

رابطه بین تغییر اقلیم و آتش‌سوزی در جنگل‌های استان گلستان

سعیده اسکندری

دانش‌آموخته دکترای منابع طبیعی، گرایش جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران

پست الکترونیک: saeedeheskandari119@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۶/۰۹ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۴/۳۱

چکیده

آتش‌سوزی یکی از مهمترین عوامل تخریب بوم‌سازگان‌های جنگلی محسوب می‌شود. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر عوامل اقلیمی بر آتش‌سوزی جنگل‌های گلستان انجام شد. بدین منظور آمار تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در دو دهه اخیر (از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹) در جنگل‌های استان گلستان از اداره کل منابع طبیعی گلستان و داده‌های اقلیمی دو دهه اخیر از اداره کل هواشناسی گلستان تهیه گردید. برای بدست آوردن متوسط داده‌های اقلیمی استان گلستان، از داده‌های اقلیمی متوسط درجه‌حرارت سالانه، متوسط بارندگی سالانه و متوسط رطوبت نسبی سالانه مربوط به چهار ایستگاه هواشناسی استان، میانگین‌گیری شد. سپس نمودار مربوط به داده‌های اقلیمی ترسیم و تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS انجام شد. بررسی آماری داده‌های اقلیمی بر اساس ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در استان گلستان و متوسط درجه‌حرارت سالانه در سطح اطمینان ۹۵٪ و بین تعداد آتش‌سوزی‌ها و متوسط رطوبت نسبی سالانه در سطح اطمینان ۹۹٪ رابطه معنی‌داری وجود دارد، اما بین تعداد آتش‌سوزی‌ها و میانگین بارندگی سالانه ارتباط معنی‌داری وجود ندارد. از طرف دیگر بین وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در استان گلستان و متوسط رطوبت نسبی سالانه در سطح اطمینان ۹۵٪ رابطه معنی‌داری وجود دارد، اما بین وسعت آتش‌سوزی‌ها و متوسط درجه‌حرارت سالانه و همچنین متوسط بارندگی سالانه ارتباط معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. نتایج کلی حکایت از آن دارد که بین آتش‌سوزی‌های استان گلستان و میانگین درجه‌حرارت سالانه رابطه مستقیم و بین این آتش‌سوزی‌ها و میانگین رطوبت نسبی سالانه رابطه معکوس وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: آتش‌سوزی جنگل، تغییر اقلیم، تعداد آتش‌سوزی، وسعت آتش‌سوزی، جنگل‌های گلستان

مقدمه

آتش‌سوزی‌های مهیب علاوه بر خسارت‌های اقتصادی، آلودگی‌های زیست‌محیطی را نیز به‌دنبال دارند (محمدزاده و فلاحی، ۱۳۸۶؛ هوشیارخواه و جمشیدی آلاشتی، ۱۳۸۶). کشور ایران در زمره ۵۶ کشور فقیر از نظر جنگل در جهان به‌شمار می‌رود که هر ساله شاهد سوختن چند هزار هکتار جنگل است (هوشیارخواه و جمشیدی آلاشتی،

امروزه پدیده آتش‌سوزی در عرصه‌های جنگلی به‌عنوان یکی از بلاهای طبیعی بخش وسیعی از جنگل‌های جهان را تهدید می‌کند. آتش‌سوزی جنگل با منشأ طبیعی یا انسانی اثرات زیان‌بار و ویرانگری به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر زندگی بشر بر جای می‌گذارد (Eskandari et al. 2015).

جنگلی دارند. آتش‌سوزی‌های جنگلی معمولاً فصلی بوده و بیشتر آتش‌سوزی‌ها در فصول خشک طولانی اتفاق می‌افتند. در فصول خشک‌تر، خطر آتش‌سوزی بیشتر است (محمدزاده و فلاحی، ۱۳۸۶). دمای بالا در فصول گرم سال و خشکی حاصل از آن به همراه مواد سوختنی با ضریب خشکی بالا در سطح مناطق جنگلی، یکی از علل اصلی وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها محسوب می‌شود (یوسفی و جلیلود، ۱۳۸۹). اجزای مختلف رژیم‌های آتش‌سوزی (تعداد، وسعت و شدت آتش‌سوزی) و رابطه پیچیده آنها با ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های جنگلی، وابستگی بالایی با آب‌وهوا و اقلیم دارند (Flannigan & Harrington, 1988; Johnson, 1992; Swetnam, 1993) و پاسخ رژیم‌های آتش‌سوزی به تغییر اقلیم بسیار قابل توجه است. بنابراین اگر تغییرات پیش‌بینی‌شده در اقلیم در آینده به واقعیت تبدیل شود، پیش‌بینی رژیم آتش‌سوزی حاصل از آن و تأثیر آن بر اکوسیستم جنگل امکان‌پذیر خواهد بود (Flannigan et al., 2000). البته مدل‌های زیادی طراحی شده‌اند که می‌توانند اقلیم آینده را شبیه‌سازی کنند. اگرچه مدل‌های موجود نقص‌هایی دارند، اما بهترین ابزار قابل‌دسترس برای برآورد تأثیر تغییرات اقلیم بر روی رژیم‌های آتش‌سوزی در مقیاس بزرگ هستند (Flannigan et al., 2000). علاوه بر درجه حرارت، متغیرهای اقلیمی دیگری نیز مانند بارندگی، باد، ابری بودن و غیره در اقلیم جدید تغییر می‌کنند. از این‌رو بعضی از محققان اعتقاد دارند که افزایش جهانی تعداد آتش‌سوزی‌ها در ارتباط با گرم‌شدن اقلیمی زمین است (Intergovernmental Panel on Climate Change, 1996; Overpeck et al., 1990). البته جامعیت این نتایج کمی بحث‌برانگیز است، زیرا یک آتش‌سوزی خاص، نتیجه اثرات متقابل مجموعه پیچیده‌ای از عوامل وقوع، شرایط سوخت، توپوگرافی و عوامل اقلیمی شامل درجه حرارت، رطوبت نسبی، شدت باد و میزان بارندگی است. بنابراین الزاماً افزایش درجه حرارت به تنهایی عامل آتش‌سوزی‌های مهیب نیست (Flannigan et al., 2000).

۱۳۸۶). آتش‌سوزی، سالانه موجب نابودی بیش از ۶ هزار هکتار از اراضی جنگلی ایران می‌شود و بیش از ۲۴۰ میلیارد ریال خسارت اقتصادی به بار می‌آورد (سجادیان و سجادیان، ۱۳۸۸). براساس آمار FAO بین سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۲ به‌طور متوسط سالانه ۶۵۰۰ هکتار از جنگل‌های ایران در اثر آتش‌سوزی از بین رفته‌اند که این آتش‌سوزی‌ها در ارتباط با عوامل اقلیمی و انسانی بوده‌اند (Anonymous, 2007). بررسی آمار آتش‌سوزی طی دو دهه گذشته در جنگل‌های استان گلستان نیز نشان می‌دهد که از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹ حدود ۱۶۸۸ فقره آتش‌سوزی در این جنگل‌ها اتفاق افتاده که در نتیجه آن حدود ۱۴۱۴۵ هکتار از این جنگل‌ها از بین رفته‌اند (بی‌نام، ۱۳۹۰). به‌طوری‌که تنها بین سال‌های ۱۳۳۶ تا ۱۳۷۸، ۶۷ مورد آتش‌سوزی در پارک ملی گلستان اتفاق افتاده است (شکری و همکاران، ۱۳۸۱). علل وقوع آتش‌سوزی‌های جنگلی متعدد مربوط به عوامل طبیعی و مصنوعی (انسانی) است. آتش‌سوزی‌های طبیعی در جنگل‌ها معمولاً در اثر برخورد صاعقه و جرقه‌ها (در جنگل‌های سوزنی‌برگ)، گرم شدن زمین و تغییر اقلیم، عدم بارندگی کافی، نبود رطوبت کافی، وزش بادهای گرم، تجمع لاشبرگ‌ها و اصطکاک بین لاشبرگ‌های خشک به‌وجود می‌آیند (بی‌نام، ۱۳۹۰؛ یوسفی و جلیلود، ۱۳۸۹؛ Adab et al., 2013). اما به‌طورکلی انسان عامل اغلب آتش‌سوزی‌ها چه به‌صورت عمدی و چه به‌صورت تصادفی است (Flannigan et al., 2000). آتش‌سوزی‌های ناشی از بی‌دقتی انسان‌ها، آتش‌سوزی‌های عمدی برای ساخت و ساز بهتر و افزایش مساحت زمین‌های کشاورزی از مهمترین علل آتش‌سوزی‌های انسانی می‌باشند (Stolle et al., 2003; Vadrevu et al., 2009; Eskandari et al., 2013).

در سال‌های اخیر گرم شدن زمین و تغییر اقلیم از مهمترین عواملی هستند که باعث افزایش آتش‌سوزی در جنگل‌های جهان و ایران شده‌اند. این عوامل از طریق افزایش میانگین درجه حرارت، کاهش بارندگی و رطوبت نسبی، افزایش خشکسالی و بادهای گرم نقش مهمی در وسعت، شدت و تعداد آتش‌سوزی در مناطق طبیعی و

نشان داد که بین تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در بهشهر و متوسط درجه‌حرارت سالانه و متوسط بارندگی سالانه در سطح اطمینان ۹۵٪ و همچنین بین وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در بهشهر و متوسط بارندگی سالانه در سطح اطمینان ۹۹٪ رابطه معنی‌داری وجود دارد. از طرف دیگر بین داده‌های اقلیمی و تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در شهرستان نکا رابطه معنی‌داری وجود ندارد.

با توجه به موارد فوق، بررسی رابطه بین تغییر اقلیم و پدیده آتش‌سوزی دارای اهمیت زیادی است. زیرا اگر تغییرات پیش‌بینی شده در اقلیم در آینده به واقعیت تبدیل شود، پیش‌بینی رژیم آتش‌سوزی حاصل از آن با استفاده از رابطه بین اقلیم و آتش‌سوزی امکان‌پذیر خواهد بود (Flannigan *et al.*, 2000). به این دلیل این تحقیق در نظر دارد با بررسی آمار آتش‌سوزی در جنگل‌های استان گلستان طی دو دهه اخیر، روند تغییرات آن را در ارتباط با عوامل اقلیمی بررسی کند. از این‌رو هدف اصلی این مطالعه، بررسی نقش عوامل اقلیمی در تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های جنگل‌های استان گلستان، تعیین مهمترین عوامل اقلیمی تأثیرگذار در وقوع این آتش‌سوزی‌ها و بررسی معنی‌داری تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها با متغیرهای اقلیمی متوسط درجه‌حرارت سالانه، متوسط رطوبت نسبی سالانه و متوسط بارندگی سالانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

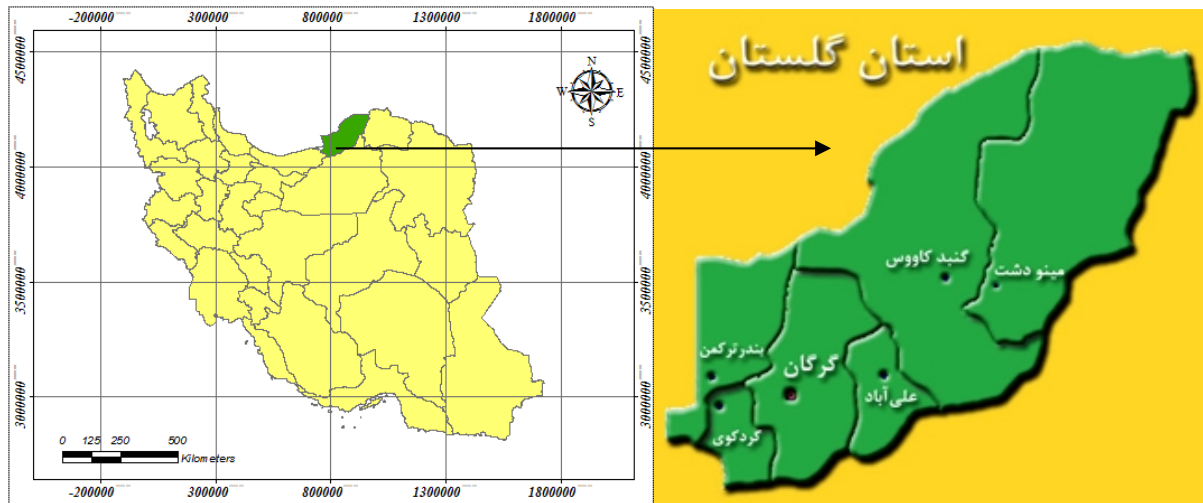
منطقه مورد مطالعه

استان گلستان با مساحت ۲۰۴۳۷/۷۴ کیلومترمربع، بین ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه و ۲ ثانیه تا ۳۸ درجه و ۷ دقیقه و ۶ ثانیه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۱ دقیقه و ۴ ثانیه طول شرقی و در بخش شمالی کشور واقع شده است (شکل ۱). استان گلستان در محدوده منطقه معتدله شمالی قرار گرفته که این عامل نقش مؤثری را در اقلیم استان بر عهده دارد. عوامل اصلی تشکیل‌دهنده اقلیم استان را می‌توان به عوامل محلی (عرض جغرافیایی،

تحقیقات مختلفی در خصوص رابطه بین اقلیم و آتش‌سوزی در مناطق مختلف دنیا انجام شده است. استول و همکاران (۲۰۰۳) ارتباط آتش‌سوزی‌های جنگلی را با اقلیم و کاربری اراضی در استان جامبی سوماترای اندونزی بررسی کردند. نتایج آنالیز آمار مکانی آنان نشان داد که وقوع آتش‌سوزی در استان جامبی هم ناشی از شرایط استعدادپذیری (به‌طورعمده اقلیم، ارتفاع و غیره) و هم ناشی از عوامل انسانی (وجود پروژه‌های انسانی، اختصاص زمین به کاربری‌های ویژه و غیره) است (Stolle *et al.*, 2003). زومبرونن و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر اقلیم و عوامل انسانی را بر روی وقوع آتش‌سوزی‌های جنگلی در دو منطقه مستعد آتش‌سوزی در سوئیس در یک دوره ۱۰۰ ساله بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد که اقلیم، وجود جاده‌ها و احشام نقش مهمی در وقوع آتش‌سوزی در دو منطقه ایفا می‌کنند (Zumbrunnen *et al.*, 2011). به‌علاوه در اقلیم گرم‌تر، وقوع آتش‌سوزی بیشتر است. در ایران نیز تحقیقات مختلفی در خصوص رابطه عوامل اقلیمی و آتش‌سوزی انجام شده است. خراسانی‌نژاد (۱۳۷۴) تأثیر متغیرهای مختلف محیطی و اقلیمی را بر آتش‌سوزی مطالعه نمود و نتیجه‌گیری کرد که در جنگل‌های جلگه‌ای، گرما عامل مؤثر در آتش‌سوزی می‌باشد. در جنگل‌های میان‌بند نیز کاهش رطوبت مواد سوختی و در جنگل‌های کوهستانی کاهش بارندگی موجب آتش‌سوزی می‌گردد. یوسفی و جلیلونند (۱۳۸۹) وضعیت آتش‌سوزی در مناطق جنگلی و مرتعی استان مازندران را از سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۶ بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد که شهرستان نکا با ۱۱۰ فقره آتش‌سوزی بیشترین میزان آتش‌سوزی را داشته که دمای بالا در فصول گرم سال و خشکی حاصل از آن به همراه وجود مواد سوختنی با ضریب خشکی بالا در سطح مناطق جنگلی، از علل اصلی فراوانی وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع این شهرستان محسوب می‌شود. اسکندری و جلیلونند (۱۳۹۱) در تحقیق دیگری به بررسی وضعیت آتش‌سوزی در شهرستان‌های نکا و بهشهر و بررسی رابطه آن با عوامل اقلیمی مؤثر در آتش‌سوزی در یک دوره پنج ساله پرداختند. نتایج آنان

است که تحت پوشش دو دسته طرح جنگل مخروطی و قابل بهره‌برداری مدیریت می‌شود.

ناهمواری، منابع آب و غیره) و عوامل بیرونی (فراپار سیبری، کم‌فشار مدیترانه، بادهای موسمی و غیره) تقسیم کرد. سطح جنگل‌های طبیعی استان حدود ۳۸۰ هزار هکتار



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران

هواشناسی میانگین‌گیری شد. سپس نمودار مربوط به داده‌های اقلیمی ترسیم شد.

آزمون نرمال بودن داده‌ها و بررسی معنی‌دار بودن تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها با متغیرهای اقلیمی در این تحقیق به منظور بررسی نقش عوامل اقلیمی در تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های جنگل‌های استان گلستان و بررسی معنی‌داری تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها با متغیرهای اقلیمی متوسط درجه حرارت سالانه، متوسط رطوبت نسبی سالانه و متوسط بارندگی سالانه، ابتدا نرمال بودن داده‌های آتش‌سوزی و متغیرهای اقلیمی با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. نتایج این آزمون نشان داد که داده‌های همه متغیرها از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند (جدول ۱).

بنابراین با توجه به مقیاس نسبی داده‌ها و نرمال بودن داده‌ها، از آزمون پارامتری پیرسون برای بررسی معنی‌داری تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها با متغیرهای اقلیمی استفاده شد

روش انجام پژوهش داده‌ها

برای انجام این تحقیق آمار و اطلاعات کلیه آتش‌سوزی‌های به‌وقوع پیوسته در دو دهه اخیر (از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹) در جنگل‌های گلستان از اداره کل منابع طبیعی استان گلستان تهیه شد. این آمارها شامل تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع پیوسته در جنگل‌های استان بود. بر اساس آمارها، نمودارهای تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها ترسیم شد.

همچنین داده‌های اقلیمی در دو دهه اخیر (متوسط درجه حرارت سالانه، متوسط بارندگی سالانه و متوسط رطوبت نسبی سالانه) از ایستگاه‌های هواشناسی مربوطه (ایستگاه‌های گنبد، گرگان، مراوه‌تپه و ترکمن) از اداره کل هواشناسی استان گلستان تهیه شد. برای بدست آوردن متوسط داده‌های اقلیمی استان گلستان، از داده‌های اقلیمی متوسط درجه حرارت سالانه، متوسط بارندگی سالانه و متوسط رطوبت نسبی سالانه مربوط به این چهار ایستگاه

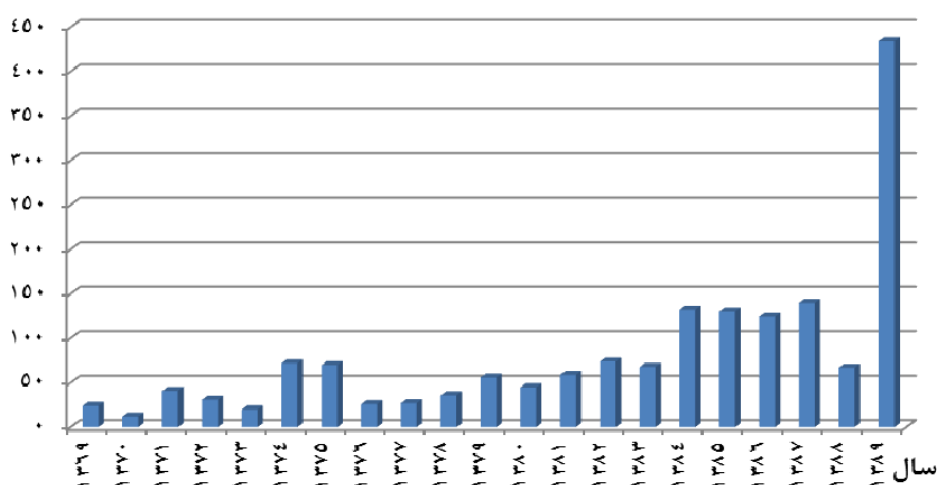
نتایج

تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها

نتایج تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در استان گلستان از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹ در شکل ۲ و نتایج وسعت آتش‌سوزی‌های استان گلستان از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹ در شکل ۳ نشان داده شده است.

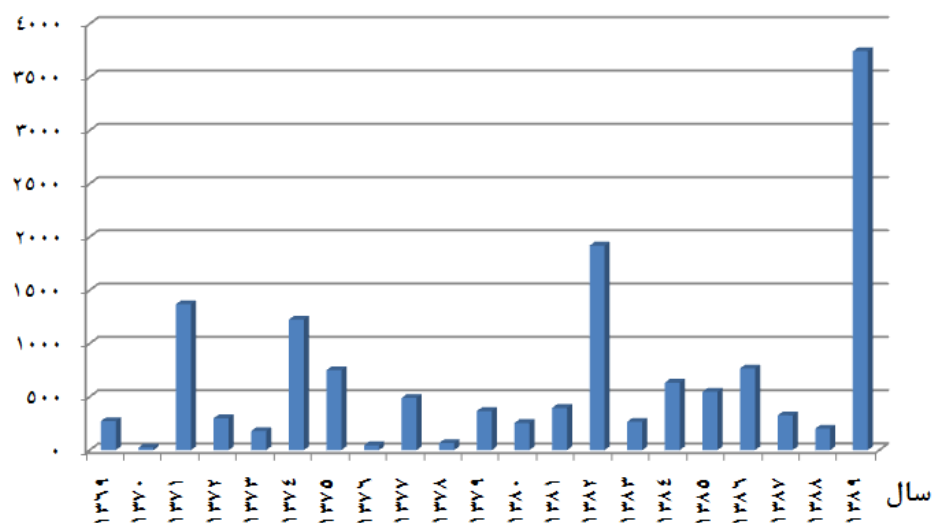
(بی‌همتا و زارع چاهوکی، ۱۳۸۹). ضریب همبستگی پیرسون بین تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های جنگل‌های گلستان با متوسط درجه حرارت سالانه، متوسط بارندگی سالانه و متوسط رطوبت نسبی سالانه بدست آمد و معنی‌داری آنها مشخص شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS انجام شد.

تعداد حریق



شکل ۲- تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در استان گلستان از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹

وسعت حریق (هکتار)



شکل ۳- وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در استان گلستان از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹

میانگین داده‌های اقلیمی مربوط به ایستگاه‌های هواشناسی استان گلستان

داده‌های اقلیمی مربوط به ایستگاه‌های هواشناسی استان گلستان از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹ در شکل‌های ۴ تا ۶ نشان داده شده است.

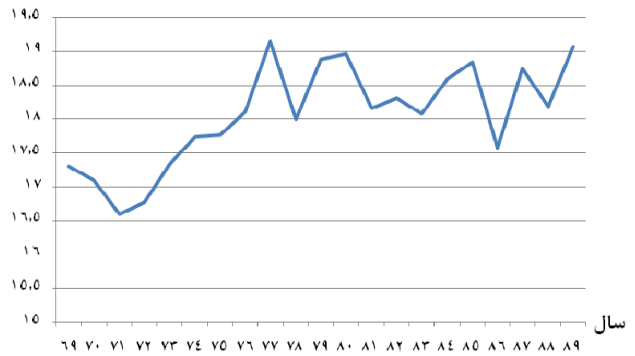
آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای متغیرهای آتش‌سوزی و متغیرهای اقلیمی

آماره‌های توصیفی و نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن متغیرهای آتش‌سوزی و متغیرهای اقلیمی در جدول ۱ آورده شده‌اند. با توجه به جدول مذکور چون سطح معنی‌داری داده‌های همه متغیرها بزرگتر از ۰/۰۵ است، بنابراین بین فراوانی‌های مشاهده‌شده و موردانتظار تفاوت معنی‌دار نیست، از این رو تفاوتی وجود ندارد. بنابراین داده‌های همه متغیرهای آتش‌سوزی و اقلیمی نرمال هستند.

همبستگی بین داده‌های اقلیمی و تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در استان گلستان

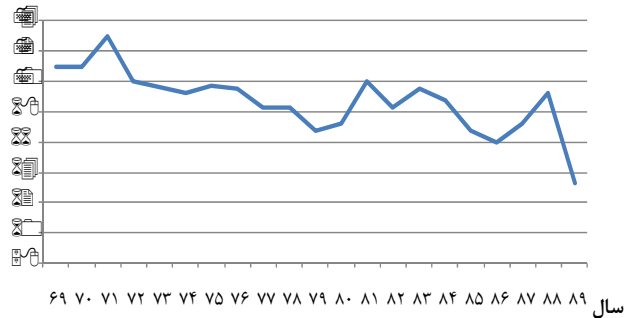
بررسی آماری داده‌های اقلیمی بر اساس ضریب همبستگی پیرسون نشان می‌دهد که بین تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در استان گلستان و متوسط درجه‌حرارت سالانه در سطح اطمینان ۹۵٪ و بین تعداد آتش‌سوزی‌ها و درصد رطوبت نسبی سالانه در سطح اطمینان ۹۹٪ رابطه معنی‌داری وجود دارد، اما بین تعداد آتش‌سوزی‌ها و میانگین بارندگی سالانه ارتباط معنی‌داری وجود ندارد. از طرف دیگر بین وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در استان گلستان و درصد رطوبت نسبی سالانه در سطح اطمینان ۹۵٪ رابطه معنی‌داری وجود دارد، اما بین وسعت آتش‌سوزی‌ها و متوسط درجه‌حرارت سالانه و همچنین میانگین بارندگی سالانه ارتباط معنی‌داری مشاهده نمی‌شود (جدول ۲).

میانگین درجه حرارت سالانه (سانتیگراد)



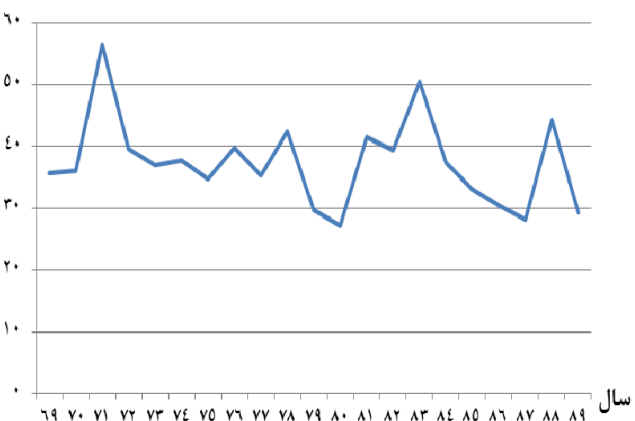
شکل ۴- متوسط درجه حرارت سالانه در ایستگاه‌های استان گلستان از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹

میانگین رطوبت نسبی سالانه (درصد)



شکل ۵- متوسط رطوبت نسبی سالانه در ایستگاه‌های استان گلستان از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹

میانگین بارندگی سالانه (میلیمتر)



شکل ۶- متوسط بارندگی سالانه در ایستگاه‌های استان گلستان از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹

جدول ۱- آماره‌های توصیفی و نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف برای متغیرهای آتش‌سوزی و متغیرهای اقلیمی

معنی داری (Sig.)	مشخصه Z آزمون کولموگروف- اسمیرنوف	بیشترین تفاوت مطلق	انحراف معیار	میانگین	متغیر
۰/۰۵۸	۱/۳۳	۰/۲۹	۸۹/۹۳	۸۰/۳۸	تعداد آتش‌سوزی
۰/۱۰۳	۱/۲۱	۰/۲۶	۸۴۹/۱۶	۶۷۳/۵۸	وسعت آتش‌سوزی
۰/۹۸۰	۰/۴۷	۰/۱۰۳	۰/۷۵	۱۸/۰۵	متوسط درجه حرارت سالانه
۰/۸۷۷	۰/۵۹	۰/۱۲۹	۲/۰۷	۶۸/۷۰	متوسط رطوبت نسبی سالانه
۰/۸۴۹	۰/۶۱	۰/۱۳۳	۷/۱۹	۳۷/۴۱	متوسط بارندگی سالانه

a: توزیع نرمال است

جدول ۲- همبستگی بین تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها با متغیرهای اقلیمی در جنگل‌های استان گلستان

معنی داری (Sig.)	ضریب همبستگی پیرسون	متغیر مستقل	متغیر وابسته
۰/۰۴۱	۰/۴۴۸	متوسط درجه حرارت سالانه	تعداد آتش‌سوزی
۰/۰۰	-۰/۷۴۲	متوسط رطوبت نسبی سالانه	تعداد آتش‌سوزی
۰/۱۱۴	-۰/۳۵۶	متوسط بارندگی سالانه	تعداد آتش‌سوزی
۰/۳۶۷	۰/۲۰۷	متوسط درجه حرارت سالانه	وسعت آتش‌سوزی
۰/۰۳	-۰/۴۷۴	متوسط رطوبت نسبی سالانه	وسعت آتش‌سوزی
۰/۶۶۵	-۰/۱	متوسط بارندگی سالانه	وسعت آتش‌سوزی

بحث

آتش‌سوزی‌های جنگلی پدیده‌های مخربی هستند که به دلایلی از جمله پیچیدگی پدیده، شناخت ناقص از فرایندهای مسبب پدیده، تغییرپذیری عوامل اقلیمی تأثیرگذار و دشواری استخراج و جمع‌آوری داده‌ها هنوز به خوبی تشریح نشده‌اند (Glasa & Halada, 2008). با نگاهی به آمار حوادث آتش‌سوزی‌ها در اکوسیستم‌های جنگلی ایران، لزوم تدوین برنامه جامع برای کنترل این بحران احساس می‌شود. بنابراین با توجه به اینکه طی سال‌های اخیر بسیاری از آتش‌سوزی‌های جنگلی در ارتباط با عوامل اقلیمی بوده‌اند، با پیش‌بینی تغییر اقلیم، پیش‌بینی رژیم‌های آتش‌سوزی در آینده تا حدی امکان‌پذیر است.

بررسی آمار آتش‌سوزی‌های جنگلی در استان گلستان نشان می‌دهد که طی دو دهه گذشته در مجموع حدود ۱۶۸۸ فقره آتش‌سوزی در جنگل‌های استان گلستان اتفاق افتاده که در نتیجه آن حدود ۱۴۱۴۵ هکتار از این جنگل‌ها نابود شده‌اند. به طوری که تغییرات زیادی در روند تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها در عرصه‌های جنگلی استان گلستان طی دو دهه گذشته مشاهده می‌شود، اما بیشترین تعداد (۴۳۴ فقره) و وسعت آتش‌سوزی (۳۷۴۳ هکتار) در جنگل‌های استان در دو دهه گذشته در سال ۱۳۸۹ اتفاق افتاده است (بی‌نام، ۱۳۹۰). از نظر تعداد آتش‌سوزی در استان گلستان بعد از سال ۱۳۸۹، به ترتیب سال‌های ۸۷، ۸۴، ۸۵ و ۸۶ بیشترین تعداد آتش‌سوزی را داشته‌اند و سیر تغییرات تعداد آتش‌سوزی در استان گلستان روند مشخصی نداشته است.

فصول گرم سال و خشکی حاصل از آن به همراه وجود مواد سوختنی با ضریب خشکی بالا در سطح مناطق جنگلی، از علل اصلی فراوانی وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع شهرستان نکا بوده است (یوسفی و جلیلود، ۱۳۸۹). خراسانی‌نژاد (۱۳۷۴) نیز در تحقیق خود به این نتیجه رسید که در جنگل‌های جلگه‌ای، گرما و در جنگل‌های میان‌بند کاهش رطوبت مواد سوختنی موجب آتش‌سوزی می‌گردد. همچنین نتایج مطالعه اسکندری و جلیلود (۱۳۹۱) نیز نشان داده که بین تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در بهشهر (شرق استان مازندران) و متوسط درجه‌حرارت سالانه در سطح اطمینان ۹۵٪ رابطه معنی‌داری وجود دارد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

بیشترین وسعت آتش‌سوزی در استان گلستان، بعد از سال ۱۳۸۹، به ترتیب مربوط به سال‌های ۸۲، ۷۱، ۷۴ و ۸۶ بوده و سیر تغییرات وسعت آتش‌سوزی در استان گلستان نامنظم بوده است. با توجه به اینکه وسعت آتش‌سوزی‌ها در ارتباط مستقیم با عوامل طبیعی مؤثر در گسترش آتش‌سوزی است (پوشش گیاهی، عوامل اقلیمی و توپوگرافی) و این عوامل کاملاً طبیعی بوده و مستقل از عوامل انسانی است و همچنین از میان این عوامل طبیعی، شرایط اقلیمی و تا حدی پوشش گیاهی از سالی به سال دیگر متغیر می‌باشد (عوامل توپوگرافی ثابت است)، بنابراین به نظر می‌رسد که در سال ۱۳۸۹ مطلوب‌ترین شرایط اقلیمی برای گسترش آتش‌سوزی در جنگل‌های استان گلستان وجود داشته است. بررسی آماری داده‌های اقلیمی نیز نشان می‌دهد که بین وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در استان گلستان و متوسط رطوبت نسبی سالانه در سطح اطمینان ۹۵٪ رابطه معنی‌داری وجود دارد و این عامل با ضریب همبستگی $r^2 = -0/47$ از مهمترین عوامل اقلیمی مؤثر در وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در استان گلستان بوده است. نتایج مطالعه یوسفی و جلیلود (۱۳۸۹) نیز در شرق استان مازندران نشان می‌دهد که خشکی حاصل از دمای بالای هوا و کاهش رطوبت به همراه وجود مواد سوختنی با ضریب خشکی بالا در سطح

با وجود اینکه طبق گزارش کارشناسان اداره منابع طبیعی استان گلستان، علت شروع ۸۰ درصد این آتش‌سوزی‌ها عوامل انسانی بوده است (بی‌نام، ۱۳۹۰)، اما به نظر می‌رسد عوامل اقلیمی نظیر خشکی هوا، مقدار کم رطوبت لاشیرگ‌ها و خشکی آنها، کاهش رطوبت نسبی هوا، افزایش میانگین درجه‌حرارت سالانه و وزش بادهای گرم در اشتعال این آتش‌سوزی‌ها و فراهم کردن شرایط مساعد برای پیشروی این آتش‌سوزی‌ها تأثیر بسزایی داشته‌اند. به‌طوری‌که در سال ۱۳۸۹ مطلوب‌ترین شرایط مساعد اقلیمی برای آتش‌سوزی وجود داشته است (بی‌نام، ۱۳۹۰).

برای بررسی رابطه بین تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها با متغیرهای اقلیمی متوسط درجه‌حرارت سالانه، متوسط رطوبت نسبی سالانه و متوسط بارندگی سالانه، ابتدا نرمال بودن داده‌های آتش‌سوزی و متغیرهای اقلیمی با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. سپس با توجه به نتایج این آزمون مشخص شد که سطح معنی‌داری داده‌های همه متغیرها بزرگتر از ۰/۰۵ است، بنابراین بین فراوانی‌های مشاهده‌شده و موردانتظار تفاوت معنی‌دار نیست، از این‌رو تفاوتی وجود ندارد. بنابراین داده‌های همه متغیرهای آتش‌سوزی و اقلیمی نرمال هستند.

بعد از آزمون نرمال بودن داده‌ها، از ضریب همبستگی پیرسون برای بررسی رابطه بین آتش‌سوزی و متغیرهای اقلیمی استفاده شد. نتایج بررسی آماری داده‌های اقلیمی نشان می‌دهد که بین تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در استان گلستان و متوسط درجه‌حرارت سالانه (در سطح اطمینان ۹۵٪) و متوسط رطوبت نسبی سالانه (در سطح اطمینان ۹۹٪) رابطه معنی‌داری وجود دارد. این نتایج نشان می‌دهد که در استان گلستان تعداد آتش‌سوزی‌ها با متوسط درجه‌حرارت سالانه ($r^2 = 0/44$) و متوسط رطوبت نسبی سالانه ($r^2 = -0/74$) ارتباط تنگاتنگی داشته است و این عوامل از مهمترین عوامل اقلیمی مؤثر در تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در جنگل‌های استان گلستان بوده‌اند. نتایج مطالعه دیگری در نزدیکی استان گلستان (شرق استان مازندران) نیز نشان می‌دهد که دمای بالا در

دشوار می‌کند، اما می‌توان با کنترل عوامل انسانی، وقوع آنها را به کمترین حد رساند. نتایج بررسی‌های دیگر نیز نشان می‌دهد که با توجه به دخالت انسان در وقوع اغلب آتش‌سوزی‌ها، فرهنگ‌سازی و جلب مشارکت مردم در حفاظت و نگهداشت جنگل‌ها تعیین‌کننده بوده و می‌توان از آن به‌عنوان ابزاری مناسب برای حفظ و نگهداری جنگل‌ها در برابر عوامل تهدیدکننده آتش‌سوزی استفاده کرد (یوسفی و جلیلود، ۱۳۸۹). بدین صورت که به‌عنوان مثال در روزهای گرم و خشک، منع کامل آتش در جنگل‌ها و پارک‌های جنگلی استان گلستان اعلام گردد. ایجاد جرعه‌ها که گاه در اثر برخورد و مالش لاشبرگ‌ها به‌وجود می‌آید و یکی از دلایل طبیعی ایجاد آتش‌سوزی است، نسبت به بقیه دلایل، کمتر قابل کنترل است، اما این امر توسط محققان، مسئولان و جنگل‌بانان استان عملی است؛ همچنین می‌توان با انجام مطالعات زیست‌محیطی، نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی را تهیه کرد و نواحی مستعد خطر آتش‌سوزی را شناسایی کرد تا در مناطق بحرانی با احتمال خطر آتش‌سوزی زیاد، مراقبت‌های بیشتری انجام شود. به‌عنوان مثال، می‌توان در ورودی جنگل‌ها و پارک‌های جنگلی تابلوهایی نصب کرد و با توجه به احتمال خطر آتش‌سوزی در هر منطقه، میزان درجه حرارت و درصد رطوبت نسبی آن، احتمال خطر به‌وجود آمدن جرعه‌های آتش را مشخص کرد. گردشگران با مشاهده این تابلوهای هشداردهنده، چنانچه میزان خطر کم باشد با آسودگی خاطر داخل می‌شوند، اگر میزان خطر متوسط باشد با رعایت اصول ایمنی وارد می‌شوند و چنانچه میزان خطر بالا باشد، متوجه می‌شوند که نباید وارد شوند، زیرا هر قدمی که آنها برمی‌دارند برابر با احتمال ایجاد ده‌ها جرعه وقوع آتش‌سوزی است. بنابراین با وجود نقش مهم عوامل اقلیمی در وقوع آتش‌سوزی، می‌توان با فرهنگ‌سازی مناسب برای همه گردشگران، خطر وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌های استان گلستان را کاهش داد و این مسئولیت بر عهده مدیران جنگل، برنامه‌ریزان، طراحان منطقه‌ای و در نهایت عامه مردم می‌باشد.

مناطق جنگلی، از علل اصلی آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع شهرستان نکا محسوب می‌شود. بنابراین کمبود رطوبت نسبی و خشکی حاصل از آن، شرایط مساعدی را برای ایجاد آتش‌سوزی‌های گسترده در جنگل‌های استان گلستان و شرق مازندران فراهم کرده است.

در نهایت نکته حائز اهمیت در این تحقیق، ارتباط روند تغییرات متغیرهای اقلیمی با روند تغییرات تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها در استان گلستان می‌باشد. بنابراین با اندکی دقت در نمودارهای تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های جنگل‌های گلستان (شکل‌های ۲ و ۳) می‌توان پی برد که طی دو دهه گذشته، تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها روند صعودی داشته است. از طرف دیگر با مشاهده نمودار مربوط به میانگین درجه حرارت سالانه (شکل ۴) طی دو دهه گذشته در استان گلستان می‌توان پی برد که روند کلی آن صعودی است. برخلاف نمودارهای مربوط به میانگین رطوبت نسبی سالانه (شکل ۵) و میانگین بارندگی سالانه (شکل ۶) که روند کلی نزولی دارند. این مسئله می‌تواند بیانگر ارتباط عوامل اقلیمی با این آتش‌سوزی‌ها باشد. به‌طوری‌که تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها با میانگین درجه حرارت سالانه رابطه مستقیم و با میانگین رطوبت نسبی سالانه و میانگین بارندگی سالانه رابطه معکوس دارد. البته نتایج مطالعات دیگر در دنیا نیز تأثیر اقلیم و آب‌وهوا را در وقوع آتش‌سوزی‌های جنگلی نشان داده‌اند (Flannigan & Harrington, 1988; Johnson, 1992; Swetnam, 1993; Flannigan *et al.*, 2000; Stolle *et al.*, 2003; Zumbrunnen *et al.*, 2011). همچنین تحقیقات انجام‌شده در ایران نیز نقش عوامل اقلیمی را در وقوع آتش‌سوزی‌های جنگلی اثبات کرده‌اند (خراسانی نژاد، ۱۳۷۴؛ یوسفی و جلیلود، ۱۳۸۹؛ اسکندری و جلیلود، ۱۳۹۱). البته در این میان نباید تأثیر عوامل انسانی را نیز به‌عنوان عاملی برای وقوع این آتش‌سوزی‌ها نادیده گرفت (Eskandari *et al.*, 2013).

بنابراین طبیعی بودن عوامل اقلیمی، کنترل گسترش آتش‌سوزی‌های ناشی از آنها را برای مدیران جنگل بسیار

منابع مورد استفاده

- Adab, H., Kanniah, K.D., Solaimani, K., 2013. Modeling forest fire risk in the northeast of Iran using remote sensing and GIS techniques. *Natural Hazards*, 65: 1723-1743.
 - Anonymous, 2007. State of the world's forests 2007. Food and Agriculture Organization of the United Nations Press, Rome.
 - Eskandari, S., Oladi, J., Jalilvand, H., Sarajian, M.R., 2013. Role of Human Factors on Fire Occurrence in District Three of Neka Zalemroud Forests-Iran. *World Applied Sciences Journal*, 27 (9): 1146-1150.
 - Eskandari, S., Oladi, J., Jalilvand, H., Saradjian, M. R. 2015. Prediction of future forest fires using the MCDM method. *Polish Journal of Environmental Studies* 24 (5), 2309-2314.
 - Flannigan, M.D., Harrington, J.B., 1988. A study of the relation of meteorological variables to monthly provincial area burned by wildfire in Canada, 1953-80. *Journal of Applied Meteorology*, 27: 441-452.
 - Flannigan, M.D., Stock, B.J., Wotton, B.M., 2000. Climate change and forest fires. *The Science of the Total Environment*, 262: 221-229.
 - Glasa, J., Halada, L., 2008. Elliptical model for forest fire spread modeling and simulation. *Mathematics and Computers in Simulation*, 78: 76-88.
 - Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 1996. Climate change 1995 impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analyses. Cambridge University Press, Cambridge.
 - Johnson, E.A., 1992. Fire and vegetation dynamics: studies from the North American boreal forest. Cambridge University Press, Cambridge.
 - Overpeck, J.T., Rind, D., Goldberg, R., 1990. Climate-induced changes in forest disturbance and vegetation. *Nature*, 343: 51-53.
 - Stolle, F., Chomitz, K.M., Lambin, E.F., Tomich, T.P., 2003. Human ecological intervention and the role of forest fires in human ecology. *Forest Ecology and Management*, 179: 277-292.
 - Swetnam, T.W., 1993. Fire history and climate change in giant sequoia groves. *Science*, 262: 885-889.
 - Vadrevu, K.P., Eaturu, A., Badarinath, K.V.S., 2009. Fire risk evaluation using multicriteria analysis, a case study. *Journal of Environment Monitoring Assessment*, 166: 223-239.
 - Zumbrunnen, T., Pezzatic, G.B., Menéndezd, P., Bugmann, H., Bürgia, M., Conederac, M., 2011. Weather and human impacts on forest fires: 100 years of fire history in two climatic regions of Switzerland. *Forest Ecology and Management*, 261: 2188-2199.
- اسکندری، س.، جلیلود، ح.، ۱۳۹۱. تغییر اقلیم و اثر آن بر روند دفعات و مساحت آتش‌سوزی عرصه‌های جنگلی شرق مازندران. مجموعه مقالات سومین همایش بین‌المللی تغییر اقلیم و گاهشناسی درختی در اکوسیستم‌های خزری، ساری، اردیبهشت ۱۳۹۱: ۱۵.
 - بی‌نام، ۱۳۹۰. آمار و اطلاعات آتش‌سوزی در استان گلستان. انتشارات یگان حفاظت اداره کل منابع طبیعی استان گلستان، گرگان.
 - بی‌همتا، م.، زارع چاهوکی، م.، ۱۳۸۹. اصول آمار در علوم منابع طبیعی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۳۰۰ صفحه.
 - خراسانی‌نژاد، ع.، ۱۳۷۴. بررسی عوامل مربوط به آتش‌سوزی در جنگل شصت کلاته و روش‌های کنترل آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ۱۱۸ صفحه.
 - سجادیان، م.، سجادیان، ن.، ۱۳۸۸. ارزیابی و کنترل بهینه آتش‌سوزی در منابع طبیعی (جنگل‌ها) با استفاده از تلفیق آنالیز مکانی spread computation و AHP در محیط GIS. دومین کنفرانس بین‌المللی سلامت، ایمنی و محیط زیست، تهران: ۸.
 - شکری، م.، صفائی‌ان، ن.، اترک چالی، ع.، ۱۳۸۱. بررسی پیامد آتش بر پوشش گیاهی تختی بیلاق پارک ملی گلستان. مجله منابع طبیعی ایران. ۵۵: ۲۷۳-۲۸۱.
 - محمدزاده، ر.، فلاحی، ع.، ۱۳۸۶. تمهیدات کاهش خطر آتش‌سوزی جنگل در مناطق شهری. مجموعه مقالات سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیر مترقبه، تهران.
 - هوشیارخواه، ب.، جمشیدی آلاشتی، ر.، ۱۳۸۶. رژیم‌های آتش‌سوزی در جنگل و استراتژی مقابله با آن. مجموعه مقالات دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی، تهران: ۹.
 - یوسفی، ا.، جلیلود، ح.، ۱۳۸۹. بررسی وضعیت آتش‌سوزی در مناطق جنگلی و مرتعی استان مازندران (حوزه اداره کل منابع طبیعی ساری) از سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۶. دومین همایش بین‌المللی تغییر اقلیم و گاهشناسی درختی در اکوسیستم‌های خزری، ساری، اردیبهشت ۱۳۸۹: ۱۵.