

## تقييم التغيرات البيئية الناتجة عن الحرائق في منطقة بانياس باستخدام التقنيات الحديثة

امل هيثم سليمان<sup>1\*</sup>، جهاد علي الشاعر<sup>2</sup>

1- طالبة دكتوراه، قسم الجغرافيا، تخصص بيومناخ، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة طرطوس.

\* – [amal\\_1995h@damascusuniversity.edu.sy](mailto:amal_1995h@damascusuniversity.edu.sy)

2-أستاذ، قسم الجغرافية، تخصص مُناخ، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة طرطوس.

### الملخص:

تترك حرائق الغابات آثار بيئية واقتصادية واجتماعية وصحية كبيرة، إذ تؤثر في النظم الإيكولوجية. إن رصد الآثار البيئية لحريق الغابة ذات أهمية قصوى لاقتراح إجراءات للتخفيف من مخاطر وتأثير ذلك الحدث الكارثي. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم التباينات البيئية للغابات المحروقة في منطقة بانياس، وإنتاج خرائط من شأنها المساعدة في تحليل هذه التقييمات. وركزت الدراسة على تحليل التغيرات البيئية الناجمة عن الحرائق في كل من الغطاء النباتي باستخدام مؤشر (NDVI)، ورطوبة التربة باستخدام مؤشر (SMI) بالإضافة إلى تقدير انبعاثات أول أكسيد الكربون (CO) الذي يُعد من أهم الغازات المنبعثة نتيجة لحرائق الغابات. وأظهرت نتائج الدراسة من خلال تحليل صور لاندسات 8 (Landsat 8) ذات الدقة 30م في النطاقات الطيفية المرئية وتحت الحمراء القريبة، باستخدام تقنيات المعالجة الرقمية والخرائط المنتجة بين شهري تشرين الأول وحزيران في عام 2020، وجود ارتباط بين موجات الجفاف، والحرائق والآثار البيئية السلبية، إذ شهدت المنطقة تراجع كثافة الغطاء النباتي خلال الفترة المدروسة حيث تناقصت قيمة مؤشر NDVI من 0,936 قبل الحرائق إلى 0,8350 بعد

تاريخ الإيداع: 2024/07/11

تاريخ القبول: 2024/11/13



حقوق النشر: جامعة دمشق -  
سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق

النشر بموجب الترخيص  
CC BY-NC-SA 04

الحرائق، وتبين من خلال مؤشر NBR تراجع في مساحة الغطاء الحراجي بما نسبته 6,90% وأن المناطق الشمالية الشرقية هي الأكثر تضرراً، ورافقه زيادة مستويات إجهاد رطوبة التربة حيث بلغت قيمة مؤشر SMI الصفر في أكثر المناطق تضرراً، بالإضافة إلى زيادة انبعاثات أول أكسيد الكربون إذ تراوحت قيمته بين (0,029 - 0,032) مول/م<sup>2</sup>. يمكن استخدام نتائج هذه الدراسة بالتعاون مع بيانات منصة مراقبة الحرائق والغابات (FIRMO) لتقييم جودة الهواء والتأثيرات البيئية للحرائق، مما يساهم في تطوير استراتيجيات فعالة لإدارتها، ويساعد في الحفاظ على التنوع البيولوجي واستدامة النظم الإيكولوجية.

**الكلمات المفتاحية:** الغابات المحروقة، لاندسات، NDVI، NBR، SMI.

## Evaluation environmental of changes resulting from fires in Baniyas region using Modern techniques

Aml Haitham Sliman<sup>1\*</sup>, Jehad Ali Al Shaaer<sup>2</sup>

1- PhD student at department of Geography, faculty of Arts and Humanities, Tartous University, Specialization Bioclimatology.

\*-[amal\\_1995h@damascusuniversity.edu.sy](mailto:amal_1995h@damascusuniversity.edu.sy)

2- Professor at department of Geography, faculty of Arts and Humanities, Tartous University, Specialization Climatology

### Abstract:

Forest fires have significant environmental, economic, social, and health impacts, as they affect ecosystems. Monitoring the environmental effects of forest fires is of utmost importance to propose measures to mitigate the risks and impacts of this catastrophic event. This study aims to assess the environmental variations of burned forests in the Baniyas region and produce maps that will aid in analyzing these assessments.

The study focused on analyzing environmental changes caused by fires in vegetation cover using the NDVI index, soil moisture using the soil moisture index (SMI) in addition to estimating carbon monoxide (CO) emissions, which is one of the most important gases emitted as a result of forest fires.

The study results, based on the analysis of (Landsat 8) images with a 30-meter resolution in the visible and near-infrared spectral bands, using digital processing techniques and maps produced between October and June 2020, showed a correlation between drought waves, fires, and negative environmental impacts. The region experienced a decline in vegetation density during the studied period, with the NDVI value decreasing from 0.936 before the fires to 0.8350 after the fires. The NBR index indicated a 6.90% reduction in forest cover, with the northeastern areas being the most affected. This was accompanied by increased soil moisture stress levels, with the SMI index reaching zero in the most affected areas, in addition to increased carbon monoxide emissions, ranging between 0.029 and 0.032 mol/m<sup>2</sup>.

The results of this study can be used in conjunction with data from the Fire Information for Resource Management System (FIRMO) to assess air quality and the environmental impacts of fires. This contributes to developing effective fire management strategies and helps in preserving biodiversity and the sustainability of ecosystems.

**Keywords:** Burned Forests, Landsat, NDVI, NBR, SMI.

Received: 11/07/2024  
Accepted: 13/11/2024



**Copyright:** Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

**المقدمة Introduction:**

تعد حرائق الغابات من أهم التهديدات للبيئة والتنوع البيولوجي، وتسبب تدميراً كبيراً في النظم الإيكولوجية، بالإضافة إلى ذلك، فإن الحرائق تسهم في زيادة انبعاثات أكاسيد الكربون إلى الجو، مما يعزز فعل غازات بيوت الدفيئة، وبالتالي الاحترار العالمي. تزايدت أعداد حرائق الغابات العالمية خاصة في السنوات الأخيرة نتيجة تغير المناخ، إذ فقد العالم حوالي 178 مليون هكتار من الغابات بين عامي 1990 و2020 وفقاً لتقرير منظمة الأغذية والزراعة (الفاو)، كما وتشير بيانات المرصد العالمي للغابات إلى أن الحرائق تتسبب في خسارة ما يقارب ثلث مساحات الغابات التي يفقدها العالم سنوياً، ومن المتوقع أن تصل نسبة أعداد حرائق الغابات العالمية إلى 14% بحلول عام 2030، و50% بحلول نهاية القرن نتيجة تغير المناخ وتغير استخدام الأراضي.

تزداد نسبة حرائق الغابات 20% سنوياً في دول منطقة البحر المتوسط إذ تشكل التهديد الرئيس للغابات، وفقدت الكثير من دول منطقة البحر المتوسط آلاف الهكتارات من الغابات خلال عام 2020 فالليونان خسرت 35 ألف هكتار .

شهد صيف 2020 في سورية درجات حرارة قياسية وحرائق واسعة النطاق حيث تم تسجيل أكثر من 30 ألف هكتار من الأراضي المحروقة بين أراضي زراعية وغابات خضراء وهذا يشكل تهديداً كبيراً للغابات والنظم البيئية، ويجعل عام 2020 فترة مثالية لدراسة تأثيرات الحرائق في ظل ظروف مناخية متطرفة، وتم اختيار منطقة بانياس الغنية بالأحراج والاستعانة ببيانات الأقمار الصناعية لتحليل التغيرات البيئية التي نجمت عن الحرائق فيها.

**الدراسات المرجعية:**

هدفت دراسة (ديوب وزملاءه، 2013، ص111-131) إلى وضع قاعدة بيانات شاملة لمحمية جبل النبي منه في طرطوس وتصميم خرائط خطر الحرائق ونظام إنذار مبكر لها، ووجود برامج متابعة الحرائق بالاعتماد على بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وتحديد أبراج مراقبة الحريق ونظام الإنذار المبكر لها بالاستناد إلى هذه الخرائط وخلصت الدراسة إلى ارتفاع نسبة المناطق عالية الخطورة وأن الحرائق تشكل التهديد الأساسي في المحمية، كما قام (Morante-Carballo., et

(al,2022,P1783) بتقييم حرائق الغابات باستخدام صور لاندسات 8 ومؤشرات للغطاء النباتي، قَدَم مؤشر الغطاء النباتي NDVI معلومات عن كثافة الغطاء النباتي ونوعه، في حين كان مؤشر الغطاء النباتي NBR مفيداً في حساب المنطقة المحروقة، وساهم المؤشران NDVI و NBR في تحديد درجة شدة الحريق من خلال مقارنة الوضع قبل الحريق وبعده.

#### مشكلة البحث :Research Problem:

يعد تأثير النار في النظم البيئية معقد، فالحرائق يمكن أن تغير العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي تحدث تحت سطح الأرض والتي تؤثر في الكتلة الحية فوق السطح.

تعرضت سورية لثلاث موجات حرارية عام 2020، وأسهمت درجات الحرارة المرتفعة في منطقة بانياس خلال صيف هذا العام بشكل كبير في حرائق الغابات إذ تزداد قيم التبخر والنتح مع درجات الحرارة المرتفعة وتجف التربة السطحية، كما يمكن أن تجف النباتات والأشجار، مما يجعلها أكثر عرضة للاشتعال، ويبلغ المتوسط السنوي لدرجة الحرارة في منطقة بانياس 21,1 م° وبلغت قيمة متوسط درجة الحرارة في أشد الأشهر حرارة 29 م°، كما تلعب الرياح دوراً مهماً في اندلاع وانتشار الحرائق وتسود المنطقة محصلة رياح غربية وجنوبية غربية في أشهر الصيف بسرعة وسطية 3م/ثا، إذ يمكن أن تنتقل النيران بسرعة من مكان إلى آخر عندما تكون الرياح قوية، خاصة الرياح الجافة التي تساعد في تجفيف الأشجار و زيادة خطر الحرائق.

#### أهمية البحث :Research Importance:

تعد الحرائق أهم المخاطر التي تتعرض لها الحراج، فالحرائق التي سببها الإنسان تتسبب بزوال مساحات شاسعة من الغابات سنوياً على مستوى العالم، وما يميزها عن غيرها من التّعديات هو سهولة إشعالها وصعوبة إخمادها وسرعة تدميرها لمساحات شاسعة من هذه الغابات.

تعد تقنيات الاستشعار عن بعد وأنظمة المعلومات الجغرافية من أهم التقنيات الحديثة التي تستخدم في مجالات علوم الغابات، وتبلورت هذه الأهمية من خلال الاستثمار الفعال لهذه التقنيات في مجال إدارة وتنظيم الغابات، إذ تعد الوسائل المتبعة في هذا المجال أساس نجاح خطط الإدارة والتنظيم، لما تمتلكه من شمولية ودقة في الحصول على المعلومات المطلوبة في مجال الدراسات الحراجية.

### أهداف البحث :Research aims

- رسم خرائط للمناطق المحترقة وغير المحترقة خلال عام 2020 المميز بالحرائق والتطرف المناخي، بالاستعانة بصورتين من القمر الصناعي لاندسات 8 لما قبل الحرائق بتاريخ 5 حزيران 2020 ولما بعد الحرائق بتاريخ 27 تشرين الأول من العام نفسه لحساب المؤشرات الطيفية.
- إنتاج خرائط الآثار البيئية للحرائق، التي تُسهم في الكشف عن التغير في مساحة الغطاء النباتي ورطوبة التربة وتراكيز أول أكسيد الكربون ومراقبة التطور باستخدام أسلوب المعالجة الرقمية الدقيقة للصور الفضائية، مما يساعد في فهم التغيرات البيئية على المدى القصير وتأسيس قاعدة لدراسات مستقبلية.
- التعرف على مدى ارتباط حدوث حرائق الغابات بمؤشر الغطاء النباتي ورطوبة التربة ونتائجها، وبأول أكسيد الكربون المنبعث في المنطقة، وتقديم بيانات وتحليلات إضافية تعزز من بيانات مراقبة الحرائق والتنبؤ بحدوثها فتجعلها أكثر شمولية.

### مواد البحث وطرائقه :Materials and methods research

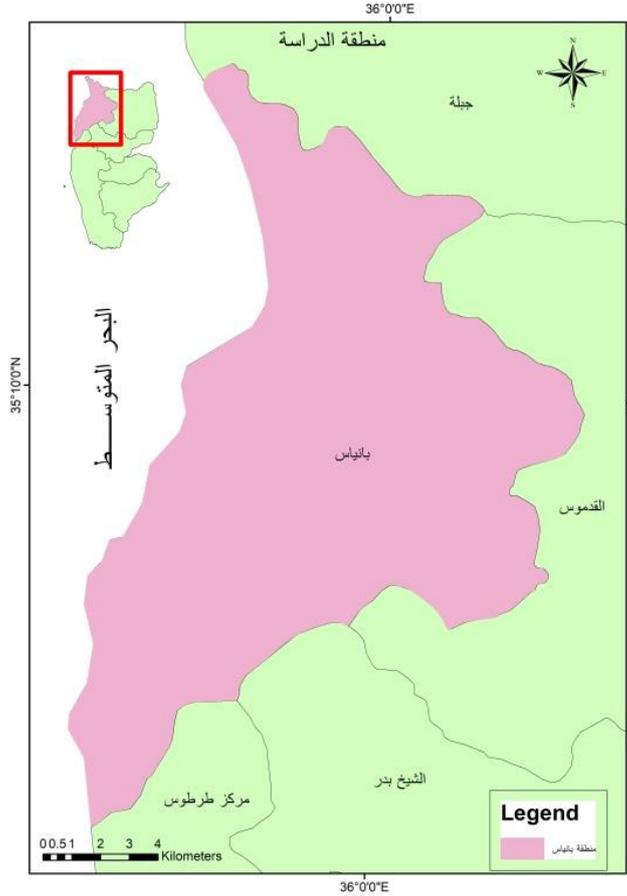
#### منطقة البحث:

تقع منطقة بانياس على الساحل الشرقي للبحر المتوسط في الجمهورية العربية السورية، تمتد فلكياً بين دائرتي عرض:  $35^{\circ} 1'$  و  $54''$  و  $35^{\circ} 14' 16''$  شمالاً، وبين خطي طول:  $35^{\circ} 55' 4''$  و  $36^{\circ} 13' 15''$  شرقاً. يتميز مناخ بانياس بأنه مناخ رطب وشبه رطب تهطل الأمطار على شكل عواصف مطرية تزيد أحياناً عن 60مم/يوم وقد تتجاوز 100مم/يوم (حليمة، 2001، ص 68)،

كما تتميز بانياس بتنوع الغطاء النباتي، حيث تنتشر أشجار السنديان العادي والبلوط والخرنوب والصنوبر والبطم، بالإضافة الى النباتات العشبية والشوكية على الصخور الكلسية.

### الموقع الجغرافي:

تشغل منطقة بانياس الجزء الشمالي الغربي من محافظة طرطوس بمساحة تبلغ 212,34 كم<sup>2</sup>، حيث يحد المنطقة من الشمال منطقة جبلة، من الغرب البحر المتوسط، من الشرق والجنوب الشرقي منطقة القدموس، ومن الجنوب منطقة الشيخ بدر ومركز منطقة طرطوس. والشكل (1) يبين موقع منطقة بانياس فلكياً وجغرافياً.



الشكل(1): الموقع الفلكي والجغرافي لمنطقة بانياس

**مواد البحث Research Materials:**

- مرئيات فضائية القمر الصناعي (Landsat OLI) بدقة 30م تغطي منطقة قبل الحريق في اليوم الخامس من شهر حزيران عام 2020م وبعد الحريق في اليوم السابع والعشرين من تشرين الأول للعام نفسه من الموقع التابع لوكالة المسح الجيولوجية الأمريكية USGS (الموقع: Earth Explorer) ضمن المجمع المكاني WGS 1984.
- مرئيات فضائية من القمر الصناعي Sentinel-5P .
- مايكروسوفت اوفيس.
- ARCGIS.

**طرائق البحث RESEARCH METHODS:**

- استُخدمت مرئيتين فضائيتين من القمر الصناعي Landsat 8 بدقة 30 مترًا لتصوير منطقة بانياس قبل وبعد الحريق (U.S. Geological Survey, 2020 - <https://earthexplorer.usgs.gov/> لتقدير مخاطر الحريق.
- وبعدها تم حساب كل من المؤشرات:

أ. مؤشر الاختلاف الطبيعي للنباتات (NDVI): لتقدير خضرة الغطاء النباتي قبل وبعد الحريق وتقييم التغيرات في صحة النبات:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

NIR (Near Infrared): الأشعة تحت الحمراء القريبة، Red: الأشعة الحمراء

وصياغة (NDVI) باستخدام صور القمر الصناعي Landsat8 تكون كالآتي:

$$NDVI = \text{Band5} - \text{Band4} / \text{Band5} + \text{Band4}$$

ثم أنشئت مقارنة في مؤشر الغطاء النباتي قبل الحريق وبعده:

$$dNDVI \text{ Vegetation map} = NDVI \text{ vegetation pre\_fire} - NDVI \text{ vegetation post\_fire}$$

ب. مؤشر معدل الحرق الطبيعي (NBR): باستخدام الصيغة التالية:

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

(Shortwave Infrared) SWIR): الموجات القصيرة للأشعة تحت الحمراء، NIR: الأشعة تحت الحمراء القريبة

وصياغة (NBR) باستخدام صور القمر الصناعي Landsat8 تكون كالآتي:

$$NBR = \frac{Band5 - Band7}{Band5 + Band7}$$

ثم طُرحت صورة الاختلاف NBR قبل حدوث الحرائق من صورة بعد حدوث الحرائق والنتيجة صورة بقيم بكسل توضح الاختلاف

في مناطق معينة مما يسمح بتقدير شدة الحريق:

$$dNBR \text{ Vegetation map} = NBR \text{ vegetation pre\_fire} - NBR \text{ post\_fire}$$

بعد تحليل البيانات لتحديد المناطق المحترقة وتقييم شدة الحرائق باستخدام الأدوات الجغرافية ضمن برنامج نظم المعلومات

الجغرافية GIS تم اظهار النتائج على شكل خرائط.

الجدول(1): معادلات ورموز مؤشرات الغطاء النباتي المستخدمة في هذه الدراسة.

المرجع	الصيغة	المؤشر النباتي
García and Caselles, 1991	$(NIR - SWIR2) / (NIR + SWIR2)$	NBR
Tucker, 1979	$(NIR - Red) / (NIR + Red)$	NDVI

المصدر: [Landsat Missions | U.S. Geological Survey \(usgs.gov\)](https://www.usgs.gov/missions)

NIR، الأشعة تحت الحمراء القريبة؛ SWIR: الأشعة تحت الحمراء ذات الموجة القصيرة.

ج. مؤشر رطوبة التربة (SMI):

استُخدم الاستشعار عن بعد في العديد من الدراسات لرسم خرائط رطوبة التربة بمقاربات مختلفة بما في ذلك درجة حرارة التربة

السطحية (El-Attar, 2019, P136-163)، وتم تقدير قيم رطوبة التربة عبر تقدير درجة الحرارة السطحية للتربة " Land Surface

"Temperature "LST" المشتقة من النطاق تحت الأحمر للحرارة الكهرومغناطيسية التي يتم استقبالها في القمر الصناعي

Landsat 8، إذ يتراوح قيم مؤشر الرطوبة من 0 إلى 1، مع 0 يشير إلى الظروف الجافة القاسية و 1 يشير إلى الظروف الرطبة

(Saha et al; 2018,p2) وفق المعادلة (Łabędzki & Bąk,2014,p2-13):

$$SMI = (LST_{max} - LST) / (LST_{max} + LST_{min})$$

SMI (soil moisture index): مؤشر رطوبة التربة

$LST_{max}$ : أكبر درجة حرارة سطح التربة (درجة مئوية)

$LST_{min}$ : أدنى درجة حرارة سطح التربة (درجة مئوية).

ح. أول أكسيد الكربون (CO):

تعمل الغابات على امتصاص وتخزين الكربون من الغلاف الجوي وعندما يتم حرقها فإنها تطلق هذا الكربون المخزن مرة أخرى إلى

الغلاف الجوي، وتتسبب النشاطات البشرية بنصف كمية أول أكسيد الكربون في الغلاف الجوي (الشاعر، 2011، ص129).

تم تحديد منطقة البحث وتحليل بيانات الأقمار الصناعية عالية الدقة Sentinel-5P (S5P) TROPOMI التي استخدمت مؤخراً في

أبحاث مراقبة جودة الهواء (Wang et al; 2023, P129) بالاستعانة بمنصة (GEE) واستخراج البيانات الخاصة بتراكيز أول أكسيد

الكربون ثم مقارنة هذه التراكيز قبل الحرائق وبعدها إذ تتمثل مهمة Sentinel-5P في مراقبة جودة الهواء والمناخ وطبقة الأوزون على

نطاق عالمي من عام 2017 إلى عام 2023، وبالتالي توفير بيانات أفضل لدعم الأبحاث (Sunarta&Saifullo, 2022, P142).

• منصة Google earth engine (GEE): لتحليل كميات كبيرة من بيانات الأقمار الصناعية عبر الزمان والمكان، حيث تم

تحليل البيانات المحملة من (S5P) لاستخلاص تراكيز أول أكسيد الكربون، إذ من الممكن الاستفادة من قدرات الحوسبة السحابية

المتقدمة للمنصة لقياس الانبعاثات الغازية وإجراء حسابات جغرافية مكانية (Goparaju et al., 2023)، وتستخدم هذه المنصة

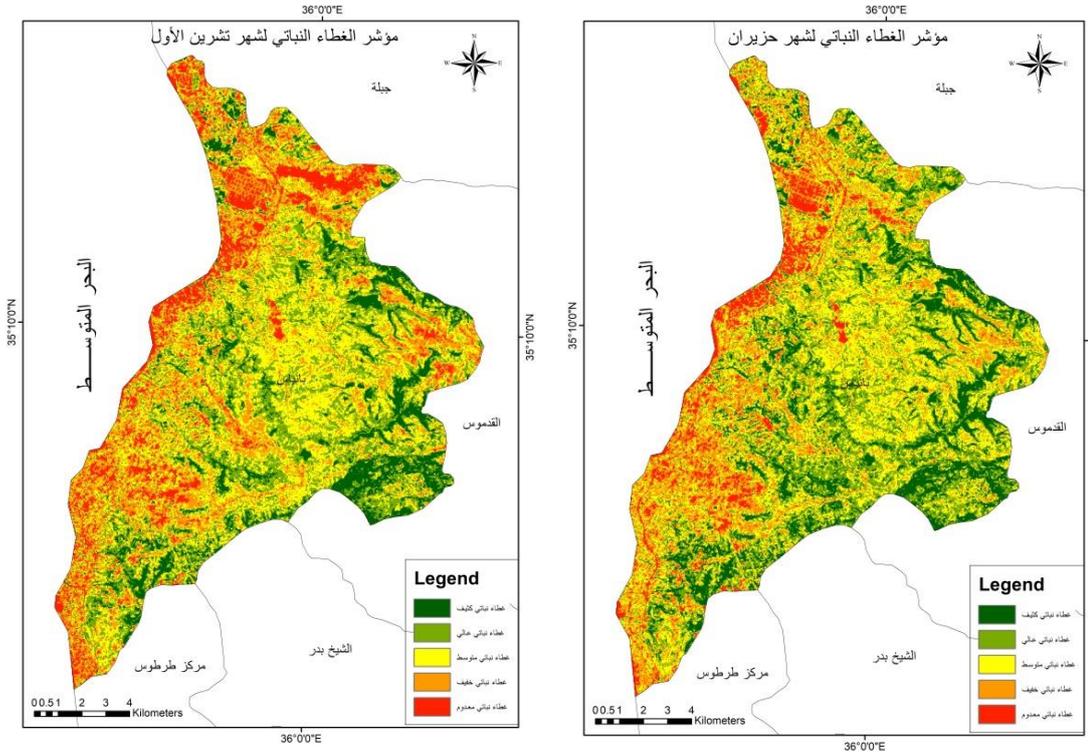
لمراقبة استخدامات الأراضي وتغير الغطاء النباتي ومراقبة الحرائق.

**النتائج والمناقشة:**

أولاً: تقييم تغيرات الغطاء النباتي في المنطقة المدروسة باستخدام مؤشر NDVI:

## أ.مقارنة التغيرات قبل وبعد الحرائق:

تترك حرائق الغابات آثاراً كارثية ومدمرة، وخاصة مع تزايد أعدادها الذي ترافق مع تغير المناخ في السنوات الأخيرة (Avetisyan et al; 2022,p5)، إذ يؤثر فقدان مساحة مهمة من الغابة بشكل مباشر على المنظومة البيئية المحلية التي تعاني من الهشاشة، وبالتالي ستصبح المساحات العارية من السطح عرضة للتآكل والتعرية المائية والهوائية. يتبين أن هناك تراجع واضح للغطاء النباتي في منطقة بانياس من خلال المقارنة بين الشكل (2) والشكل (3). خلف هذا التراجع خسائر كبيرة على مستوى التشكيلات الغابية، والتي تأثرت بالحرائق المتكررة التي عرفتها المنطقة.



الشكل (3) مؤشر الغطاء النباتي لمنطقة بانياس

الشكل (2) مؤشر الغطاء النباتي لمنطقة بانياس

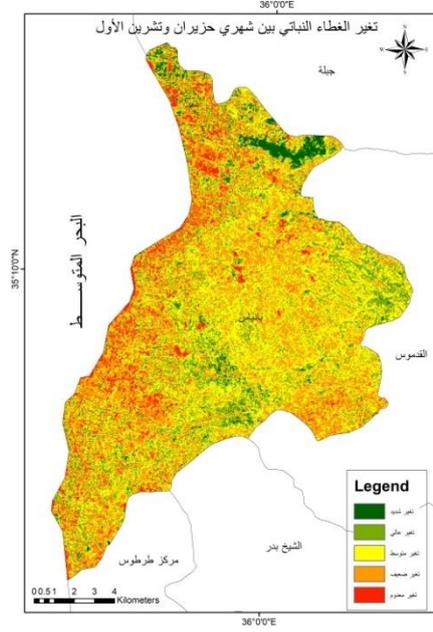
في شهر تشرين الأول من سنة 2020

في شهر حزيران من سنة 2020

يتميز توزيع الغطاء النباتي (شكل 2) قبل التعرض للحرائق بالتباين والاختلاف الشديد؛ سواء تعلق الأمر بالتوزيع والانتشار أو بالحجم والكثافة. ويتبين من الخرائط أن هناك تدرج في كثافة الغطاء النباتي من الكثيف الموضح باللون الأخضر إلى الغطاء النباتي المعدوم باللون الأحمر، ويجد هذا تفسيره في تركيز المجال الحضري غرباً حيث مركز المدينة وارتفاع أعداد السكان، بالإضافة إلى الشركات ومدنها السكنية التي أقيمت على ساحل المنطقة، وهذا يتفق مع دراسة (McBride.,et al,1996,P1193- 1202)، حيث نتج عن ازدياد الأماكن السكنية في سييرا نيفادا في أمريكا إلى انخفاض في مساحة الغطاء النباتي وانخفاض في كثافة الأشجار. بينما بالاتجاه شرقاً تظهر الخريطتان معاً انتشاراً واضحاً للغطاء النباتي مقارنة بالجهة الغربية، تتميز المنطقة في هذا الجزء باستقرار الكثافة السكانية المنخفضة وتعلق سكان القرى، تمتاز هذه المناطق بتربتها الخصبة ووفرة الأراضي الزراعية والمناطق الحرجية ويتضح تراجع في كثافة ومساحات هذا الغطاء في الفترة القصيرة الفاصلة ما بين شهري حزيران وتشيرين الأول من سنة 2020، وذلك يعود لممارسة الأنشطة البشرية كالرعي الجائر والاحتطاب وجفاف الغطاء العشبي بالإضافة إلى تزايد موجات الحر والتي زادت من ارتفاع عدد الحرائق. يتضح فرق التصنيفين انطلاقاً من مقارنة الخريطتين معاً، إذ يظهر فيه وجود كثافة مهمة للغطاء النباتي في مرئية ما قبل الحرائق (شكل 2)، بينما تظهر مرئية ما بعد الحريق شمالاً وشرقاً انخفاض في مستوى الغطاء النباتي (شكل 3).

#### ب. تغيرات الغطاء النباتي:

توضح الخريطة الناتجة عن تحليل الكشف (شكل 4) بوجود اختلاف في الغطاء النباتي بين شهري تشيرين الأول وحزيران من خلال مؤشر NDVI، ويظهر التغير الشديد باللون الأخضر، أما التغير المعدوم باللون الأحمر.



الشكل (4): تغيرات الغطاء النباتي بين شهري حزيران وتشرين الأول لعام 2020

يُلاحظ من الشكل (4) تغيراً واضحاً في الغطاء النباتي، خاصة في أقصى الشمال الشرقي لمنطقة الدراسة فيظهر التغير المعدوم باللون الأخضر بشكل واضح، فلم يتبق أي غطاء نباتي كان موجوداً في هذا الجزء خلال شهر حزيران وذلك بسبب الحرائق، فالحريق وبدقائق يدمر من الغابات ما استغرقتة الطبيعة مئات السنين في تكوينها (علي، 2004، ص 107-108). كما هو موضح في الجدول (2).

الجدول (2): قيم مؤشر الغطاء النباتي NDVI والتغير بسبب الحرائق

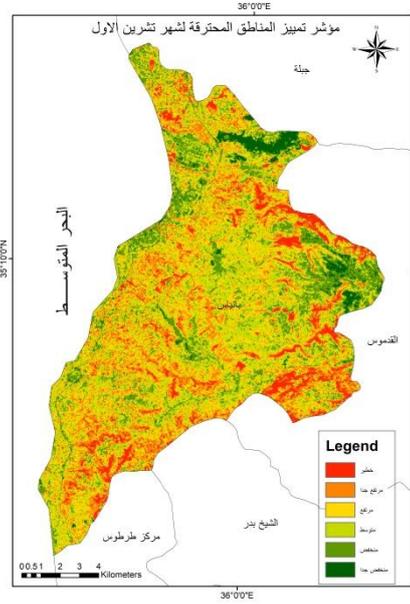
قيم مؤشر NDVI	قبل الحرائق (حزيران)	بعد الحرائق (تشرين الأول)
أقل قيمة	- 0.3179	- 0.4337
أكبر قيمة	0.936	0.8350

تبيّن من خلال الجدول (2) تناقص قيم مؤشر NDVI من 0,936 إلى 0,835، وهذا يعني أن مساحة الغطاء النباتي قد تناقصت.

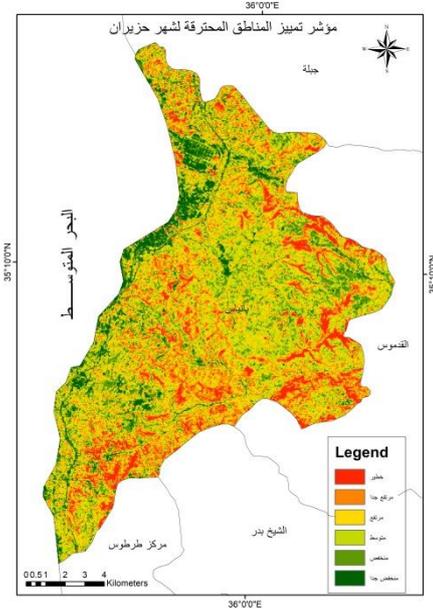
## ثانياً: دراسة مؤشر معدل الحرق الطبيعي NBR:

يُظهر الغطاء النباتي امتصاصاً منخفضاً وانعكاساً ونفاذية عالية لأطوال موجات NIR، بينما في المناطق المتأثرة بالحرائق، تتمتع المناطق التي تم حرقها مؤخراً بانعكاسية عالية لنطاق SWIR وانعكاس منخفض نسبياً لنطاق NIR (Pepe & Parente, 2018)،

وتوضح الخريبتين في الشكلين (5،6) تمييز المناطق التي تعرضت للاحتراق لشهري حزيران وتشيرين الأول



الشكل (6) مؤشر تمييز المناطق التي

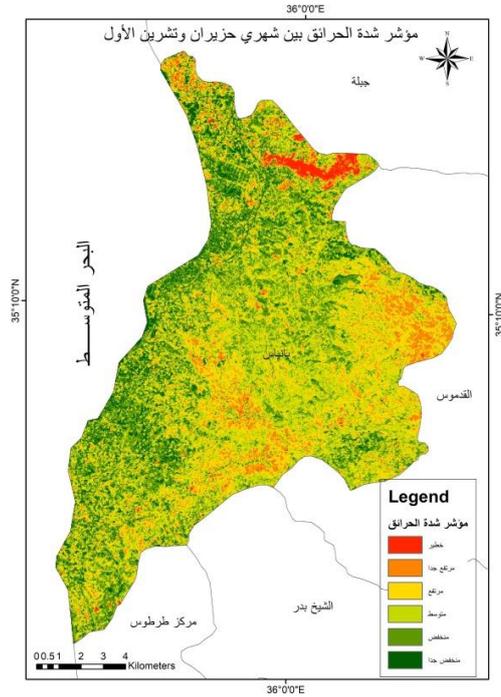


الشكل (5) مؤشر تمييز المناطق التي

تعرضت للاحتراق في تشيرين الأول 2020

تعرضت للاحتراق في حزيران 2020

يلاحظ من الموازنة بين الشكل (5) الذي يوضح مواقع انتشار الأبحاث في شهر حزيران للعام 2020، والشكل (6) الذي يوضح مواقع انتشار الأبحاث في شهر تشيرين الأول من العام نفسه تغيراً واضحاً في قيم NBR بين التغير الخطير باللون الأحمر والتغير المنخفض جداً باللون الأخضر، وبالتالي يُمكن من خلال حساب الفروق ملاحظة وحساب التغيرات المكانية بعد الحريق في بيئة المنطقة، مع الإشارة إلى أنه مع تطور الحرائق البسيطة إلى حرائق ضخمة، تُسبب دماراً شديداً في النظم الإيكولوجية -P361, (Roy, 2003400). والنتيجة تظهر في الشكل رقم (7).



الشكل(7): مؤشر شدة الحرائق بين شهري حزيران وتشرين الأول لعام 2020

يتبين من الخريطة الموضحة في الشكل السابق أن المناطق الشمالية الشرقية من منطقة بانياس، كانت المجالات الأكثر تضرراً والأعلى شدة حرائق، وهذا يفسر تغيرات الغطاء النباتي المعدومة في هذا الجزء كما تبين في الشكل (4)، إذ تشكل الحرائق التهديد الرئيس للغابات في سورية (علي، 2004، ص 101)، ويوضح الجدول (3) مساحة الغطاء الحراجي التي تعرضت للحرائق خلال عام 2020 فقط:

الجدول(3): التغير في مساحة الغطاء الحراجي التي تعرضت للحرائق في منطقة بانياس خلال عام 2020 مقدرة ب (الدوم):

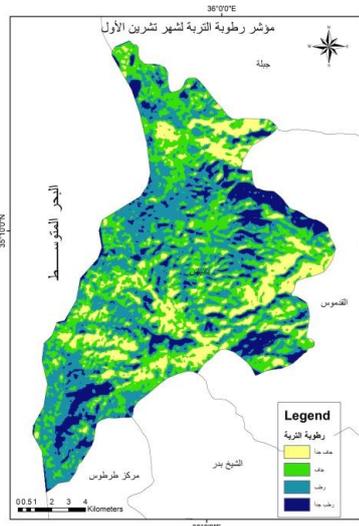
مساحة الغطاء الحراجي التي تعرضت للحرائق المقدره من دائرة الزراعة في بانياس	مساحة الغطاء الحراجي التي تعرضت للحرائق المقدره من صور التابع الصناعي	مساحة الغطاء الحراجي في منطقة بانياس خلال عام 2020
3046,5	3467,7	49900

يتبين من الجدول (3) أن مساحة الأحرار في المنطقة قد تضاعفت نتيجة تعرضها للحرائق، ويفقد الساحل السوري آلاف الهكتارات من الغطاء النباتي نتيجة الحرائق كما أظهرت نتائج (مرهج وزملاؤه، 2020، ص 77-78) أكبر مجموع مساحة محروقة في محافظة

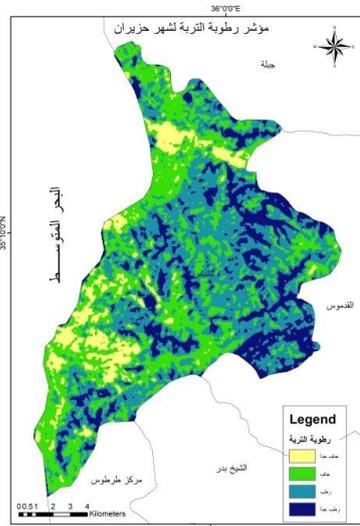
اللاذقية خلال أعوام 1990، 1991، 1992م بمساحات 9423.5 هكتار وكان عددها 18 حريقاً، و7668.1 وعددها 17 حريقاً، و5578.6 هكتار وعددها 10 حرائق، على التوالي.

ثالثاً: تقييم التغيرات في رطوبة التربة SMI لمنطقة بانياس:

تلعب حرائق الغابات دوراً مهماً في تغير الغطاء النباتي وتدهور التربة (Pettinari et al., 2011, P32)، كما تُظهر نتائج تحليل الخارطة في الشكل (8) وتلك في الشكل (9) أن قيمة مؤشر SMI منخفضة في الأجزاء التي تعرضت للحرائق (قيمة المؤشر 0) باللون الأصفر.



الشكل (9): رطوبة التربة لمنطقة بانياس



الشكل (8): رطوبة التربة لمنطقة بانياس

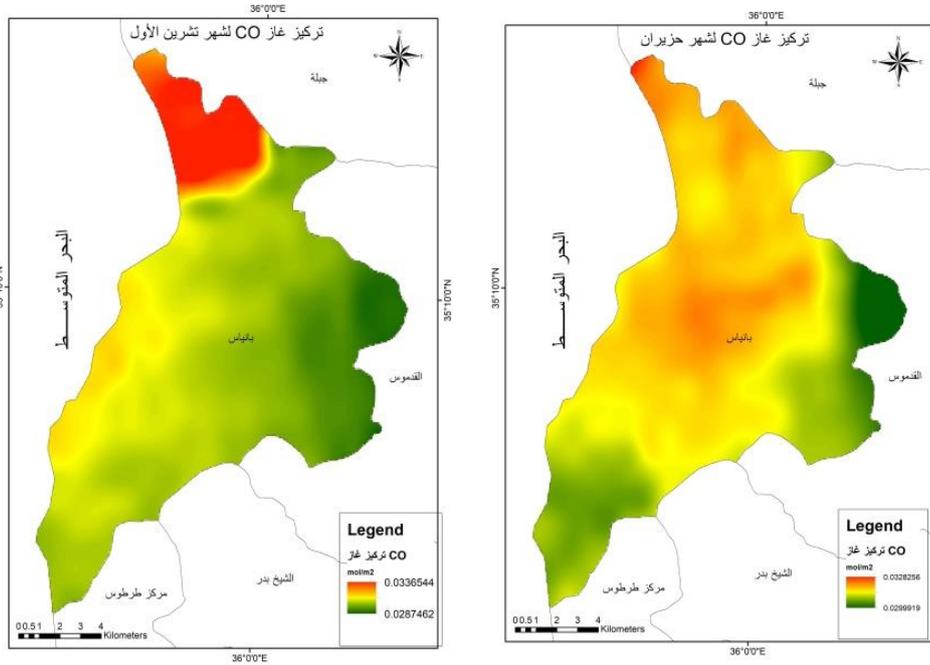
في شهر تشرين الأول 2020

في شهر حزيران 2020

يُلاحظ أن مؤشر SMI مرتفع في الجزء الغربي على الساحل، حيث غالبية ترب المنطقة باللون الأزرق الغامق والفاتح، كما أن القيمة الأعلى لكثافة الغطاء النباتي؛ ستعقبها زيادة في قيمة رطوبة التربة إذ أن العلاقة بين NDVI ورطوبة سطح التربة لها علاقة إيجابية قوية. أغلب الترب في المنطقة رطبة ورطبة جداً قبل الحريق، بينما تتأثر بشكل كبير بعد الحرائق لتصبح تربة جافة وجافة جداً خاصة في المناطق التي بلغ فيها مؤشر شدة الحرائق كبير.

## رابعاً: تقييم التغيرات في تراكيز غاز أول أكسيد الكربون في منطقة الدراسة:

تُقدَّر نسبة أول أكسيد الكربون العالمية المنطلق بسبب حوادث الحرائق بنحو 36% (Zheng et al;2019,P1411-1436). كما يتبين من تحليل الخرائط الخاصة بتركيز Co (شكل 10، شكل 11) أن لزيادة تراكيزه ارتباطاً وثيقاً بفترة الحرائق وتراوحت قيمته بين (0.029 - 0.032) مول/م<sup>2</sup>، حيث تركزت القيمة المنخفضة في المناطق الشرقية من منطقة بانياس التي تتخضض فيها نسبة العمران مقابل زيادة الأراضي المزروعة بعيداً عن المنشآت الصناعية التي تطلق أول أكسيد الكربون.



الشكل(11) تركيز غاز CO لمنطقة بانياس

الشكل (10) تركيز غاز CO لمنطقة بانياس

في شهر تشرين الأول من سنة

في شهر حزيران من سنة 2020

يُلاحظ أن القيم المتوسطة لتراكيز أول أكسيد الكربون كانت في غرب المنطقة حيث مصادر الاحتراق غير الكامل الحاوية على الكربون من الاسترداد طرطوس - اللاذقية وتركز وسائل النقل ضمن المدينة بالإضافة إلى المصانع والمعامل، أما القيم المرتفعة منها تركزت في شمال المنطقة حيث تراجعت مساحة الغابات التي تعرضت للحرائق فكان أكبر تركيز لأول أكسيد

الكربون (مول/م<sup>2</sup>) إذ له ارتباط ايجابي بأماكن الحرائق وأكبر مؤشر شدة حرائق حسب ما ورد سابقاً (شكل 7). وبالنتيجة تُعد حرائق الأحرار في المنطقة مصدراً رئيساً لانبعاثات أول أكسيد الكربون ويمكن أن تؤثر حرائق الغابات على جودة الهواء.

### النتائج:

1. توفر الدراسة بيانات دقيقة ومهمة حول تأثيرات الحرائق في منطقة بانياس خاصة خلال عام شهد تطرفاً حرارياً وحرائق واسعة النطاق.
2. تناقصت قيمة مؤشر NDVI خلال عام 2020 وهذا يدل على تراجع كثافة الغطاء النباتي.
3. تعد المناطق الشمالية الشرقية هي الأكثر تأثراً بتراجع مساحة الغطاء الحراجي، والذي انخفضت مساحته بنسبة 6,90%.
4. ارتفاع مستويات إجهاد رطوبة التربة، في المناطق التي تعرضت للحرائق حيث بلغت قيمة مؤشر SMI الصفر في أكثر المناطق تضرراً.
5. زيادة انبعاثات أول أكسيد الكربون إذ تراوحت قيمته بين (0,029 – 0,032) مول/م<sup>2</sup>، وموزعة مكانياً في المناطق ذات الغطاء النباتي المحترق.
6. توضح الدراسة أن استخدام مؤشرات الغطاء النباتي مثل NBR و NDVI ومؤشر رطوبة التربة SMI، المشتقة من صور Landsat 8، ومستويات تراكيز أول أكسيد الكربون المشتقة من صور Sentinel-5P يمكن أن يقيم مخاطر الحرائق في الغابات على جودة الهواء والنظام البيئي.

### المقترحات:

1. مقارنة تأثيرات حرائق صيف 2020 مع أعوام أخرى في منطقة بانياس.
2. تحليل عدد الحرائق، ومساحاتها، وتأثيراتها البيئية، وتطبيق نفس المنهجية في مناطق ذات خصائص بيئية مشابهة خاصة في منطقة البحر المتوسط.
3. تعزيز نتائج مؤشر NDVI بتطبيق تقنية كشف التغير (change detection) لملاحظة التغيرات الزمنية في الغطاء النباتي.

4. رصد مستويات غازات الهواء في مناطق الحرائق قبل وبعد الحريق، ودراسة تأثير الحرائق على تراكيز الغازات المختلفة.
5. تطبيق تقنيات الاستشعار عن بعد لمراقبة التغيرات في الغطاء النباتي ورطوبة التربة بعد الحرائق على نطاق واسع.
6. دراسة تأثير انخفاض رطوبة التربة على إنتاجية الأراضي الزراعية في المناطق المتضررة من الحرائق.
7. توظيف البرمجيات المتخصصة في النمذجة البيئية، لإنشاء نماذج إحصائية بهدف تحديد تأثيرات الحرائق على البيئة.
8. استخدام نتائج هذه الدراسة بالتعاون مع بيانات منصة مراقبة الحرائق والغابات السورية (FIRMO) لتقييم تأثير الحرائق على النظم الإيكولوجية وجودة الهواء مما يساهم في تطوير استراتيجيات فعالة لإدارة الحرائق ويحافظ على التنوع البيولوجي واستدامة النظم الإيكولوجية.

#### التمويل:

هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

**المراجع (References):**

1. Ali, Mahmoud. (2004). Analytical Study of Forest Fires in Lattakia and Al-Ghab (Syria). Tishreen University Journal for Studies and Research – Agricultural Sciences Series, 26(1), 101-118.
2. Ali, Mahmoud. (2004). Forest Soil Science. Syria: Tishreen University Publications, Faculty of Agriculture, 337.
3. Avetisyan, D., Velizarova, E., & Filchev, L. (2022). Post-fire Forest Vegetation State Monitoring Through Satellite Remote Sensing and in Situ Data. Remote Sensing, 14(24), 6266.
4. Diop, Fadi, Abbas, Hikmat, Idris, Younes. (2013). Monitoring Forest Fires in the Nabi Matti Reserve (Tartous Governorate) Using Remote Sensing and Geographic Information Systems Technologies. Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research, 35(3),111-131.
5. Duarte, R., Garcia-Riazuelo, A., Sáez, L. A., & Sarasa, C. (2022). Analysing Citizens' Perceptions of Renewable Energies in Rural Areas: A Case Study on Wind Farms in Spain. Energy Reports, 8, 12822-12831.
6. El-Attar, M. (2019). Evaluating and Empirically Improving the Visual Syntax of Use Case Diagrams. Journal of Systems and Software, 156, 136-163.
7. GAO, B.C. (1996). NDWI-A Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water from Space. Remote Sens. Environ. 58(3), 257–266.
8. García, M.L., Caselles, V. (1991). Mapping Burns and Natural Reforestation Using Thematic Mapper Data. Geocarto Int. 6(1), 31–37.
9. Goparaju, L., Pillutla, R. C. P., & Venkata, S. B. K. (2023). Assessment of Forest Fire Emissions in Uttarakhand State, India, Using Open Geospatial Data and Google Earth Engine. Environmental Science and Pollution Research, 30(45), 100873-100891.
10. Halima, Abdel-Karim. (2001). The Syrian Coastal Region: A Study in Water Geography. PhD Thesis, Damascus University, p. 68.
11. Merhej, Ola Ali, Thabet, Ali, Ali, Mahmoud, Idris, Younes. (2020). Assessment of Land Use Changes and Fire Risk on the Forests of Al-Bayer and Al-Basit (Latakia Governorate) during the Period 1977-2017 Using Remote Sensing and GIS Technologies. PhD Thesis, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, pp. 77-78.
12. Rakiya, Adel Sharif. (2012). Study of Mollisol Soils in the Syrian Coastal Region. Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research, Volume 34, Issue 3, pp. 42-46.
13. Al-Sha'er, Jihad Ali. (2011). Climate Change and Its Impact on Human Health. Damascus University Publications, p. 129.