

Evaluation spectral indicators to estimate burnt areas: Case study of Gholama Mountain, Tanomah area

Thikra Abduljalil Salam

Eman Rafi Alamri

College of Art || Princess Nourah bint Abdulrahman University || KSA

Abstract: The purpose of this paper is to identify the burnt areas occurred in Gholama Mountain during the summer of 2020 using change detection analysis techniques. Multispectral images were obtained by Landsat 8. Satellite images of the same area at different times were compared, where landscape change were evaluated. In this paper, change detection technique was applied; to determine the burnt area and analyze it using several remote sensing indicators, in particular NBR index (Natural Burn Ratio) and the NDVI Index (Normalized Difference Vegetation Index) according to the case study in Gholama Mountain in Tanomah, using images derived from Landsat 8 images. The burnt areas were identified in a specific period and performance of the two indicators was evaluated. In fact, after creating confusion matrix for the two tested indicators, using methods, which indicate objective map quality (user accuracy, product accuracy, general accuracy and kappa coefficient), percentage values for each analyzed indicator were compared, and different methods for measuring accuracy revealed high quality for the results which can be achieved by the NBR index.

Keywords: remote sensing, spectral indicators, burnt areas maps, Landsat 8.

تقويم المؤشرات الطيفية لتقدير المساحات المحروقة: دراسة حالة جبل غلامة، بمنطقة تنومة

ذكرى عبد الجليل سلام

إيمان رافع العمري

كلية الآداب || جامعة الأميرة نورة || المملكة العربية السعودية

المستخلص: الغرض من هذه الورقة هو تحديد المناطق المحروقة التي حدثت في جبل غلامة خلال صيف 2020 باستخدام تقنيات تحليل الكشف عن التغيير. وقد تم الحصول على صور متعددة الأطياف بواسطة قمر لاندسات 8، وقورنت صور الأقمار الصناعية للمنطقة نفسها في أوقات مختلفة؛ لتقييم تغير المناظر الطبيعية. في هذه الورقة طُبقت تقنية الكشف عن التغيير؛ لتحديد المنطقة المحروقة وتحليلها باستخدام عدة مؤشرات للاستشعار عن بعد، خاصة مؤشر NBR (نسبة الحرق الطبيعي) ومؤشر NDVI (الفرق الطبيعي للغطاء النباتي) حسب دراسة الحالة في جبل غلامة في منطقة تنومة، باستخدام الصور المستمدة من صور لاندسات 8، وقد تم تحديد المناطق المحترقة في فترة محددة وتقييم الأداء للمؤشرين. في الواقع، بعد إنشاء confusion matrix للمؤشرين المختبرين، من خلال استخدام الطرق التي تشير إلى جودة الخريطة الموضوعية (دقة المستخدم، دقة المنتج، الدقة العامة ومعامل كابتا)، قُورنت القيم المئوية لكل مؤشر تم تحليله، وكشفت الطرق المختلفة لقياس الدقة عن الجودة العالية للنتائج التي يمكن تحقيقها بواسطة مؤشر NBR.

الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بعد، المؤشرات الطيفية، خرائط المناطق المحروقة، لاندسات 8.

المقدمة.

تعدّ الغابات من أهم العناصر الطبيعية للمناظر الطبيعية، ومن أكثر الأنواع ثراءً للموارد، فضلاً عن أنها توفر مجموعة من الوظائف البيئية والاقتصادية والاجتماعية والثقافية لجميع الكائنات الحية، وتكوّن موائل لأنواع مختلفة مختلفة (KESGİN ATAK & ERSOY TONYALOĞLU, 2020). تحتل الغابات ما يقرب من ثلث سطح الأرض، فهي تلتقط نسبة أعلى من الطاقة الشمسية، وتشكّل جزر تبريد كبيرة، حيث تحتوي على أكبر تركيزات من المواد العضوية، وتعمل كأحواض كربون مقارنة بجميع الأنواع الأخرى في النظم البيئية والأرضية والمائية (KESGİN ATAK & ERSOY TONYALOĞLU, 2020).

ومع ذلك، فقد تعرضت الغابات في جميع أنحاء العالم للتدهور والزوال بشكل متزايد؛ نتيجة الطلب المتزايد على الموارد الطبيعية؛ لتلبية متطلبات النمو السكاني، إضافةً لتعرضها للكوارث الطبيعية؛ كالحرائق التي تُعدّ واحدة من أخطر الكوارث في العالم؛ لتسببها في تدمير مساحات كبيرة جداً من الغابات في وقت قصير جداً ما لم تُتخذ الاحتياطات اللازمة (KESGİN ATAK & ERSOY TONYALOĞLU, 2020). وغالباً ما تكون الحرائق من السمات الرئيسية لاضطراب الغابات، حيث تتأثر الغابات أولاً بشدة النار، والتي بدورها تتحكّم فيها عدة عوامل بيئية تؤثر على عملية الاحتراق، مثل: الكمية، ورطوبة التربة، والوقود، ودرجة حرارة الهواء، وسرعة الرياح، وتضاريس الموقع (Certini, 2005).

ووفقاً لمصادر صحيفة سبق، فقد تعرض جبل غلامة في منطقة تنومة بمنطقة عسير للحريق خلال عام 2020، حيث ما يقرب من 70% من الحرائق امتدّت على مساحة تتراوح بين 3 إلى 4 كم (500*1000 متر)، مما نتج عنه تدمير للأشجار والغابات، حيث تشتهر المنطقة بغابات العرعر. وفي هذا البحث، تم تطبيق المقارنة المباشرة باستخدام تقنية الكشف عن التغيير؛ لتحديد المنطقة المحروقة وتحليلها باستخدام عدة مؤشرات للاستشعار عن بعد، منها: مؤشر NBR (نسبة الحرق الطبيعي)، ومؤشر NDVI (الغطاء النباتي). وباستخدام الصور المستمدة من القمر الصناعي Landsat8، تم تحديد المناطق المحروقة في فترة محددة، وتقييم الأداء للمؤشرين، حيث تم تناول هذا الموضوع من خلال دراسة هاربي وآخرين (2015)، (Herbei & et alK, 2015)، والتي تم فيها حساب العديد من مؤشرات الغطاء النباتي (VI) في المنطقة المدروسة: مؤشر الغطاء النباتي (NDVI)، نسبة الفرق الطبيعي (NDBR) في منتزه دوموغليد فاليا سيرني الوطني في رومانيا، بالاعتماد على لاندسات 8.

وأخيراً سوف يتطرق البحث لخوارزمية confusion matrix للمؤشرين المختبرين، من خلال استخدام الأساليب التي تشير إلى جودة الخريطة الموضوعية (دقة المستخدم، دقة المنتج، الدقة العامة ومعامل كايا)، وقد قُورنت القيم المئوية لكل مؤشر تم تحليله.

وقد كشفت الطرق المختلفة للتحليل من خلال قياس الجودة العالية للنتائج، التي يمكن تحقيقها بواسطة مؤشر NBR، وتبيّن أن مؤشر NDVI كان غير كافٍ في بعض المناطق؛ للتعرف على المناطق المحترقة.

مشكلة الدراسة:

تُعد حرائق الغابات كارثة من الكوارث الطبيعية المناخية أو حدثاً من صنع الإنسان، ورغم أنها تحدث من غير سابق إنذار وفي أي زمان ومكان، إلا أنها تسبّب الكثير من الخسائر في الأرواح والممتلكات؛ كوسائل الاتصال والنقل والكهرباء، كما أنها تؤثر أيضاً على جودة الهواء. ويمكن للدراسة أن تحدد حجم الخسائر في مساحة الأراضي المحترقة عن طريق استخدام المؤشرات الطيفية لحساب مساحة الأراضي التي تعرّضت للحريق، وقياس دقتها ومدى صحتها

باستخدام معامل كبا، ودقة المستخدم والمنتج والدقة العامة، ومقارنة النتائج للمؤشرات التي تم الاعتماد عليها في هذه الدراسة NDVI وNBR.

أهداف الدراسة:

- 1- تقييم مؤشرات الأداء الطيفية (NDVI) و(NBR): لتمييز المناطق المحترقة وغير المحترقة بعد الحريق مباشرة في منطقة جبل غلامة في 22 أكتوبر 2020.
- 2- رسم خرائط للمناطق المحترقة وغير المحترقة بالاستعانة بمريئتين من القمر الصناعي لاندسات 8 لما قبل الحريق بتاريخ 17 أكتوبر 2020، ولما بعد الحريق بتاريخ 18 نوفمبر 2020؛ لحساب المؤشرات الطيفية.

الدراسات السابقة.

- يمكن التعرف على المناطق المحروقة في مجال الاستشعار (RS) عن طريق تنفيذ العديد من الأساليب في عدة دراسات؛ لمقارنة إمكانات المؤشرات المشتقة من الأقمار الصناعية (Shahzad et al., 2018). بالإضافة إلى ذلك، هناك مجموعة متزايدة من الدراسات التي تدرك أهمية المؤشرات الطيفية كوسيلة سريعة وفعالة، من حيث تحديد مناطق الغابات المحروقة ورسم خرائطها، بما في ذلك تطبيق مقياس مؤشر الجفاف متعدد النطاقات (NMDI)، ونسبة الحرق الطبيعي (NBR)، ومؤشر منطقة الحرق المعدل (BAIM)، ومؤشر الغطاء النباتي (NDVI)؛ لرسم خرائط لمساحة الغابات المتأثرة بحرائق الغابات في منطقة تلال موري في باكستان، حيث تمت معالجة الصور قبل حرائق الغابات وبعدها لـ Landsat 8 (Shahzad et al., 2018).
- كما تمت دراسة منتزه دوموغليد فاليا سيرني الوطني في رومانيا، بناءً على لاندسات 8، وقد حُسبت العديد من مؤشرات الغطاء النباتي (VI) في المنطقة المدروسة، مثل: مؤشر الغطاء النباتي للاختلاف المعياري (NDVI)، ومؤشر الماء للاختلاف المعياري (NDWI)، ومؤشر رطوبة الفرق الطبيعي (NDMI)، ومؤشر الحرق ونسبة الفرق الطبيعي (NDBR) (Herbei et al., 2015).
- وقُدِّرت مساحات الغابات المحروقة في محافظة دهوك في تموز (يوليو) 2015، باستخدام بيانات لاندسات (Landsat-8) LDCM، حيث حُلِّت النطاقات الطيفية، وحُدِّدت أكثر النطاقات حساسية للمناطق المحروقة. علاوة على ذلك، أُسْتُخِدِمَت المؤشرات الطيفية، مثل: مؤشر الغطاء النباتي للفرق الطبيعي (NDVI)، ومؤشر نسبة الحرق الطبيعية (NBR)؛ لتحديد المناطق المحروقة. نتيجة لذلك، أُنْشِئَت خريطة للمناطق المحروقة بمساحة (8981) هكتارًا من مجموع المناطق. يمكن تطبيق هذا النهج على إقليم كردستان بأكمله على مدى فترة زمنية متعددة؛ لتقدير المناطق المحترقة (In et al., 2016).
- وقد تم أيضًا تقييم مؤشرات الأداء الطيفية؛ لتمييز المناطق المحترقة وغير المحترقة في منطقة ما بعد الحريق مباشرة في مناطق غازيمير وبوكا وكاراباغلار في مدينة إزمير الكبرى التي حدثت فيها إحدى حرائق الغابات في 18 أغسطس 2019. لهذا الغرض، أُسْتُعِينَ بالقمر Sentinel 2A (26 أغسطس) 2019 لرسم خريطة للمناطق المحترقة وغير المحترقة كمجموعة بيانات مرجعية، وصورتين من القمر الصناعي لاندسات 7.8 (28 أغسطس 2019)؛ لحساب المؤشرات الطيفية، كالمؤشرات الطيفية للفرق الطبيعي للغطاء النباتي (NDVI)، ودليل الغطاء النباتي المقاوم للغلاف الجوي (ARVI)، وتم حساب النسبة (NBR وNBR2) ومؤشر المنطقة المحترقة (BAI) للتاريخين المحددين، بالإضافة إلى فترة ما قبل الحريق، والاختلافات الزمنية اللاحقة لاندلاع النار في تلك المؤشرات (Pepe & Parente, 2018).

ويتضح مما سبق بأنه يمكن رسم خرائط عن طريق استخدام المؤشرات الطيفية، وعمل مقارنة من حيث دقة الخرائط الناتجة عنها وصحتها.

حيث تهدف الدراسة إلى تقييم مؤشرات الأداء الطيفية (NDVI) و(NBR)؛ لتمييز المناطق المحترقة وغير المحترقة بعد الحريق مباشرة في منطقة جبل غلامة، كما تركّز الدراسة أيضاً على رسم خرائط للمناطق المحترقة وغير المحترقة بالاستعانة بمرئيات من القمر الصناعي لاندسات 8 باستخدام مؤشري نسبة الحرق الطبيعية ومؤشر الغطاء النباتي.

الأدوات والأساليب:

منطقة الدراسة:

طبقاً لقناة العربية يقع جبل غلامة في محافظة تنومة في قرية المركبة على سلسلة جبال السروات في منطقة عسير جنوب غرب المملكة العربية السعودية، ويمتاز بانتشار المناطق الخضراء فوق قمم الجبال عند خط طول $18^{\circ} 56' 4.38''$ شرقاً ودائرة عرض $42^{\circ} 10' 51.87''$ شمالاً، ويحدها شمالاً النماص، وإلى الجنوب مركز بللمسر، وإلى الشرق والجنوب الشرقي وادي بن شهيل وصمخ وبيشة. يبلغ ارتفاع جبل غلامة حوالي 2700م فوق سطح البحر، ويتسم بالوعورة (قناة العربية)، وانتشار الغابات، وتعدّ غابات العرعر أكثر الأنواع انتشاراً في المنطقة.

البيانات:

تم الاستعانة بمرئيتين من القمر الصناعي Landsat8 بدقة 30 متراً ومرجع WGS 1984 لمنطقة تنومة قبل الحريق 2020/10/17 وبعد الحريق 2020/11/18.

جدول (1): القمر الصناعي

| Spatial Resolution (m) | Date | |
|------------------------|------------|------------|
| WGS 1984 | 17-10-2020 | Pre-burned |
| WGS 1984 | 18-11-2020 | ost-burned |

يتكون القمر الصناعي لاندسات 8 من أداتين علميتين: جهاز تصوير الأرض التشغيلي (OLI)، ومستشعر الأشعة تحت الحمراء الحرارية (TIRS). يوفر هذان المستشعران تغطية موسمية للكتلة الأرضية العالمية بدقة مكانية تبلغ 30 متراً (مرئي، NIR، SWIR)؛ 100 متر (حراري)؛ و 15 متراً (بانكروماتيك). تم تطوير Landsat 8 كتعاون بين وكالة ناسا والمسح الجيولوجي الأمريكية (USGS).

المنهجية.

بشكل عام، يمكن أن تكون تقنيات اكتشاف التغيير مقسمة إلى خطوتين: مقارنة التصنيف المسبق Pre-Classification)، والمقارنة بعد التصنيف (Post-Classification).

في سياق تحديد المناطق المحترقة، تعتمد الدراسة على إنشاء مقارنة في مؤشر الغطاء النباتي للاختلاف الطبيعي (NDVI)، محسوبة من صور الأقمار الصناعية في خطوتين: قبل الحريق pre-fire وبعد الحريق Post-fire، كما يمكن تعريفها على أنها: النسبة الطبيعية من الفرق بين الباندات القريبة من الأشعة تحت الحمراء والحمراء، مثلما هو مبين في المعادلة التالية:

$$NDVI = \frac{\rho NIR - PRED}{PNIR - PRED}$$

حيث ρ هي انعكاس النطاق، والرموز الفرعية NIR و Red هي وصف للمناطق الطيفية الخاصة بكل منها. الاختلاف في مؤشر NDVI (dNDVI) هو الفرق بين تمييز الأراضي المحروقة من خلال ما تم حسابه من معادلة مؤشر NDVI (NDVI) للمرئية المستخلصة قبل الحريق، ونتيجة المؤشر الذي تم استخلاصه من المرئية بعد الحريق NDVIpre-fire و NDVIpost-fire. وصياغة (NDVI) باستخدام القمر الصناعي landsat8 تكون كالآتي (1):

$$NDVI = \frac{Band5 - Band4}{Band5 + Band4}$$

كما تم تطبيق مؤشر الحرق الطبيعي (NBR)، وصيغته في المعادلة كالآتي:

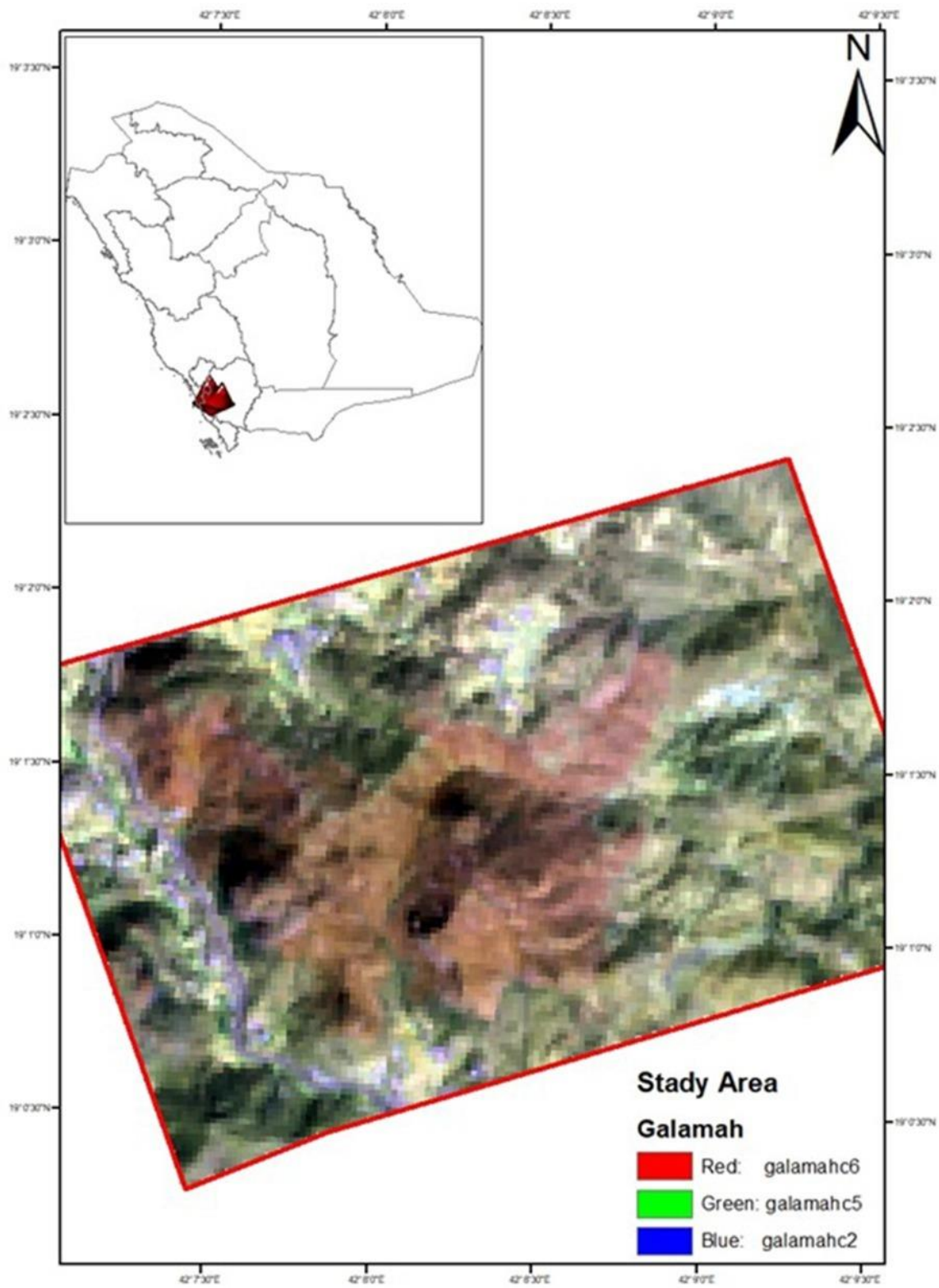
$$NBR = \frac{\rho NIR - PSWIR}{PNIR - PSWIR}$$

صياغة مؤشر (NBR) باستخدام القمر الصناعي landsat8 تكون كالآتي (2):

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

حيث ρ هي انعكاس النطاق، وتعني الرموز NIR الأشعة تحت الحمراء القريبة، و SWIR تعني الأشعة تحت الحمراء ذات الموجات القصيرة. بالطريقة نفسها المستخدمة في (NDVI)، من الممكن إيجاد الفرق لمؤشر الحرق NBR (dNBR) حيث يكون الفرق بين NDVIpre-fire و NDVIpost-fire.

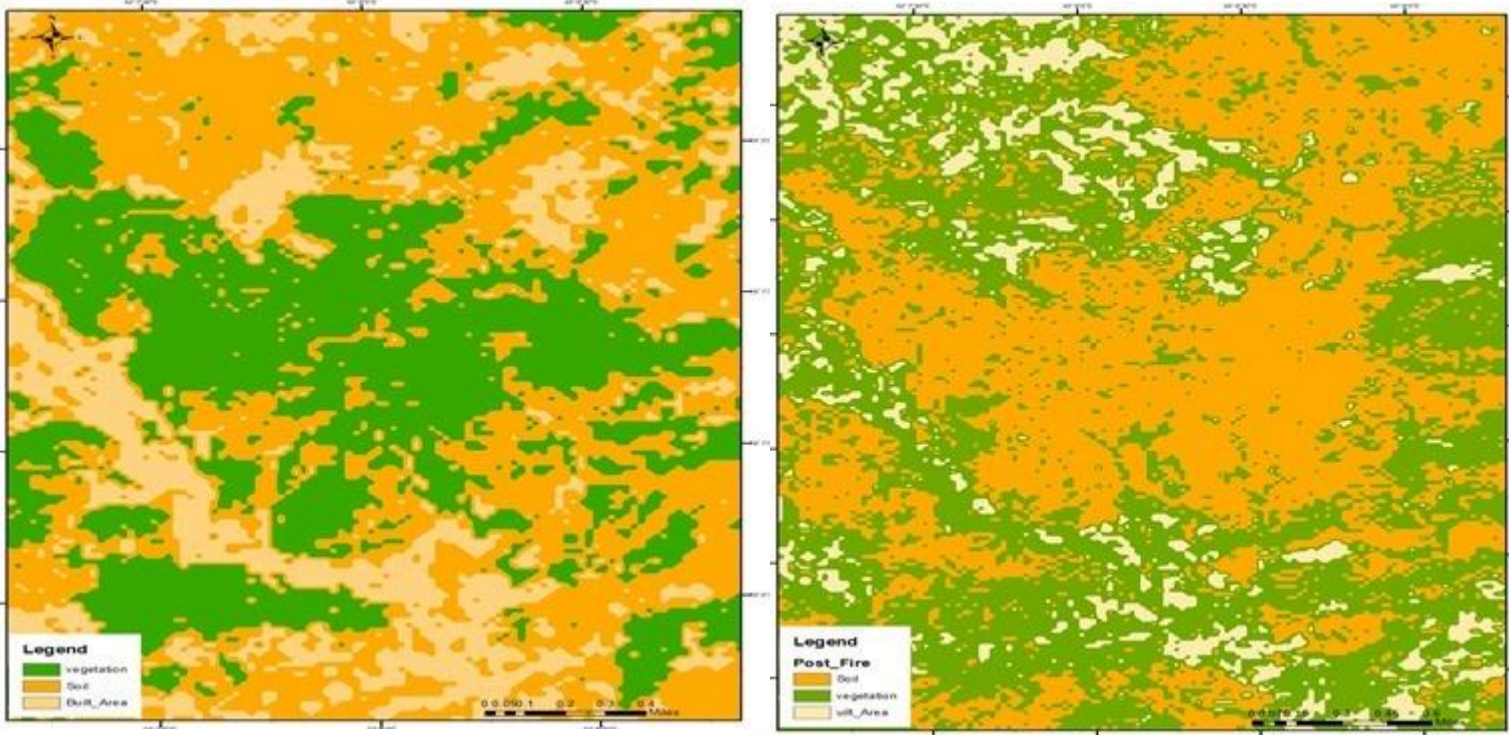
ثم تم إنتاج التحقق من دقة الخريطة الموضوعية لناتج المؤشرات المستخدمة في الدراسة NBR, NDVI من خلال مصفوفة الخطأ، وتُعرف أيضاً بجدول الاختلاف (confusion matrix). وهي مصفوفة مشهورة في مجال تعليم الآلة، تُستخدم لاختبار أداء الخوارزميات، وهي عبارة عن جدول يحتوي على معلومات وتفصيل حول التصنيفات الفعلية (التي تم تصنيفها من قبل الإنسان)، والتصنيفات التنبؤية التي تنبأ بها المصنّف. فكل عمود في المصفوفة يمثل الفئات المُتنبأة (Predicted class)، وكل صف يُمثل الفئات الفعلية (Actual class) مقارنة مصفوفة الخطأ، من خلال مقارنة ناتج المؤشرات بمريثيات لاندسات الأساسية، كما تم الاستعانة أيضاً بـ Google earth، ومقارنة البيانات المرجعية (المعروفة)، والنتائج المقابلة للمرئية المصنفة.



شكل (1) منطقة الدراسة، جبل غلامة بمحافظة تنومة

النتائج والمناقشة.

من أجل تحديد المناطق المحروقة، تم النظر في إجراء مُختلف فيما يتعلق بمؤشر الاستشعار عن بعد، متبنى على وجه الخصوص؛ لتحديد الأماكن التي تعرّضت للحريق عن طريق حساب مؤشر (NDVI)، كانت الخطوة الأولى هي تصنيف صور ما قبل الحريق، وبعدها في ثلاث فئات: التربة، والغطاء النباتي، المناطق السكنية. تم تحديد العينات بشكل تجريبي باستخدام معيار Maximum Likelihood (ML). وقد نُقِدت هذه الخطوة في برنامج ArcGIS باستخدام الأداة المسماة "تصنيف الاحتمالية القصوى MLH" كما في الشكل (2).



ب

خريطة مصنفة (MLH) بعد الحريق

أ

خريطة مصنفة (MLH) ما قبل الحريق

شكل (2): تصنيف صور لاندسات 8 في ثلاث فئات

ويتضح فرق التصنيفين لمرئية ما قبل الحريق، حيث يظهر فيها الغطاء النباتي في المنطقة. بينما يظهر الانخفاض في مستوى الغطاء النباتي في مرئية ما بعد الحريق شرقاً وشمالاً.

بعد التصنيف، تقنية المقارنة المباشرة تم تطبيقها على فئة الغطاء النباتي وفقاً للمعادلة التالية (2):

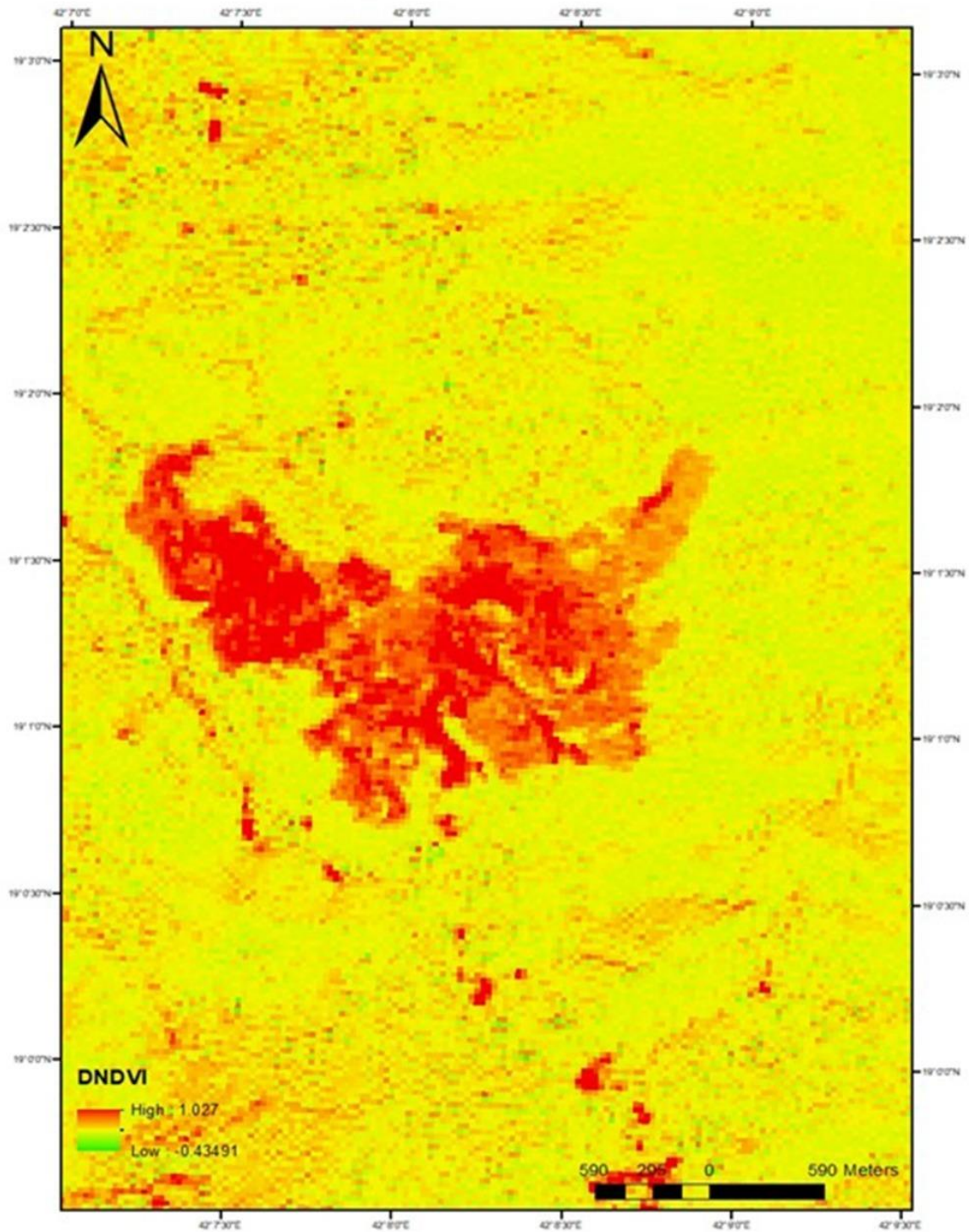
$$Dndvi \text{ Vegetation map} = Ndvi \text{ vegetation pre_fire} - Ndvi \text{ vegetation post_fire}$$

الخريطة الناتجة لتحليل الكشف عن التغيير في فئة الغطاء النباتي التي تم الحصول عليها بواسطة مؤشر (NDVI)، في الشكل (3) حيث تكون البكسلات الحمراء مناطق محترقة محتملة، فيما يتعلق بمؤشر (NBR)، تم حساب المؤشر، ويتم عرضها في الشكل (4) على الصور السابقة واللاحقة، وتكون أيضاً البكسلات الحمراء مناطق محترقة محتملة.

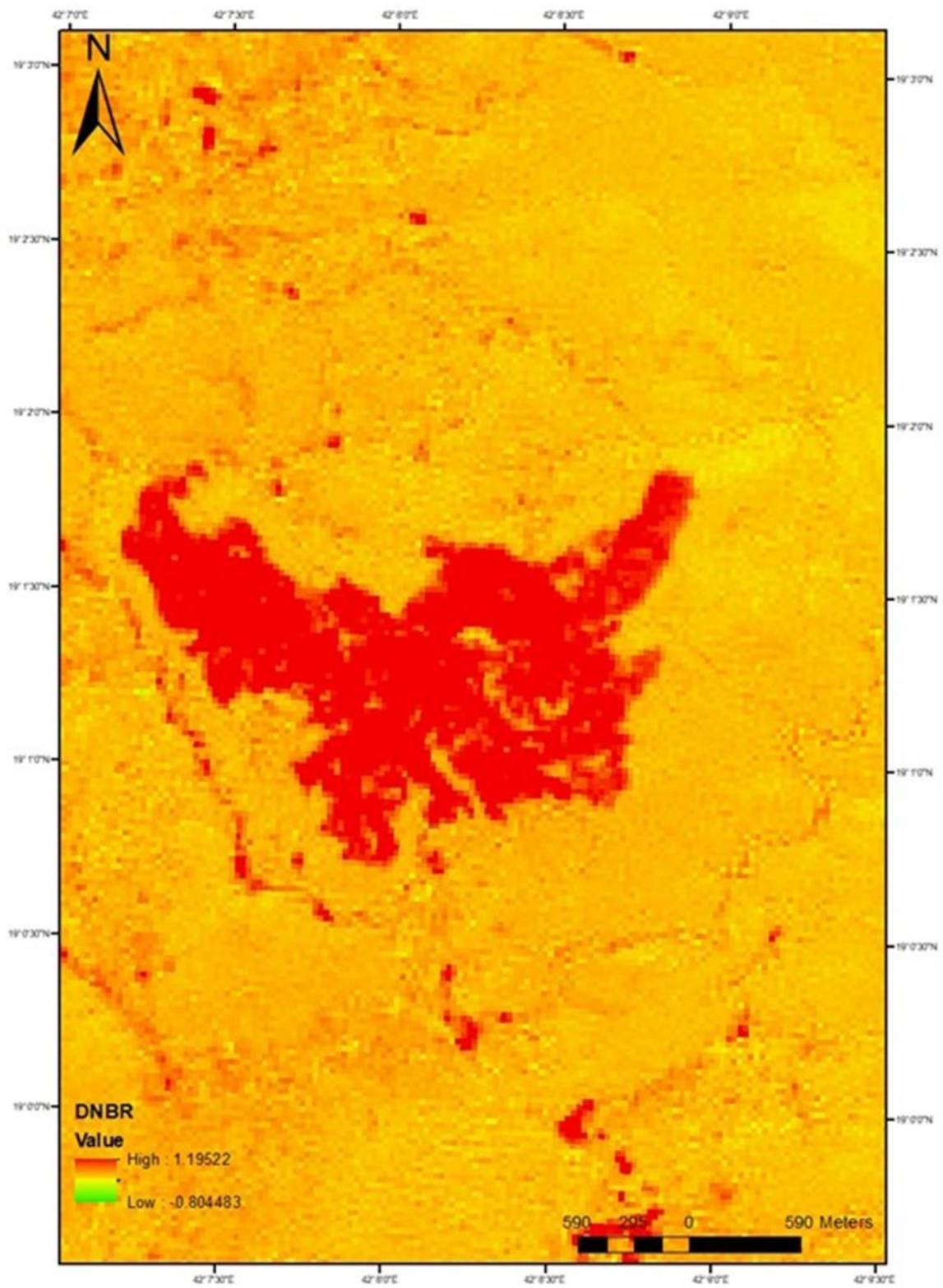
كانت خريطة الاختلاف محسوبة باستخدام الصيغة التالية:

$$DNBRmap = Nbr \text{ pre_fire map} - NBR \text{ post_fire map}$$

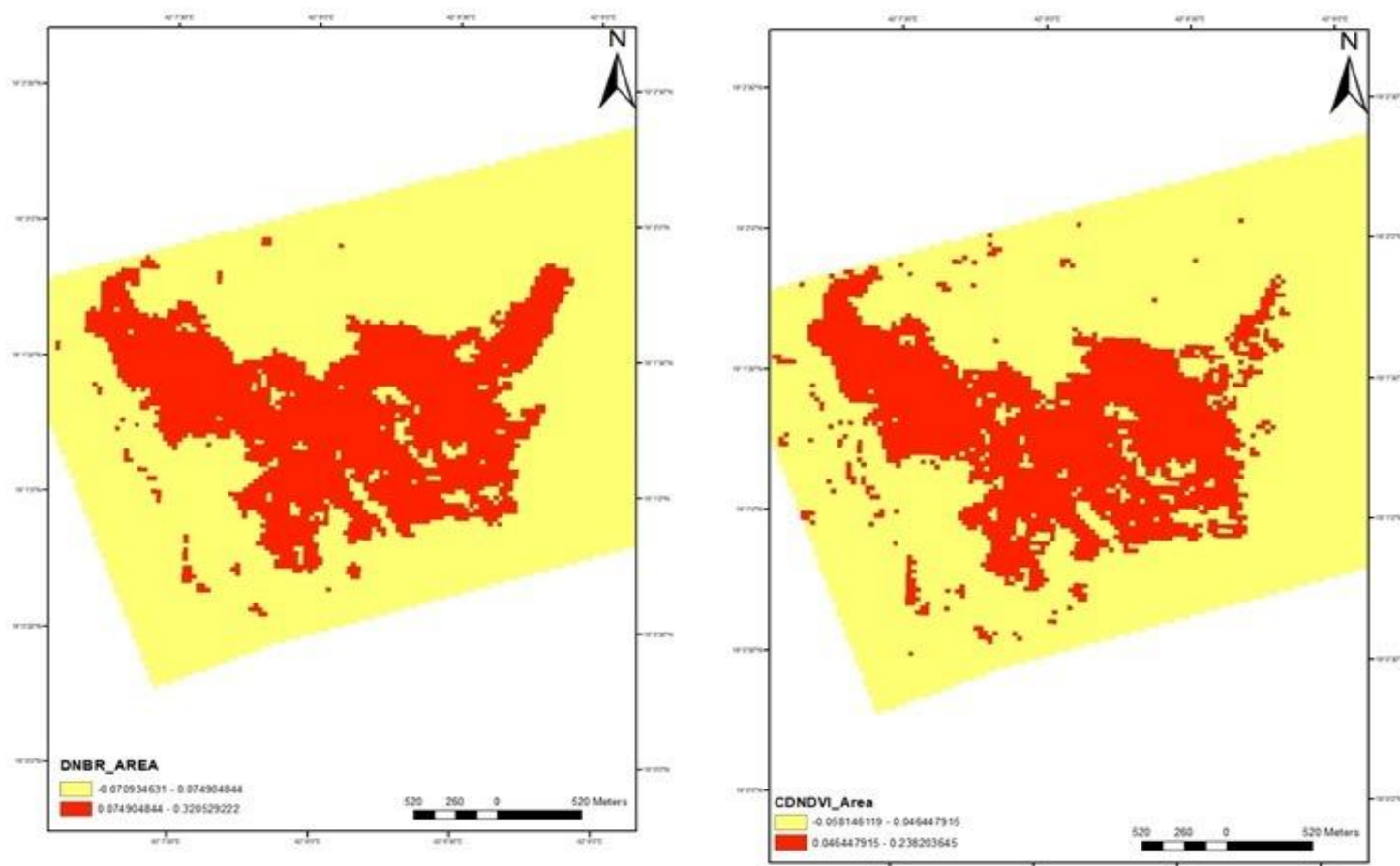
تم حساب مؤشر الحريق بواسطة برنامج ArcGIS باستخدام أداة حاسبة Raster Calculator.



شكل (3): خريطة الاختلاف باستخدام مؤشر NDVI



شكل (4): خريطة الاختلاف باستخدام مؤشر NBR



شكل (5): الفرق في نسبة مؤشر الاحتراق ومؤشر الغطاء النباتي

بعد إنتاج خريطة الفرق في نسبة مؤشر الاحتراق ومؤشر الغطاء النباتي تم حساب مساحة الأراضي التي تعرّضت للاحتراق والمقارنة بينهما.

جدول (2): الفرق في نسبة مؤشر الاحتراق ومؤشر الغطاء النباتي

| المساحة بالكيلومتر | |
|--------------------|------------|
| 2708100 | مؤشر DNDVI |
| 28629 | مؤشر DBNR |

حيث يتضح لنا أن الأراضي المحترقة الناتجة عن مؤشر الاحتراق أعلى من مساحة الأراضي بعد حسابها عن طريق مؤشر (NDVI).

تقييم الدقة:

تم إنتاج التحقق من دقة الخريطة الموضوعية لنتائج المؤشرات المستخدمة في الدراسة (NDVI)، (NBR) عنها عادة من خلال مصفوفة الخطأ تُعرف أيضًا أو جدول الاختلاف (confusion matrix)، وهي مصفوفة مشهورة في مجال تعليم الآلة، تُستخدم لاختبار أداء الخوارزميات. وهي عبارة عن جدول يحتوي على معلومات وتفصيل حول التصنيفات الفعلية (التي تم تصنيفها من قبل الإنسان)، والتصنيفات التنبؤية التي تنبأ بها المصنّف. فكل عمود في المصفوفة يمثل الفئات المُتنبأ (Predicted class)، وكل صف يمثل الفئات الفعلية (Actual class) مقارنة مصفوفة الخطأ، من خلال مقارنة نتائج المؤشرات بمرئيات لانسات الأساسية، وأستعين أيضًا بـ Google earth، ومقارنة البيانات المرجعية (المعروفة)، والنتائج المقابلة للمرئية المصنفة.

من أجل تحليل دقة تصنيف المؤشرات، أُستُخدمت العديد من طرق الدقة:

Overall Accuracy and Error(OA)

User's accuracy(UA)

Producer's accuracy(PA)

Accuracy statistics (Kappa)

- 1- دقة المستخدم (UA): هي الدقة من وجهة نظر مُستخدم الخريطة، وليس من وجهة نظر مُصمّم الخرائط.
- 2- دقة المنتج (PA): هي دقة الخريطة من وجهة نظر مُصمّم الخرائط (المنتج).
- 3- الدقة الكلية (OA): الدقة العامة تخبرنا بشكل أساسي عن جميع المواقع المرجعية عن النسبة التي تم تعيينها بشكل صحيح. عادةً ما يتم التعبير عن الدقة الإجمالية كنسبة مئوية.
- 4- دقة المستخدم من (UA): يتم إنشاء معامل كابا من اختبار إحصائي؛ لتقييم دقة التصنيف.
- 5- معامل كابا (k): يقوم Kappa بشكل أساسي بتقييم مدى جودة أداء التصنيف مقارنةً بالتعيين العشوائي لتقييم فقط، أي: هل كان التصنيف أفضل من التصنيف العشوائي؟ يمكن أن تتراوح معامل كابا من 1- إلى 1. يشير الرقم السالب إلى أن التصنيف أسوأ بكثير من التصنيف العشوائي. تشير القيمة القريبة من 1 إلى أن التصنيف أفضل بكثير من التصنيف العشوائي.

$$\hat{k} = \frac{N \sum_{i=1}^m D_{ij} - \sum_{i=1}^m R_i \cdot C_j}{N^2 - \sum_{i=1}^m R_i \cdot C_j}$$

حيث:

N عدد إجمالي للبيكسل.

M عدد الفصول.

Dij إجمالي العناصر القطرية لمصفوفة الخطأ.

Ri العدد الإجمالي للبيكسل في الصف الأول.

Cj العدد الإجمالي للبيكسل في العمود j.

في المنطقة قيد الدراسة تم توزيع (30) نقطة على المناطق المحترقة موزعة على منطقة الدراسة، فكانت نتائج الدقة التي حققها مؤشر (NBR) موضحة في الجدول التالي:

جدول (3): نتائج الدقة التي حققها مؤشر NBR في منطقة الدراسة

| K | OA | PA | UA | |
|------|----|----|----|-------|
| 0.73 | 90 | 93 | 82 | burns |
| | | 81 | 92 | No |

نتائج الدقة التي حققها مؤشر (NDVI) في منطقة الدراسة موضحة في الجدول التالي:

جدول (4): نتائج الدقة التي حققها مؤشر NDVI في منطقة الدراسة

| K | OA | PA | UA | |
|------|----|----|----|-------|
| 0.66 | 80 | 90 | 66 | burns |
| | | 73 | 93 | No |

نلاحظ من الجدول (3) دقة عالية في الأداء تم تحقيقها بواسطة (dNBR)؛ من أجل التعرف على المناطق المحروقة. وعلى النقيض من ذلك، التحليل في الجدول (4)، حيث إن مؤشر (NDVI) يعيبه ضعف الأداء في التعرف على المنطقة المحروقة. كما أظهرت الدراسات اختلافاً من حيث الدقة في التعرف على المناطق المحروقة بين (NBR) ومؤشر (NDVI)، وفي هذه الدراسة تم توضيح ذلك، حيث تم إثبات أن استخدام مؤشر (NDVI) غير دقيق؛ للتعرف على المناطق المحترقة.

الخاتمة:

باستخدام تحليل الكشف عن التغيير على صور لاندسات 8 واستخدام مؤشر (NBR) تم تحديد المناطق المحترقة في جبل غلامة باستخدام مؤشر الغطاء النباتي ومؤشر نسبة الاحتراق الطبيعي (NDVI&NBR)، وطُبقت خوارزمية دقة المستخدم والمنتج والدقة العامة ومعادلة كايا؛ للتحقق من صحة نتائج المؤشرات المستخدمة في الدراسة، والحصول على نسب وأرقام لتأكيد صحة النتائج، وبناءً على ذلك يمكن أن نستنتج مما سبق أن مؤشر (NBR) أكثر دقة وكفاءة في إنشاء خرائط؛ للكشف عن تغير المنطقة المتضررة بالحريق.

قائمة المراجع.

- Certini, G. (2005). Effects of fire on properties of forest soils: A review. *Oecologia*, 143(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1788-8>
- Hassan, A. M., Al-khdri, A. M. A., Different, U., ... Implantation, Z. (2016). *Ecotourism Final Field Crops*. 19(1).
- Herbei, M. V, Herbei, R. C., Popescu, C. A., & Bertici, R. (2015). Domogled – Valea Cernei National Park monitoring using. *ECOTERRA - Journal of Environmental Research and Protection*, 12(3), 73–78. <http://www.ecoterra-online.ro/files/1447611510.pdf>
- In, F., The, D., Depopulation, R., Iraqi, I., Region, K., In, F., Watersheds, S., Sharbazher, I., City, S., Of, N., Hybrid, B., Interaction, T., The, O., Performance and, P., Characteristics, C., Hussen, S. H.,
- KESGIN ATAK, B., & ERSOY TONYALOĞLU, E. (2020). Evaluating spectral indices for estimating burned areas in the case of Izmir / Turkey. *Eurasian Journal of Forest Science*, 8(1), 63–73. <https://doi.org/10.31195/ejejfs.657253>
- Pepe, M., & Parente, C. (2018). Burned Area Recognition By Change Detection Analysis Using Images Derived From Sentinel-2 Satellite: the Case Study of Sorrento Peninsula, Italy. *Journal of Applied Engineering Science*, 16(2), 225–232. <https://doi.org/10.5937/jaes16-17249>
- Shahzad, A., Farhan, S. Bin, Kazmi, S. J. H., & Shaukat, S. S. (2018). Forest-Fire Burned Area Mapping using Combinations of Spectral Indices as Membership Function in Object-Based Image Analysis (OBIA). *International Journal of Biology and Biotechnology*, 15(October), 729–734. https://www.youtube.com/watch?v=sM_EDxrY1dg