آشکارسازی ارتباط مکانی- زمانی خشکسالی با رخدادهای آتش‌سوزی در عرصه‌های منابع طبیعی در استان لرستان

رضوان صفدری[۱]، سید مسعود منوری[۲*]، ساسان بابایی‌کفاکی[۲] و هادی کیادلیری[۲]

۱) دانشجوی دکتری رشته علوم محیط زیست، گروه علوم محیط زیست و جنگل، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲) دانشیار گروه محیط زیست و جنگل، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

*رایانامه نویسنده مسئول مکاتبات: seyedmasoudmonavari@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۳۱

چکیده

بهبود تصمیمات در مدیریت آتش‌سوزی مستلزم درک کامل روابط مکانی- زمانی بین خشکسالی و آتش‌سوزی است. برای تحقق این امر، مناطق طبیعی استان لرستان به‌عنوان سایت تحقیقاتی انتخاب شدند. داده‌های آتش‌سوزی محصولات ماهواره MODIS و داده‌های بارش ماهانه استان به‌منظور برآورد شاخص خشکسالی SPI برای دوره آماری ۱۳۷۹ تا ۱۴۰۱ استخراج گردید. ارتباط مکانی و زمانی بین فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی و توزیع مکانی و زمانی خشکسالی‌ها در مقیاس سالانه و ماهانه در سطح استان بر اساس مدل همبستگی پیرسون بررسی شد. نتایج نشان داد روند آتش‌سوزی‌ها در منطقه افزایشی است. ماه‌های خرداد و تیر بیشترین فراوانی آتش‌سوزی‌ها در عرصه‌های طبیعی استان را تجربه نمودند. شهرستان پلدختر بیشترین تکرار آتش‌سوزی در عرصه‌های طبیعی را داشته است. کل منطقه گرایش به خشکی داشته است، اما قسمت‌های شرقی بیشتر دربرگیرنده طبقات با درجات بالاتر خشکسالی بودند. نتایج ماتریس همبستگی نشان داد تنها رخدادهای خشکسالی فصل بهار تا تابستان همبستگی منفی معنی‌دار، اما متوسطی با رخدادهای آتش‌سوزی فصول بهار و تابستان داشته است. با وجود نتایج به‌دست آمده، این مطالعه تاکید دارد ارتباط دادن آتش‌سوزی‌ها با خشکسالی نیاز به مطالعه بیشتری دارد و تنها با یک شاخص محاسباتی نمی‌توان رابطه واقعی این دو پدیده را اثبات کرد.

واژه‌های کلیدی: آتش‌سوزی، پوشش گیاهی، همبستگی، SPI، MODIS.

مقدمه

امروزه آتش‌سوزی عرصه‌های طبیعی از موضوع‌های قابل توجهی هستند که هر ساله باعث احتراق میلیون‌ها هکتار از سطح جنگل‌ها و مراتع در سراسر جهان می‌شوند و تاثیرات بسیار ناسازگاری بر اکوسیستم‌های طبیعی دارند (گراوند و همکاران، ۱۳۹۲؛ میرموسوی و بیرانوند، ۱۳۹۲؛ عباسی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Ghanbari Motlagh *et al.*, 2022). اصطلاح آتش‌سوزی فقط به آتش‌سوزی‌هایی که در جنگل روی می‌دهد اطلاق نمی‌شود، بلکه این اصطلاح به دیگر آتش‌سوزی‌های مشابهی که در طبیعت مانند چمن‌زار، بیشه‌زار، بوته‌زار، مراتع و خاک‌های باتلاقی روی می‌دهد نیز گفته می‌شود (حامدی و همکاران، ۱۳۹۹؛ Marin *et al.*, 2018). آتش‌سوزی جنگل‌ها و

مراتع عوارض جانبی زیادی بر روی عملکرد اکوسیستم‌ها و زمین، از جمله از دست دادن تنوع زیستی، کاهش ارزش اقتصادی جنگل‌ها و تغییرات آب و هوایی در مقیاس بزرگ دارد (گراوند و همکاران، ۱۳۹۲؛ خان‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۵؛ Cardil *et al.,* 2019; Littell *et al.*, 2016; Varol *et al.*, 2017). به خصوص در مناطق کوهستانی از بین رفتن پوشش گیاهی خطر بروز سیل را افزایش می‌دهد. آتش‌سوزی جنگل‌ها در چنین مناطقی با توجه به از بین رفتن پوشش گیاهی و عدم‌توانایی خاک سوخته در جذب رطوبت، احتمال وقوع سیل را چند برابر می‌کند (نبی‌پور و همکاران، ۱۳۹٤).

بر اساس آمار منتشرشده از طرف سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور سالانه هزاران مورد آتش‌سوزی با علل طبیعی یا انسانی در عرصه‌های طبیعی ایران رخ می‌دهد که به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم اثرات زیان‌بار و ویرانگری بر زندگی انسان‌ها بر جای می‌گذارد (کارگر و همکاران، ۱۳۹۷؛ عباسی و همکاران، ۱۳۹۳؛ اسکندری و جلیل‌وند، ۱۳۹٦). عرصه‌های منابع طبیعی یعنی جنگل‌ها و مراتع در منطقه زاگرس نیز ازجمله مناطقی هستند که در سنوات گذشته دچار آتش‌سوزی‌های مکرر و مداوم شده‌اند (حامدی و همکاران، ۱۳۹۹؛ میرموسوی و بیرانوند، ۱۳۹۲؛ Ghanbari Motlagh *et al.*, 2022). این عرصه‌ها به‌دلیل ارزش‌های زیستگاهی، تنوع گونه‌ای و ژنتیکی، جذب آب و جلوگیری از فرسایش خاک، ارزش‌های تفرجگاهی و اقتصادی دارای اهمیت ویژه ای هستند (حامدی و همکاران، ۱۳۹۹). آتش‌سوزی‌ها به‌خصوص در جنگل‌های زاگرس ویران‌کننده است، زیرا بعد از اینکه آتش پوشش گیاهی را می‌سوزاند، چیزی جایگزین آن نمی‌شود. (عالی محمودی‌سراب و همکاران، ۱۳۹۱).

در سال‌های اخیر گرم شدن زمین و تغییر اقلیم از مهمترین عواملی هستند که باعث افزایش آتش‌سوزی در عرصه‌های طبیعی در جهان و ایران شده است (اسکندری و جلیل‌وند، ۱۳۹٦ Turco *et al.*, 2017; Dimitrakopoulos *et al.*, 2011; Chen *et al.*, 2014; Varol *et al.*, 2017). این عامل از طریق افزایش میانگین درجه حرارت، کاهش بارندگی‌ها و رطوبت نسبی، افزایش خشکسالی‌ها و بادهای گرم نقش مهمی در وسعت، شدت و تعدد آتش‌سوزی در منابع طبیعی ایفاء می‌کنند (میرموسوی و بیرانوند، ۱۳۹۲؛ فرجزاده و همکاران، ۱۳۹٤؛ Kodandapani and Parks, 2019; Ahmad & Goparaju, 2018). پدیده گرم‌شدن زمین می‌تواند شدت و بسامد خشکسالی را در نواحی بسیاری افزایش داده و در نتیجه آتش‌سوزی‌های شدیدتر و بیشتری را سبب شود (عباسی و همکاران، ۱۳۹۳؛ فرجزاده و همکاران، ۱۳۹٤؛ فاضل‌دهکردی و همکاران، ۱۳۹٤؛ Parente *et al.*, 2019; Marin *et al.*, 2018; Turco *et al.*, 2017). خشکسالی همچنین باعث ازدیاد حشرات و گونه‌های مهاجم است. تمامی این اختلالات می‌تواند باعث کاهش بهره‌وری عرصه‌های طبیعی شود (Littell *et al.*, 2016). بنابراین درک روابط مکانی- زمانی بین خشکسالی‌ها و وقوع و شدت آتش‌سوزی‌ها در عرصه‌های طبیعی برای بهبود تصمیم‌گیری در مدیریت آتش‌سوزی در شرایط آب و هوایی فعلی و آینده بسیار مهم است (Marin *et al.*, 2018; Chen *et al.*, 2014; Ahmad & Goparaju, 2018; Kodandapani & Parks, 2019; Dimitrakopoulos *et al.,* 2011؛ میرموسوی و بیرانوند، ۱۳۹۲؛ فرهی‌آشتیانی و همکاران، ۱۳۹۱).

نتایج تحقیقات گذشته نشان داد اطلاعات ماهواره‌ای، روش‌ها و تکنیک‌های سنجش از دور در پایش و مطالعه آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع نقش بسیار کارا و مفید ایفا نموده است. مزیت این داده‌ها و روش‌ها نسبت به روش‌های میدانی این است که در عین ارزان بودن، نتایج حاصل از آن نیز قابلیت به روز شدن بالاتری دارد. پیشرفت‌های اخیر سنجش از دور، به‌خصوص با اطلاعات بیشتری که از سنسورهای چندطیفی و چند زمانی توسط طیف وسیعی از انواع ماهواره‌ها نظیر نوا[1]، لندست[2]، مادیس[3] از حدود دهه ۱۹۸۰ به‌دست آمده، توانسته است به‌صورت وسیعی روش‌های موثری برای مطالعه‌های پایش تغییرات و نوسان‌های پارامترهای اقلیمی در ارتباط با رخدادهای آتش‌سوزی در مقیاس‌های فصلی، سالانه، محلی، منطقه‌ای و جهانی ایجاد کند (حامدی و همکاران، ۱۳۹۹؛ نبی‌پور و همکاران، ۱۳۹٤؛ میرموسوی و بیرانوند، ۱۳۹۲؛ عباسی و همکاران، ۱۳۹۳؛ فرهی‌آشتیانی و همکاران، ۱۳۹۱؛ کارگر و همکاران، ۱۳۹۷؛ Chen *et al.*, 2014; Dimitrakopoulos *et al.*, 2011; Kodandapani & Parks, 2019; Marin *et al.*, 2018). تحقیقات Marin و همکاران (۲۰۱۸) در مکزیک، Parente و همکاران (۲۰۱۹) در پرتقال، Kodandapani و Parks (۲۰۱۹) و Ahmad و Goparaju (۲۰۱۸) در هند، Dimitrakopoulos و همکاران (۲۰۱۱)، Cardil و همکاران (۲۰۱۹) در حوزه مدیترانه و Varol و

1 NOAA/AVHRR

2 LANDSAT

3 MODIS

همکاران (۲۰۱۷) در ترکیه و فرهی‌آشتیانی و همکاران (۱۳۹۱)، عباسی و همکاران (۱۳۹۳)، عسکریزاده و همکاران (۱۳۹۷)، سرابی و همکاران (۱۳۹٤)، اسکندری و جلیل‌وند (۱۳۹٦) نبی‌پور و همکاران (۱۳۹٤)، میرموسوی و بیرانوند (۱۳۹۲)، خان‌محمدی و همکاران (۱۳۹۵) و فاضل‌دهکردی و همکاران (۱۳۹٤) در ایران به بررسی ارتباط انواع شاخص‌های خشکی و خشکسالی‌ها با رخدادهای آتش‌سوزی پرداخته‌اند و نتایج متفاوتی را ارایه نموده‌اند.

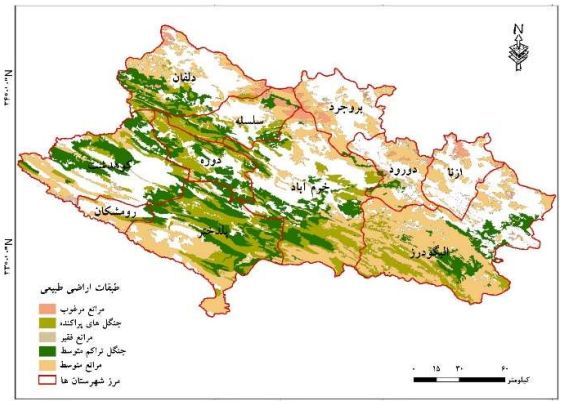
در این مطالعه استان لرستان به‌عنوان منطقه مطالعاتی انتخاب شده. سالانه به‌طور متوسط ۲ هزار هکتار از جنگل‌های لرستان در اثر آتش‌سوزی از بین می‌رود و ۱۵۰ نقطه بحرانی در سطح جنگل‌ها و مراتع این استان با مساحت ۷۵۰ هزار هکتار وجود دارد. از این‌رو بررسی و تحلیل تغییرات وضعیت منطقه از نظر خطر آتش‌سوزی و همچنین خشکسالی در زمینه رویکردهای مدیریتی و کنترل بحران آتش‌سوزی بسیار کاربردی خواهد بود. بنابراین اهداف این تحقیق عبارتند از:

- بررسی روند رخدادهای آتش‌سوزی و شاخص خشکسالی SPI در عرصه‌های طبیعی استان در دوره آماری ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ (۱۳۷۹- ۱٤۰۱)؛
- آشکارسازی ارتباط بین رخدادهای آتش‌سوزی و شاخص خشکسالی یاد شده.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه پژوهش

استان لرستان با مساحت ۲۸۲۹٤ کیلومترمربع در غرب ایران قرار دارد. میانگین ارتفاع آن بیش از ۲۲۰۰ متر از سطح دریا است. از لحاظ پوشش گیاهی یکی از غنی‌ترین مناطق کوهستان زاگرس به شمار می‌رود. جنگل‌های این استان ٤۳ درصد از مساحت استان را داشته و حدود ۲۰ درصد از جنگل‌های زاگرس در این استان قرار دارند. مراتع ۳۱/۵ درصد سطح استان را تشکیل می‌دهند. بر اساس نقشه تیپ و مساحت سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، حدود ۵۷۰ هزارهکتار مراتع و ۱/۱۰۳ میلیون‌هکتار اراضی جنگلی دارد. گونه غالب درختی جنگل‌های استان بلوط ایرانی است و در میان مناطق، خرم‌آباد بیشترین مساحت جنگل را دارد. پس از آن منطقه پلدختر و کوهدشت وضعیت جالب‌توجهی از لحاظ پوشش طبیعی در این استان دارند. از لحاظ مراتع شهرستان الیگودرز بالاترین مساحت مرتعی استان را داشته، بعد از آن شهرستان خرم‌آباد قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱. نقشه پراکندگی عرصه‌های طبیعی دارای پوشش گیاهی در استان لرستان

روش پژوهش

داده‌های پژوهش: داده‌های مورد استفاده برای آتش‌سوزی در واقع رکوردهای روزانه و ماهانه رخدادهای آتش‌سوزی از روی تصاویر حرارتی سنجنده MODIS می‌باشد. رکوردهای آتش‌سوزی در این پایگاه به‌صورت نقطه‌ای ارایه شده و شامل کدهای ۰ و ۲ است که کد ۰ شامل آتش‌سوزی‌های ثبت شده در اراضی دارای پوشش گیاهی و کد ۲ شامل رخداد آتش‌سوزی‌ها در اراضی فاقد پوشش گیاهی می‌باشد. برای نشان دادن اراضی طبیعی از داده‌های پوشش اراضی منطقه از محصول کامپوزیت[1] سنجنده MODIS برای دوره آماری ۱٤۰۱-۱۳۷۹ به صورت سالانه با توان تفکیک فضایی ۱ کیلومتر برای منطقه مورد مطالعه استفاده شد (علی‌نیا و همکاران، ۱٤۰۰).

داده‌های مربوط به خشکسالی هواشناسی با استفاده از شاخص بارش استاندارد SPI (McKee *et al.*, 1993) و داده‌های بارش ماهانه ۹ ایستگاه سینوپتیک استان لرستان برای دوره آماری ۱۳۷۹-۱۴۰۱، محاسبه شد. طبقات مختلف خشکسالی و ترسالی در شاخص مذکور با استفاده از مقادیر به‌دست آمده از این شاخص بین ۲- و ۲+ می‌باشد. در این روش، دوره خشکسالی زمانی شروع می‌شود که مقادیر SPI به‌طور مستمر منفی و به مقدار ۱- یا کمتر برسد و هنگامی پایان می‌یابد که مقادیر SPI مثبت گردد. در این تقسیم‌بندی طبقات مختلف خشکسالی شامل خفیف (۰/۹۹- تا ۰)، متوسط (۱- تا ۱/۴۹-)، زیاد (۱/۴۹- تا ۱/۹۹-) و شدید (بزرگ‌تر از ۲-) می‌باشند. برای محاسبه شاخص می‌توان بارندگی ماهانه و یا مجموع بارندگی در هر بازه زمانی دلخواه (۳، ۶ ماه و غیره) را با استفاده از یک توزیع مناسب مانند توزیع گاما و یا پیرسون برازش داد (Edwards & McKee, 1997). بدین منظور ابتدا پس از اطمینان از همگنی داده‌های بارندگی ایستگاه‌ها نسبت به تشکیل سری‌های زمانی برازش داده‌ها اقدام شد. نتایج حاصل از برازش مناسب توزیع گاما نسبت به سایر روش‌ها بود. در ادامه تابع چگالی احتمال توزیع گاما g(x) محاسبه شد (روابط ۲، ۳، ٤، ٥ و ٦) (قنبری‌مطلق و همکاران، ۱٤۰۱).

$$SPI=\frac{P_i-\bar{P}}{SD} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$g(x)=\frac{1}{\beta^{\alpha}\,\Pi(\alpha)}\,x^{\alpha-1}\,e^{-x/\beta} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$\alpha=\frac{1}{4A}\left(1+\sqrt{1+\frac{4A}{3}}\right) \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\beta=\frac{\bar{x}}{4A} \quad \text{رابطه (٤)}$$

P_i : متوسط بارش سالانه؛ $\bar{P}$: متوسط بارش در دوره مطالعه؛ SD: انحراف‌معیار بارش دوره مطالعه؛ g(x) تابع چگالی احتمال توزیع گاما؛ x مقدار بارش؛ $\Pi(\alpha)$ معرف تابع گاما؛ α پارامتر شکل و β پارامتر مقیاس می‌باشد. مقادیر پارامترهای این فرمول باید بیشتر از صفر باشند.

$$A=\ln(\bar{x})-\frac{\sum\ln(X)}{n} \quad \text{رابطه (۵)}$$

n: تعداد مشاهدات بارندگی؛ $\bar{x}$ میانگین بارندگی بازه زمانی مورد نظر است.

$$g(x)=\frac{1}{\Pi(\alpha)}\int_0^x t^{\alpha-1}\,e^{-1}dt \quad \text{رابطه (٦)}$$

از آنجایی که تابع گاما برای بارندگی صفر قابل تعریف نمی‌باشد و داده‌های بارندگی واقعی همواره در برگیرنده تعداد زیادی مشاهده با بارندگی صفر است، تابع احتمال تجمعی بارندگی (H(x)) به شکل د

1 Land use/land cover

بودن مقدار بارندگی و p=1-q می‌باشد. H(x) تابع احتمال تجمعی است.

$$H(x)=q+p\,g(x) \quad \text{(رابطه ۷)}$$

در انتها با استفاده از دو رابطه آخر توزیع نرمال استاندارد با میانگین صفر و انحراف‌معیار ۱ به‌دست می‌آید که نتایج به‌دست آمده مقدار SPI می‌باشد (روابط ۸ و ۹):

$$SPI=-\left[t-\frac{c_0+c_1t+c_2t^2}{1+d_1t+d_2t^2+d_3t^3}\right] \quad 0<H(x)\leq 0.5 \quad \text{رابطه (۸)}$$

$$SPI=+\left[t-\frac{c_0+c_1t+c_2t^2}{1+d_1t+d_2t^2+d_3t^3}\right] \quad 0.5<H(x)<1 \quad \text{رابطه (۹)}$$

در این روابط c و d مقادیر ثابت هستند ($d_1=3.43278$ ، $d_2=0.18929$ ، $d_3=0.003308$ ، $c_0=2.535537$ ، $c_1=0.802853$، $c_2=0.030328$) (قنبری‌مطلق و همکاران، ۱٤۰۱).

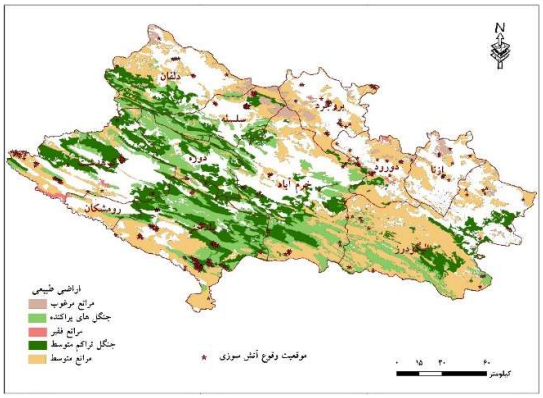
روش پژوهش و انجام محاسبات: در این مطالعه به‌منظور تحلیل مکانی- زمانی داده‌های خشکسالی، ابتدا روند داده‌ها بررسی شد و نمودار سری زمانی آنها رسم گردید و پراکنش مکانی طبقات خشکسالی در سطح استان پهنه‌بندی شد. این کار در مورد داده‌های آتش‌سوزی نیز انجام شد. بعد از آشکارسازی توزیع مکانی و زمانی خشکسالی در سطح استان طی دوره آماری ۱۳۷۹-۱۴۰۱، از تحلیل همبستگی پیرسون[1] بین فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی عرصه‌های منابع طبیعی و خشکسالی‌ها در سطح استان استفاده شد. این ضریب برای بررسی رابطه بین دو متغیر پیوسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقدار ضریب بین ۱+ و ۱- است. اگر تغییر پارامترها همسو با هم باشند، مقدار r مثبت شده و اگر تغییر متغیرها همسو نباشند، مقدار r منفی می‌گردد و اگر r صفر باشد، دو متغیر بدون رابطه هستند. مقدار مطلق ضریب همبستگی جدای از علامت آن میزان قدرت رابطه را نشان می‌دهد (صفری‌شاد و همکاران، ۱۳۹۵؛ اسکندری و جلیل‌وند، ۱۳۹٦). در این تحقیق از نرم‌افزارهای ArcGIS، EXCEL و SPSS برای تولید نقشه‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

تحلیل مکانی– زمانی رخدادهای آتش‌سوزی

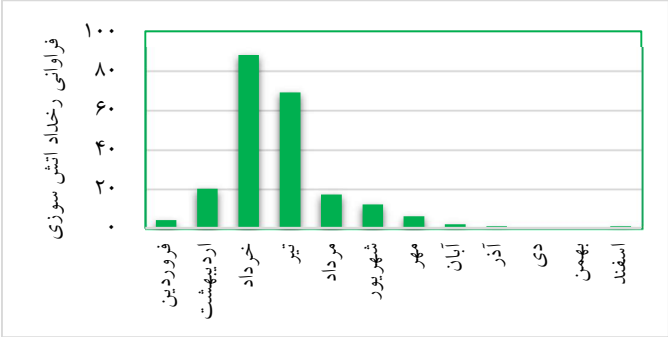
توزیع مکانی موقعیت‌های با بیشترین فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی آشکارشده توسط سنجنده مادیس در دوره آماری ۱۴۰۱-۱۳۷۹، در سطح عرصه‌های طبیعی استان در شکل (۲) ارایه شده است. شهرستان‌های کوهدشت و پلدختر، بیشترین کانون‌های ثابت رخدادهای آتش‌سوزی را طی دوره مورد بررسی به خود اختصاص داده‌اند. آنالیزها نشان می‌دهد منطقه پلدختر بیشترین آتش‌سوزی‌های اخیر را تجربه کرده است. در منطقه پلدختر در یک منطقه جنگلی بلوط حداقل ۱۰ بار در طی دوره مطالعه آتش مشاهده و ثبت گردیده است. پس از آن کوهدشت لرستان، او منطقه محسوب می‌گردد.

1 Pearson Correlation Coefficient



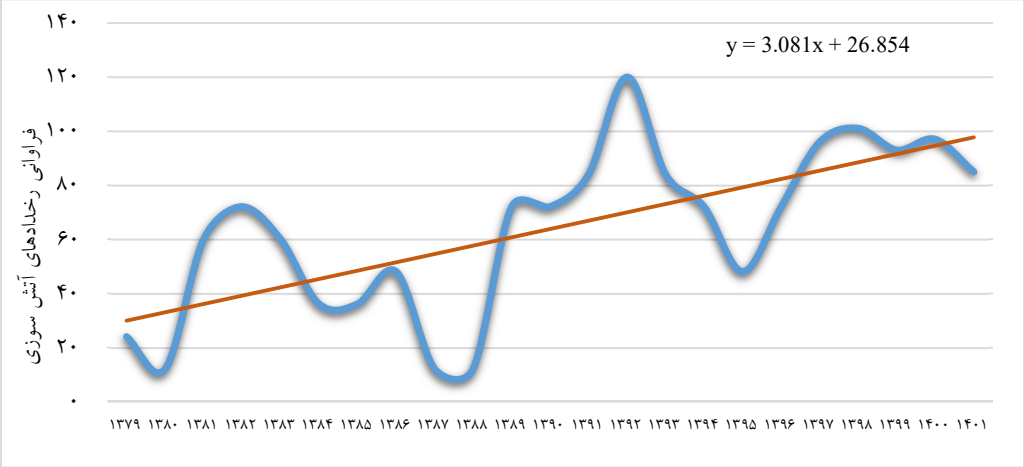
شکل ۲. توزیع فراوانی آتش‌سوزی‌ها در عرصه‌های طبیعی در شهرستان‌های مختلف استان لرستان

تحلیل مکانی- زمانی رخدادهای آتش‌سوزی نشان داد خرداد و سپس تیر ماه به‌وضوح و با فاصله زیاد دارای بالاترین نرخ آتش‌سوزی در دوره مطالعه می‌باشند. ماه‌های اردیبهشت و مرداد با فاصله از آنها در رتبه‌های بعدی قرار دارند که در کل بیشتر از ۹۰ درصد آتش‌سوزی‌ها را دربردارند. پس از آن دی، بهمن، آذر و اسفند کمترین رخدادهای آتش‌سوزی را تجربه نموده‌اند (شکل ۳).



شکل ۳. توزیع فراوانی ماهانه رخدادهای آتش‌سوزی‌های ثبت‌شده طی دوره آماری ۱۳۷۹-۱۴۰۱

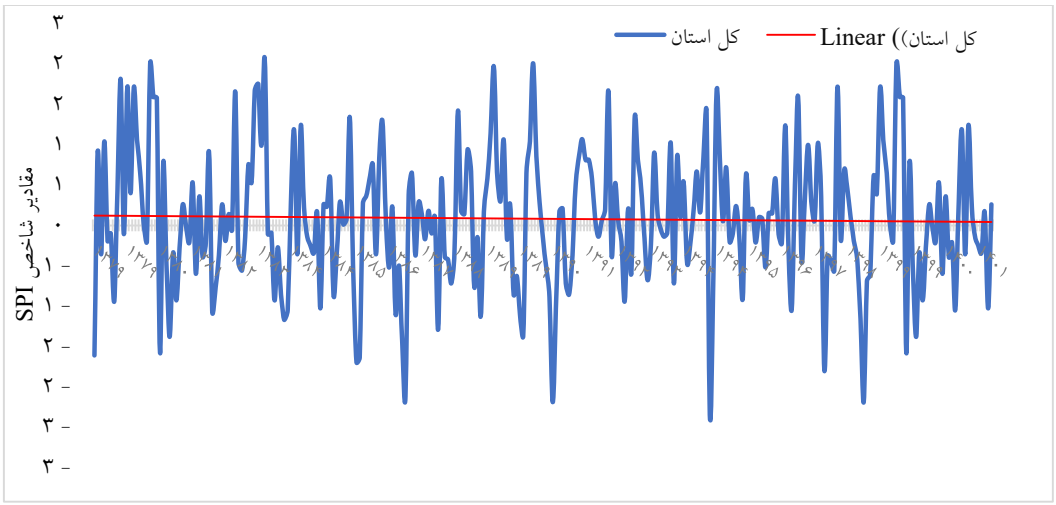
بررسی روند بلندمدت رخدادهای آتش‌سوزی در سطح استان در دوره مطالعه، وجود یک روند افزایشی در فراوانی رخدادهای سالانه آتش‌سوزی را نشان می دهد (شکل ٤). به‌طور کلی شیب سالانه رخدادهای آتش‌سوزی ۳/۰۸ بوده که نشان‌دهنده یک روند افزایشی آهسته می‌باشد. سال ۱۳۹۲ به‌وضوح بالاترین تعداد آتش‌سوزی را تجربه نموده است. پس از آن سال‌های ۱۳۹۸، ۱٤۰۰، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۹ در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند. یک الگوی نوسان دوره‌ای در سه فاز افزایشی در سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۸۳، ۱۳۸۹-۱۳۹٤ و ۱۳۹٦-۱٤۰۱ در این دوره ۲۳ ساله دیده شده است. سه فاز نوسان کاهشی در ۱۳۸۰، ۱۳۸۸-۱۳۸۷ و ۱۳۹۵ در فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی در منطقه مشاهده شده است (شکل ٤).



شکل ۴. بررسی سالانه روند ۲۳ ساله فراوانی رخداد آتش‌سوزی سنجنده مادیس

تحلیل مکانی- زمانی شاخص خشکسالی

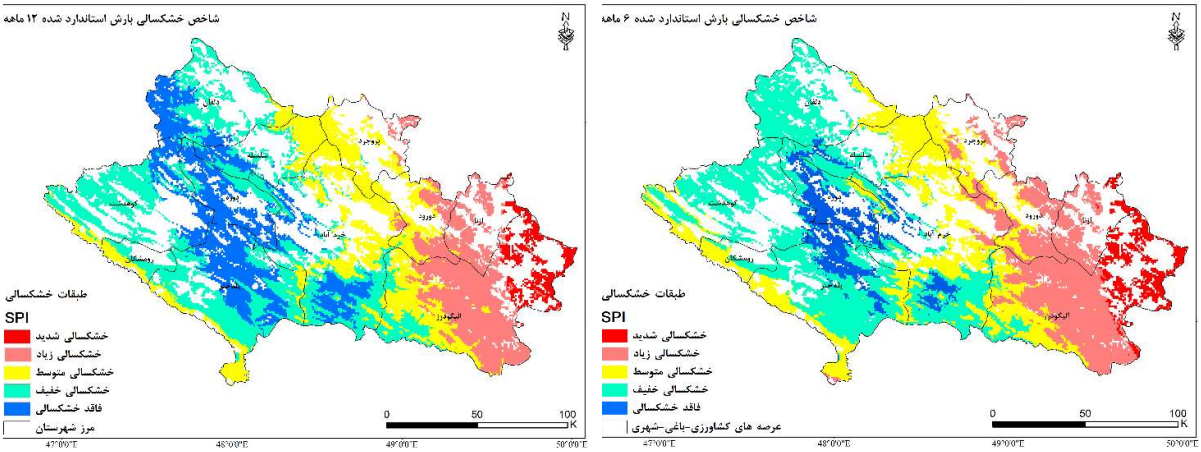
وقوع خشکسالی هنگامی اتفاق می‌افتد که شاخص بارش استاندارد شده به‌صورت منفی تداوم‌یافته و عدد شاخص به ۰/۱- یا کمتر از آن برسد. حادثه خشکسالی هنگامی که شاخص بارش استاندارد شده مثبت شود خاتمه می‌یابد. بر اساس نتایج شاخص SPI در کل منطقه مقدار ۰/۰۸- در میانگین ماهانه تغییرات داشته است. بنابراین در طول دوره مطالعه عدد شاخص سقوط کرده و روند خشکسالی را نشان می‌دهد. قسمت‌های شرقی استان طبقات حادتر خشکسالی را نشان داده و شدیدترین خشکسالی‌ها در سال ۱۳۹٤، ۱۳۹۸، ۱۳۹۰ و ۱۳۸٦ رخ داده است (شکل ۵).



شکل ۵. روند تغییرات شاخص خشکسالی SPI در عرصه‌های طبیعی استان در دوره مطالعه

در شکل (٦)، راست و چپ پهنه‌بندی شاخص خشکسالی بارش استاندارد شده SPI در مقیاس زمانی ٦ و ۱۲ ماه در سطح استان لرستان انجام شده است. به‌طور کلی در حین رخداد خشکسالی بخش‌های شرقی استان از جمله شهرستان‌های الیگودرز، ازنا، بخش‌هایی از دورود و بروجرد درگیر خشکسالی شدید و خشکسالی زیاد بوده‌اند. بخش‌های وسیعی از مرکز و غرب استان شامل خرم‌آباد، بروجرد، دورود، دلفان، سلسله، بخش‌هایی از کوهدشت و رومشکان و پلدختر در مقیاس خشکسالی SPI ٦ ماهه، درگیر خشکسالی متوسط تا خفیف شده‌اند. اما بخش‌های محدودی از استان به‌ویژه شهرستان‌های دوره، بخش‌هایی از غرب خرم‌آباد و پلدختر در این مقیاس فاقد خشکسالی بوده‌اند. در مقیاس ۱۲ ماهه شاخص خشکسالی SPI، الگوی توزیع فضایی خشکسالی و طبقات آن در سطح استان نیز تقریبا همانند مقیاس ٦ ماهه است. در این مقیاس طبقه

خشکسالی شدید در بخش‌های شرقی استان به‌ویژه در شهرستان الیگودرز و قسمت کوچکی از شهرستان ازنا دیده می‌شود. طبقه خشکسالی زیاد نیز در بخش‌های شرق و شمال- شرق استان به‌ویژه در بخش‌های وسیعی از شهرستان‌های ازنا، الیگودرز، دورود و بروجرد دیده می‌شود. اما طبقه خشکسالی متوسط در بخش‌های مرکزی استان قابل مشاهده است. بخشی از پلدختر، شرق کوهدشت، سلسله و دلفان و قسمت‌های غربی و جنوبی خرم‌آباد، طبقه فاقد خشکسالی مساحت زیادی را دربردارد. همچنین شهرستان دوره تقریبا فاقد خشکسالی است.



شکل ۶. راست: پهنه‌بندی شاخص SPI ۶ ماهه؛ چپ: پهنه‌بندی شاخص SPI ۱۲ ماهه در عرصه‌های طبیعی استان لرستان

رابطه شاخص خشکسالی با آتش‌سوزی‌ها

در جدول (۱) توزیع فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی عرصه‌های طبیعی در طبقات شدت خشکسالی SPI در سطح استان لرستان در مقیاس خشکسالی ٦ و ۱۲ ماهه ارایه شده است. طبقه خشکسالی متوسط هم در مقیاس SPI ٦ ماهه و هم در مقیاس SPI ۱۲ ماهه، بالاترین فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی را به خود اختصاص داده است. نتایج حاصل از تحلیل فراوانی رخدادهای خشکسالی در سطح استان در طبقات خشکسالی SPI نشان داد در خشکسالی SPI ٦ ماهه طبقه متوسط، حدود ۳۰ درصد از فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی سالانه در سطح استان بروز می‌کند، درحالی‌که در مقیاس خشکسالی ۱۲ ماهه، ۳۷ درصد از فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی در این طبقه خشکسالی قرار گرفته است. این طبقه خشکسالی که عموما بخش‌هایی از شهرستان‌های بروجرد، دورود، شرق خرم‌آباد، الیگودرز، بخش‌های کمی از غرب کوهدشت و رومشکان و پلدختر را در برمی‌گیرد، از لحاظ کاربری اراضی عموما شامل مراتع و اراضی جنگلی کم‌تراکم است و با وجود حجم انبوه پوشش گیاهی که در دوره گرم سال خشک می‌شوند، بیشترین کانون‌های آتش‌سوزی‌های طبیعی را ایجاد می‌کنند. در این بخش از استان که عموما خشکسالی متوسط حاکم است، می‌تواند منجر به تشدید فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی شود. طبقه با خشکسالی زیاد که عموما در شرق استان یعنی شهرستان‌های الیگودرز، ازنا، بروجرد و دورود واقع است، دومین طبقه از لحاظ فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی بوده است. در این طبقه خشکسالی SPI، به‌ترتیب در مقیاس‌های ٦ و ۱۲ ماهه، ۲٦ و ۲۲ درصد از کل آتش‌سوزی‌های رخداده در سطح استان قرار گرفته است. در این عرصه‌ها عموما مراتع کم‌فقیر تا متوسط با درختان بلوط پراکنده هستند. فعالیت‌های کشاورزی به‌ویژه در بروجرد و دورود و آتش‌زدن بقایای محصول بعد از برداشت به‌ویژه در تیر ماه می‌تواند فراوانی آتش‌سوزی‌های در این مناطق را تشدید کند. طبقه با خشکسالی خفیف که از لحاظ کاربری اراضی عموما اراضی جنگلی و به‌ویژه پوشش جنگل‌های بلوط استان را در برمی‌گیرد، بخش‌های وسیعی از نیمه‌غربی استان را درگیر می‌کند. شهرستان‌های شمالی و شمال‌غربی استان از جمله دلفان، سلسله و شهرستان‌های غربی شامل کوهدشت و رومشکان، بخش‌های غربی خرم‌آباد، و بخش‌های وسیعی از پلدختر در جنوب استان در این طبقه خشکسالی قرار گرفته‌اند. در مقیاس خشکسالی SPI ٦ ماهه، دیده شد که ۲۲ درصد از

کل آتش‌سوزی‌های ثبت شده در سطح استان لرستان در طبقه خشکسالی خفیف قرار گرفته است، درحالی‌که در مقیاس خشکسالی SPI ۱۲ ماهه، ۱۵ درصد از آتش‌سوزی‌های عرصه‌های طبیعی در این طبقه قرار گرفته است. طبقه خشکسالی شدید در هر دو مقیاس SPI کمترین میزان آتش‌سوزی‌ها را به خود اختصاص داده است. در کل طبقات خشکسالی زیاد و شدید در مقیاس SPI ٦ ماهه، ٤٣ درصد و در مقیاس SPI ۱۲، ۳۷ درصد فراوانی آتش‌سوزی را پوشش داده است. بخش‌های مرکزی استان لرستان به‌ویژه شهرستان‌های دوره و بخش‌هایی از خرم‌آباد، کوهدشت و پلدختر و دلفان در طبقه فاقد خشکسالی قرار دارند. در این بخش‌ها در مقیاس SPI ٦ ماهه، ۵ درصد از کل رخدادهای آتش‌سوزی را به خود اختصاص داده است، درحالی‌که در مقیاس خشکسالی SPI ۱۲ ماهه، حدود ۱۲ درصد از رخدادهای آتش‌سوزی طبیعی در این طبقه فاقد خشکسالی قرار گرفته است.

جدول ۱. توزیع فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی عرصه‌های طبیعی در طبقات شدت خشکسالی SPI در عرصه‌های طبیعی استان لرستان در مقیاس خشکسالی ۶ و ۱۲ ماهه

طبقات خشکسالی	درصد فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی در طبقات خشکسالی SPI مقیاس ٦ ماهه	درصد فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی در طبقات خشکسالی SPI مقیاس ۱۲ ماهه
خشکسالی شدید	۱۷	۱۵
خشکسالی زیاد	۲٦	۲۲
خشکسالی متوسط	۳۰	۳۷
خشکسالی خفیف	۲۲	۱۵
فاقد خشکسالی	۵	۱۲

بر اساس ماتریس همبستگی ماهانه بین فراوانی رخدادهای ماهانه آتش‌سوزی عرصه‌های طبیعی استان لرستان و وضعیت خشکسالی در ماه‌های سال نشان داد بیشترین همبستگی (منفی) بین این دو پارامتر در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و فروردین به‌دست آمد که مقادیر عددی آن نشان‌دهنده وجود یک رابطه متوسط می‌باشد. پس از آن ماه‌های فصل تابستان قرار گرفته است (جدول ۲). ماه‌های پاییز و زمستان کمترین مقادیر ضریب همبستگی را نشان می‌دهند. همان‌طور که در ماتریس همبستگی زیر دیده می‌شود، ایجاد خشکسالی در ماه‌های فصل بهار یعنی فروردین تا خرداد و فصل تابستان به‌صورت معنی‌داری همبستگی منفی با فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی این فصول داشته است. خشکسالی بهاره باعث کاهش شدید رطوبت خاک شده و شرایط مناسب برای گسترش آتش‌سوزی گیاهان خشک به‌ویژه در مراتع را فراهم نموده و شدت وقوع آتش‌سوزی را به شدت بالا برده است.

جدول ۲. همبستگی وقوع آتش‌سوزی‌ها با شاخص خشکسالی SPI در عرصه‌های طبیعی استان در دوره مطالعه به تفکیک ماه‌های سال

SPI / FIRE	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
دی	۰/۰۷											
بهمن	۰/۰۵	-۰/۰۵										
اسفند	۰/۰٤	۰/۱۱	۰/۱۳									
فروردین	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۲۲*	-۰/٤۲*								
اردیبهشت	۰/۲٤*	۰/۳۵*	۰/۲۷*	-۰/۲۵*	-۰/۵۵*							
خرداد	۰/۲۲*	۰/۳۱*	۰/۲۵*	-۰/۲۹*	-۰/۳۲*	-۰/٤۸*						
تیر	۰/۱۸	۰/۳۷*	۰/۲۵*	-۰/۲۷*	-۰/۳٦*	-۰/٤۹*	-۰/۲۷*					
مرداد	۰/۱۸	۰/۲۸*	۰/۲۲*	-۰/۲۷*	-۰/۳۰*	-۰/۳۷*	-۰/۱۷*	-۰/۳۲*				
شهریور	۰/۱۹	۰/۲۵*	۰/۱۹	-۰/۲۵*	-۰/۲۲*	-۰/۲۵*	-۰/۱۵*	-۰/۲۷*	-۰/۳۵*			
مهر	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۹	-۰/۱۷	-۰/۱۷	-۰/۲۸*	-۰/۱۹	-۰/۱۱	-۰/۲٤*	-۰/۲۲*		
آبان	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۰۲	-۰/۰۱	-۰/۱۸	۰/۰۵	-۰/۰۹	-۰/۱۳	-۰/۱۳	۰/۰۵	
آذر	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۰۵	-۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰٦	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰٤	۰/۰۷

***P-value= ۰/۰۵**

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد وقوع رخدادهای آتش‌سوزی در مناطق با پوشش جنگلی بیشتر به‌ویژه در شهرستان پلدختر بیشتر بوده است. کوهدشت با مساحت بالای عرصه‌های طبیعی جنگلی و مرتعی در رتبه بعدی قرار گرفته است. بیشترین فراوانی آتش‌سوزی‌ها در عرصه‌های طبیعی استان در سال‌های ۱۳۹۲، ۱۳۹۸، ۱٤۰۰، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۹ (دهه ۹۰) و در ماه‌های خرداد، تیر، اردیبهشت و مرداد روی داده است. روند آتش‌سوزی‌ها در طول دوره به‌ویژه بعد از ۱۳۸۹ در بیشتر مناطق افزایشی بوده، به‌ویژه در پلدختر که روند افزایشی با آتش‌سوزی داشته است. آنچه مسلم است وقوع آتش‌سوزی‌ها در عرصه‌های طبیعی استان زیاد بوده است. در تحقیق گراوند و همکاران (۱۳۹۲) نیز ٥٦ درصد از اراضی طبیعی استان لرستان در مناطق پرخطر آتش‌سوزی قرار گرفته‌اند.

نتایج این مطالعه نشان داد شدیدترین خشکسالی‌ها در سال‌های ۱۳۹٤، ۱۳۹۸، ۱۳۹۰ و ۱۳۸٦ رخ داده، اما بررسی روند نشان داد در کل اقلیم استان گرایش به خشکی پیدا کرده است. در مطالعه حاضر طبقات با شدت بالاتر خشکسالی SPI قسمت‌های شرقی استان (ازنا، الیگودرز و دورود) را دربردارد که آتش‌سوزی تقریبا زیادی نیز در این مناطق در طول دوره دیده شده است. اما نکته مهم وقوع حداکثری روند آتش‌سوزی‌ها در عرصه‌های طبیعی دو منطقه پلدختر و کوهدشت در غرب استان بوده که در طبقات با شدت پایین‌تر خشکسالی و یا فاقد خشکسالی قرار گرفته‌اند. همچنین وقوع کمتر از ۵۰ درصد آتش‌سوزی‌ها در طبقات خشکسالی زیاد و شدید نشان داده شده است. نتایج وجود یک رابطه معنی‌دار (در سطح اطمینان ۰/۹۵) را بین فراوانی مکانی- زمانی رخدادهای آتش‌سوزی در عرصه‌های منابع طبیعی و خشکسالی در ماه‌های بهار (فروردین، اردیبهشت و خرداد با بالاترین مقادیر ضریب همبستگی متوسط) و تابستان (معنی‌دار با ضرایب همبستگی پایین‌تر) را نشان می‌دهد. اما حداکثر مقادیر نتایج آنالیز همبستگی در این مطالعه ۰/۵۵ است و این نشان‌دهنده وجود یک رابطه متوسط و حتی ضعیف آن هم در فصول رویش می‌باشد. در توضیح این نتایج می‌توان چند دلیل را جستجو نمود. اول، ارتباط خشکسالی با آتش‌سوزی از طریق پوشش گیاهی است. در مناطق شرقی استان با وجود طبقات خشکسالی بالاتر، وجود پوشش گیاهی کمتر، پوشش ضعیف مرتعی و جنگل‌های پراکنده احتمال آتش‌سوزی را نسبت به مناطق غربی کمتر کرده است. این در حالی است که قسمت‌های غربی مانند کوهدشت و پلدختر با وجود قرارگیری در طبقات خشکسالی ملایم‌تر، به‌خاطر داشتن پوشش گیاهی انبوه‌تر و جنگل‌های متراکم‌تر، آتش‌سوزی بیشتری را تجربه کرده‌اند. از سوی دیگر مطابق تحقیقات بسیار در زاگرس، منشا و شروع آتش‌سوزی‌ها اکثرا انسانی است که می‌تواند عمدی یا غیرعمدی باشد. به‌ویژه مجاورت اراضی طبیعی با زمین‌های کشاورزی از مهمترین دلایل وقوع و شروع آتش‌سوزی‌ها در این استان است. نقش پارامترهای اقلیمی و خشکسالی نه در شروع آتش‌سوزی، بلکه بیشتر در تداوم و گسترش آن است (علی‌نیا و همکاران، ۱٤۰۰). در این مطالعه نقش سایر عوامل دخیل در گسترش آتش‌سوزی‌ها فارغ از منشا آن شامل توپوگرافی، سرعت و جهت باد، فاصله از آبراهه‌ها، جاده‌ها و مجاورت با زمین‌های کشاورزی بررسی نشده است.

در تحلیل آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع و عوامل اقلیمی محققان بسیاری اظهار داشته‌اند، خشکسالی یکی از مهم‌ترین عوامل گسترش آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع است. این موضوع ارتباط زیادی با فصل وقوع خشکسالی دارد (نبی‌پور و همکاران، ۱۳۹٤). رخدادهای خشکسالی در ماه‌های زمستان می‌تواند در ماه‌های بعد یعنی ماه‌های اردیبهشت تا شهریور (بهار و تابستان) منجر به کاهش رخدادهای آتش‌سوزی شود. سازوکار این ارتباط مستقیم بین خشکسالی‌های زمستانه با کاهش رخدادهای آتش‌سوزی بهاره، به این صورت است که کاهش بارش منجر به کاهش رطوبت خاک، حاکم شدن خشکسالی در ماه‌های زمستان و باعث کاهش رویش گیاهان و حجم گیاهان در عرصه‌های مرتعی و جنگلی در فصل بهار شده و حجم گیاه خشک در فصل بهار به‌دلیل خشکسالی زمستانه سال قبل، کاهش پیدا کرده، زیتوده (بیوماس) کمتری به‌عنوان سوخت آتش فراهم می‌شود. درحالی‌که در این مطالعه خشکسالی در ماه‌های فصل بهار به‌صورت معنی‌داری همبستگی منفی با گسترش رخدادهای آتش‌سوزی فصول بهار و تابستان داشته است. حاکمیت خشکسالی و کاهش بارش‌ها در بهار، باعث کاهش شدید رطوبت هوا و خاک و در نتیجه کاهش رطوبت مواد سوختنی شده، شرایط مناسب برای

آتش‌سوزی زیتوده یا گیاهان خشک مراتع و جنگل‌ها فراهم شده و ریسک آتش‌سوزی را به شدت بالا می‌برد.

ارتباط خشکسالی، افزایش دما و کاهش بارش در طول سال بر وقوع بالقوه آتش‌سوزی‌ها اگرچه تفاوت‌هایی از نظر توزیع فصلی و جوامع گیاهی موجود نشان می‌دهد، اما در مطالعات بسیاری این امر به اثبات رسیده است، از جمله به ارتباط معنی‌دار بین تعداد آتش‌سوزی‌های به وقوع پیوسته در جنگل‌های بهشهر و متوسط دمای سالانه و متوسط بارندگی سالانه (اسکندری و جلیل‌وند، ۱۳۹۶)؛ اثبات همبستگی مثبت حداکثر و متوسط دما با سطوح سوخته و همبستگی منفی متوسط رطوبت نسبی و حداقل رطوبت نسبی با وقوع آتش‌سوزی‌ها در جنگل‌ها و مراتع منطقه زاگرس در شهرستان ایذه خوزستان (عالی‌محمودی‌سراب و همکاران، ۱۳۹۱)؛ مطابقت نمودار شاخص خشکسالی PDSI با وقوع آتش‌سوزی‌ها در جنگل سراوان استان گیلان (فرهی‌آشتیانی و همکاران، ۱۳۹۱)؛ افزایش آتش‌سوزی‌ها در فصل پاییز در زمان وقوع خشکسالی شدید و بحرانی در جنگل‌های استان مازندران (نپی‌پور و همکاران، ۱۳۹٤) اشاره کرد. همچنین وجود یک همبستگی مثبت معنی‌دار همراه با یک روند افزایشی بین رخدادهای آتش‌سوزی، وسعت منطقه سوخته و خشکسالی (شاخص SPI) در یونان و امریکا اثبات شده است (Dimitrakopoulos *et al.*, 2011; Littell *et al.*, 2016).

مطالعه Ahmad و Goparaju (۲۰۱۸) در ایالت‌های Himachal Pradesh و Uttarakhand هند نشان داد ۷۹ درصد از وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها در ماه‌های آوریل و می رخ داده است. رابطه بین شاخص‌های خشکسالی و آتش‌سوزی در مناطق سوخته شده و تعداد آتش‌سوزی‌ها از منطقه‌ای به منطقه دیگر تغییر می‌کند (Varol *et al.*, 2017). بررسی رابطه بین وقوع آتش‌سوزی (تعداد و منطقه سوخته) و تنوع اقلیمی (میزان بارش و حداکثر دما) در مرکز و جنوب شیلی طی سال‌های (۱۹۷٦-۲۰۱۳) توسط Urrutia-Jalabert و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد فعالیت آتش‌سوزی در شیلی مرکزی عمدتا با بارش بیش از حد متوسط در زمستان سال قبل و با شرایط خشک در بهار و تابستان همراه بوده است. همچنین خشکسالی نقش اساسی در توزیع زمانی و مکانی آتش‌سوزی‌های بزرگ در پرتغال داشته است (Parente *et al.*, 2019). برخی مطالعات مانند بررسی خطر آتش‌سوزی جنگل با شاخص خشکی کچ- بایرام و شاخص آتش‌سوزی مک‌آرتور در جنگل‌های دو استان گلستان و خراسان‌شمالی توسط خان‌محمدی و همکاران (۱۳۹۵) ارتباط معنی‌داری بین آتش‌سوزی و خشکی یافت نشد. عدم‌وجود رابطه معنی‌دار بین شدت خشکسالی و فرکانس آتش‌سوزی در پژوهش Marin و همکاران (۲۰۱۸) در جنگل‌های مکزیک نیز گزارش شده است. با وجود نتایج به‌دست آمده، این مطالعه تاکید دارد ارتباط دادن آتش سوزی‌ها با خشکسالی نیاز به مطالعه بیشتری داشته و صرفا با یک شاخص محاسباتی نمی‌توان رابطه واقعی این دو پدیده را اثبات کرد. پیشنهاد می‌گردد رابطه مذکور با شاخص‌های دیگر خشکسالی و سایر پارامترهای اقلیمی، پارامترهای توپوگرافیک، نزدیکی به جاده‌ها، مناطق مسکونی و اراضی کشاورزی، آبراهه‌ها در سطح عرصه‌های طبیعی استان مورد بررسی قرار گیرد. به‌منظور کاهش ریسک آتش‌سوزی‌ها در منطقه ضمن تجهیز ادارات منابع طبیعی، محیط زیست و استانداری‌ها به امکانات اطفا حریق، آموزش مردم محلی و کشاورزان و جنگل‌نشینان به‌ویژه در فصول بحرانی پیشنهاد می‌گردد.

منابع

اسکندری، س. و جلیل‌وند، ج. (۱۳۹٦) تاثیر تغییرات آب و هوایی بر رژیم آتش‌سوزی جنگل‌های نکا و بهشهر. دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران، ۱۵(۱): ۳۰-۳۹.

حامدی، ن.، اسماعیلی، ع. و فرامرزی، ح. (۱۳۹۹) تحلیل سناریوهای پتانسیل خطر آتش‌سوزی جنگل‌های شهرستان لردگان با استفاده از GIS و RS. دو فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران، ۱۷(بهار و تابستان): ۱۷-۲۷.

خان‌محمدی، م.، رحیمی، م. و کرتولی‌نژاد، د. (۱۳۹۵) تحلیل خطر آتش‌سوزی جنگل‌های هیرکانی شمال شرق ایران با استفاده از شاخص های کچ-بایرام و مک-آرتور. دو فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران، ۱٤(۱): ٤۸-۵۷.

سرابی، س.، حشمت‌پور، ع.، کمکی، چ. و طهماسبی، ا. (۱۳۹٤) ارزیابی میان شاخص‌های گیاهی سنجنده مادیس و خشکسالی مراتع شمالی استان گلستان. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۲(۲): ۳۹۲-٤۰۵.

صفری‌شاد، م.، حبیب‌نژادروشن، م. و ایلدرمی، ع. (۱۳۹۵) ارزیابی شاخص NDSI در پایش خشکسالی به کمک تکنیک سنجش از دور، مطالعه موردی استان اصفهان. فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، ۲۵(۱۰۰): ۴۴-۳۵.

عالی‌محمودی‌سراب، س.، فقهی، ج. و جباریان‌امیری، ب. (۱۳۹۱) پیش‌بینی وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، مطالعه موردی جنگل‌های منطقه زاگرس، شهرستان ایذه. نشریه اکولوژی کاربردی، ۱(۲): ۷۵-۸۵.

عباسی، ن.، سلطانی، س. و جعفری، ر. (۱۳۹۳) پهنه‌بندی پتانسیل آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع با استفاده از شاخص خشکی کچ- بایرام، مطالعه موردی استان اصفهان. نشریه بوم‌شناسی کاربردی، ۳(۱۰): ۵۳-۶۲.

عسکریزاده، د.، ارزانی، ح.، جعفری، م.، بذرافشان، ج. و پرنتیس، آ. (۱۳۹۷) بررسی گذشته، حال و آینده تغییرات پوشش گیاهی مراتع البرز مرکزی در ارتباط با تغییر اقلیم. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۹(۳): ۱-۱۸.

علی‌نیا، ا.، گندمکار، ا. و عباسی، ع. (۱۴۰۰). تحلیل زمانی- مکانی رخدادهای مخاطره آتش‌سوزی‌های طبیعی در استان لرستان با استفاده از محصولات سنجنده مادیس. جغرافیا و پایداری محیط، ۱۱(۱): ۳۸-۱۲۷.

فاضل‌دهکردی، ل.، سهرابی، ط. و محمودی‌کهن، ف. (۱۳۹۴) پایش خشکسالی با استفاده از تصاویر سنجنده مودیس در مناطق خشک، مطالعه موردی مراتع استان یزد. مجله علمی- پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان، ۴(۹): ۸۱-۹۴.

فرج‌زاده، م.، قویدل‌رحیمی، ی. و مکری، س. (۱۳۹۴) تجزیه و تحلیل آتش‌سوزی جنگل با منشا آب و هوایی با داده‌های ماهواره‌ای در منطقه البرز. نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۲(۳): ۸۳-۱۰۴.

فرهی‌آشتیانی، ا.، قدسخواه‌دریایی، م.، محمدی‌سمانی، ک. و امین‌املشی، م. (۱۳۹۱) بررسی مناطق حساس و بحرانی آتش‌سوزی با تاکید بر خشکسالی با استفاده از AHP، GIS و PDSI، مطالعه موردی جنگل سراوان استان گیلان. دو فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران، ۱۰(۲): ۸۳-۱۰۱.

قنبری‌مطلق، م.، کیادلیری، م. و حلیمی، م. (۱۴۰۱) بررسی تغییرات مکانی- زمانی سرسبزی جنگل‌های بلوط زاگرس در واکنش به خشکسالی. نشریه تحقیقات منابع طبیعی تجدیدشونده. ۱۳(۲): ۴۴-۶۲.

کارگر، م.، فرضی، ح. و طاهری، ع. (۱۳۹۷) مقایسه مدل‌های جنگل تصادفی و شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی وقوع آتش‌سوزی مراتع استان البرز. هفتمین کنفرانس ملی مرتع و مرتعداری ایران، ۱۸-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷، ۱۳صفحه.

گراوند، س.، یارعلی، ن. و صادقی‌کاجی، ح. (۱۳۹۲) الگوی مکانی و نقشه خطر وقوع آتش‌سوزی در اراضی طبیعی استان لرستان. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱(۲): ۲۳۱-۲۴۲.

میرموسوی، س.ح. و بیرانوند، آ. (۱۳۹۲) تحلیل تاثیر عوامل اقلیمی و سینوپتیکی بر شدت و گسترش آتش‌سوزی در جنگل‌های لرستان، مطالعه موردی آتش‌سوزی ۱۷ تیر ۱۳۹۰ در خرم آباد. اولین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی پایدار، همدان، ۱۱ صفحه.

نبی‌پور، ن.، بذرافشان، ج. و قهرمان، ن. (۱۳۹۴) بررسی رابطه بین خشکسالی و آتش‌سوزی‌های جنگلی در استان‌های گلستان، مازندران و گیلان. کنفرانس بین‌المللی توسعه با محوریت کشاورزی، محیط زیست و گردشگری، تبریز، ۱۲صفحه.

Ahmad, F. and Goparaju, L. (2018) Climate change and its impact on forest fire in the state of Himachal Pradesh and Uttarakhand states of India: Remote Sensing and GIS Analysis. Contemporary Trends in Geoscience, 7(2): 229-246.

Cardil, A., Vega-García, C., Ascoli, D., Molina-Terrén, D.M., Silva, C.A. and Rodrigues, M. (2019) How does drought impact burned area in Mediterranean vegetation communities. Science of the Total Environment, 693(2019): 133603.

Chen, F., Niu, S., Tong, X., Zhao, J., Sun, Y. and He, T. (2014) The impact of precipitation regimes on forest fires in Yunnan Province, Southwest China. The Scientific World Journal, 2014: 326782. DOI:10.1155/2014/326782/

Dimitrakopoulos, A.P., Vlahou, M., Anagnostopoulou, C.G. and Mitsopoulos, I.D. (2011) Impact of drought on wildland fires in Greece: implications of climatic change. Climatic Change, 109(3-4): 331-347.

Edwards, D.C. and McKee, T.B. (1997) Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales. Journal of Atmospheric Science, 634(1997): 1–30.

Ghanbari Motlagh, M., Abbasnezhad Alchin, A. and Daghestani, M. (2022) Detection of high fire risk areas in Zagros Oak forests using geospatial methods with GIS techniques. Arabian Journal of Geosciences, 15(9), 835-835.

Kodandapani, N. and Parks, S.A. (2019) Effects of drought on wildfires in forest landscapes of the Western Ghats, India. International Journal of Wildland Fire, 28(6): 431-444.

Littell, J.S., Peterson, D.L., Riley, K.L., Liu, Y. and Luce, C.H. (2016) A review of the relationships between drought and forest fire in the United States. Global Change Biology, 22(7): 2353-2369.

Marin, P.G., Julio, C.J., Arturo, R.T.D. and Jose, V.N.D. (2018) Drought and spatiotemporal variability of forest fires across Mexico. Chinese Geographical Science, 28(1): 25-37.

McKee, T.B., Doeskin, N.J. and Kleist, J. (1993) The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, CA, USA, January 17–22, 1993, Boston, MA, USA, American Meteorological Society, pp. 179–184.

Parente, J., Amraoui, M., Menezes, I. and Pereira, M.G. (2019) Drought in Portugal: Current regime, comparison of indices and impacts on extreme wildfires. Science of the Total Environment, 685(2019): 150-173.

Turco, M., von Hardenberg, J., AghaKouchak, A. (2017) On the key role of droughts in the dynamics of summer fires in Mediterranean Europe. Scientific Reports, 7(81): 81-81.

Urrutia-Jalabert, R., González, M.E., González-Reyes, Á., Lara, A. and Garreaud, R. (2018) Climate variability and forest fires in central and south-central Chile. Ecosphere, 9(4): e02171.

Varol, T., Ertuğrul, M. and Özel, H.B. (2017) Drought-forest fire relationships. Mediterranean identities: Environment, Society, Culture, Intech Open: London, UK, 283-303. Retrieved from http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.68487/

Detecting of spatio-temporal relationship between drought and fire events in the fields of natural resources in Lorestan province

Rezvan Safdary[1], Seyed Masoud Monavari[2*], Sasan Babaie Kafaky[2] and Hadi Kiadaliri[2]

1) Ph.D. Student of Environmental Sciences, Department of Environment and Forest Sciences, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2) Associate Professor, Department of Environment and Forest Sciences, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
[*]Corresponding Author Email Address: seyedmasoudmonavari@gmail.com

Date of Submission: 2023/05/22 Date of Acceptance: 2023/07/22

Abstract

Improving decisions in fire management requires a complete understanding of the spatio-temporal relationships between droughts and fires. To achieve this, the natural areas of Lorestan province were selected as the research site. The fire data from MODIS satellite products and monthly rainfall data of the province were extracted to estimate SPI drought index for the statistical period of 2000 to 2022. The spatial and temporal relationship between the frequency of fire occurrences and the spatial and temporal distribution of droughts in terms of annual and monthly scales was investigated with the Pearson correlation model in the province. The results showed that the trend of fires in the region is increasing. The months of June and July have experienced the highest frequency of fires in the natural areas of the province. Poldokhtar city has had the most frequent fires in natural areas. The whole region has tended to be dry, but the eastern parts mostly included classes with higher degrees of drought. The results of the correlation matrix showed that only the drought events in spring to summer had a significant but moderate negative correlation with the fire events in spring and summer. Despite the obtained results, this study emphasizes that the connection between fires with drought needs more studies and it is not possible to prove the real relationship between the two phenomena with just one calculation index.

Keywords: Correlation, Fire, MODIS, SPI, Vegetation.