نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هفتم، شماره ۱،بهار ۱۳۹۹
صفحات ۱ – ۱۴

شناسایی بلادرنگ آتش سوزی جنگل و مراتع با استفاده از داده های NOAA/AVHRR منطقه مورد مطالعه: پناهگاه حیات وحش کیامکی

فیروزآقازاده[1]، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه سنجش از دور و GIS، دانشکدهٔ جغرافیا و برنامه ریزی ، دانشگاه تبریز، تبریز.

هاشم رستم زاده. استادیار گروه آب و هواشناسی، دانشکدهٔ جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه تبریز، تبریز.

خلیل ولیزاده کامران. دانشیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشکدهٔ جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه تبریز، تبریز.

دریافت مقاله : ۱۳۹۷/۱۲/۰۳ پذیرش نهایی:۱۳۹۸/۰۹/۱۵

چکیده

آتش سوزی جنگل در سال‌های اخیر توجه زیادی به تغییرات اقلیمی و اکوسیستم داشته است. سنجش از دور، یک روش سریع و ارزان برای تشخیص و نظارت آتش‌سوزی جنگل‌ها در مقیاس وسیع است. هدف از این پژوهش شناسایی آتش‌سوزی جنگل و مراتع با استفاده از تصاویر سنجنده NOAA/AVHRR در پناهگاه حیات وحش کیامکی داغ می‌باشد. جهت انجام تحقیق، ابتدا تاریخ آتش‌سوزی‌های رخ داده از محصولات MODIS استخراج گردید. سپس تصاویر سنجنده مورد نظر براساس تاریخ آتش‌سوزی‌های رخ داده تهیه شد. بعد از انجام پیش‌پردازش تصاویر، با استفاده از الگوریتم‌های توسعه یافته، گیگلیو و IGBP اقدام به شناسایی آتش‌سوزی گردید. نتایج الگوریتم‌های شناسایی آتش‌سوزی با محصولات MODIS مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که شناسایی آتش‌سوزی با استفاده از الگوریتم IGBP نسبت به الگوریتم‌های توسعه یافته و گیگلیو بهتر است. بدین صورت که الگوریتم IGBP با تعداد آتش‌سوزی شناسایی شده برابر با ۶ پیکسل از ۷ پیکسل آتش‌سوزی شناسایی شده توسط محصولات MODIS، الگوریتم گیگلیو با تعداد آتش-سوزی شناسایی شده برابر با ۵ پیکسل از ۷ پیکسل آتش‌سوزی شناسایی شده توسط محصولات MODIS و الگوریتم توسعه یافته تعداد آتش‌سوزی شناسایی شده برابر با ۳ پیکسل از ۷ پیکسل آتش‌سوزی شناسایی شده توسط محصولات MODIS را شناسایی کرد. همچنین الگوریتم IGBP با میزان خطای ۱۴٪ و با تعداد آتش‌سوزی شناسایی ۸۶٪، الگوریتم گیگلیو با میزان خطای ۲۸٪ و تعداد آتش‌سوزی شناسایی شده ۷۲٪ و الگوریتم توسعه یافته با میزان خطای ۵۷٪ و تعداد آتش‌سوزی شناسایی شده ۴۳٪ را نشان داد.

واژه های کلیدی: شناسایی آتش‌سوزی در زمان واقعی، الگوریتم‌های آتش‌سوزی، NOAA/AVHRR، پناهگاه حیات وحش کیامکی.

[1] . نویسنده مسئول: Email : f.aghazadeh۹۵@ms.tabrizu.ac.ir

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.2]

مقدمه

آتش‌سوزی زمین و جنگل یکی از مشکلات رایج در جهان است که باعث بروز اختلالات مختلف در عملکرد جنگل و زمین می‌شود (Nurdiana, & Risdiyanto,. ۲۰۱۵). تشخیص آتش در زمان واقعی ضروری است تا از تلفات در مقیاس بزرگ جلوگیری شود (Philip, ۲۰۰۷). برای شناسایی آتش زودهنگام در مناطقی که خطر آتش‌سوزی زیاد است، لازم است که این مناطق را به صورت منظم نظارت شود (Linss et al,. ۲۰۱۵). پایش جنگل‌ها برای شناسایی آتش‌ها از فنونی است که در گذشته به کمک روش‌های سنتی از قبیل دیده‌بان، بالگرد و هواپیما انجام شد (Jazirehi, ۲۰۰۵). امروزه تصاویر ماهواره‌ای از ابزارهای مهم و موثر در شناسایی آتش فعال در دنیا هستند (Giglio et al, ۲۰۰۲). استفاده از سیستم های ماهواره‌ای (NOAA/AVHRR، GOES و غیره)، که در اوایل دهه ۱۹۷۰ توسط خدمات جنگلی ایالات متحده توسعه یافت (Ceccato et al, ۱۹۹۹)، که می‌تواند یک ابزار فوق‌العاده برای تشخیص نقاط و بررسی سطح استرس گیاهی باشد. برنامه بین‌المللی ژئوسفر- بیوسفر (IGBP) به موضوع آتش سوزی از دیدگاه چندرشته ای می‌پردازد و پروژه‌های متعددی برای مطالعه آتش- سوزی دارد (Stroppiana et al., ۲۰۰۰). در سال‌های اخیر مطالعات گوناگونی در زمینه شناسایی پدیده آتش‌سوزی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای صورت گرفته است که در این مطالعات الگوریتم‌های خاص و متنوعی در زمینه تشخیص سریع و دقیق آتش‌سوزی جنگل استفاده شده است. اکثر الگوریتم‌های شناسایی آتش به ماهواره‌های قطبی و ماهواره‌های ژئواسترایی GOES اعمال می‌شود. این تحقیق تصمیم گرفته است که از تصاویر سنجنده AVHRR/NOAA برای شناسایی آتش استفاده کند. پو و همکاران (Pu et al., ۲۰۰٤) به بررسی خود تحت عنوان A dynamic algorithm for wildfire mapping with NOAA/AVHRR data در کالفرنیا پرداختند. مقایسه مقدماتی نتایج حاصل از الگوریتم دینامیک و چند ضلعی آتش‌سوزی که توسط اداره کل جنگلداری و آتش نشانی کالیفرنیا جمع آوری شده است، نشان می‌دهد که الگوریتم می‌تواند مناطق سوخته را در مراحل مختلف رشد در سطح روزانه ردیابی کند. مقایسه بین نتایج نقشه برداری آتشفشان توسط یک نسخه اصلاح شده الگوریتم موجود و الگوریتم دینامیکی نیز این نقطه را نشان می دهد. امورایی و همکاران (Amraoui et ., ۲۰۱۰ al) قابلیت داده‌های سنجنده‌های MSG SEVIRI و MODIS را برای شناسایی آتش در افریقا بررسی کردند و نتیجه گرفتند که این تصاویر می‌توانند به عنوان تکمیل کننده‌ی یکدیگر در شناسایی آتش عمل کنند. ستین و همکاران (Stein et ., ۲۰۱۵ al) به بررسی نظارت بر آتش‌سوزی برای پردازش سری‌های طولانی مدت پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که الگوریتم متنی بهترین کارایی است و به همین دلیل برای اجرای نهایی استفاده می شود. فری و همکاران (Frey et al.,۲۰۱۷) به بررسی پردازشگر شناسایی نقطه داغ آتش‌سوزی به صورت اتوماتیک بر اساس تصاویر AVHRR پرداختند. نتایج حاصل از پردازشگر نقطه داغ با داده های آتش شبیه سازی شده مورد آزمون قرار گرفت. علاوه بر این، نتایج پردازش تصاویر واقعی AVHRR با پنج مجموعه داده های مختلف مورد تایید قرار گرفت: نقاط MODIS، نقاط نقص MODIS، داده های آتش نشانی از سیستم اطلاعات آتش نشانی جنگل اروپا (EFFIS)، نقشه برداری سوزی از خدمات مدیریت اورژانسی کوپرنیک (EMS) و اطلاعات پایگاه داده آتش نشانی پیمونت. زانگ و همکاران (Zhang et al., ۲۰۱۸) در مطالعه خود، از باند های ۷، ۴ و ۳ داده- های Advance Himawari Imaging (AHI) با استفاده از الگوریتم Threshold و یک روش تفسیر بصری برای نظارت بر کل پروسه آتش سوزی علف های هرز که در مناطق مرزی چین و مغولستان رخ داده است، پرداختند. نتایج نظارت نشان می‌دهد

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.2]

که آتش سوزی علفزار برای دو روز و هشت ساعت با مساحت حدود ۲۷۰۸/۲۹ کیلومتر مربع سوزانده شده است. ارزیابی نتایج نظارت بر آتش نشان می دهد که اطلاعات AHI با دقت بالا و به موقع می‌تواند بسیار با شرایط واقعی سازگار باشد. والریا و لنوی (Valeria & Laneve,۲۰۱۸) برای تشخیص آتش‌سوزی با استفاده از تصاویر SEVIRI در کشورهای مدیترانه در اروپا در فصل تابستان با استفاده از الگوریتم SFIDEپرداختند. نتایج الگوریتم در منطقه ساردینیا با استفاده از داده‌های واقعی زمین ارائه شده توسط diVigilanza Ambientale & Forestale Corpo تأیید شده است. موقتی (۲۰۰۹) به مقایسه سه الگوریتم جهانی، بهبودیافته و Graph-based در استان کرمانشاه پرداختند و نتیجه گرفتند که الگوریتم جهانی کشف آتش از دو الگوریتم دیگر نتایج بهتری ارایه می‌دهند. پورشکوری (۲۰۱۱) کارایی تصاویر سنجنده MODIS و الگوریتم جهانی کشف آتش را بررسی کردند. آن‌ها از آتش‌سوزی رخ داده در تیرماه ۲۰۱۱ در پارک ملی گلستان استفاده کردند و نتیجه گرفتند که تصاویر سنجنده MODIS پتانسیل بالقوه خوبی برای شناسایی آتش‌های فعال در جنگل‌های شمال دارند. در بیشتر کشورهای جهان و به ویژه درکشور ما سالانه آتش‌سوزی‌های زیادی اتفاق می‌افتد که خسارت فراوانی را به همراه دارد. از بین رفتن مراتع و جنگل‌ها در قسمت‌های مختلف ایران که یکی از قسمت‌های آن پناهگاه حیات وحش کیامکی داغ می‌باشد، انجام تمهیدات لازم به منطور شناسایی، دلایل ایجاد و مقابله با آن ضروری می‌باشد. اگرچه در مورد مدلسازی خطر آتش‌سوزی تحقیقات زیادی در کشور صورت گرفته است، ولی تحقیقاتی در زمینه شناسایی آتش-سوزی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تحقیق آنچنانی صورت نگرفته است. هدف از این مقاله شناسایی آتش سوزی در زمان واقعی با استفاده از الگوریتم‌های آتش‌سوزی با استفاده از تصاویر NOAA/AVHRR می‌باشد. مقاله به شرح زیر تشکیل شده است: بخش ۱ اخذ داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای و ایجاد پایگاه داده و پیش پردازش تصاویر را شامل می‌شود. بخش ۲ تهیه نقشه‌های آتش‌سوزی با استفاده از الگوریتم‌های مختلف شناسایی آتش‌سوزی را شامل می‌شود؛ بخش ۳ تجزیه و تحلیل حاصل از نقشه‌های شناسایی آتش‌سوزی با استفاده از الگوریتم‌های آتش‌سوزی و ارزیابی آن‌ها با محصولات مودیس را شامل می‌شود.

داده‌ها و روش کار

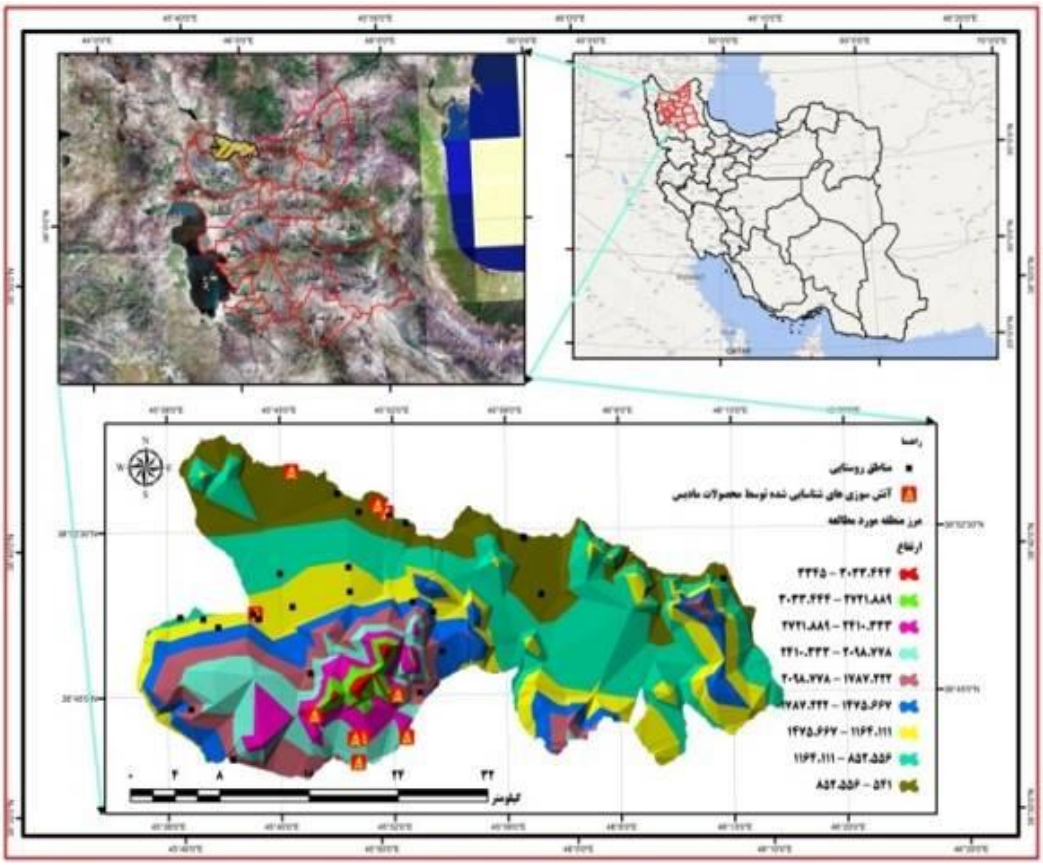
الف) قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

پناهگاه حیات وحش کیامکی[۱] بین ۵۰ ۳۸ عرض شمالی و ۰۰ ۴۶ طول شرقی واقع شده است. این منطقه با وسعت ۹۶۹۵۲ هکتار در مابین شهرستان جلفا و مرند قرار داشته و از سال ۱۳۵۲ به عنوان منطقه حفاظت شده به تصویب رسیده و از سال ۱۳۵۴ به پناهگاه حیات وحش ارتقاء یافته است. نوسانات ارتفاع در این منطقه از ۵۴۰ متر در ساحل رودخانه ارس تا ۳۴۱۴ متر در کیامکی داغ می‌باشد. میانگین سالانه دما در منطقه ۱۱ درجه سانتی‌گراد و بارندگی سالانه ۳۳۶/۲ میلی‌متر می‌باشد.

[۱] - Kyamky nature reserve

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.2]



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

ب) روش کار

دراین پژوهش از مجموعه داده‌های NOAA/ AVHRR level ۱b برای شناسایی آتش‌سوزی استفاده شده است. که در ادامه روند دریافت تصاویر توضیح داده می‌شوند:

- NOAA/ AVHRR: داده ها از وبسایت[۱] NOAAدانلود شده است. نوع داده مورد استفاده، منطقه پوشش محلی (LAC) بود که در قسمت هیئت مدیره به یک کیلومتر پیکسل جداگانه در ناحیه به ویژه برای نظارت بر آتش‌سوز جهانی مورد استفاده قرار می گرفت. داده ها در فرمت عدد صحیح به دست آمد.
- MODIS Product: از محصولات MODIS برای ارزیابی نتایج آتش‌سوزی‌ها استفاده شده است که از وب سایت‌های۲ برداشت شده است.

۱- http://www.class.noaa.gov/nsaa/products

۲ - http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/search.html , https://earthdata.nasa.gov/labs/worldview , https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.2]

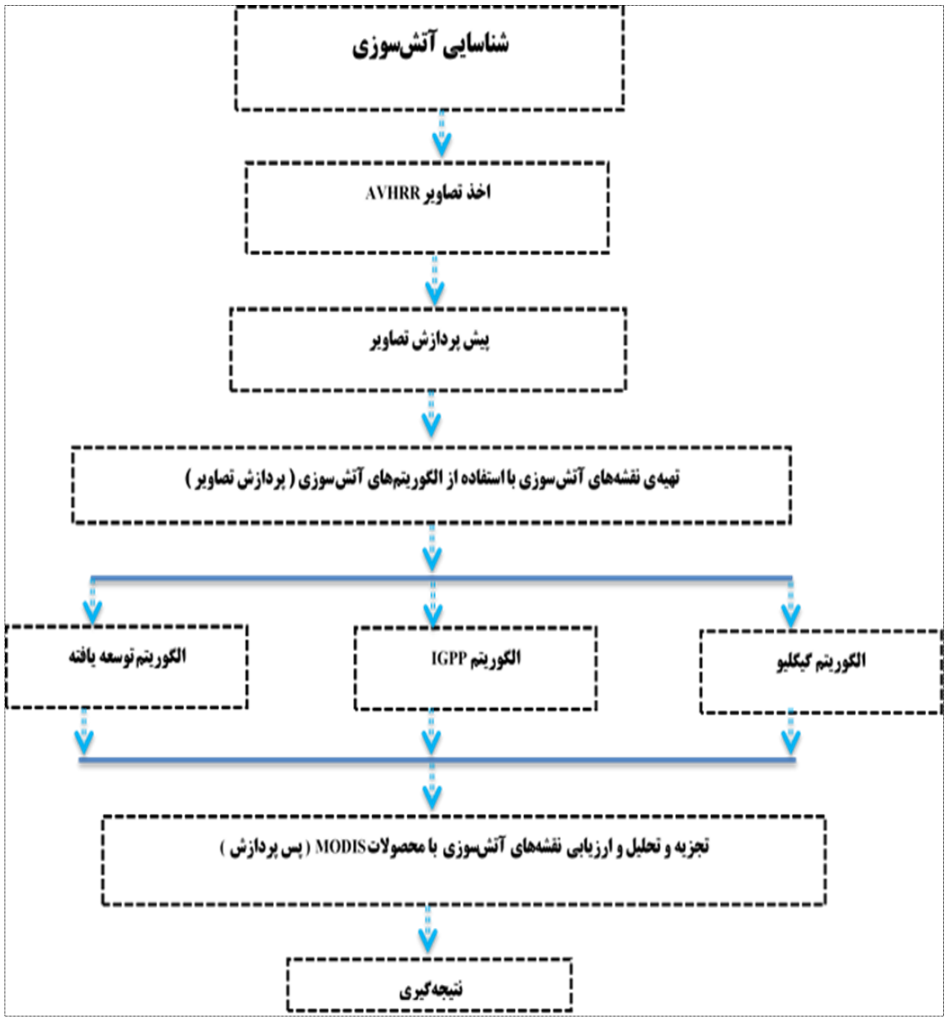
جدول۱. داده‌های استفاده شده در تحقیق

تصاویر ماهواره‌ای اخذ شده			
سنجنده	AVHRR		
ماهواره	NOAA		
تفکیک مکانی	۱/۱ کیلومتر		
تاریخ تصاویر دریافت شده	۲۰۱۶-۰۶-۲۲		
	۲۰۱۶-۱۱-۲۹		
	۲۰۱۷-۱۱-۱۴		
	۲۰۱۶-۰۳-۰۹		
	۲۰۱۴-۰۷-۳۰		
	۲۰۱۶-۱۰-۰۸		
	۲۰۱۷-۱۰-۲۵		
محصولات MODIS (MODIS Product)			
زمان آتش سوزی	تاریخ آتش سوزی	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۰۸:۰۲	۲۰۱۶-۰۶-۲۲	۴۵.۷۲۴	۳۸.۸۱۳
۰۹:۴۰	۲۰۱۶-۱۱-۲۹	۴۵.۸۳۳	۳۸.۷۱۹
۰۹:۵۳	۲۰۱۷-۱۱-۱۴	۴۵.۸۷۹	۳۸.۷۱۹
۰۹:۴۷	۲۰۱۶-۰۳-۰۹	۴۵.۸۶	۳۸.۸۸۹
۰۹:۲۳	۲۰۱۴-۰۷-۳۰	۴۵.۸۷	۳۸.۷۵۱
۰۸:۰۷	۲۰۱۶-۰۳-۰۹	۴۵.۸۵۱	۳۸.۸۹۵
۰۹:۴۰	۲۰۱۶-۱۱-۲۹	۴۵.۸۲۶	۳۸.۷۱۸
۱۰:۰۵	۲۰۱۶-۱۰-۰۸	۴۵.۸۲۹	۳۸.۷
۱۰:۱۷	۲۰۱۷-۱۰-۲۵	۴۵.۷۸۴	۳۸.۷۳۶
۰۹:۴۷	۲۰۱۶-۰۳-۰۹	۴۵.۷۶۲	۳۸.۹۲۱
لایه‌های GIS			
لایه‌های رستری		لایه‌های وکتوری	
مدل رقومی ارتفاع (DEM) سنجنده ASTER با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر		لایه محدوده مورد مطالعه	
لایه طبقات ارتفاعی از روی DEM		لایه مناطق روستایی	

در این بخش از تحقیق ابتدا داده‌های مورد نیاز تهیه و اخذ گردید بعد پایگاه داده‌ای برای داده‌های اخذ شده ایجاد گردید. سپس مراحل پیش پردازش (تصحیحات هندسی، تصحیحات اتمسفری، ...) پردازش و پس پردازش بر روی تصاویر انجام شد. درنهایت با استفاده از الگوریتم‌های مختلف آتش‌سوزی، نقشه‌های آتش‌سوزی تهیه گردید (شکل۲).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.2]



شکل ۲. فلوچارت مراحل اجرای تحقیق

- **الگوریتم‌های شناسایی آتش‌سوزی**

برای شناسایی آتش‌سوزی با استفاه از تصاویر ماهواره‌ای الگوریتم‌های مختلفی وجود دارد. در این پژوهش از ۳ الگوریتم گیگلیو، توسعه‌یافته و IGPP استفاده شده است. انتخاب این الگوریتم‌ها بدین علت بوده که با بررسی فروان پیشینه تحقیق مشخص گردید که بیشتر پژوهش‌های قبلی بیشتر از این الگوریتم‌ها استفاده شده و نتایج این الگوریتم‌ها به ویژه الگوریتم IGPP به مراتب بیشتر از سایر الگوریتم‌ها بوده است.

الگوریتم گیگلیو: گیگلیو و همکاران (Giglio et al., ۱۹۹۹) از آستانه‌ی آرینو و ملینوتی (Arino & Melinott. ۱۹۹۳) به عنوان بیش از حد بالا برای مناطق خاصی از جهان مانند جنگل های بارانی گرمسیری، جنگل های باتلاقی معتدل و جنگل های باتلاقی که در آن دمای هوا برای آتش سوزی های کوچک (۱۰۰ متر مربع) معمولا بین ۳۰۸ تا ۳۱۴ درجه کلوین است، مورد انتقاد قرار دادند. او معتقد بود که آتش سوزی که خنک‌تر و کوچک‌تر بود، بر اساس روش‌های آستانه‌ای آرینو و ملینوتی (Arino & Melinott. ۱۹۹۳)به خوبی شناخته نمی شد. او نتیجه گرفت که در جنگل‌های حومه ۶۰٪ از آتش سوزی ها دارای

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.2]

درجه حرارت کمتر از ۳۲۰کلوین و از این تعداد ۷۰٪ در جنگل های بارانی گرمسیری و ۸۵٪ در ساوان است. بنابراین، آستانه‌ها را نمی توان در یک مقیاس بزرگ اعمال کرد و می تواند در مقیاس منطقه ای اعمال شود. بنابراین نویسندگان این مقاله باید الگوریتم جایگزین را ارائه دهند. یک پیکسل زمانی به عنوان پیکسل پتانسیل آتش نشان داده می شود که شرایط زیر کامل شوند:

رابطه ۱ در روز $T3 > ٣١٠ ، T3 - T4 > ٦K ، and\ R2 < ٠.٢٥$

رابطه۲ در شب $T3 > ٣٠٨K\ and\ T3 - T4 > ٤K$

T۳، دمای روشنایی ۳/۹ میکرومتر، T۴، دمای روشنای۱۱/۳/میکرومتر، R۲ ، بازتاب برای باند ۰/۵ میکرومتر است. هدف اصلی او این بود که بیشتر آتش سوزی های کوچکتر را ببیند. او این الگوریتم را بر روی تصاویر مشابهی که توسط (۱۹۹۳) Arino & Melinotte استفاده شده بود، مورد استفاده قرار داد و روش او آتش سوزی های بیشتری را شناسایی کرد، به ویژه در مورد ساوانا، جایی که تعداد آتش‌سوزی ها ۳۵٪ افزایش یافت.

الگوریتم IGBP: الگوریتم شناسایی آتش IGBP که در ۲ مرحله اجرا می‌شود. مرحله اول، آزمون آستانه‌ای است که در آن یک پیکسل در میکرومتر) منهای باند ۴ (۱۱/۰۳ میکرومتر) بیشتر از ۸ درجه کلوین باشد، پیکسل مورد نظر به عنوان پیکسل پتانسیل آتش در نظر گرفته می شود.صورتی که دمای روشنایی باند۳ (۳/۹ میکرومتر) بیش از ۳۱۱ درجه کلوین باشد ؛ و دمای روشنایی باند۳ (۳/۹).

رابطه ۳ $T3 > ٣١١K ، T3 - T4 > ٨K$

مرحله دوم، استفاده از یک آزمون دیگر برای پیکسل های پتانسیل آتش که از آزمون آستانه بالا انتخاب شده است، هدف اصلی این مرحله حذف پیکسل هایی است که بسیاری از بازتاب‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. پیکسل‌هایی که در باند ۲ بازتاب آن‌ها بالاتر از ۲۰٪ است به عنوان پتانسیل آتش سوزی حذف می‌شود.

رابطه ۴ $R2 < ٢٠٪$

در مرحله بعد یک پیکسل به عنوان آتش نشان داده می شود اگر شرایط زیر کامل شوند:

رابطه ۵ $T3 > mean(T3) + ٢std(T3) + ٣K$

رابطه ۶ $[T3 - T4] > mean(T3 - T4) + std(T3 - T4) + ٣K$

T، دمای روشنایی، (T۳ -T۴) mean، اختلاف میانگین باند ۳ و ۴، (T۳ -T۴) std، اختلاف انحراف معیار باند ۳ و ۴، (۳ T)mean، میانگین باند ۳، (T۳) std، انحراف معیار باند ۳ (Stroppiana et al,. ۲۰۰۰).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.2]

الگوریتم توسعه یافته: آزمون‌های زیر برای شناسایی آتش سوزی روزانه اعمال می‌شود. یک پیکسل باید تمام شرایط آزمون را به عنوان یک پیکسل آتش در طول روز داشته باشد.

- **آزمون آتش سوزی کوچک (آتش سوزی در روز)**

رابطه۷ $pf = (T3 - T4 > ۱۰K) and\ (T3 > ۳۱۵K) and (T4 > ۳۰۰K)$

رابطه۸ $pf = R1 \leq ۰.۱\ and\ (R1 - R2 \leq ۰.۱\ )$

- **آزمون آتش سوزی بزرگ (آتش سوزی در روز)**

رابطه۹ $pf = (T3 > ۳۲۵K) and (T4 > ۳۲۰K)$

رابطه۱۰ $pf = R1 \leq ۰.۱\ and\ (R1 - R2 \leq ۰.۱$

آزمون آتش‌سوزی کوچک (آتش‌سوزی در شب)

رابطه۱۱ $pf = (T3 - T4 > ۵K) and (T3 > ۳۰۰K) and (T4 > ۲۹۰K)$

آزمون آتش‌سوزی بزرگ (آتش‌سوزی در شب)-

رابطه ۱۲ $pf = (T3 > ۳۲۰K) and (T4 > ۳۱۰K)$

در آزمون‌های فوق:

PF، پیکسل پتانسیل آتش، T، دمای روشنایی (K) ، اندیس ۳ و ۴ باندهای مورد نظر، T۳ ، دمای روشنایی باند ۳، T۴، دمای روشنایی باند ۴. شرایط اول نشان می دهد که اختلاف دما روشنایی بین ۳ و ۴ به بیش از ۱۰ درجه کلوین است، و دمای روشنایی باند ۳ باید بیش از ۳۱۵ درجه کلوین و باند ۴ بیش از ۳۰۰ درجه کلوین باشد. شرایط دوم آلارم های کاذب را اعم از ابرها و دیگر سطوح بسیار بازتابنده را حذف می کند. آزمون‌های آتش سوزی‌های بزرگ ادعا می کند که درجه حرارت در باند ۳ به بیش از ۳۲۰ درجه کلوین و در باند ۴ بیش از ۳۲۰ درجه کلوین باید باشد. در مورد آزمون‌های آتش سوزی‌های بزرگ، اختلاف بین باند ۳ و باند ۴ در نظر گرفته نمی شود زیرا در طی آتش سوزی های بسیار بزرگ اختلاف زیادی در ناهنجاری‌های حرارتی بین ۳ و ۴ وجود ندارد (Philip, ۲۰۰۷).

شرح و تفسیر نتایج

پس از انتخاب الگوریتم‌های شناسایی آتش‌سوزی، به پیش‌پردازش (تصحیحات هندسی، ردایومتریک و اتمسفری)، پردازش (اعمال روابط و فرمول‌های آتش‌سوزی برای شناسایی آتش سوزی) و پس پردازش (ارزیابی و صحت‌سنجی نتایج آتش‌سوزی-های شناسایی شده توسط الگوریتم‌های آتش‌سوزی) تصاویر اقدام گردید. نتایج نهایی آتش‌سوزی‌های شناسایی شده برای سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ (برای ۴ روز) توسط الگوریتم‌های آتش‌سوزی نشان می‌دهد که آتش‌سوزی‌های شناسایی شده توسط

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.2]

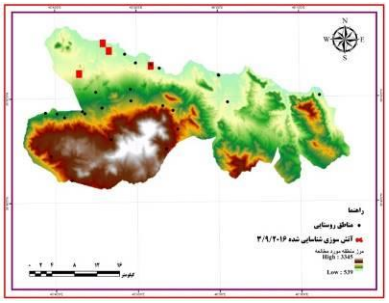
الگوریتم گیگلیو ۲۲ مورد، الگوریتم IGPP ۲۷ مورد و الگوریتم توسعه یافته ۱۵ مورده بوده است. بدین دلیل الگوریتم IGPP به عنوان بهترین الگوریتم برای شناسایی آتش‌سوزی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در این تحقیق می‌باشد (شکل شماره ۳، جدول شماره ۲)

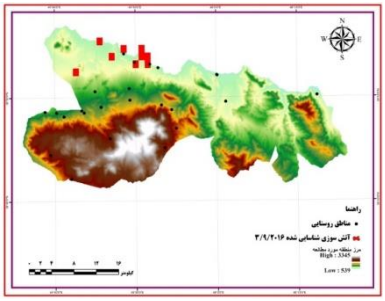
جدول ۲. تعداد پیکسل‌های آتش‌سوزی‌های شناسایی شده الگوریتم های آتش‌سوزی

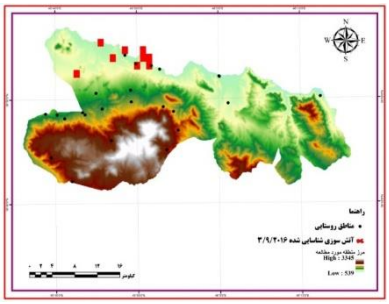
سال	۲۰۱۶		۲۰۱۷	
ماه	۳	۱۱	۱۰	۱۱
روز	۹	۲۹	۲۵	۱۴
ماهواره	NOAA			
سنجنده	AVHRR			
الگوریتم گیگلیو	۹	-	۲	۱۱
الگوریتم IGBP	۹	۵	۲	۱۱
الگوریتم توسعه یافته	۴	-	-	۱۱

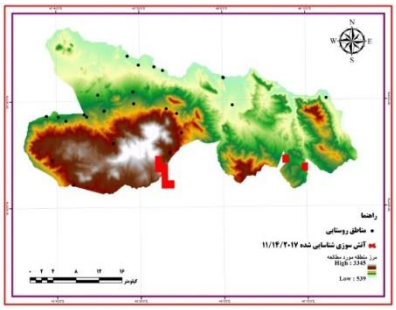
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

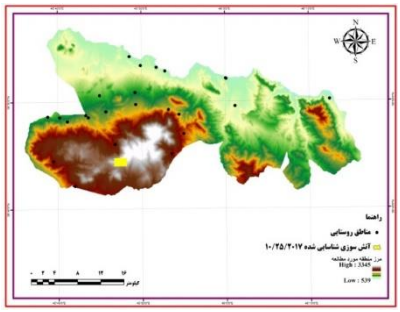
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.2]

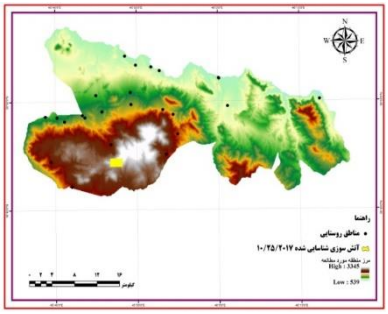

الگوریتم توسعه یافته ۲۰۱۶/۳/۹

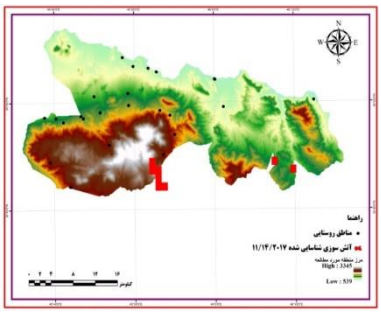

الگوریتم IGBP سال ۲۰۱۶/۳/۹

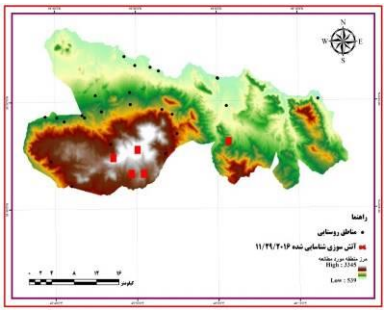

الگوریتم گیگلیو سال ۲۰۱۶/۳/۹

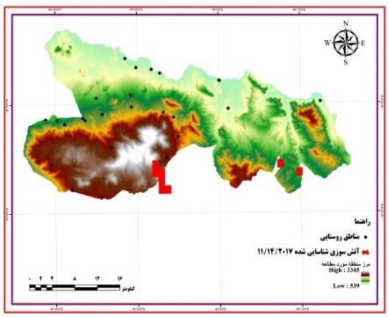

الگوریتم توسعه یافته ۲۰۱۷/۱۱/۱۴


الگوریتم IGBP سال ۲۰۱۷/۱۰/۲۵


الگوریتم گیگلیو سال ۲۰۱۷/۱۰/۲۵


الگوریتم IGBP سال ۲۰۱۷/۱۱/۱۴


الگوریتم IGBP سال ۲۰۱۶/۱۱/۲۹


الگوریتم گیگلیو سال ۲۰۱۷/۱۱/۱۴

شکل ۳. نقشه آتش‌سوزی‌های شناسایی شده الگوریتم‌های شناسایی آتش‌سوزی پناهگاه حیات وحش کیامکی داغ

- **ارزیابی آتش‌سوزی‌های شناسایی شده با محصولات MODIS**

برای ارزیابی آتش‌سوزی‌های شناسایی شده، پس از شناسایی آتش‌سوزی‌ها با الگوریتم‌های آتش‌سوزی، ارزیابی آتش‌سوزی-های شناسایی شده (به علت نبود داده‌های زمینی در روزهای مورد مطالعه برای ارزیابی) از محصولات MODIS استفاده گردید. محصولات MODIS از سایت‌های[۱] اخذ گردید که موقعیت هر یک از آتش‌سوزی‌ها آورده شده است (شکل شماره۴). برای ارزیابی آتش‌سوزی‌های شناسایی شده بر اساس الگوریتم‌های آتش‌سوزی با محصولات MODIS از ۱۰ مورد آتش‌سوزی استفاده شده است. نتایج ارزیابی نشان می‌دهد که از ۱۰مورد آتش‌سوزی فقط ۷ مورد آتش‌سوزی‌های شناسایی شده توسط

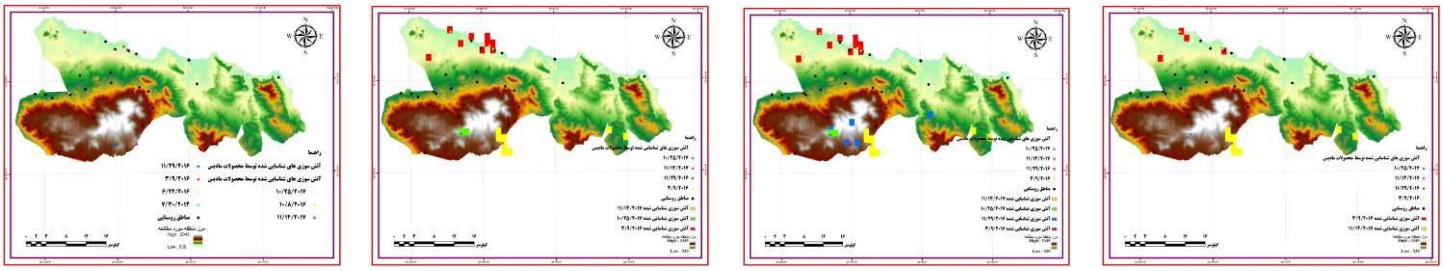
[۱] - http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/search.html ،https://earthdata.nasa.gov/labs/worldview

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.2]

الگوریتم‌ها با محصولات MODIS نشان داده شد. الگوریتم گیگلیو از ۷ مورد آتش‌سوزی، ۵ مورد آتش‌سوزی شناسایی شد، الگوریتم IGBP از ۷ مورد آتش‌سوزی، ۶ آتش‌سوزی و الگوریتم توسعه یافته از ۷ مورد آتش‌سوزی، ۳ مورد آتش‌سوزی به عنوان پیکسل‌های آتش‌سوزی شناسایی شد (شکل شماره۴ و جدول شماره۳).

نکته: محصولات MODIS برای ارزیابی و صحت‌سنجی نسبت به مشاهدات زمینی به مراتب کارایی کمتری دارند. ولی در این پژوهش به دلیل عدم دسترسی به مشاهدات زمینی مجبور به استفاده از محصولات MODIS شده است.



الگوریتم توسعه یافته IGBP الگوریتم گیگلیو محصولات MODIS

شکل۴. نقشه ارزیابی آتش‌سوزی شناسایی شده با محصولات MODIS و الگوریتم‌های آتش‌سوزی

جدول۳. ارزیابی آتش‌سوزی شناسایی شده با محصولات MODIS و الگوریتم‌های آتش‌سوزی

سال	۲۰۱۶		۲۰۱۷	
ماه	۳	۱۱	۱۰	۱۱
روز	۹	۲۹	۲۵	۱۴
محصولات MODIS	۷			
الگوریتم گیگلیو	۳	-	۱	۱
الگوریتم IGBP	۳	۱	۱	۱
الگوریتم توسعه یافته	۲	-	-	۱

- **مقایسه‌ی عملکرد الگوریتم‌های آتش سوزی**

جدول شماره ۴ عملکرد الگوریتم‌های آتش‌سوزی نشان می‌دهد. عملکرد الگوریتم‌های آتش‌سوزی بدین صورت است که الگوریتمIGBP ۶ مورد آتش‌سوزی از ۷ مورد آتش‌سوزی تست شده، با میزان خطای (۱۴٪) و با تعداد آتش‌سوزی شناسایی شده (۸۶٪) ، الگوریتم گیگلیو با ۵ مورد آتش‌سوزی از ۷ مورد آتش‌سوزی تست شده، با میزان خطای (۲۸٪) و با تعداد آتش‌سوزی‌های(۷۲٪) و الگوریتم توسعه یافته با ۳ مورد آتش‌سوزی از ۷ مورد آتش‌سوزی تست شده با میزان خطای (۵۷٪) و با تعداد آتش‌سوزی (۴۳٪) را نشان می‌دهد. بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که الگوریتم IGBP به عنوان مناسب‌ترین الگوریتم

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.2]

برای شناسایی اتش‌سوزی در زمان واقعی می‌باشد که بعد از آن الگوریتم‌های گیگلیو و توسعه یافته به ترتیب در رده‌های دوم و سوم قرار می‌گیرند.

جدول ۴. عملکرد الگوریتم‌های آتش‌سوزی

آتش‌سوزی‌های شناسایی شده توسط محصولات MODIS	آتش‌سوزی‌های شناسایی شده توسط الگوریتم‌ها						
	AVHRR						
	الگوریتم IGBP			الگوریتم گیگلیو		الگوریتم توسعه یافته	
		YES	NO	YES	NO	YES	NO
	YES	۶	۱	۵	۲	۳	۴
میزان خطا ٪		۱۴		۲۸		۵۷	
آتش‌سوزی‌های شناسایی شده ٪		۸۶		۷۲		۴۳	
تعداد تصاویر تست شده		۷					
DELTA		۷۲		۴۴		-۱۴	
RANK		۱		۲		۳	

نتیجه‌گیری

یکی از پدیده‌هایی که معمولا در اکثر نقاط جهان اتفاق می‌افتد پدیده آتش‌سوزی است. خسارت‌های مال و جانی ناشی از این حادثه غیرمترقبه بسیار زیاد و گاها جبران ناپذیر می‌باشد. اثرات زیست‌محیطی ناشی از تخریب منابع طبیعی و از بین رفتن بیومس موجود در زیست‌کره، دارای اهمیت زیاد است بنابراین تشخیص آتش در زمان واقعی بسیار ضروری است زیرا مانع از تلفات محیط زیست و تلفات انسان می شود. در این تحقیق از الگوریتم‌های **گیگلیو، IGPP و الگوریتم توسعه یافته برای شناسایی آتش سوزی** با استفاده از تصاویر AVHRR استفاده شد. نتایج الگوریتم‌ها نشان داد که الگوریتم IGPP با ۲۷ مورد نسبت به دو الگوریتم گیگلیو ۲۲ مورد و الگوریتم توسعه‌یافته ۱۵مورد آتش‌سوزی برای شناسایی آتش‌سوزی بهتر می‌باشد. با ارزیابی و صحت سنجی آتش‌سوزی‌های شناسایی شده با محصولات MODIS، الگوریتم IGBP با تعداد آتش‌سوزی شناسایی شده برابر با ۶ پیکسل از ۷ پیکسل آتش‌سوزی شناسایی شده ، الگوریتم گیگلیو با تعداد آتش‌سوزی شناسایی شده برابر با ۵ پیکسل از ۷ پیکسل آتش‌سوزی شناسایی شده و الگوریتم توسعه یافته تعداد آتش‌سوزی شناسایی شده برابر با ۳ پیکسل از ۷ پیکسل آتش‌سوزی شناسایی شده توسط محصولات MODIS را نشان دادند. برای محاسبه درصد خطا و درصد آتش-سوزی‌های شناسایی شده از مقایسه آتش‌سوزی‌های شناسایی شده با محصولات MODIS استفاده گردید. نتایج نشان داد که الگوریتم IGBP با میزان خطای ۱۴٪ و با تعداد آتش‌سوزی شناسایی ۸۶٪، الگوریتم گیگلیو با میزان خطای ۲۸٪ و تعداد آتش‌سوزی شناسایی شده ۷۲٪ و الگوریتم توسعه‌یافته با میزان خطای ۵۷٪ و تعداد آتش‌سوزی شناسایی شده ۴۳٪ می‌باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.2]

منابع

Amraoui, M., DaCamara, C.C., & Pereira, J.M.C. (۲۰۱۰). Detection and monitoring of African vegetation fires using MSG-SEVIRI imagery. *Remote Sensing of Environment*: ۱۱٤(٥): ۱۰۳۸-۱۰٥۲.

Arino, O., & Melinotte, J.M., (۱۹۹۸), Cover the ۱۹۹۳ Africa Fire Map International *Journal of Remote Sensing*, ۱۹: ۲۰۱۹-۲۰۲۳.

Di Biase, V., & Laneve, G. (۲۰۱۸). Geostationary Sensor Based Forest Fire Detection and Monitoring: An Improved Version of the SFIDE Algorithm. *Remote Sensing*, ۱۰(٥): ۷٤۱.

Fuchs, E., Stein, E., Strunz, G., Strobl, C., & Frey, C. (۲۰۱٥, May). Fire monitoring—the use of medium resolution satellites (AVHRR, MODIS TET) for long time series processing and the implementation in user driven applications and services. In The International Archives of the Photogrammetry, *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Proceedings of the ۳٦th International Symposium on Remote Sensing of Environment, Berlin, Germany (pp. ۱۱-۱٥).

Giglio, L., Kendall, J.D., & Justice C.O., (۱۹۹۹), Evaluation of global fire detection algorithms using simulated AVHRR infrared data *International Journal of Remote Sensing*, ۲۰:۱۹٤۷-۱۹۸٥.

Jazirehi, M.D. (۲۰۰٥). Forest Protection, *University of Tehran Press*, Tehran.

Justice, C.O., Giglio, L., Korontzi, S., Owens, J., Morisette, J. T., Roy, D., Descloitreset, J., Alleaumed. S., Petitcoline, F., & Kaufman, Y. (۲۰۰۲). The MODIS fire products. *Remote Sensing of Environment*, ۸۳(۱): ۲٤٤–۲٦۲.

Martín, M.P., Ceccato, P., Flasse, S., & Downey, I. Fire detection and fire growth monitoring using satellite data.In Remote Sensing of Large Wildfires; *Springer*: Berlin/Heidelberg, Germany, ۱۹۹۹; pp. ۱۰۱–۱۲۲.

Movaghati, S., Samadzadegan, F., & Azizi, A. (۲۰۰۹). An Agent-Based Approach for Regional Forest Fire Detection using MODIS Data. *Journal of Applied Sciences*, ۹(۲۰): ۳٦۷۲-۳٦۸۱.

Na, L., Zhang, J., Bao, Y., Bao, Y., Na, R., Tong, S., & Si, A. (۲۰۱۸). Himawari-۸ Satellite Based Dynamic Monitoring of Grassland Fire in China-Mongolia Border Regions. *Sensors*, ۱۸(۱): ۲۷٦.

Nurdiana, A., & Risdiyanto, I. (۲۰۱٥). Indicator determination of forest and land fires vulnerability using Landsat-٥ TM data (case study: Jambi Province). *Procedia Environmental Sciences*, ۲٤:۱٤۱-۱٥۱.

Philip, S. (۲۰۰۷, March). Active fire detection using remote sensing based polar-orbiting and geostationary observations: an approach towards near real-time fire monitoring. *ITC*.

Plank, S., Fuchs, E. M., & Frey, C. (۲۰۱۷). A Fully Automatic Instantaneous Fire Hotspot Detection Processor Based on AVHRR Imagery—A TIMELINE Thematic Processor. *Remote Sensing*, ۹(۱): ۳۰.

Pourshakouri. F., Darvishsefat, A.A., Samadzadegan, F., and Selyari. J. (۲۰۱۱). Investigation of active fire detection using MODIS images (case study: Golestan National park). *The 1th International Conference on Wildfire in Natural Resources Lands*. Oct.۲٦-۲۸ Gorgan, Iran.

Pu, R., Gong, P., Li, Z., & Scarborough, J. (۲۰۰٤). A dynamic algorithm for wildfire mapping with NOAA/AVHRR data. *International Journal of Wildland Fire*, ۱۳(۳): ۲۷٥-۲۸٥.

Stroppiana, D., Pinnock, S., & Gregoire, J.M., (۲۰۰۰), The Global Fire Product: daily fire occurrence from April ۱۹۹۲ to December ۱۹۹۳ derived from NOAA AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing* Volume ۲۱: ۱۲۷۹ – ۱۲۸۸.

Trambitckii, K., Anding, K., Musalimov, V., & Linss, G. (۲۰۱٥). Colour based fire detection method with temporal intensity variation filtration. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. ٥۸۸, No. ۱, p. ۰۱۲۰۳۸). IOP Publishing.

http://www.class.noaa.gov/nsaa/products

http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/search.html

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.2]

https://earthdata.nasa.gov/labs/worldview
https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.2]