



## Journal of Environmental Research

Vol. 13, No. 26, Autumn & Winter 2023

Journal Homepage: [www.iraneiap.ir](http://www.iraneiap.ir)  
Print ISSN: 2008-9597 Online ISSN 2008-9590

### Investigation of Fire in Rangelands and Forests of Mazandaran Using Landsat Images

Document Type  
Research Paper

Sara Foroutan<sup>1\*</sup>, Niloufar Islamzadeh<sup>2</sup>

Received  
2021/12/13

1 PhD Student of Environmental Technologies, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Iran

Accepted  
2023/04/15

2. PhD of Land use Planning, Faculty of Environmental Sciences, Gorgan University, Iran

DOI: 10.22034/eiap.2023.170004

#### Abstract

Forest and rangeland fires are a crisis and a challenge in the world. Mapping fire areas and predicting them for the future is very important in natural resource planning and management. Satellite imagery plays an important role in monitoring and studying forest and rangeland fires. In this paper, the study of forest and rangeland fires in Mazandaran by NBR method was performed along with statistical data of temperature, wind and relative humidity using Landsat images. Then, NDVI index was used to study vegetation condition. The results showed that there is coordination between the results of NBR method, statistical data and NDVI. The fire more than 500 hectares of vegetation belongs to Savadkuh, Behshahr, Noor and Tonekabon areas. In order to expedite future decisions, the fire condition of forests and rangelands of Mazandaran for the next 10 years was predicted and mapped. The results of this study can be useful alongside fieldwork.

**Key words:** Fire, Forests and Rangelands, Landsat, NBR, NDVI and Predict

\* Corresponding author

Email: [arah.foroutan.env@gmail.com](mailto:arah.foroutan.env@gmail.com)

## Introduction

Fire is one of the factors of disturbance in the ecosystem, which causes economic losses and negative effects on carbon sequestration (Montagné-Huck and Brunette, 2020; Pellegrini et al., 2019). Climate change may affect this (Seidl et al., 2018). Iran is an accident-prone country where forest fires are considered a major crisis and thousands of hectares of vegetation are set on fire every year. The causes of fire may be human or atmospheric. For about 30 years, efforts have been made to study forest fires with satellite images (Farajzadeh et al., 2015). Forests cover 35% of the land surface and they play an important role in nature and human life. Every year, hundreds of fires occur in the country and it preys on thousands of hectares of trees and plants. Due to the location of Iran in the dry belt of the earth and the high-pressure area of the subtropical region, the necessary weather conditions for the occurrence of forest and pasture fires are available. Fire causes harmful effects such as destruction of the natural cycle, warming of the earth, loss of vegetation, drying of the soil in the region, etc. As a result, it is very important to predict and prevent the spread of fire for this purpose, it is necessary to identify the fire in the areas and study the results several studies have been conducted by researchers in the field of fire detection and monitoring using satellite images (Azari & Mohammadzadeh, 2016).

The purpose of this research is to investigate and study fires in the forests and pastures of Mazandaran using Landsat images and using the NBR (Normalized Burn Ratio) technique. Also, in order to speed up future planning, management and decision-making, the situation of fires in the forests and pastures of Mazandaran for the next 10 years was predicted and mapped. The results of this study can be useful in the field work.

## Methodology

The area studied in this research includes Mazandaran province. In this study, the OLI images of the Landsat satellite in 2018 were used, Table (1). These images were downloaded from [www.USGS.gov](http://www.USGS.gov).

**Table (1): Characteristics of the satellite image used in this study**

Date	Satellite	Image Path	Image Row
June 2018	Landsat 8	163	34

The statistical data related to the temperature, humidity and location of the fire in 2018 were collected from the Department of Meteorology and Natural Resources of Mazandaran. Then, according to the dates of fires in the forests and pastures of Mazandaran, Landsat images related to the desired date before and after the fire were downloaded. With the NBR method, the fire at the desired time and place was checked using the near infrared and short wave infrared bands and with the formula of equation (1) (Key and Benson, 2005).

Equation (1):  $(NIR-SWIR4) / (NIR+SWIR)$

And the final NBR map for fire areas was obtained. In order to verify more, the NDVI (Normalized difference vegetation index) technique was used to study the vegetation cover before and after the fire on the desired date in the study area (Tucker, 1979). Then its results were compared with the results of the NBR method. Next, the fire probability layer for the next 10 years was prepared with the help of the burned spots data (which was prepared from Mazandaran Meteorology and Environment Department) and the MCE (Multi Criteria Evaluation) multi-criteria estimation method. The criteria used included slope, direction, height, humidity and NDVI.

## Results and Discussion

The final NBR map was obtained with the help of near-infrared and short-wave infrared bands for fire areas larger than 500 hectares. Next, the NDVI index of the region was obtained in order to validate the work. Vegetation density map or NDVI was prepared using Landsat images. In this picture, as the values increase, the density increases.

The results of the two methods were consistent. Also, the statistical data related to the fire in the area belonging to the date studied in this research also confirms the results. Next, the fire probability layer is presented in Figure (1).

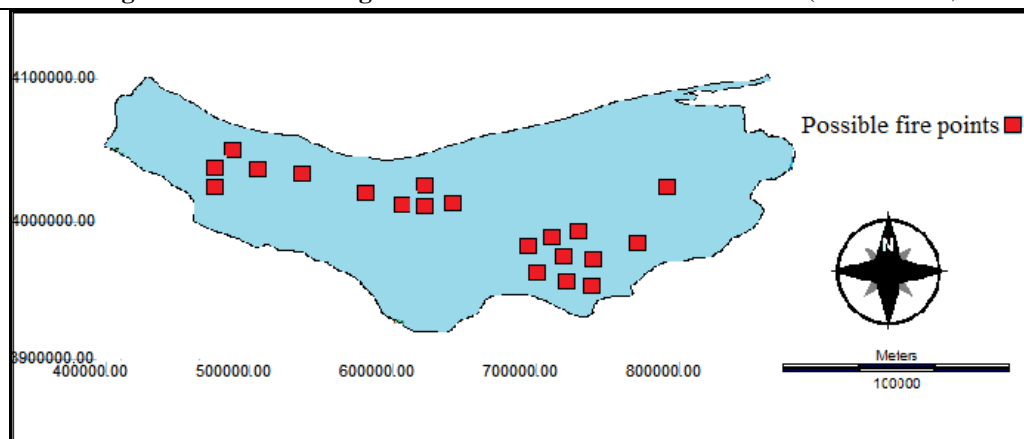


Figure (1): Fire probability map in the study area

The method used in this study is much faster and cheaper than field operations and it can also be updated. The results of this study showed that the vegetation fire that is significant and larger than 500 hectares in Mazandaran in 2018 belongs to Savadkuh, Behshahr, Noor and Tonkabon areas. In the vegetation cover of Tonekabon and Noor, fire is more intense than in the other two areas. These findings are consistent with the results of the study by Farajzadeh et al. (2015) which was conducted using the global fire detection algorithm. Considering that Iran is a semi-arid country every year, hundreds of fires occur in forests and pastures and causes a lot of damage to habitats, habitats and species, Therefore, fire studies are necessary especially in Mazandaran province. In the present study, in addition to man-made fires, in 2018, the intensity of fires has increased in the studied area due to the increase in surface temperature. Landsat images were used in this study. Researchers such as Azari and Mohammadzadeh (2016), Sobhani and Amini (2018), Kant et al. (2016) and Mishra (2017) have reported the successful use of Landsat images in vegetation fire studies. Areas that have the possibility of fire in 2028 In addition to the 2018 fire spots, it includes other areas of Mazandaran vegetation. Maffei and Menenti (2019) also predicted future fire probability for vegetation with satellite images and the result has been declared satisfactory.

In case of forest fires, operational activities become important and methods of timely detection of fires in these areas using suitable satellite images as decision support systems help managers to choose the best extinguishing method and prevent the spread of fire. In most cases, fire is detected when which requires spending a lot of money and time to control it. But since the effects of the fire are significant and the restoration and reconstruction of work resources is time-consuming and difficult. It is necessary to make extensive efforts to detect fire in time using suitable satellite images (Porshakuri et al., 2012).

## Conclusion

Forests are one of the most important ecosystems on earth. Their performance plays an essential role in the balance of ecological relationships. One of the most important factors affecting the structure and function of forest ecosystems is fire. They cause ecological disturbances and disorder in natural cycles. What is certain is that access to current data from forest areas and pastures is considered the most important pillar of planning and management of natural resources which needs to be updated after any change, including fire which seems to be impossible without the use of remote sensing techniques. Remote sensing techniques can be used in all three aspects of crisis management, i.e. forecasting, monitoring and damage assessment. The process of identifying hot spots or fires in natural resources is carried out with the help of satellite images in order to quickly warn the relevant officials and consequently speed up the fire extinguishing operation. In short, investigation and study of fires in forests and pastures is done quickly and free of charge using Landsat images and NBR technique. Forecasting the fire situation of forests and pastures also helps to speed up planning, management and future decisions. The results of this study can be useful in the field work.

## References

Azari, O. & Mohammadzadeh, A. 2016. Fire Detection in Remote Sensing from the Perspective of Some Satellite Sensor. GEJ, 7 (3): 15-23 (In Persian)

- Farajzadeh, M.; Ghavidel Rahimi, Y. & Mokri, S. 2015. The Analysis of Forest Fires with Climatic Approach Using Satellite Data in Alborz Area\_ Iran. *Jsaeh*, 2 (3): 83-104 (In Persian)
- Kant, Y. & Badarinath, K. 2016. Sub-pixel fire detection using Landsat-TM thermal data. *Journal of Infrared Physics & Technology*. 23(12): 383-387.
- Key, C. & Benson, N. 2005. Landscape Assessment: Remote sensing of severity, the Normalized Burn Ratio; and ground measure of severity, the Composite Burn Index, In FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System, RMRS-GTR, Ogden, UT: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Maffei, C. & Menenti, M. 2019. Predicting forest fires burned area and rate of spread from pre-fire multispectral satellite measurements. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 158(1): 263–278.
- Mishra, R.; Bahuguna, P. & Singh, V. 2017. Detection of coal mine fire in Jharia Coal Field using Landsat-7 ETM+ data, *International Journal of Coal Geology*. 6(2): 73-78.
- Montagné-Huck, C. & Brunette, M. 2018. Economic analysis of natural forest disturbances: A century of research. *J. For. Econ.* 32(2): 42–71.
- Pellegrini, A.F.A.; Ahlström, A.; Hobbie, S.E.; Reich, P.B.; Nieradzik, L.P.; Staver, A.C.; Scharenbroch, B.C.; Jumpponen, A.; Anderegg, W.R.L.; Randerson, J.T.; & Jackson, R.B. 2018. Fire frequency drives decadal changes in soil carbon and nitrogen and ecosystem productivity. *Nature*. 553(8): 194–198.
- Seidl, R.; Thom, D.; Kautz, M.; Martin-Benito, D.; Peltoniemi, M.; Vacchiano, G.; Wild, J., Ascoli, D.; Petr, M.; Honkaniemi, J.; Lexer, M.J.; Trotsiuk, V.; Mairota, P.; Svoboda, M.; Fabrika, M.; Nagel, T.A.; & Reyer, C.P.O. 2017. Forest disturbances under climate change. *Nat. Clim. Chang.* 7(8): 395–402.
- Tucker, C.J. 1999. Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation, *Remote Sensing of Environment*, 8(2): 127-150.

## بررسی آتش‌سوزی در مراتع و جنگل‌های مازندران با استفاده از تصاویر لندست

سارا فروتن\*، نیلوفر اسلام زاده<sup>۲</sup>

۱ دانشجوی دکتری فناوری‌های محیط‌زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران  
۲ دکترای آمایش محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه گرگان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۰۵

تاریخ وصول مقاله: ۱۴۰۰/۰۹/۲۲

### چکیده

آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع در دنیا به عنوان بحران و چالش مطرح است. تهیه نقشه مناطق آتش‌سوزی و پیش‌بینی آن برای آینده در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع طبیعی، بسیار مهم است. تصاویر ماهواره‌ای در پایش و مطالعه آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع نقش مهمی دارد. در این پژوهش، بررسی و مطالعه آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع مازندران با استفاده از روش NBR بر روی تصاویر لندست در کنار داده‌های آماری دما، باد و رطوبت نسبی انجام شد. در ادامه از شاخص NDVI نیز در بررسی وضعیت پوشش استفاده شد. نتایج نشان داد بین نتایج روش NBR، داده‌های آماری و همچنین NDVI هماهنگی وجود دارد و آتش‌سوزی بیشتر از ۵۰۰ هکتار متعلق به پوشش گیاهی مناطق سوادکوه، بهشهر، نور و تنکابن است. در ادامه به منظور تسریع تصمیم‌گیری‌های آینده، وضعیت آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع مازندران برای ۱۰ سال آینده پیش‌بینی و نقشه‌سازی شد. نتایج این مطالعه می‌تواند در کنار کار میدانی مفید واقع شود.

**کلید واژه‌ها:** آتش‌سوزی، جنگل‌ها و مراتع، لندست، NBR، NDVI و پیش‌بینی

## سرآغاز

آتش‌سوزی یکی از عوامل اختلال در اکوسیستم است که باعث خسارات اقتصادی و اثرات منفی بر ترسیب کربن می‌شود (Montagné-Huck and Brunette, 2020; Pellegrini et al., 2019). تغییرات اقلیمی ممکن است بر این امر تاثیرگذار باشد (Seidl et al., 2018).

ایران یک کشور حادثه‌خیز است که در آن آتش‌سوزی جنگل‌ها یک بحران اساسی محسوب و سالانه هزاران هکتار از پوشش گیاهی طعمه حریق می‌شود. دلایل آتش‌سوزی ممکن است انسانی یا جوی باشد. حدود ۳۰ سال است که تلاش برای مطالعات آتش‌سوزی جنگل‌ها با تصاویر ماهواره‌ای شروع شده است (Farajzadeh et al., 2015).

جنگل‌ها ۳۵ درصد از سطح خشکی‌ها را پوشش داده‌اند و نقش مهمی در طبیعت و زندگی انسان دارند. سالانه صدها مورد آتش‌سوزی در سطح کشور رخ می‌دهد و هزاران هکتار از درختان و گیاهان را طعمه خود می‌سازد. به دلیل قرار گرفتن ایران در کمربند خشک کره زمین و ناحیه پرفشار جنب حاره‌ای، شرایط جوی لازم جهت وقوع آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع فراهم است. آتش‌سوزی اثرات زیان‌باری نظیر تخریب چرخه طبیعت، گرم شدن زمین، از بین رفتن پوشش گیاهی، خشک شدن خاک منطقه و غیره را در پی دارد. در نتیجه پیش‌بینی و جلوگیری از بروز گسترش آتش‌سوزی از اهمیت زیادی برخوردار است که به این منظور نیاز به شناسایی آتش در مناطق و مطالعه روی نتایج است (Azari & Mohammadzadeh, 2016).

مطالعات متعددی در زمینه شناسایی آتش‌سوزی و نظارت، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای توسط پژوهشگران انجام گرفته است. از جمله Farajzadeh و همکاران (۲۰۱۵) و Azari و Mohammadzadeh (۲۰۱۶) را می‌توان مثال زد. Kant و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از داده‌های لندست به آشکارسازی آتش پرداخته‌اند و مطالعاتی را در این زمینه انجام داده‌اند. در سال‌های اخیر Mishra (۲۰۱۷) و همچنین Conrad و Kustiyo از داده‌های لندست در مطالعات شناسایی آتش و مناطق سوخته و همچنین تهیه نقشه‌های آتش استفاده کرده‌اند. چندطیفی ماهواره‌ای پیش‌بینی و نتیجه را رضایت بخش اعلام کرد.

با توجه به تحقیق و بررسی مطالعات محققین در زمینه آشکارسازی آتش‌سوزی از سنجنده‌های مختلف استفاده می‌شود که از نظر رزولوشن مکانی برتری با سنجنده لندست است که برای ارزیابی دقت الگوریتم‌ها از نظر مکانی از داده‌ها و تصاویر آن استفاده می‌شود.

وقوع آتش‌سوزی‌های مکرر در مناطق مختلف ایران، پژوهشگران منابع طبیعی و سنجش از دور را بر آن داشته است که پژوهش‌های جدیدی در عرصه‌های با ارزش جنگلی و پوشش‌های گیاهی انجام دهند تا از بروز و گسترش آتش جلوگیری به عمل آورند.

هدف از این پژوهش، بررسی و مطالعه آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع مازندران با استفاده از تصاویر لندست و با استفاده از تکنیک NBR<sup>(۱)</sup> (شاخص ضریب سوختگی معمولی) است. همچنین به منظور تسریع برنامه‌ریزی، مدیریت و تصمیم‌گیری‌های آینده، وضعیت آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع مازندران برای ۱۰ سال آینده پیش‌بینی و نقشه‌سازی شد. نتایج این مطالعه می‌تواند در کنار کار میدانی مفید واقع شود.

## مواد و روش‌ها

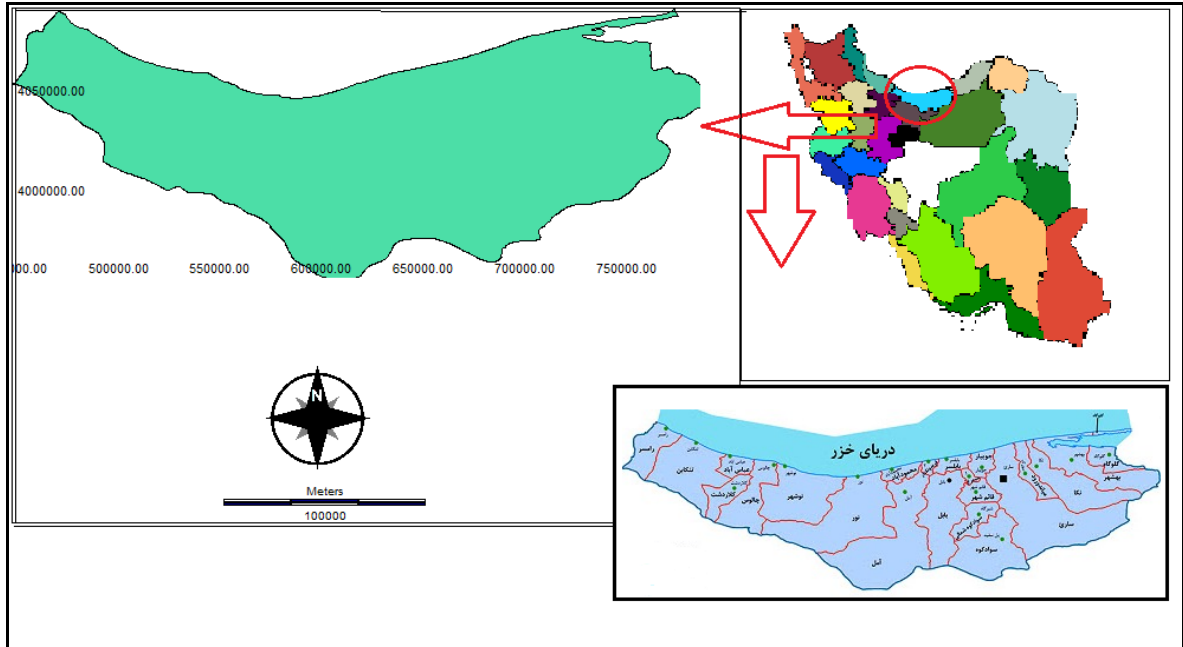
### • منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش شامل استان مازندران می‌باشد شکل (۱). استان مازندران در مختصات جغرافیایی ۴۶° ۳۵' تا ۵۸' ۳۶° عرض شمالی و ۲۱' ۵۰° تا ۰۸' ۵۴° طول شرقی واقع شده است. این استان بر اساس آخرین تقسیمات کشوری، دارای ۱۶ شهرستان است. نام شهرستان‌های استان مازندران عبارتند از: آمل، بابل، بابلسر، بهشهر، تنکابن، جویبار، چالوس، رامسر، ساری، سوادکوه، قائم‌شهر، محمودآباد، نکا، نور، نوشهر و گلوگاه. استان مازندران در جنوب دریای خزر واقع شده و از شرق به استان گلستان، از غرب به گیلان و از جنوب به تهران متصل است. طبق آمارنامه سال ۱۳۹۵ استان مازندران، مساحت آن ۲۳/۷۵۶ کیلومترمربع و جمعیت آن در سال ۱۳۹۵ شامل ۳/۲۸۳/۵۸۲ نفر می‌باشد. میانگین بارندگی سالیانه در استان ۹۷۷ میلی‌متر است.

سال ۲۰۱۸ استفاده شده است جدول (۱). این تصاویر از سایت [www.USGS.gov](http://www.USGS.gov) دانلود شدند.

• تهیه داده‌های دورسنجی

در این مطالعه از تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست



شکل (۱): موقعیت منطقه مطالعاتی

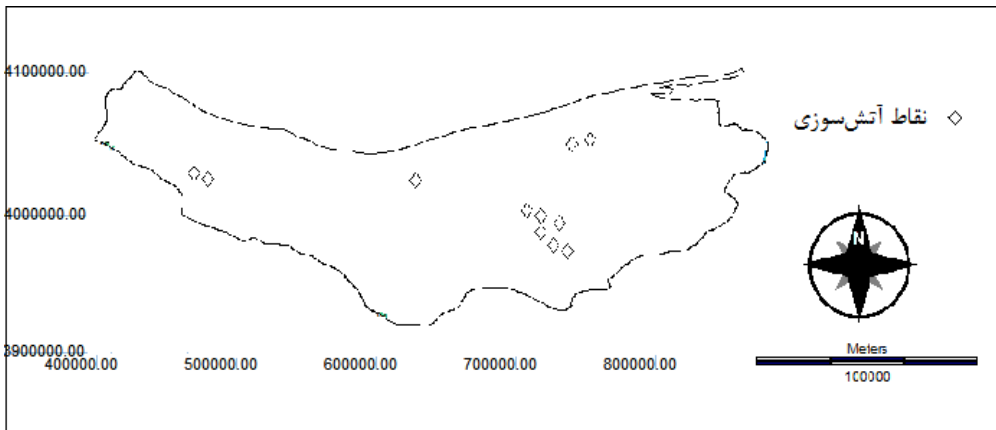
جدول (۱): مشخصات تصویر استفاده شده در این پژوهش

تاریخ	ماهواره	مسیر تصویر	ردیف تصویر
ژوئن ۲۰۱۸	لندست ۸	۱۶۳	۳۴

در جنگل‌ها و مراتع مازندران، تصاویر لندست مربوط به تاریخ مورد نظر قبل و بعد از آتش‌سوزی دانلود شد. موقعیت نقاط آتش‌سوزی در شکل (۲) آورده شده است.

• روش کار

در این پژوهش داده‌های آماری مربوط به دما، رطوبت و موقعیت آتش‌سوزی سال ۲۰۱۸ از اداره هواشناسی و منابع طبیعی مازندران جمع‌آوری شد. سپس با توجه به تاریخ‌های آتش‌سوزی



شکل (۲): موقعیت نقاط آتش‌سوزی

که از اداره هواشناسی و محیط زیست مازندران تهیه شده بود) و روش برآورد چندمعیاره MCE<sup>(۳)</sup> تهیه شد. معیارهای استفاده شده شامل شیب، جهت، ارتفاع، رطوبت و NDVI بود.

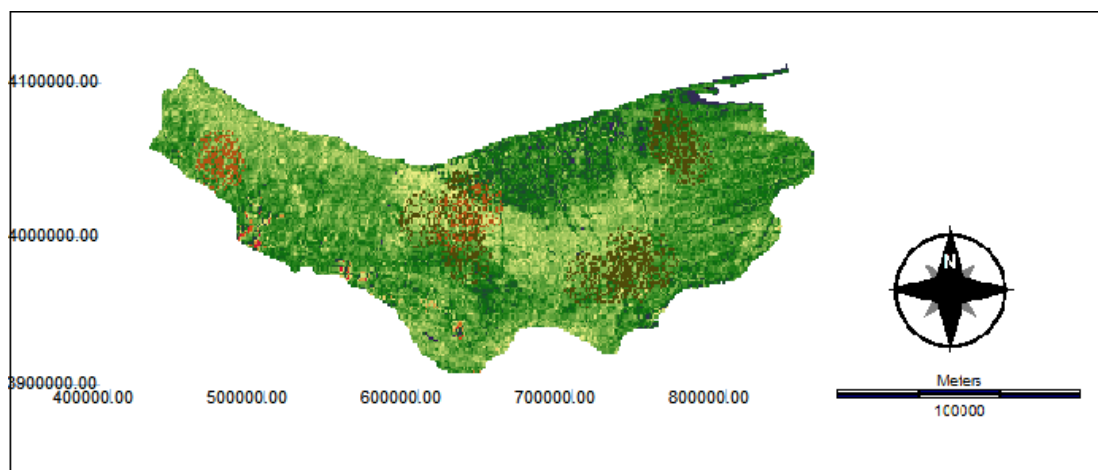
### نتایج

نقشه NBR نهایی با کمک باندهای مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز موج کوتاه برای مناطق آتش‌سوزی بزرگتر از ۵۰۰ هکتار به دست آمد. مناطق قهوه‌ای رنگ آتش‌سوزی متوسط و قرمز رنگ آتش‌سوزی شدید را نشان می‌دهد. آتش‌سوزی کمتر از ۵۰۰ هکتار و کم نادیده گرفته شد. نقاط آتش‌سوزی مربوط به پوشش گیاهی سوادکوه، بهشهر، نور و تنکابن است شکل (۳).

با روش NBR آتش‌سوزی در زمان و مکان مورد نظر با استفاده از باندهای مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز موج کوتاه و با فرمول رابطه (۱) بررسی شد (Key and Benson, 2005).

$$\text{رابطه (۱)} \quad (NIR+SWIR) / (NIR-SWIR4)$$

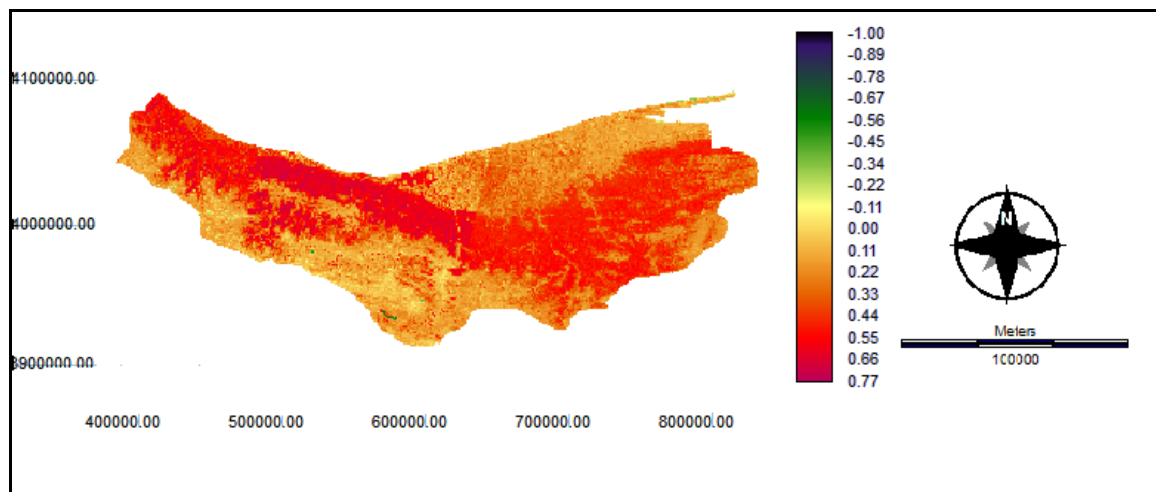
و نقشه NBR نهایی برای مناطق آتش‌سوزی به دست آمد. به منظور صحت‌سنجی بیشتر از تکنیک NDVI<sup>(۴)</sup> در مطالعه پوشش گیاهی قبل و بعد از آتش‌سوزی در تاریخ مورد نظر در منطقه مطالعاتی استفاده شد (Tucker, 1979). سپس نتایج آن با نتایج روش NBR مقایسه شد. در ادامه لایه احتمال آتش‌سوزی ۱۰ سال آینده با کمک داده‌های نقاط سوخته شده



شکل (۳): نقشه NBR نهایی منطقه مطالعاتی

تصاویر لندست تهیه شد. در این تصویر با افزایش ارزش‌ها تراکم افزایش می‌یابد شکل (۴).

در ادامه شاخص NDVI منطقه به منظور صحت‌سنجی کار به دست آمد. نقشه تراکم پوشش گیاهی یا NDVI به کمک

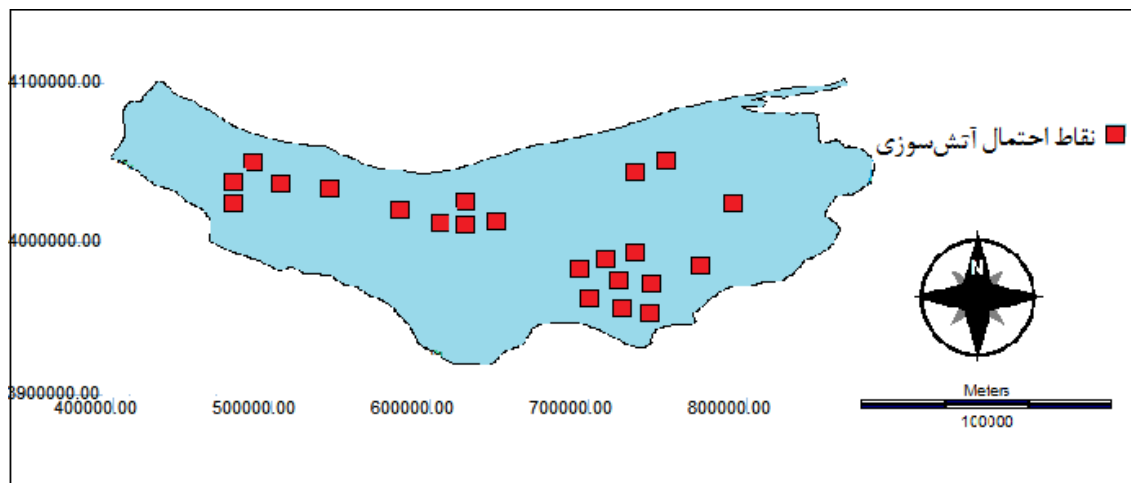


شکل (۴): نقشه NDVI از منطقه مطالعاتی



مطالعه شده در این پژوهش نیز تایید کننده نتایج است. در ادامه لایه احتمال آتش‌سوزی ارایه شد شکل (۵).

نتایج حاصل از دو روش باهم هماهنگی داشت. همچنین داده‌های آماری مربوط به آتش‌سوزی منطقه متعلق به تاریخ



شکل (۵): لایه احتمال آتش‌سوزی در منطقه مطالعاتی

نقاط آتش‌سوزی ۲۰۱۸ شامل مناطق دیگری از پوشش گیاهی مازندران است. Maffei و Menenti (۲۰۱۹) نیز احتمال آتش‌سوزی آینده را برای پوشش گیاهی با تصاویر ماهواره‌ای پیش بینی و نتیجه را رضایت‌بخش اعلام کرده‌اند.

در صورت بروز آتش‌سوزی در جنگل‌ها، فعالیت‌های عملیاتی اهمیت پیدا می‌کند و روش‌های شناسایی به موقع آتش‌سوزی در این عرصه‌ها با استفاده از تصاویر مناسب ماهواره‌ای به عنوان سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری به مدیران برای انتخاب بهترین روش اطفاء و جلوگیری از گسترش حریق کمک می‌کند. در اکثر موارد، آتش‌سوزی هنگامی شناسایی می‌شود که مهار آن نیاز به صرف هزینه و زمان زیادی دارد. اما از آنجایی که آثار سوء آتش‌سوزی قابل توجه بوده و ترمیم و بازسازی منابع کاری زمان‌بر و مشکل‌است، ضروری است تا تلاش‌های گسترده‌ای برای شناسایی به موقع آتش با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مناسب صورت گیرد.

جنگل‌ها یکی از مهمترین اکوسیستم‌های کره خاکی به شمار می‌روند و عملکرد آنها نقش اساسی در تعادل روابط اکولوژیکی دارد. یکی از مهمترین عوامل تاثیر گذار بر ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های جنگلی آتش‌سوزی است که موجب آشفته‌گی‌های اکولوژیکی و بی‌نظمی در چرخه‌های طبیعی می‌شوند. آنچه مسلم است دسترسی به داده‌های بروز از مناطق جنگلی و مراتع مهمترین رکن برنامه‌ریزی و مدیریت منابع طبیعی به شمار

### بحث و نتیجه‌گیری

روشی که در این مطالعه استفاده شد نسبت به عملیات میدانی بسیار سریع‌تر و ارزان‌تر است و همچنین قابلیت بروز شدن دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که آتش‌سوزی پوشش گیاهی قابل توجه و بزرگتر از ۵۰۰ هکتار در سطح مازندران در سال ۲۰۱۸ متعلق به مناطق سوادکوه، بهشهر، نور و تنکابن است. در پوشش گیاهی تنکابن و نور نسبت به دو منطقه دیگر آتش‌سوزی شدیدتر است. این یافته‌ها با نتایج مطالعات Farajzadeh و همکاران (۲۰۱۵) که با استفاده از الگوریتم جهانی کشف آتش انجام گرفت هم‌خوانی دارد.

سالیانه صدها مورد آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع ایران رخ می‌دهد و خسارت زیادی به رویشگاه‌ها، زیستگاه‌ها و گونه‌ها وارد می‌آورد، بنابراین مطالعات آتش‌سوزی بویژه در استان مازندران ضرورت پیدا می‌کند. در مطالعه حاضر علاوه بر آتش‌سوزی‌های انسانی، در سال ۲۰۱۸ در منطقه مورد مطالعه به دلیل افزایش دمای سطحی، شدت آتش‌سوزی بیشتر شده است.

در این مطالعه از تصاویر لندست استفاده شد. محققانی مثل Azari و Mohammadzadeh (۲۰۱۶)، Sobhani و Amini (۲۰۱۸)، Kant و همکاران (۲۰۱۶) و Mishra و همکاران (۲۰۱۷) از کاربرد موفق تصاویر لندست در مطالعات آتش‌سوزی پوشش گیاهی خبر داده‌اند.

مناطق‌ای که برای سال ۲۰۲۸ احتمال آتش‌سوزی دارند علاوه بر

می‌گیرد. پیش‌بینی وضعیت آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع همچنین به تسریع برنامه ریزی، مدیریت و تصمیم‌گیری‌های آینده کمک می‌کند. نتایج این مطالعه می‌تواند در کنار کار میدانی مفید واقع شود.

### یادداشت‌ها

1. Normalized Burn Ratio
2. Normalized difference vegetation index
3. Multi Criteria Evaluation

می‌رود که لازم است پس از هر تغییری از جمله آتش‌سوزی بهنگام‌سازی شود که بدون بهره‌گیری از تکنیک‌های سنجش از دور کاری غیرممکن به نظر می‌رسد. تکنیک‌های سنجش از دور می‌تواند در تمام سه جنبه مدیریت بحران، یعنی پیش‌بینی، نظارت و ارزیابی آسیب، مورد استفاده قرار گیرد. فرایند شناسایی نقاط داغ یا آتش‌سوزی در منابع طبیعی به کمک تصاویر ماهواره‌ای به منظور هشدار سریع به مسئولین ذیربط و به تبع آن تسریع در عملیات اطفاء حریق انجام می‌شود. بطور خلاصه، بررسی و مطالعه آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع با استفاده از تصاویر لندست و تکنیک NBR سریع و رایگان انجام

### فهرست منابع

- Azari, O. & Mohammadzadeh, A. 2016. Fire Detection in Remote Sensing from the Perspective of Some Satellite Sensor. GEJ, 7 (3): 15-23 (In Persian)
- Farajzadeh, M.; Ghavidel Rahimi, Y. & Mokri, S. 2015. The Analysis of Forest Fires with Climatic Approach Using Satellite Data in Alborz Area\_ Iran. Jsaeh, 2 (3): 83-104 (In Persian)
- Kant, Y. & Badarinath, K. 2016. "Sub-pixel fire detection using Landsat-TM thermal data". Journal of Infrared Physics & Technology. 23(12): 383-387.
- Key, C. & Benson, N. 2005. Landscape Assessment: Remote sensing of severity, the Normalized Burn Ratio; and ground measure of severity, the Composite Burn Index, In FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System, RMRS-GTR, Ogden, UT: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Lopez, G.M.J. & Caselles, V. 1991. Mapping Burns and Natural Reforestation using Thematic Mapper Data. Geocarto International. 6(2): 31-37.
- Maffei, C. & Menenti, M. 2019. Predicting forest fires burned area and rate of spread from pre-fire multispectral satellite measurements. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 158(1): 263–278.
- Mishra, R.; Bahuguna, P.; & Singh, V. 2017. "Detection of coal mine fire in Jharia Coal Field using Landsat-7 ETM+ data," International Journal of Coal Geology. 6(2): 73-78.
- Montagné-Huck, C. & Brunette, M. 2018. Economic analysis of natural forest disturbances: A century of research. J. For. Econ. 32(2): 42–71.
- Pellegrini, A.F.A.; Ahlström, A.; Hobbie, S.E.; Reich, P.B.; Nieradzik, L.P.; Staver, A.C.; Scharenbroch, B.C.; Jumpponen, A.; Anderegg, W.R.L.; Randerson, J.T.; & Jackson, R.B. 2018. Fire frequency drives decadal changes in soil carbon and nitrogen and ecosystem productivity. Nature. 553(8): 194–198.
- Seidl, R.; Thom, D.; Kautz, M.; Martin-Benito, D.; Peltoniemi, M.; Vacchiano, G.; Wild, J., Ascoli, D.; Petr, M.; Honkaniemi, J.; Lexer, M.J.; Trotsiuk, V.; Mairota, P.; Svoboda, M.; Fabrika, M.; Nagel, T.A.; & Reyer, C.P.O. 2017. Forest disturbances under climate change. Nat. Clim. Chang. 7(8): 395–402.
- Tucker, C.J. 1999. Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation, Remote Sensing of Environment, 8(2): 127-150.