Journal of Natural Environment Hazards
University of Sistan and Baluchestan
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

Journal of Natural Environmental Hazards, Vol.14, Issue 45, September 2025

Analyzing land cover changes Due to Wildfires in the Zagros Forest Using a Support Vector Machine (SVM) and its Impact on land surface Temperature (LST) and Spectral Indices NDWI, NDSI, NDVI, and MIDII (Case Study: Khaiz Mountain Forests, Ghachsaran)

Mehdi Feyzolahpour[1*]

1. *Corresponding Author*, Assistant Professor of Geomorphology, Faculty of Human Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 10 June 2023
Revised: 09 January 2024
Accepted: 14 February 2024

Keywords:
Land surface temperature, land use, forest fire, NDSI, MIDII, NDWI, Khaiz mountain.

ABSTRACT

Land Surface Temperature (LST) is a critical metric for understanding energy exchange processes influenced by land use and land cover changes. This study aimed to assess the patterns of LST in response to a forest fire on Khaiz Mountain in the Gachsaran region, which covers 68.56 square kilometers. On June 2, 2019, a wildfire ignited and persisted until June 12. During this period, a land use and land cover (LULC) map was produced using a support vector machine (SVM) classification. The study revealed that the forested area, originally spanning 4.61 square kilometers, was reduced to merely 0.42 square kilometers as a result of the fire. Concurrently, the LST index recorded a rise from a range of 26.1 - 53.11 degrees Celsius to 33.2 - 57.23 degrees Celsius, indicating a significant increase of 7 degrees in minimum temperature. Additionally, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) reflected a loss of 9.65 square kilometers of grasslands and forests. The Normalized Difference Snow Index (NDSI) also exhibited an increase of 0.515. A negative correlation was found between the LST and NDVI, evidenced by coefficients of -0.52 on May 25 and -0.31 on June 10. Conversely, the strongest positive correlation of 0.59 was observed between LST and NDSI. The findings demonstrate that the wildfire obliterated 91% of the forest coverage in the area and expanded the extent of barren land from 63.86 square kilometers to 68.07 square kilometers.

Cite this article: Feyzolahpour, M. (2025). Analyzing land cover changes Due to Wildfires in the Zagros Forest Using a Support Vector Machine (SVM) and its Impact on land surface Temperature (LST) and Spectral Indices NDWI, NDSI, NDVI, and MIDII (Case Study: Khaiz Mountain Forests, Ghachsaran). Journal of Natural Environmental Hazards, 14(45), 5-8. DOI: 10.22111/jneh.2024.45880.1971

© Mehdi Feyzolahpour.
Publisher: University of Sistan and Baluchestan
DOI: 10.22111/jneh.2024.45880.1971

[*] Corresponding Author Email: feyzolahpour@znu.ac.ir

INTRODUCTION

One of the important research topics in the use of satellite imagery is the monitoring of fires, their impact on air quality and the effects they leave on the environment (Saidi et al., 2021). Therefore, to preserve natural and man-made landscapes, it is essential to identify appropriate methods for monitoring burned areas and preparing intensity estimation maps using satellite data (Amos et al., 2019). In recent decades, several sensors, such as the Advanced High-Resolution Radiometer (AVHRR) and the Advanced Spatial Thermal Radiation and Reflection Radiometer (ASTER), have been installed on satellites to monitor fires (Seydi et al., 2021). Another widely used sensor is the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), which has attracted attention due to its high temporal resolution and allows for the rapid detection of active fires, identification of burned areas, or assessment of forest fire risk (Seydi et al., 2021). This research aims to improve the performance of the existing forest fire index, and for this purpose, Sentinel 2 images were used.

In this study, the NBR+ index is proposed based on Sentinel 2 multispectral images to identify burned areas and the methodological approach adopted to determine the performance level of this index is shown. First, previously presented indices in this field are introduced and a comparison between them and the NBR+ index is made. In the meantime, the reasons that determined the formulation of the proposed index are explained and finally, the method of verifying the accuracy of the results is described based on the conventional approach applied in remote sensing, including the confusion matrix (Hasmadi et al., 2009). All experiments were performed using Arc GIS software. The raster calculator tool allows the implementation of index equations using software operators. Near-infrared (NIR) and shortwave infrared (SWIR) bands are used to detect burned areas. The NIR band highlights changes in canopy cover and reflectance of burned leaves. While the SWIR band identifies changes in dryness (Silva et al., 2003). After a fire, NIR reflectance decreases sharply as vegetation cover is lost, while SWIR reflectance increases due to the removal of water-retaining vegetation (Schepers et al., 2014). Several algorithms have been developed to detect burned areas by combining NIR and SWIR bands. Although some spectral indices have been developed based on SWIR, red, and NIR bands only. Among the wide range of available spectral indices, four indices, normalized burn ratio (NBR), normalized burn ratio in SWIR band (NBRSWIR), normalized difference shortwave infrared index (NDSWIR), and mean infrared bispectral index (MIRBI), were compared.

According to the NBRSWIR index, the maximum reflectance on January 8, 2 days before the fire, was 0.08. While this value reached 0.32 on January 25, showing a significant increase. The area of this area on this day was 4.05 km2, which did not show a significant change compared to the threshold of 0.08 on January 8, which was 14.4 km2. However, the spectral reflectance of -0.07 on January 8 increased from 7.85 km2 to 9.93 km2, increasing from 16.5% to 20.9%, which was an increase of 4.4%. Accordingly, the highest values affected by the fire were in the northern part of the region, which is located within the territory of the Republic of Azerbaijan. In the NDSWIR index, the maximum threshold on January 8 was 0.16. If positive values are considered as areas with high reflectances, then at a threshold of 0.04 and above, an area of 26.86 km2 has high reflectances. Positive values started at 0.12 on January 25 and covered an area of 23.99 km2, but no significant changes were observed. The extent of this area indicated the area affected by the fire.

CONCLUSION

The results of this study confirm the ability to accurately map burned areas using remote sensing. Multispectral images provided by Sentinel 2 satellite sensors have a high ability to detect fire zones, but they require the appropriate selection and combination of bands. The presence of several indicators allows for the achievement of desired results. However, environmental characteristics can reduce the level of accuracy of the final map. Water bodies and clouds cause errors for some indicators, and false reflections with an unjustified increase in pixels are considered burned areas. Even if the disturbance of water bodies and clouds can be removed using special methods, the indicators must have the ability to reduce the effect of these phenomena. The new indicator presented in this study for Sentinel 2

images makes it possible to detect the reflections of burned areas even in the presence of water bodies and cloud masses. This index has achieved high Kappa coefficient values of 0.92 compared to the MIRBI, NDSWIR, NBRSWIR, and NBR indices.

REFERENCES

References (in English)

Amos, C., Petropoulos, G. P., & Ferentinos, K. P. (2019). Determining the use of Sentinel-2A MSI for wildfire burning & severity detection. International journal of remote sensing, 40(3), 905-930.

Hasmadi, M., Pakhriazad, H.Z., Shahrin, M.F. (2009). Evaluating supervised and unsupervised techniques for land cover mapping using remote sensing data. Geogr. Malays. Journal of Society and Space, 5, 1–10.

Saidi, S., Younes, A.B., Anselme, B. (2021). A GIS-remote sensing approach for forest fire risk assessment: Case of Bizerte region, Tunisia. Applied Geomatic, 13, 587–603.

Schepers, L., Haest, B., Veraverbeke, S., Spanhove, T., Vanden Borre, J., Goossens, R. (2014). Burned area detection and burn severity assessment of a heathland fire in Belgium using airborne imaging spectroscopy (APEX). Remote Sensing, 6, 1803–1826.

Seydi, S.T. Akhoondzadeh, M., Amani, M., Mahdavi, S. (2021). Wildfire damage assessment over Australia using sentinel-2 imagery and MODIS land cover product within the Google Earth Engine cloud platform. Remote Sensing, 13, 220- 246.

Silva, J.M.N., Pereira, J.M.C., Cabral, A.I., Sa', A.C.L., Vasconcelos, M.J.P., Mota, B., Gre'Goire, J.-M. (2003). An estimate of the area burned in southern Africa during the 2000 dry season using SPOT-VEGETATION satellite data. Journal of Geophysical Research, 108, 8498- 8522.

مخاطرات محیط طبیعی
شاپا چاپی: ۲۶۷۶-۴۳۷۷ شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۳۸۵
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۱۴، شماره ۴۵، شماره پیاپی ۳، مهر ۱۴۰۴

تحلیل تغییرات پوشش زمین در اثر آتش‌سوزی جنگل‌های زاگرس با استفاده از ماشین بردار پشتیبانی (SVM) و تاثیر آن بر دمای سطح زمین (LST) و شاخص‌های طیفی NDWI، NDSI، NDVI و MIDII (منطقه مورد مطالعه: جنگل‌های کوه خائیز گچساران)

مهدی فیض اله پور[1*]

۱. استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان (نویسنده مسئول)

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۰

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۹

تاریخ پذیرش : ۱۴۰۲/۱۱/۲۵

واژه‌های کلیدی:
دمای سطح زمین، کاربری زمین، آتش‌سوزی جنگل، NDSI، MIDII، NDWI، کوه خائیز.

چکیده

دمای سطح زمین (LST) اطلاعات مهمی را در مورد فرآیندهای تبادل انرژی متاثر از کاربری و پوشش زمین فراهم می‌نماید. بنابراین هدف از این پژوهش، ارزیابی الگوهای LST طی یک دوره زمانی آتش-سوزی جنگل‌های کوه خائیز در منطقه گچساران بوده است. منطقه مورد مطالعه از وسعتی معادل ۶۸/۵۶ کیلومتر مربع برخوردار بوده است. در تاریخ ۲ خرداد ۱۳۹۹ حریقی در این منطقه رخ داده و تا ۱۲ خرداد ادامه داشته است. برای این بازه زمانی با استفاده از ماشین بردار پشتیبانی (SVM)، نقشه کاربری زمین (LULC) ترسیم شد. نتایج نشان داد که از پهنه جنگلی که معادل ۴/۶۱ کیلومتر مربع بوده، تنها ۰/۴۲ کیلومتر مربع باقی مانده و بقیه در حریق از بین رفته است. شاخص LST در این بازه زمانی از مقادیر حداقل و حداکثر ۲۶/۱ تا ۵۳/۱۱ درجه سلسیوس به ۳۳/۲ تا ۵۷/۲۳ درجه سلسیوس رسیده و افزایش ۷ درجه‌ای را در دمای حداقل نشان می‌دهد. شاخص NDVI نشان از تخریب ۹/۶۵ کیلومتر مربع از پوشش گیاهی و جنگل داشته است. نسبت NDSI نیز به میزان ۰/۵۱۵ افزایش یافته است. بین شاخص LST و NDVI همبستگی منفی برقرار بوده و در روز ۲۵ اردیبهشت و ۱۰ خرداد به‌ترتیب معادل ۰/۵۲- و ۰/۳۱- بوده است. بیشترین همبستگی مثبت نیز به میزان ۰/۵۹ بین LST و NDSI برقرار بوده است. نتایج نشان می‌دهد که آتش‌سوزی باعث تخریب ۹۱ درصد پوشش جنگلی منطقه شده و وسعت زمین‌های بایر را از ۶۳/۸۶ کیلومتر مربع به ۶۸/۰۷ کیلومتر مربع افزایش داده است.

استناد: فیض اله پور، مهدی . (۱۴۰۴). تحلیل تغییرات پوشش زمین در اثر آتش سوزی جنگل های زاگرس با استفاده از ماشین بردار پشتیبانی (SVM) و تاثیر آن بر دمای سطح زمین (LST) و شاخص های طیفی NDWI، NDSI، NDVI و MIDII (منطقه مورد مطالعه: جنگل های کوه خائیز گچساران). مخاطرات محیط طبیعی، ۱۴(۴۵)، ۱۰-۷. DOI: 10.22111/jneh.2024.45880.1971

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

© مهدی فیض اله پور.

*- مهدی فیض اله پور (نویسنده مسئول)

Email: feyzolahpour@znu.ac.ir

مقدمه

یکی از مباحث تحقیقاتی مهم در زمینه استفاده از تصاویر ماهواره ای، نظارت بر آتش سوزی ها، تاثیر آنها بر کیفیت هوا و آثاری است که بر روی محیط زیست بر جای می گذارند (سیدی[1] و همکاران، ۲۰۲۱). بنابراین برای حفظ چشم اندازهای طبیعی و انسان ساخت، شناسایی روش های مناسب برای پایش مناطق سوخته و تهیه نقشه های برآورد شدت با بهره گیری از داده های ماهواره ای ضروری می باشد (آموس[2] و همکاران، ۲۰۱۹). در دهه های اخیر، چندین حسگر مانند رادیومتر پیشرفته با وضوح بالا (AVHRR) و رادیومتر تابش گرمایی و انعکاس فضایی پیشرفته (ASTER) به منظور بررسی آتش سوزی، بر روی ماهواره ها نصب شده اند (سعیدی و همکاران، ۲۰۲۱). یکی دیگر از سنجنده های پرکاربرد، طیف سنج تصویربرداری با وضوح متوسط (MODIS) است که به دلیل وضوح زمانی بالای آن مورد توجه قرار گرفته و امکان تشخیص سریع آتش سوزی های فعال، شناسایی مناطق سوخته یا ارزیابی خطر آتش سوزی جنگل ها را فراهم می کند (سعیدی و همکاران، ۲۰۲۱). هدف از این تحقیق بهبود عملکرد به دست آمده از شاخص موجود در زمینه آتش سوزی جنگل بوده و به این منظور از تصاویر سنتینل ۲ بهره گرفته شده است.

داده‌ها و روش‌ها

در این تحقیق شاخص NBR+ بر اساس تصاویر چند طیفی سنتینل ۲ برای شناسایی مناطق سوخته شده پیشنهاد گردیده و رویکرد روش شناختی اتخاذ شده برای تعیین سطح عملکرد این شاخص نشان داده شده است. در ابتدا شاخص های ارائه شده قبلی در این زمینه معرفی شده و مقایسه ای بین آنها با شاخص NBR+ صورت گرفت. در این بین، دلایلی که فرمول بندی شاخص پیشنهادی را تعیین کرده است توضیح داده شده و در نهایت، روش تائید صحت نتایج بر اساس رویکرد متعارف اعمال شده در سنجش از دور از جمله ماتریس سردرگمی تشریح شد (هاسمادی[3] و همکاران، ۲۰۰۹). همه آزمایش ها با استفاده از نرم افزار Arc GIS انجام شد. ابزار محاسبه گر رستری امکان پیاده سازی معادلات شاخص را با استفاده از عملگرهای نرم افزار فراهم می سازد. برای تشخیص مناطق سوخته، باندهای مادون قرمز نزدیک (NIR) و مادون قرمز موج کوتاه (SWIR) به کار گرفته شده است. باند NIR تغییرات در پوشش تاج و بازتاب برگ های سوخته را برجسته می کند. در حالیکه باند SWIR تغییرات در میزان خشکی را شناسایی می کند (سیلوا[4] و همکاران، ۲۰۰۳). پس از آتش سوزی، با از بین رفتن پوشش گیاهی، بازتاب NIR به شدت کاهش می یابد و از سوی دیگر بازتاب SWIR به دلیل حذف پوشش گیاهی نگهدارنده آب افزایش می یابد (شیپردز[5] و همکاران، ۲۰۱۴). برای تشخیص مناطق سوخته، با ترکیب باندهای NIR و SWIR چندین الگوریتم ابداع شدند. اگرچه برخی از شاخص های طیفی تنها بر اساس باندهای SWIR، قرمز و NIR توسعه یافته اند. در میان طیف گسترده ای از شاخص های طیفی موجود، چهار شاخص نسبت نرمال شده سوختگی (NBR)، نسبت نرمال شده سوختگی در باند SWIR (NBRSWIR)، شاخص تفاوت نرمال شده مادون قرمز موج کوتاه (NDSWIR) و متوسط شاخص دو طیفی مادون قرمز (MIRBI) با یکدیگر مقایسه شدند.

1 Seydi
2 Amos
3 Hasmadi
4 Silva
5 Schepers

نتایج و بحث

بر اساس شاخص NBRSWIR حداکثر بازتاب در ۸ ژانویه یعنی ۲ روز قبل از آتش سوزی معادل ۰/۰۸ بوده است. در حالیکه این میزان در ۲۵ ژانویه به ۰/۳۲ رسیده و افزایش قابل توجهی را به نمایش گذاشت. وسعت این پهنه در این روز معادل ۴/۰۵ کیلومتر مربع بوده که نسبت به آستانه ۰/۰۸ در ۸ ژانویه که معادل ۴/۱۴ کیلومتر مربع بوده تغییر قابل توجهی را نشان نداد. لیکن بازتاب طیفی ۰/۰۷- در روز ۸ ژانویه از ۷/۸۵ کیلومتر مربع به ۹/۹۳ کیلومتر مربع رسیده و از ۱۶/۵ درصد به ۲۰/۹ درصد افزایش یافته و این افزایش معادل ۴/۴ درصد بوده است. بر این اساس بیشترین مقادیر متاثر از آتش در بخش شمالی ناحیه بوده که در داخل خاک جمهوری آذربایجان قرار گرفته است. در شاخص NDSWIR، حداکثر میزان آستانه در ۸ ژانویه معادل ۰/۱۶ بوده است. اگر مقادیر مثبت به عنوان پهنه هایی با بازتاب های بالا در نظر گرفته شود در آستانه ۰/۰۴ به بالا پهنه ای به مساحت ۲۶/۸۶ کیلومتر مربع از بازتابهای بالا برخوردارند. مقادیر مثبت در تاریخ ۲۵ ژانویه از ۰/۱۲ شروع شده و پهنه ای به وسعت ۲۳/۹۹ کیلومتر مربع را در بر می گیرد لیکن تغییرات قابل توجهی دیده نشد. گستره این پهنه، محدوده متاثر از آتش سوزی را نشان داد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق قابلیت نقشه برداری دقیق مناطق سوخته را با استفاده از علم سنجش از دور تائید می کند. تصاویر چند طیفی ارائه شده توسط سنجنده های ماهواره سنتینل ۲ از قابلیت بالایی در تشخیص پهنه های آتش سوزی برخوردارند لیکن نیاز به انتخاب و ترکیب مناسب باندها می باشد. در واقع وجود چندین شاخص امکان دستیابی به نتایج مطلوب را فراهم می سازد. با اینحال ویژگی های محیطی می تواند سطح دقت نقشه نهایی را کاهش دهد. توده های آبی و ابرها برای برخی از شاخص ها ایجاد خطا نموده و بازتابهای کاذب با افزایش غیرموجه در پیکسل ها، به عنوان مناطق سوخته در نظر گرفته می شود. حتی اگر بتوان با استفاده از روش های خاص اختلال توده آبی و ابرها را حذف کرد لیکن شاخص ها بایستی از چنان توانایی برخوردار باشند که اثر این پدیده ها را کاهش دهند. شاخص جدید که در این تحقیق برای تصاویر سنتینل ۲ ارائه شده این امکان را ایجاد می کند که بازتابهای مناطق سوخته را حتی در صورت وجود پهنه های آبی و توده ها ابر تشخیص دهد. این شاخص در مقایسه با شاخص های MIRBI، NDSWIR، NBRSWIR و NBR به مقادیر بالای ضریب کاپا به میزان ۰/۹۲ دست یافته است.

منابع

Amos, C., Petropoulos, G. P., & Ferentinos, K. P. (2019). Determining the use of Sentinel-2A MSI for wildfire burning & severity detection. International journal of remote sensing, 40(3), 905-930.

Hasmadi, M., Pakhriazad, H.Z., Shahrin, M.F. (2009). Evaluating supervised and unsupervised techniques for land cover mapping using remote sensing data. Geogr. Malays. Journal of Society and Space, 5, 1–10.

Saidi, S., Younes, A.B., Anselme, B. (2021). A GIS-remote sensing approach for forest fire risk assessment: Case of Bizerte region, Tunisia. Applied Geomatic, 13, 587–603.

Schepers, L., Haest, B., Veraverbeke, S., Spanhove, T., Vanden Borre, J., Goossens, R. (2014). Burned area detection and burn severity assessment of a heathland fire in Belgium using airborne imaging spectroscopy (APEX). Remote Sensing, 6, 1803–1826.

Seydi, S.T. Akhoondzadeh, M., Amani, M., Mahdavi, S. (2021). Wildfire damage assessment over Australia using sentinel-2 imagery and MODIS land cover product within the Google Earth Engine cloud platform. Remote Sensing, 13, 220- 246.
Silva, J.M.N., Pereira, J.M.C., Cabral, A.I., Sa', A.C.L., Vasconcelos, M.J.P., Mota, B., Gre'Goire, J.-M. (2003). An estimate of the area burned in southern Africa during the 2000 dry season using SPOT-VEGETATION satellite data. Journal of Geophysical Research, 108, 8498- 8522.