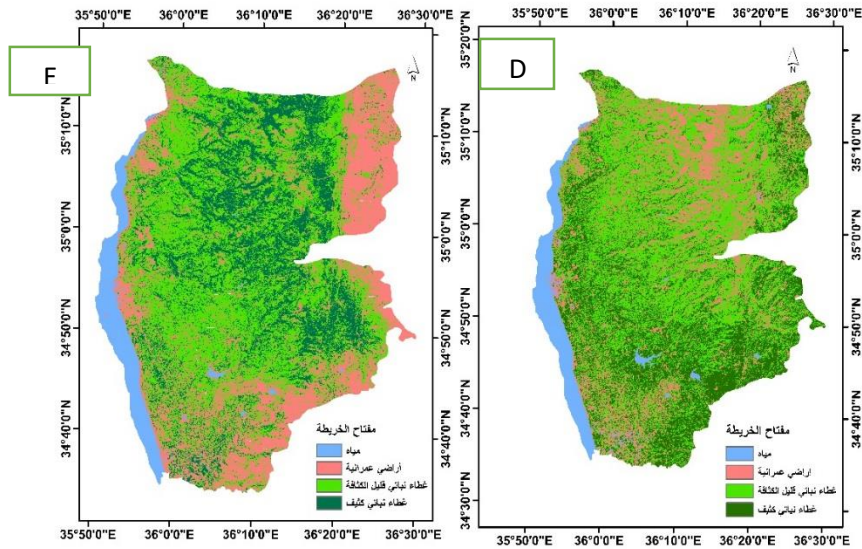
لقد تم تحليل مرئيات فضائية لمحافظة طرطوس لأعوام (٢٠١٣-٢٠١٦-٢٠١٨-٢٠٢٤-٢٠٢٥) كما في الشكلين (٢) و(٣)، وتصنيفها إلى أربع فئات وهي (مياه- أراضٍ عمرانية- غطاء نباتي قليل الكثافة- غطاء نباتي كثيف).

كما جرى حساب المساحة والنسبة المئوية لكل فئة من هذه الفئات وتضمن النتائج في الجدول (١).



الشكل (٢) فئات الغطاء الأرضي لأعوام (A : ٢٠١٣ - B : ٢٠١٦ - C : ٢٠١٨)

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على برنامج Arc map 10.6



الشكل (٣) فئات الغطاء الأرضي لأعوام (D : ٢٠٢٤ - E : ٢٠٢٥)

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على برنامج Arc map 10.6

الجدول (١) فئات الغطاء الأرضي (مياه- أراضي عمرانية- غطاء نباتي قليل الكثافة- غطاء نباتي كثيف) وامتدادها المكاني خلال الأعوام

٢٠١٣-٢٠١٦-٢٠١٨-٢٠٢٤-٢٠٢٥

الفئة العام	المساحة (كم ^٢)	مياه	أراضي عمرانية	غطاء نباتي قليل الكثافة	غطاء نباتي كثيف	المجموع
٢٠١٣	٢٣٢,٠٨	٦٣٧,٩٦	١٤٤٣,٤٣	٩٧٣,٨٩	٣٢٨٧,٣٦	
	النسبة المئوية (%)	٧,٠٦	١٩,٤١	٤٣,٩١	٢٩,٦٣	١٠٠
٢٠١٦	٢١٣,٢٦	٧١١,٩٥	١٥٦٧,٥١	٧٩٤,٦٦	٣٢٨٧,٣٨	
	النسبة المئوية (%)	٦,٤٩	٢١,٦٦	٤٧,٦٨	٢٤,١٧	١٠٠
٢٠١٨	٢١٩,٠١	٦١٩,١٠	١٥١٦,١٥	٩٣٣,١٠	٣٢٨٧,٣٦	
	النسبة المئوية (%)	٦,٦٦	١٨,٨٣	٤٦,١٢	٢٨,٣٨	١٠٠
٢٠٢٤	٢٠٧,٢٥	٦٧٨,٨٨	١٤٥١,٨٥	٩٤٩,٣٨	٣٢٨٧,٣٦	
	النسبة المئوية (%)	٦,٣٠	٢٠,٦٥	٤٤,١٦	٢٨,٨٨	١٠٠
٢٠٢٥	١٨٩,٣١	٩١٩,١٣	١٣٨٨,٨٦	٧٩٠,٠٧	٣٢٨٧,٣٧	
	النسبة المئوية (%)	٥,٧٦	٢٧,٩٦	٤٢,٢٥	٢٤,٠٣	١٠٠

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مرئيات فضائية لأعوام ٢٠١٣-٢٠١٦-٢٠١٨-٢٠٢٤-٢٠٢٥ وبرنامج Arc map 10.6

نستنتج من الجدول (١) أن فئة المياه تعرضت لانخفاض طفيف من ٢٠١٣ حتى عام ٢٠٢٥، وفئة الأراضي العمرانية في ارتفاع ملحوظ حيث زادت حوالي ٤٤% في عام ٢٠٢٥ عما كانت عليه في عام ٢٠١٣، ومساحة فئة الغطاء النباتي القليل الكثافة كانت الأعلى في عام ٢٠١٦، أما مساحة فئة الغطاء النباتي الكثيف انخفضت بشكل كبير في عام ٢٠١٦ بالمقارنة مع عام ٢٠١٣، ثم عادت للارتفاع في عام ٢٠١٨ واستقرت تقريباً في عام ٢٠٢٤، ثم انخفضت مجدداً في عام ٢٠٢٥.

نستنتج من تحليل مؤشر NDVI بالاعتماد على الشكلين (٢) و(٣) والجدول (١) أن زيادة عدد الحرائق وتكرارها تسهم بشكل كبير في اتساع مساحة المناطق المتضررة، وهو ما ينعكس سلباً على كثافة الغطاء النباتي، ولاسيما الغطاء النباتي الكثيف، فقد لوحظ انخفاض واضح في مساحة الغطاء النباتي الكثيف في عام ٢٠١٦ مقارنة بعام ٢٠١٣، وهو ما يتوافق مع الارتفاع الكبير في عدد الحرائق ومساحة الأراضي المتضررة خلال هذا العام، ويعكس هذا الانخفاض التأثير المباشر للحرائق على الكتلة الحيوية النباتية، حيث يؤدي احتراق الغطاء النباتي إلى تراجع قيم NDVI، يقابله ارتفاع في مساحة الغطاء النباتي القليل الكثافة، مما يشير إلى تدهور بنية الغطاء النباتي نتيجة الحرائق ولا يقتصر تأثير الحرائق على الضرر المباشر الظاهر فور حدوثها، بل يمتد ليشمل تأثيرات متأخرة تعرف بظاهرة "الموت المفاجئ"، حيث تؤدي الحرائق إلى تدمير الجذور واللحاء وطبقة الكامبيوم في سيقان الأشجار، بينما قد تحتفظ المظلات التاجية بمظهرها الأخضر لفترة زمنية قصيرة بعد الحريق، ومع مرور الوقت تبدأ الأوراق بالذبول والموت، مما يؤدي إلى انخفاض تدريجي في كثافة الغطاء النباتي.

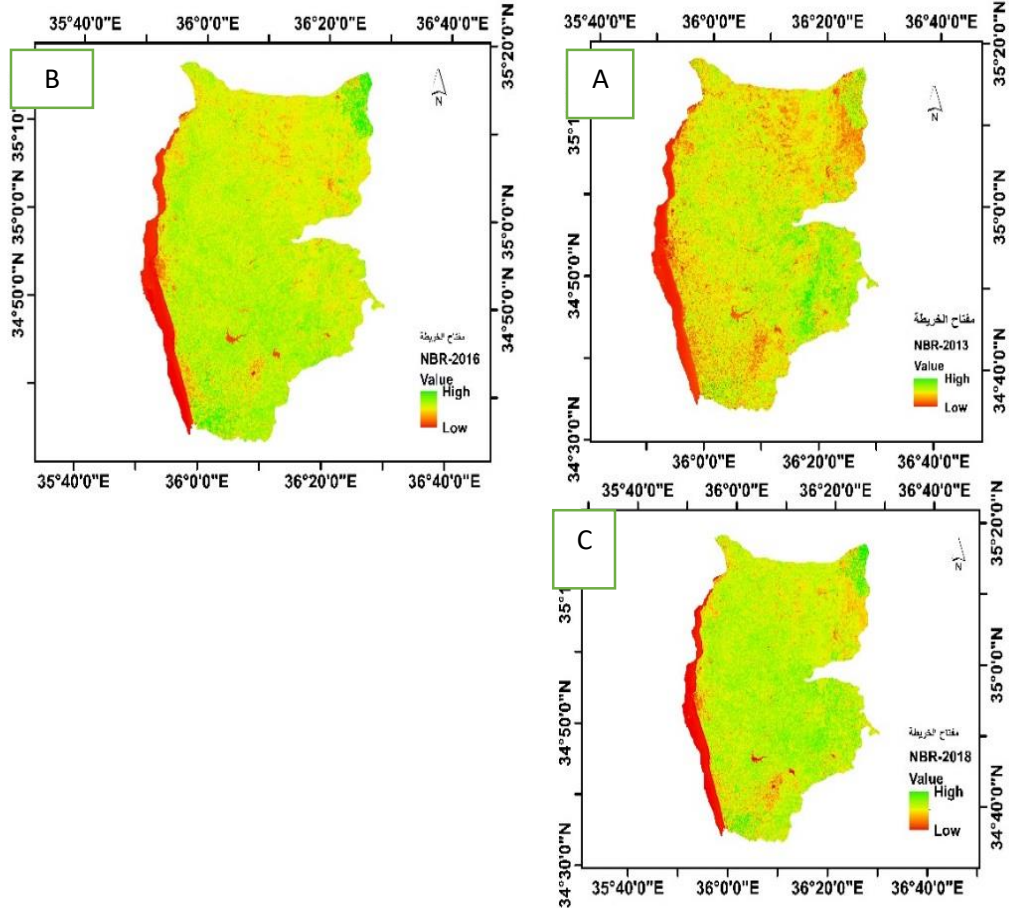
كما أظهرت النتائج تعافياً جزئياً للغطاء النباتي في عامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٤ لأنه بعد الحريق انخفض الغطاء النباتي الكثيف بسبب موت النباتات، لكن توفر الضوء والعناصر الغذائية في التربة حفز نمو نباتات جديدة، فارتفعت كثافة الغطاء النباتي تدريجياً مع الزمن، إلا أن هذا التعافي لم يكن مستقراً، حيث عاد الغطاء النباتي الكثيف إلى الانخفاض في عام ٢٠٢٥، مما يشير إلى استمرار الضغوط البيئية الناتجة عن تكرار الحرائق.

وتتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسات سابقة (Escuin *et al*, 2008. Spasojevic *et al*,) والتي أكدت أن الحرائق تؤدي إلى انخفاض واضح في قيم NDVI بعد الحريق، مع إمكانية حدوث تعافٍ جزئي في السنوات اللاحقة تبعاً لشدة الحريق ونوع الغطاء النباتي، ويُلاحظ أن نمط التعافي في محافظة طرطوس كان متذبذباً، وهو ما يعكس تكرار الحرائق التي أثرت في قدرة الغطاء النباتي على التعافي.

كما تتوافق هذه النتائج مع (حويجه، ٢٠٢٢) والتي أكدت قدرة مؤشر ال NDVI على رصد التدهور التدريجي في الغطاء النباتي بعد الحرائق، نتيجة ما يُعرف بظاهرة الموت المفاجئ للأشجار، وهذا يؤكد ملاءمة استخدام مؤشر ال NDVI في تقييم أثر الحرائق على البيئات الحرجية الساحلية.

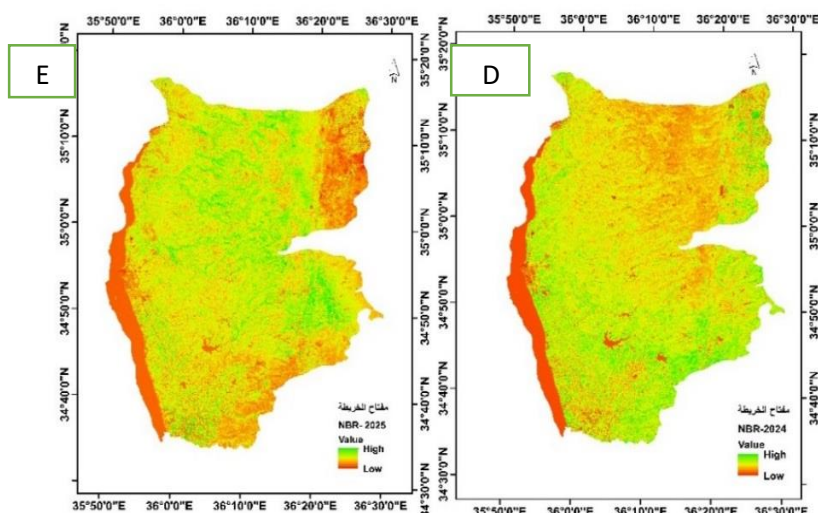
٥-٢- حساب مؤشر NBR و dNBR:

تم إنتاج خرائط خطورة الحرائق وفق مؤشر (NBR) لأعوام ٢٠١٣-٢٠١٦-٢٠١٨-٢٠٢٤-٢٠٢٥ كما هو موضح في الشكلين (٤) و(٥)، يتبين من الشكلين ازدياد خطورة الحرائق في عام ٢٠١٦ عما كانت عليه في عام ٢٠١٣، بينما تعود للانخفاض في عامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٤، بالمقابل يظهر تحليل المرئية الملتقطة في عام ٢٠٢٥ عودة مؤشر خطورة الحريق للارتفاع من جديد.



الشكل (٤) مؤشر NBR لأعوام (A : ٢٠١٣ - B : ٢٠١٦ - C : ٢٠١٨)

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على برنامج Arc map 10.6



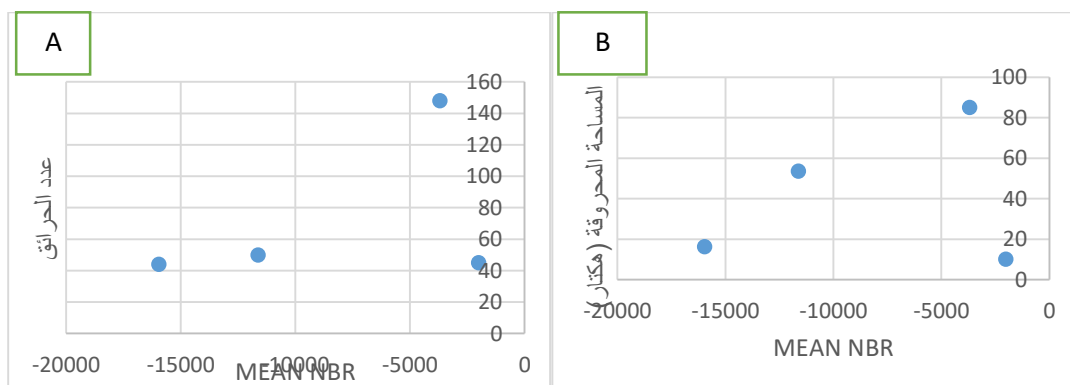
الشكل (٥) مؤشر NBR لأعوام (D : ٢٠٢٤ - E : ٢٠٢٥)

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على برنامج Arc map 10.6

يظهر الشكلان (٤) و(٥) أن اللون الأخضر يعني أن قيمة NBR مرتفعة، أي غطاء نباتي كثيف وسليم لم يتأثر بالحرائق، واللون الأصفر قيم متوسطة، أي مناطق متأثرة بالحرائق جزئياً، أما اللون الأحمر فيشير إلى مناطق شديدة التأثر بالحرائق.

وبالمقارنة مع بيانات مديرية الزراعة في محافظة طرطوس، تبين أن عدد الحرائق في عام ٢٠١٦ بلغ ١٤٨ حريقاً ومساحة الأراضي المتضررة ٨٥,٠٨٨٥ هكتاراً، وفي عام ٢٠١٨ بلغ عدد الحرائق ٤٥ حريقاً ومساحة الأراضي المتضررة ١٠,١٨٢ هكتاراً، وفي عام ٢٠٢٤ بلغ عدد الحرائق ٤٤ حريقاً ومساحة الأراضي المتضررة ١٦,٢٤٤ هكتاراً، أما في عام ٢٠٢٥ فقد بلغ عدد الحرائق ٥٠ حريقاً ومساحة الأراضي المتضررة ٥٣,٥٧٥ هكتاراً.

ويبين الشكل (٦) علاقة الارتباط بين عدد الحرائق والمساحة المحروقة وقيم مؤشر NBR



الشكل (٦) علاقة الارتباط بين عدد الحرائق وقيم مؤشر NBR (A) والمساحة المحروقة وقيم مؤشر NBR (B)

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على برنامج Excel

يتبين من الشكل (٦) وجود علاقة عكسية بين كل من عدد الحرائق والمساحة المحروقة مع قيم مؤشر NBR، حيث يترافق ازدياد عدد الحرائق أو ازدياد مساحة الأراضي المحروقة مع انخفاض واضح في قيم المؤشر، مما يعكس

زيادة شدة تأثير الحرائق وتدهور الغطاء النباتي، كما تُظهر العلاقة بين المساحة المحروقة وقيم NBR انتظاماً أكبر مقارنة بعدد الحرائق، مما يشير إلى أن المساحة المحروقة تُعد مؤشراً أكبر على شدة التأثير البيئي. ويبين الجدول (٢) الأراضي المحترقة في كل منطقة من مناطق محافظة طرطوس خلال الأعوام (٢٠١٦-٢٠١٨ - ٢٠٢٤ - ٢٠٢٥) مقدرة بالهكتار.

الجدول (٢) المساحات المتأثرة بالحريق في كل منطقة من مناطق محافظة طرطوس خلال الأعوام (٢٠١٦ - ٢٠١٨ - ٢٠٢٤ - ٢٠٢٥).

المنطقة العام	طرطوس	صافيتا	الشيخ بدر	الدريكيش	القدموس وبانياس	المساحة الكلية (هـ)
٢٠١٦	١٠,٧٧	٢٣,١٣٥٥	٥,٠٦٨	٦,٤٢	٣٩,٦٩٦	٨٥,٠٨٨٥
٢٠١٨	٣,٢٨٥	١,٩١٢	٠	١,٤٩	٣,٤٩٥	١٠,١٨٢
٢٠٢٤	١٠,٩٢	٣,٩٠٥	٠	٠,٢٢	١,١٩٩	١٦,٢٤٤
٢٠٢٥	٥,٨٢	١٣,٢٣	٦,٣٠	١,١٤٥	٢٧,٠٨	٥٣,٥٧٥

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات مديرية الزراعة في محافظة طرطوس - قسم الحراج

نستنتج من الجدول (٢) أن العام ٢٠١٦ سُجل خلاله أكبر عدد من الحرائق وأكبر مساحة من الأراضي المتضررة، يليه عام ٢٠٢٥، وتبين أن أكثر المناطق تضرراً بالحرائق هي بانياس والقدموس ثم صافيتا، وهذا يتطابق مع نتائج خرائط مؤشر NBR.

وجرى حساب المتوسط السنوي لمساحة الأراضي المحروقة خلال المدة (٢٠١٣ - ٢٠٢٥)، حيث بلغ ١٢,٧٠ هكتار/ سنة، بينما بلغ الانحراف المعياري لمساحة الأراضي المحروقة ٢١,٩٤ هكتار، وتبين نتائج معامل ارتباط بيرسون بين عدد الحرائق ومساحة الأراضي المتضررة أن $r = 0.86$ ، و $P = 0.078$ حيث P (مستوى الدلالة) والتي تعبر عن احتمال أن تكون النتيجة حدثت مصادفة أو لا، ويوضح التحليل وجود علاقة قوية بين عدد الحرائق ومساحة الأراضي المتضررة، فالانخفاض الكبير في مؤشر NBR في بعض أجزاء محافظة طرطوس، هو مؤشر على تدهور الغطاء النباتي وزيادة قابلية التربة للانجراف، مما يؤدي إلى تهديد التنوع الحيوي.

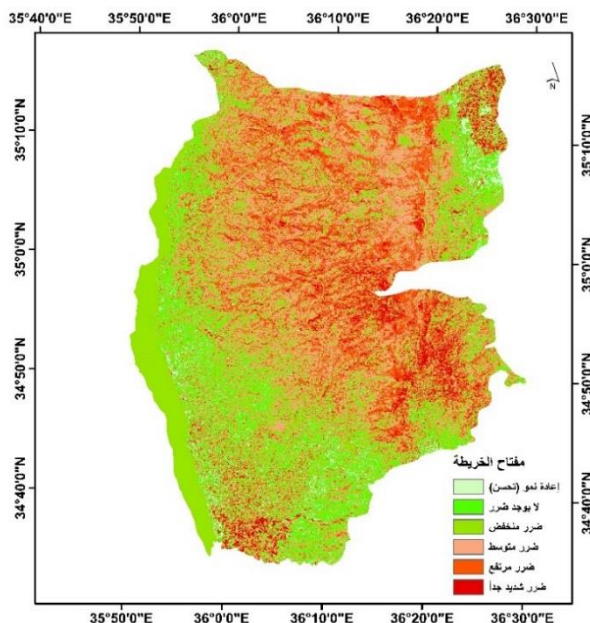
يتبين من الشكلين (٤) و(٥) والجدول (٢) تباين مكاني وزماني في شدة الحرائق بمحافظة طرطوس، حيث تظهر القيم المنخفضة لمؤشر NBR في المناطق التي تعرضت لحرائق شديدة لاسيما في عام ٢٠١٦، وهو ما يتطابق مع بيانات مديرية الزراعة التي سجلت أعلى عدد حرائق وأكبر مساحة متضررة خلال هذا العام، كما تظهر النتائج انخفاض خطورة الحرائق نسبياً في عامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٤ قبل أن تعاود الارتفاع في عام ٢٠٢٥، وهو ما يدل على عدم استقرار نمط الحرائق زمنياً، ويتبين من الجدول (٢) أن مناطق القدموس وبانياس ثم صافيتا كانت الأكثر تأثراً، مما يعكس تأثير العوامل المحلية مثل كثافة الغطاء النباتي والتضاريس الجبلية والنشاطات البشرية.

وتتوافق هذه النتائج مع دراسة (Miller & Thode, 2007) التي أكدت فعالية مؤشر NBR في رصد المناطق المحترقة وتحديد شدتها، كما تتشابه مع نتائج (Manso & Quintano, 2015) التي أظهرت أن المناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف تكون أكثر عرضة لتسجيل قيم منخفضة ل NBR بعد الحرائق.

كما تتوافق مع (مرهج، ٢٠٢٠) والتي أكدت أنه بعد فترة من عدم تعرض المنطقة للحريق يعود التجدد وتعافي الغطاء النباتي وينعكسان كقيم مرتفعة في خرائط NBR.

-مؤشر dNBR :

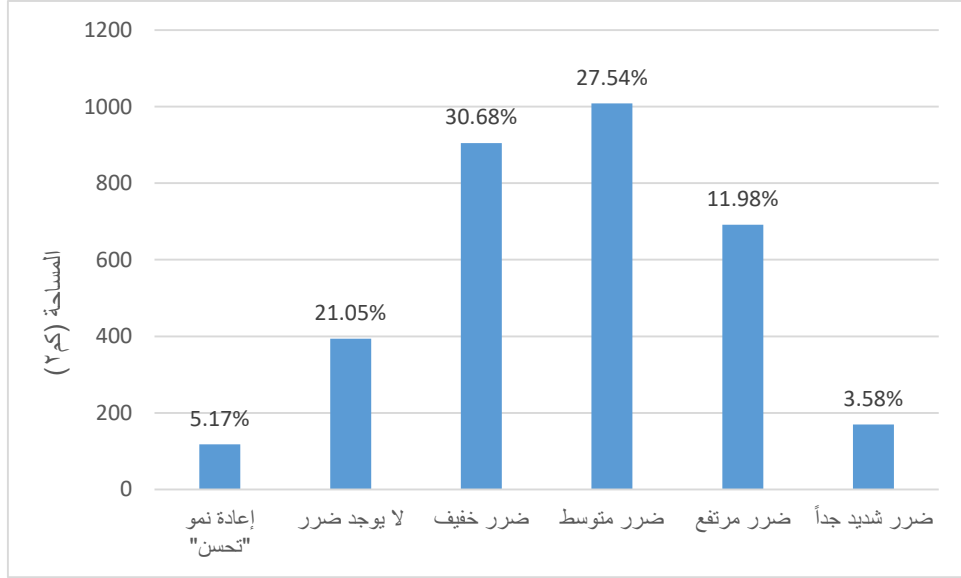
جرى حساب مؤشر dNBR من خلال طرح (NBR 2013) من (NBR 2024) لتحديد شدة الحريق حيث تم إنتاج خريطة تبين شدة الحريق، وتم تصنيفها إلى ستة فئات وهي (إعادة النمو "تحسن" - لا يوجد ضرر - ضرر خفيف - ضرر متوسط - ضرر مرتفع - ضرر شديد جداً)، حيث يظهر الشكل (٧) فئات شدة الحريق، وتم حساب المساحة والنسبة المئوية من نسبة المناطق المتأثرة بالحرائق لكل فئة من هذه الفئات وتضمن النتائج في الشكل (٨).



الشكل (٧) فئات شدة الحريق بحسب مؤشر dNBR

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على برنامج Arc map 10.6

يظهر الشكل (٧) أن الضرر الأكبر (الضرر المرتفع والضرر الشديد جداً) يتركز في الأجزاء الوسطى والشرقية من محافظة طرطوس، في حين يقل الضرر باتجاه الأجزاء الغربية والجنوبية، أما فئتا الضرر المتوسط والضرر الخفيف فتنتشران على مساحات أوسع وتغطيان مناطق متعددة في المحافظة، وهذا يتوافق مع دراسة (حويجه، ٢٠٢٢) والتي أوضحت أن مؤشر NBR أكثر دقة في تحديد المناطق المحترقة وتقدير شدة الضرر مقارنة بمؤشر NDVI خاصة في المناطق الحراجية الكثيفة.



الشكل (٨) المساحة والنسبة المئوية لكل فئة من فئات شدة الحريق بحسب مؤشر dNBR

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على برنامج ال Excel وبرنامج Arc map 10.6

يتبين من الشكل (٨) أن نحو نصف المساحة المتأثرة بالحرائق تقع ضمن فئتي الضرر الخفيف والمتوسط والتي تساوي (٥٨,٢%)، مما يدل على أن أثر الحرائق واسع النطاق لكنه متوسط الشدة إجمالاً.

يتبين من الشكلين (٧) و(٨) أيضاً أن غالبية المساحات المتضررة بالحرائق في محافظة طرطوس تندرج ضمن فئتي الضرر الخفيف والمتوسط، حيث شكلتا معاً أكثر من نصف المساحة المتأثرة، ويشير ذلك إلى أن الحرائق كانت واسعة الانتشار مكانياً، لكنها متفاوتة الشدة، مع وجود مساحات محدودة تعرضت لضرر مرتفع وشديد جداً.

وتتوافق هذه النتائج مع نتائج (Escuin *et al*, 2008) التي أوضحت أن معظم الحرائق في النظم البيئية المتوسطة تندرج ضمن فئات الضرر الخفيف إلى المتوسط، في حين تكون المساحات ذات الضرر الشديد محدودة نسبياً، إلا أن نسبة الضرر المرتفع في محافظة طرطوس تُعد أعلى نسبياً مقارنة ببعض الدراسات المتوسطة الأخرى، وهذا يُعزى إلى تكرار الحرائق في بعض المناطق أو إلى طبيعة الغطاء النباتي السائد.

إن استخدام تقنيات الزراعة المستدامة مثل إعادة تشجير الأراضي المتدهورة، ووضع قوانين صارمة لمنع البناء أو الرعي العشوائي على الأراضي الزراعية وضمن الغابات، يسهم بشكل كبير في إدارة الموارد الطبيعية والحد من الحرائق.

-الاستنتاجات:

- ١- أظهرت الدراسة أن مساحة الغطاء النباتي الكثيف كانت الأعلى في عام ٢٠١٣ ومساحة الأراضي العمرانية كانت الأعلى في عام ٢٠٢٥، كما تبين أن مساحة الغطاء النباتي القليل الكثافة كانت الأعلى في عام ٢٠١٦.
- ٢- تبين أن الغطاء النباتي القليل الكثافة في ذلك العام بفعل الحرائق بلغ أعلى مساحة في عام ٢٠١٦، مما يدل على تدهور أجزاء واسعة من الغطاء النباتي الكثيف.
- ٣- أظهرت الدراسة أن نصف المساحة المتأثرة بالحرائق تقع ضمن فئتي الضرر الخفيف والمتوسط والتي تساوي (٥٨,٢%)، مما يدل على أن أثر الحرائق واسع النطاق لكنه متوسط الشدة إجمالاً.

- ٤- أظهرت الدراسة أن العلاقة بين عدد الحرائق ومساحة الأراضي المتضررة لم تتخذ اتجاهًا تصاعدياً ثابتاً مع الزمن، بل اتسمت بتذبذب زمني، حيث كان عام ٢٠١٦ الأكثر ضرراً من حيث عدد الحرائق ومساحة الأراضي المحروقة، يليه عام ٢٠٢٥.
- ٥- تبين أن المساحة المتضررة بالحرائق توسعت بشكل كبير خلال عام ٢٠١٦، في حين تقلصت خلال عامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٤، مما يشير إلى أن توسع أو تقلص المناطق المتضررة مرتبط بسنوات محددة أكثر من كونه اتجاهًا زمنياً مستمراً.
- ٦- بين التحليل المكاني للحرائق وجود تباين واضح في تأثير الحرائق في محافظة طرطوس، حيث تركزت أكبر المساحات المتضررة في منطقتي القدموس وبانياس، تليها منطقة صافيتا، بينما كانت باقي المناطق أقل تأثراً.
- ٧- أكدت نتائج مؤشري NBR و dNBR فعاليتها في تحديد المناطق المحترقة وتقدير شدة الضرر البيئي، حيث أظهرت خرائط dNBR أن غالبية المساحات المتضررة تتدرج ضمن فئتي الضرر الخفيف والمتوسط، مع وجود مساحات محدودة تعرضت لضرر مرتفع وشديد جداً وهذا يتوافق مع بيانات مديرية الزراعة بخصوص المساحة المتضررة بالحريق.
- ٨- أظهر التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين عدد الحرائق ومساحة الأراضي المحترقة ($r = 0.86$) مما يدل على أن زيادة عدد الحرائق، تؤدي إلى اتساع رقعة الأراضي المحترقة وزيادة شدة التأثير البيئي.

-التوصيات:

- ١- تعزيز الوقاية من الحرائق وإنشاء نظام مراقبة الحرائق باستخدام الأقمار الصناعية.
- ٢- تنفيذ برامج إعادة تأهيل الغابات وتحسين الغطاء النباتي المتضرر بعد كل حريق.
- ٣- توعية المجتمع المحلي حول طرق الوقاية من الحرائق.
- ٤- تطوير خرائط مخاطر الحرائق لتحديد المناطق الأكثر عرضة للحرائق وتخصيص الموارد الوقائية لها.

-المصادر والمراجع:

-المراجع العربية:

- ١- برنامج الأمم المتحدة للإغاثة (United Nations Development Programme UNDP). 2017، تقرير التنمية البشرية ٢٠٠٧/٢٠٠٨: محاربة التغير المناخي.
<http://www.Un.org/ar/millenniumgoals/pdf/HRD-2007-2008-A-R-Complete>.
- ٢- حويجه، روز، ٢٠٢٢، مقارنة فعاليات المؤشرات الطيفية NBR و NDVI في تخريط المناطق المحترقة وتقدير مساحتها: حالة دراسة لقرية أم الطيور والمنطقة الحراجية في ريف اللاذقية الشمالي. مجلة جامعة تشرين، المجلد (٤٤)، العدد (٦).
- ٣- قصاص، هتاف، ٢٠٠٨، دراسة التجدد الطبيعي للصنوبر البروتي *pinus brutia* لحريق رأس البسيط ٢٠٠٤ وأبعاده الاجتماعية والاقتصادية. سالة ماجستير، جامعة تشرين.

٤-مرهج، علا علي، ٢٠٢٠، تقييم تغيرات استعمالات الأراضي وخطورة الحرائق على غابات البايير والبسيط (محافظة اللاذقية) خلال المدة ١٩٧٧-٢٠١٧ باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. رسالة دكتوراه، جامعة تشرين.

5-مرهج، علا علي; علي، محمود كامل; ثابت، علي صقر; ادريس، يونس محمد; عيسى، لما صالح، ٢٠٢١، إنتاج خريطة خطورة الحريق ومساحته باستخدام صور القمر الصناعي Sentinel 2A (حالة الدراسة: حريق فرزلا ٢٠١٩). المجلة السورية للبحوث الزراعية، ٨(٣)، ١٦٣-١٥٤.

6-مديرية الزراعة في محافظة طرطوس، سجلات الحرائق في محافظة طرطوس خلال المدة (٢٠١٣-٢٠٢٥).

-المراجع الأجنبية:

- ALEXANDRIAN, D; ESNAULT, F; CALARI, G.1999,*Forest fire in the Medieteranean area " Unasylva"*, vol 50, 35-41.
- BREWER, K; WINNE, C; REDMOND, L; OPITZ, W; MANGRICH,V.2005, *Classifying and mapping wildfire severity; a comparison of methods*. Photogrammetric Engineering and Remote sensing, 71.1311-1320.
- ESCUIN, S; NAVARRO, R; FERNANDEZ, P. 2008,*Fire Severity assessment by using NBR (Normalized Burn Ratio) and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) derived from landsat TM/ ETM images*. Int. J. Remote Sensing, 29, 1053-1073.
- MANSO, F, A; QUINATANO, C. 2015,*Evaluating Landsat ETM+ Emissivity-enhanced spectral indices for burn severity discrimination in Mediterranean forest ecosystems*, Remote Sensing letters, 6(4), 302-310.
- MILLER,J.D; THODE,A.E. 2007, *Quantifying burn severity in a heterogenous landscape with a relative version of the delta Normalized Burn Ratio (dNBR)*. Remote sensing, Environ. 109, 66-80.
- UNITED NATIONS OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS. 2016,Tartous Governorate Reference map. Humanitarian Atlas.
- PETTINARI, L; FINNEY, M; CHAVIECO, E. 2011, *Northwestern Spain In: Advances in Remote Sensing and GIS Applications in forest fire Management from local to global assessments proceedings of the 8th International EARSELFF-SIG Workshop*. Ital, Stresa.
- SPASOJEVIC, M,J; BAHLAI, C,A; BUTTER FIELD, B,J; TUANMU, M,N; SISTLA, S; WIEDERHOLT, R; SUDING,K,N. 2016, *Scaling up the diversity- resilience relationship with trait databases and remote sensing data*. The recovery of productivity after wildfire , Glob Change Biol, 22. 1421-1432.