

تأثیر تغییرات آب و هوایی بر رژیم آتش‌سوزی جنگل‌های نکا و بهشهر

سعیده اسکندری^{۱*} و حمید جلیلود^۲

*۱- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران،

ایران پست الکترونیک: s.eskandari@rifr-ac.ir

۲- استاد، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۰۶

چکیده

امروزه گرمایش جهانی و تغییر اقلیم از عوامل مهم آتش‌سوزی در جنگل‌های جهان و ایران است. بنابراین بررسی رابطه بین متغیرهای اقلیمی و آتش‌سوزی اهمیت زیادی دارد. هدف از پژوهش پیش‌رو، بررسی تأثیر عوامل آب و هوایی بر رژیم آتش‌سوزی جنگل‌های نکا و بهشهر بود. بدین منظور آمار تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در پنج سال (از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹) در جنگل‌های نکا و بهشهر از اداره کل منابع طبیعی استان مازندران تهیه شد. همچنین داده‌های آب و هوایی مربوط به پنج سال گذشته این دو شهرستان (متوسط دمای سالانه، متوسط رطوبت نسبی سالانه و متوسط بارندگی سالانه) از نزدیک‌ترین ایستگاه‌های هواشناسی مربوط به آنها از اداره کل هواشناسی استان مازندران تهیه شد. به‌منظور به‌دست آوردن همبستگی بین داده‌های آب و هوایی و تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج بررسی آماری داده‌های آب و هوایی و آتش‌سوزی‌ها براساس ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در جنگل‌های بهشهر و متوسط دمای سالانه در سطح اطمینان ۹۹ درصد و بین تعداد آتش‌سوزی‌های بهشهر و متوسط بارندگی سالانه در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطه معنی‌داری وجود داشت. همچنین بین وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در جنگل‌های بهشهر با متوسط دمای سالانه و متوسط بارندگی سالانه در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطه معنی‌داری وجود داشت؛ درحالی‌که بین داده‌های آب و هوایی و تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در جنگل‌های نکا رابطه معنی‌داری وجود نداشت. بنابراین به‌نظر می‌رسد که آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در جنگل‌های این شهرستان، اغلب ناشی از عوامل انسانی بوده است.

واژه‌های کلیدی: بهشهر، تعداد آتش‌سوزی، عوامل آب و هوایی، نکا، وسعت آتش‌سوزی

مقدمه

سرعت در جنگل گسترش یابد و موجب نابودی محیط زیست، جنگل‌ها، فون و فلور جنگل، محصولات و ذخایر چوبی شود و در صورتی‌که اقدامات مقابله با آن غیرکافی و نامناسب باشد، ممکن است غیر از تلفات محیط زیستی و اقتصادی، تلفات انسانی نیز در پی داشته باشد

آتش‌سوزی در جنگل‌ها، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مخرب این اکوسیستم‌ها محسوب می‌شود که سالانه هزاران هکتار از درختان، درختچه‌ها و گیاهان را نابود می‌کند (Roman et al., 2013). این پدیده می‌تواند به

2000). از این رو بعضی از محققان اعتقاد دارند که افزایش تعداد آتش‌سوزی‌ها در جهان با گرم شدن زمین ارتباط زیادی دارد (Overpeck *et al.*, 1990; Anonymous, 1996).

تحقیقات مختلفی در مورد رابطه بین متغیرهای اقلیمی و آتش‌سوزی در مناطق مختلف جهان انجام شده است. Stolle و همکاران (۲۰۰۳) ارتباط آتش‌سوزی‌های جنگلی با اقلیم و کاربری اراضی را در استان جامبی سوماترای اندونزی بررسی کردند. نتایج تحلیل آمار مکانی نشان داد که وقوع آتش‌سوزی در استان جامبی هم متأثر از شرایط استعدادپذیری (به‌طور عمده عوامل آب و هوایی، ارتفاع و غیره) و هم متأثر از فعالیت‌های انسانی بوده است (Stolle *et al.*, 2003). در تحقیق دیگری Sibold و Veblen (۲۰۰۶) ارتباط آتش‌سوزی‌های جنگلی در ایالت کولورادو آمریکا را با تغییرات اقلیمی بررسی کردند. نتایج نشان داد که سال‌های وقوع آتش‌سوزی رابطه معنی‌داری با تغییرات اقلیمی داشتند. همچنین سال‌های وقوع آتش‌سوزی‌های گسترده مرتبط با شرایط خشکی شدید بودند که به‌طور معنی‌داری با گرما رابطه مثبتی داشتند. Syphard و همکاران (۲۰۰۸) نیز طرح‌های مکانی آتش‌سوزی در جنوب کالیفرنیا را بررسی کردند. نتایج نشان داد که متغیر اقلیمی دما بیشترین تأثیر را در تغییرات آتش‌سوزی در منطقه مورد مطالعه داشته است. همچنین با وجود این‌که شروع بیشتر آتش‌سوزی‌ها توسط انسان رخ می‌دهد، اما گسترش اغلب آتش‌سوزی‌ها که مرتبط با وسعت آنها است، بیشتر در نواحی دور از مناطق مسکونی اتفاق افتاده است که متأثر از عوامل اقلیمی، پوشش گیاهی و توپوگرافی است. Zumbrennen و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش مشابه دیگری تأثیر اقلیم و عوامل انسانی را بر وقوع آتش‌سوزی‌های جنگلی در دو منطقه مستعد آتش‌سوزی در سوییس در یک دوره ۱۰۰ ساله بررسی کردند. نتایج نشان داد که اقلیم و جاده‌ها نقش مهمی در وقوع آتش‌سوزی در دو منطقه داشته‌اند؛ به‌علاوه در اقلیم گرم‌تر، وقوع آتش‌سوزی بیشتر بوده است. Chen و همکاران (۲۰۱۴) نیز

(Mohammadzadeh & Fallahi, 2007; Hoshyarkhah & Jamshidi Alashti, 2007). اگرچه وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها اجتناب‌ناپذیر است و ممکن است منافی را نیز به‌همراه داشته باشد، اما تنها مدیریت استراتژیک آتش می‌تواند مفید و یا مضر بودن آن را تعیین کند.

علل وقوع آتش‌سوزی‌های جنگلی، عوامل طبیعی (اقلیمی) و غیرطبیعی (فعالیت‌های انسانی) است. به‌طور کلی، انسان عامل اصلی اغلب آتش‌سوزی‌ها چه به‌صورت عمدی و چه به‌صورت تصادفی است (Flannigan *et al.*, 2000). آتش‌سوزی‌های غیرعمدی ناشی از سهل‌انگاری انسان‌ها و آتش‌سوزی‌های عمدی برای افزایش مساحت زمین‌های کشاورزی، از مهم‌ترین عوامل آتش‌سوزی‌های انسانی هستند (Stolle *et al.*, 2003; Vadrevu *et al.*, 2009; Eskandari *et al.*, 2013).

گرمایش جهانی و تغییر اقلیم نیز از عوامل مهم آتش‌سوزی در جنگل‌های جهان و ایران به‌ویژه در سال‌های اخیر محسوب می‌شود. این عامل از طریق افزایش میانگین دما، کاهش بارندگی و رطوبت نسبی و افزایش خشکسالی و بادهای گرم، نقش مهمی در وسعت و تعداد آتش‌سوزی‌ها در مناطق طبیعی و جنگلی داشته است (Eskandari, 2015; Eskandari & Chuvieco, 2015). اجزای مختلف رژیم‌های آتش‌سوزی (تعداد، وسعت آتش‌سوزی) و رابطه پیچیده آنها با ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های جنگلی، وابستگی زیادی با آب و هوا و اقلیم دارند (Flannigan & Harrington, 1988; Johnson, 1992; Swetnam, 1993). به‌طوری‌که پاسخ رژیم‌های آتش‌سوزی به تغییر اقلیم بسیار قابل توجه است. بنابراین اگر تغییرات پیش‌بینی‌شده 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). مدل‌های زیادی طراحی شده‌اند که می‌توانند اقلیم آینده را شبیه‌سازی کنند. اگرچه مدل‌های موجود نقص‌هایی دارند، اما بهترین ابزار قابل‌دسترس برای برآورد تأثیر تغییر اقلیم بر رژیم‌های آتش‌سوزی در مقیاس بزرگ هستند (Flannigan *et al.*, 2000).

استان گلستان و متوسط رطوبت نسبی سالانه در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطه معنی داری وجود داشت، اما بین وسعت آتش‌سوزی‌ها با متوسط دمای سالانه و متوسط بارندگی سالانه ارتباط معنی داری مشاهده نشد.

دلایل متعددی برای مطالعه پدیده آتش‌سوزی جنگل تحت تأثیر عوامل مختلف وجود دارد که صرف نظر از ذکر تمام این دلایل، تأثیرات محیط زیستی، تخریب منابع طبیعی، از بین رفتن جنگل‌ها و پوشش گیاهی موجود، دارای اهمیت زیادی است. با توجه به روند فزاینده تغییر اقلیم، اگر تغییرات پیش‌بینی شده در اقلیم آینده به واقعیت تبدیل شود، پیش‌بینی رژیم آتش‌سوزی حاصل از آن با استفاده از رابطه بین اقلیم و آتش‌سوزی تا حدی امکان‌پذیر خواهد بود (Flannigan *et al.*, 2000). پژوهش پیش‌رو در نظر دارد با مطالعه آمار آتش‌سوزی در جنگل‌های نکا و بهشهر (که طی سال‌های اخیر بیشترین تعداد و وسعت آتش‌سوزی در جنگل‌های استان مازندران را به خود اختصاص داده‌اند)، ارتباط بین تعداد و وسعت آتش‌سوزی را در این مناطق با عوامل آب و هوایی بررسی کند، بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی نقش عوامل آب و هوایی در رژیم آتش‌سوزی جنگل‌های نکا و بهشهر و تعیین مهم‌ترین عوامل آب و هوایی تأثیرگذار در وقوع این آتش‌سوزی‌ها است.

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه

شهرستان نکا با وسعت تقریبی ۱۳۵۸/۸ کیلومتر مربع در شمال ایران و شرق استان مازندران در ۲۱ کیلومتری شرق ساری، ۲۰ کیلومتری غرب بهشهر و ۲۸۰ کیلومتری شمال شرقی تهران قرار گرفته است. این شهرستان بین ۱۸° ۳۶' تا ۵۰° ۳۶' عرض شمالی و ۵۳° ۱۳' تا ۵۴° ۰۳' طول شرقی واقع شده است. از شمال به دریای مازندران، از شرق به شهرستان بهشهر، از جنوب به رشته کوه البرز و در نهایت به استان سمنان و از غرب به بخش میاندروود شهرستان ساری محدود می‌شود. شهرستان نکا در ارتفاع ۴۵ متری از سطح آب‌های آزاد قرار دارد و دارای آب و هوای معتدل خزری است.

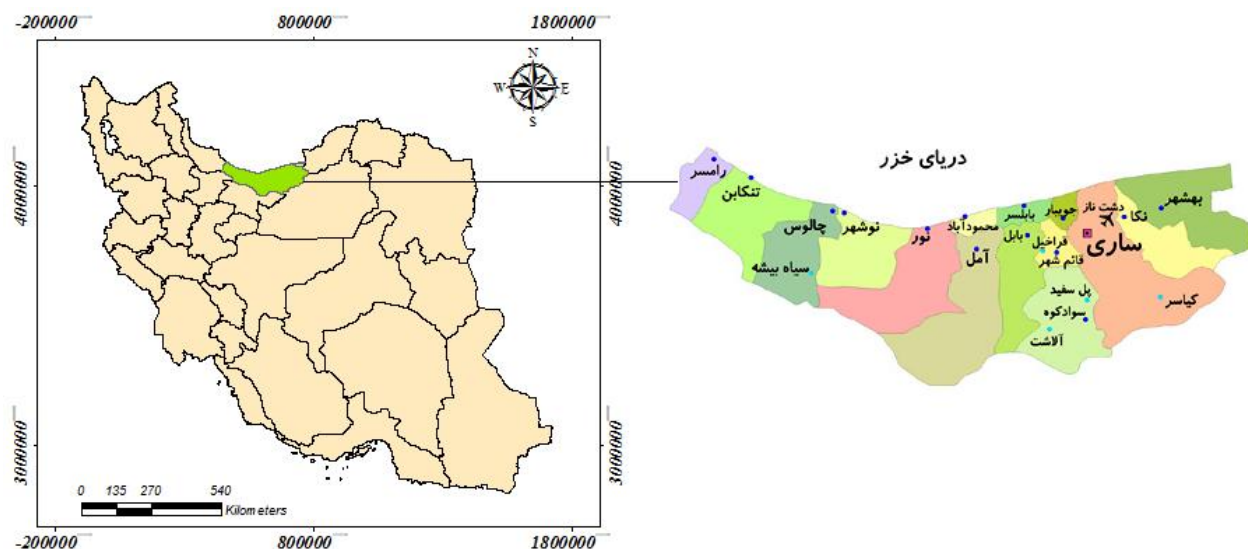
تأثیر رژیم‌های بارندگی را بر آتش‌سوزی‌های جنگلی در استان یونان در جنوب غربی چین طی دو دوره شش و ۱۹ ساله بررسی کردند. نتایج نشان داد که رژیم بارندگی رابطه معنی داری با آتش‌سوزی طی دو دوره مورد بررسی داشت. Pettinari و Chuvieco (۲۰۱۷) رفتار آتش را با استفاده از اطلاعات اقلیمی و سوخت در سطح جهانی مدل‌سازی کردند. نتایج نشان داد که آتش‌سوزی‌های شدید در درختچه‌زارها و علفزارها بیشتر در بیوم‌های گرمسیری خشک با دمای زیاد اتفاق افتاده است. Hong و همکاران (۲۰۱۷) مدل‌های مختلف ارزیابی خطر آتش‌سوزی را برای پیش‌بینی وقوع آتش‌سوزی در چین با استفاده از متغیرهای مختلف مقایسه کردند. نتایج نشان داد که از بین متغیرهای اقلیمی، افزایش دما و کاهش بارندگی سالانه بیشترین تأثیر را در وقوع آتش‌سوزی در منطقه داشته‌اند. با وجود تحقیقات مختلف انجام‌شده در مورد رابطه بین اقلیم و آتش‌سوزی در جهان، تحقیقات انجام‌شده در این خصوص در ایران بسیار محدودتر بوده است. Jalilvand و Yousefi (۲۰۱۰) وضعیت آتش‌سوزی در مناطق جنگلی و مرتعی استان مازندران را از سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۶ بررسی کردند. نتایج نشان داد که شهرستان نکا با ۱۱۰ فقره آتش‌سوزی، بیشترین میزان آتش‌سوزی را داشته است 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 زمینه‌های اصلی وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع این شهرستان بوده است. Eskandari (۲۰۱۵) رابطه بین تغییر اقلیم و آتش‌سوزی در جنگل‌های استان گلستان را بررسی کرد. نتایج تحقیق وی نشان داد که بین تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع پیوسته در استان گلستان و متوسط دمای سالانه در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطه معنی داری وجود داشت؛ همچنین بین تعداد آتش‌سوزی‌ها و متوسط رطوبت نسبی سالانه در سطح اطمینان ۹۹ درصد رابطه معنی داری وجود داشت، اما بین تعداد آتش‌سوزی‌ها و میانگین بارندگی سالانه ارتباط معنی داری وجود نداشت. از طرف دیگر، بین وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع پیوسته در

استان سمنان و از غرب به شهرستان ساری محدود می‌شود. با توجه به قرارگیری منطقه بهشهر در کوهپایه‌های شمالی البرز، از آب و هوای معتدل خزری برخوردار است. دارای دو بخش کوهستانی در جنوب و دشت در شمال است. بخش کوهستانی بهشهر دارای آب و هوای سرد و معتدل است (شکل ۱). از نظر اقلیمی، متوسط دمای سالانه آن طی یک دوره پنج‌ساله (۱۳۸۵-۱۳۸۹) بین ۱۷ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد، متوسط رطوبت نسبی سالانه آن بین ۷۳ تا ۸۵ درصد و متوسط بارندگی سالانه آن بین ۴۰۵ تا ۶۳۸ میلی‌متر بوده است.

با توجه به افزایش خشکی و دما و نیز کاهش بارندگی و رطوبت در عرصه‌های جنگلی شرق استان مازندران، آتش‌سوزی در جنگل‌های نکا و بهشهر در سال‌های اخیر افزایش روزافزونی یافته است.

شکل هندسی آن هلالی است و گسترش آن از ساحل تا منتهی‌الیه رشته کوه البرز به طول تقریبی ۱۱۴ کیلومتر و عرض ۱۲ کیلومتر است که تقریباً یک‌چهارم آن جلگه‌ای و بیش از سه‌چهارم آن کوهپایه‌ای است (شکل ۱). از نظر اقلیمی، متوسط دمای سالانه آن طی یک دوره پنج‌ساله (۱۳۸۵-۱۳۸۹) بین ۱۶ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد، متوسط رطوبت نسبی سالانه آن بین ۶۷ تا ۸۰ درصد و متوسط بارندگی سالانه آن بین ۳۰۴ تا ۷۷۰ میلی‌متر بوده است.

شهرستان بهشهر با مساحت تقریبی ۳۱۰۶ کیلومتر مربع در شمال ایران و در جنوب شرقی استان مازندران قرار گرفته است. این شهرستان بین $36^{\circ} 20'$ تا $36^{\circ} 53'$ عرض شمالی و $53^{\circ} 14'$ تا $54^{\circ} 17'$ طول شرقی واقع شده است. از شمال به دریای مازندران، از شرق به شهرستان‌های کردکوی و بندرگز در استان گلستان، از جنوب به شهرستان نکا و



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه در استان مازندران و ایران

مورد مطالعه در جنگل‌های این دو شهرستان بود. براساس آمارها، نمودارهای تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها ترسیم شد (شکل‌های ۲ و ۳).

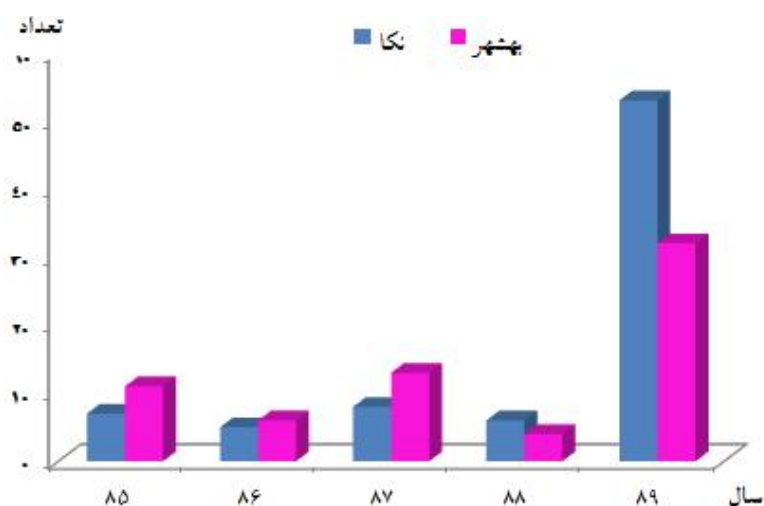
همچنین داده‌های آب و هوایی این دو شهرستان (متوسط دمای سالانه، متوسط بارندگی سالانه و متوسط رطوبت نسبی سالانه) در پنج سال مورد مطالعه از نزدیک‌ترین

روش پژوهش

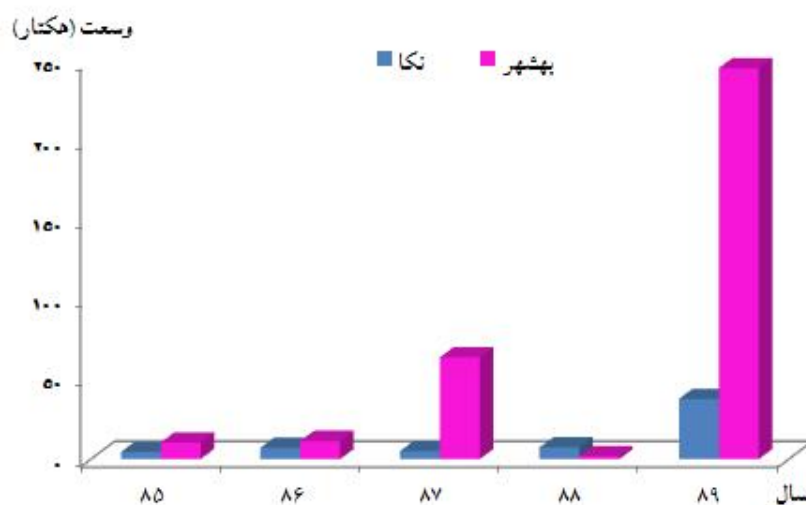
برای انجام پژوهش پیش‌رو، آمار و اطلاعات کلیه آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در پنج سال مورد مطالعه (از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹) در جنگل‌های نکا و بهشهر از اداره کل منابع طبیعی استان مازندران تهیه شد. این آمارها شامل تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته طی پنج سال

کولموگروف-سمیرنوف بررسی شد. نتایج این آزمون نشان داد که داده‌های همه متغیرها از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند. با توجه به مقیاس نسبی داده‌ها، به منظور بررسی همبستگی بین تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها با متغیرهای اقلیمی از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد (Bihamta & Zare Chahooki, 2010). ضریب همبستگی پیرسون بین تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های جنگل‌های نکا و بهشهر با متوسط دمای سالانه، متوسط بارندگی سالانه و متوسط رطوبت نسبی سالانه به دست آمد و معنی‌داری آن مشخص شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS انجام شد.

ایستگاه‌های هواشناسی مربوطه (ایستگاه بایعکلا برای شهرستان نکا و ایستگاه تیرتاش برای شهرستان بهشهر) از اداره کل هواشناسی استان مازندران تهیه شد (جدول‌های ۱ و ۲). به منظور بررسی نقش عوامل آب و هوایی در تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های جنگل‌های نکا و بهشهر و بررسی همبستگی بین تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها با متغیرهای اقلیمی (متوسط دمای سالانه، متوسط رطوبت نسبی سالانه و متوسط بارندگی سالانه)، ابتدا نرمال بودن داده‌های آتش‌سوزی و متغیرهای اقلیمی با استفاده از آزمون



شکل ۲- تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در جنگل‌های نکا و بهشهر از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹



شکل ۳- وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در جنگل‌های نکا و بهشهر از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹

نتایج

تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها

تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در جنگل‌های نکا و بهشهر از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹ در شکل ۲ و وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در جنگل‌های نکا و بهشهر از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹ در شکل ۳ نشان داده شده است.

داده‌های آب و هوایی مربوط به ایستگاه‌های هواشناسی داده‌های آب و هوایی مربوط به ایستگاه بایعکلا برای شهرستان نکا در جدول ۱ و داده‌های آب و هوایی مربوط به ایستگاه تیرتاش برای شهرستان بهشهر در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- اطلاعات آب و هوایی ایستگاه بایعکلا برای شهرستان نکا طی پنج سال

سال	متوسط دمای سالانه (سانتی‌گراد)	متوسط رطوبت نسبی سالانه (درصد)	متوسط بارندگی سالانه (میلی‌متر)
۱۳۸۵	۱۶/۶	۶۷	۳۰۴
۱۳۸۶	۱۵/۶	۷۷/۳	۶۰۰
۱۳۸۷	۱۶/۹	۷۷	۴۱۵
۱۳۸۸	۱۶/۹	۸۰	۷۷۰
۱۳۸۹	۱۸/۱	۷۷	۴۰۰

جدول ۲- اطلاعات آب و هوایی ایستگاه تیرتاش برای شهرستان بهشهر طی پنج سال

سال	متوسط دمای سالانه (سانتی‌گراد)	متوسط رطوبت نسبی سالانه (درصد)	متوسط بارندگی سالانه (میلی‌متر)
۱۳۸۵	۱۷/۷	۷۴	۵۸۳
۱۳۸۶	۱۷/۱	۷۴	۵۷۱
۱۳۸۷	۱۷/۳	۷۴/۳	۴۸۰
۱۳۸۸	۱۷	۸۵	۶۳۸
۱۳۸۹	۱۸/۷	۷۳	۴۰۵

بررسی همبستگی بین داده‌های آب و هوایی و تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها

بررسی آماری داده‌های آب و هوایی براساس ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در جنگل‌های بهشهر و متوسط دمای سالانه در سطح اطمینان ۹۹ درصد و بین تعداد آتش‌سوزی‌های جنگل‌های بهشهر و متوسط بارندگی سالانه در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطه معنی‌داری وجود داشت. همچنین بین وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در جنگل‌های بهشهر با متوسط دمای سالانه و متوسط بارندگی سالانه در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطه معنی‌داری وجود داشت

(جدول ۳)؛ درحالی‌که بین داده‌های اقلیمی و تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌های به‌وقوع‌پیوسته در جنگل‌های نکا رابطه معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳).

بحث

تغییر اقلیم و گرم شدن زمین به‌همراه فعالیت‌های مخرب انسانی طی سال‌های اخیر، از مهم‌ترین عوامل وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌های جهان و ایران محسوب می‌شود، لذا پژوهش پیش‌رو به‌منظور بررسی تأثیر عوامل آب و هوایی بر رژیم آتش‌سوزی جنگل‌های شرق استان مازندران (نکا و بهشهر) انجام شد.

جدول ۳- همبستگی بین تعداد و وسعت آتش‌سوزی‌ها با متغیرهای اقلیمی در جنگل‌های نکا و بهشهر

منطقه مورد مطالعه	متغیرهای آتش‌سوزی	متغیرهای اقلیمی	ضریب همبستگی پیرسون	معنی‌داری
نکا	تعداد آتش‌سوزی	متوسط دمای سالانه	۰/۸۲	۰/۰۸۶ ^{ns}
		متوسط رطوبت نسبی سالانه	-۰/۱۳	۰/۸۳ ^{ns}
		متوسط بارندگی سالانه	-۰/۳۲	۰/۵۹ ^{ns}
	وسعت آتش‌سوزی	متوسط دمای سالانه	۰/۷۷	۰/۱۲ ^{ns}
		متوسط رطوبت نسبی سالانه	-۰/۲۱	۰/۷۲ ^{ns}
		متوسط بارندگی سالانه	-۰/۲۱	۰/۷۳ ^{ns}
بهشهر	تعداد آتش‌سوزی	متوسط دمای سالانه	۰/۹۶	۰/۰۰۸ ^{**}
		متوسط رطوبت نسبی سالانه	-۰/۵۳	۰/۳۵ ^{ns}
		متوسط بارندگی سالانه	-۰/۹۱	۰/۰۳۱ [*]
	وسعت آتش‌سوزی	متوسط دمای سالانه	۰/۹۰	۰/۰۳۳ [*]
		متوسط رطوبت نسبی سالانه	-۰/۴۳	۰/۴۶ ^{ns}
		متوسط بارندگی سالانه	-۰/۹۰	۰/۰۳۴ [*]

**معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ *معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ns غیرمعنی‌دار

آتش‌سوزی‌های گسترده و سطحی در جنگل‌های حوزه اداره منابع طبیعی ساری فراهم کرده‌اند. نتایج تحقیقات متعدد دیگر در سراسر دنیا نیز نشان داده است که وقوع آتش‌سوزی‌ها در اکوسیستم‌های گرمسیری خشک (با دمای زیاد) و اقلیم‌های گرمتر بیشتر است و در بسیاری از موارد دما مهم‌ترین عامل اقلیمی مؤثر در رژیم آتش‌سوزی در مناطق جنگلی بوده است که بیشترین تأثیر را در تغییرات آتش‌سوزی به‌ویژه در ایالات متحده آمریکا داشته است (Sibold & Veblen, 2006; Syphard *et al.*, 2008;)
 (Zumbrunnen *et al.*, 2011; Pettinari & Chuvieco, 2017; Hong *et al.*, 2017). همچنین نتایج مطالعه Hong و همکاران (۲۰۱۷) در چین نشان داد که از بین متغیرهای اقلیمی، افزایش دما و کاهش بارندگی سالانه بیشترین تأثیر را در وقوع آتش‌سوزی در منطقه داشته‌اند که با نتایج پژوهش پیش‌رو هم‌خوانی دارد. نتایج پژوهش پیش‌رو همچنین نشان داد که بین تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع پیوسته در جنگل‌های نکا و متغیرهای اقلیمی رابطه معنی‌داری وجود نداشته است. لذا به‌نظر می‌رسد که کلیه

نتایج بررسی آماری داده‌های اقلیمی نشان داد که بین تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع پیوسته در جنگل‌های بهشهر و متوسط دمای سالانه در سطح اطمینان ۹۹ درصد و بین تعداد آتش‌سوزی‌های جنگل‌های بهشهر و متوسط بارندگی سالانه در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطه معنی‌داری وجود داشت. این نتایج نشان می‌دهد که در جنگل‌های بهشهر، تعداد آتش‌سوزی با متوسط دمای سالانه ($r = 0/96$) و متوسط بارندگی سالانه ($r = -0/91$) ارتباط زیادی داشته است و این عوامل از مهم‌ترین عوامل آب و هوایی مؤثر در تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع پیوسته در جنگل‌های این شهرستان در سال‌های مورد بررسی بوده‌اند. نتایج مطالعه Eskandari (۲۰۱۵) نیز نشان داد که بین تعداد آتش‌سوزی‌های به‌وقوع پیوسته در جنگل‌های استان گلستان و متوسط دمای سالانه در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطه معنی‌داری وجود داشت که با نتایج پژوهش پیش‌رو هم‌خوانی دارد. همچنین نتایج مطالعه Yousefi و Jalilvand (۲۰۱۰) نشان داد که خشکی هوا و کاهش بارندگی از جمله عوامل طبیعی‌ای بوده‌اند که شرایط مساعدی را برای ایجاد

جنگلی داشته است و در برخی موارد کاهش بارندگی سالانه به همراه دمای زیاد از مهم ترین عوامل اقلیمی مؤثر در وقوع آتش سوزی در جنگل های چین بوده است که با نتایج تحقیق پیش رو هم خوانی دارد (Chen et al., 2014; Hong et al., 2017). نتایج پژوهش پیش رو همچنین نشان داد که بین وسعت آتش سوزی های به وقوع پیوسته در جنگل های نکا و متغیرهای اقلیمی رابطه معنی داری وجود نداشته است و باز هم به نظر می رسد که کلیه آتش سوزی های به وقوع پیوسته در جنگل های این شهرستان طی سال های مورد بررسی ناشی از فعالیت های انسانی بوده اند.

نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین وسعت آتش سوزی در جنگل های به شهر طی پنج سال گذشته در سال ۱۳۸۹ اتفاق افتاده است. براساس برخی گزارش ها، اگرچه شروع آتش سوزی ها به طور عمده توسط انسان است، اما گسترش اغلب آتش سوزی ها که مرتبط با وسعت آنها است، بیشتر در نواحی دور از مناطق مسکونی اتفاق می افتد که متأثر از عوامل اقلیمی، پوشش گیاهی و توپوگرافی است (Syphard et al., 2008). بنابراین با توجه به این که وسعت آتش سوزی ها در ارتباط مستقیم با عوامل طبیعی مؤثر در گسترش آتش سوزی (پوشش گیاهی، عوامل اقلیمی و توپوگرافی) است و این عوامل کاملاً طبیعی بوده و مستقل از عوامل انسانی هستند و همچنین از میان این عوامل طبیعی، تنها شرایط اقلیمی از سالی به سال دیگر متغیر است (عوامل توپوگرافی و پوشش گیاهی تقریباً ثابت هستند)، بنابراین به نظر می رسد که در سال ۱۳۸۹ بیشترین شرایط مطلوب از نظر اقلیمی برای گسترش آتش سوزی در جنگل های به شهر وجود داشته است. نتایج مطالعه Veblen و Sibold (۲۰۰۶) نیز نشان داد که سال های وقوع آتش سوزی رابطه معنی داری با تغییرات اقلیمی داشتند.

در پایان ذکر این نکته ضروری است که با توجه به ماهیت طبیعی عوامل اقلیمی ایجاد آتش سوزی (افزایش دما، کاهش رطوبت نسبی و بارندگی و غیره)، کنترل آتش سوزی های ناشی از آنها مشکل است؛ اما از آنجایی که عوامل اقلیمی تا حد زیادی زمینه و شرایط مناسب را برای

آتش سوزی های به وقوع پیوسته در جنگل های این شهرستان طی سال های مورد بررسی، ناشی از فعالیت های انسانی بوده اند.

بررسی آماری داده های اقلیمی همچنین نشان داد که بین وسعت آتش سوزی های به وقوع پیوسته در به شهر و متوسط دمای سالانه و متوسط بارندگی سالانه در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطه معنی داری وجود داشت. این نتایج نشان می دهد که در جنگل های به شهر، وسعت آتش سوزی با متوسط دمای سالانه ($r = 0/9$) و متوسط بارندگی سالانه ($r = -0/9$) ارتباط زیادی داشته است و این عوامل از مهم ترین عوامل آب و هوایی مؤثر در وسعت آتش سوزی های به وقوع پیوسته در جنگل های این شهرستان در سال های مورد بررسی بوده اند. این در حالی است که نتایج مطالعه Eskandari (۲۰۱۵) نشان داد که بین وسعت آتش سوزی های به وقوع پیوسته در جنگل های استان گلستان و متوسط رطوبت نسبی سالانه در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطه معنی داری وجود داشته است و این عامل در وسعت آتش سوزی های جنگل های گلستان مؤثرتر بوده است که با نتایج پژوهش پیش رو تفاوت دارد. علت این تفاوت، به احتمال زیاد مربوط به کاهش رطوبت نسبی در جنگل های گلستان و نقش مهم آن در آتش سوزی های این جنگل ها بوده است؛ زیرا با حرکت از سمت غرب به سمت شرق (از به شهر به گلستان)، از نظر اقلیمی از میزان رطوبت نسبی هوا به شدت کاسته می شود و این عامل، مهم ترین عامل اقلیمی بوده است که زمینه مناسبی را برای آتش سوزی های گسترده و در نتیجه وسعت مناطق سوخته حاصل از آنها در جنگل های گلستان فراهم کرده است. نتایج مطالعات دیگری نیز نشان داده است که رفتار آتش و گسترش آتش سوزی ها که مرتبط با وسعت آنها است، متأثر از عوامل اقلیمی به ویژه دما بوده است به طوری که بیشتر آتش سوزی های وسیع در اکوسیستم های جنگلی خشک با دمای زیاد اتفاق افتاده اند (Syphard et al., 2008; Pettinari & Chuvieco, 2017). همچنین نتایج برخی مطالعات دیگر در چین نشان داده است که رژیم بارندگی رابطه معنی داری با آتش سوزی در مناطق

- Johnson, E. A., 1992. Fire and vegetation dynamics: studies from the North American boreal forest. Cambridge University Press, Cambridge.
- Mohammadzadeh, R., Fallahi, A., 2007. Measures to reduce the forest fire risk in urban areas. Proceedings of the Third International Conference on Comprehensive Management of Crisis in Unexpected Disasters. Tehran, 10p (In Persian).
- Overpeck, J. T., Rind, D., Goldberg, R., 1990. Climate-induced changes in forest disturbance and vegetation. *Nature*, 343: 51-53.
- Pettinari, M. L., Chuvieco, E., 2017. Fire Behavior Simulation from Global Fuel and Climatic Information. *Forests*, 8 (6): 1-23.
- Roman, M. V., Azqueta, D., Rodrigues, M., 2013. Methodological approach to assess the socio-economic vulnerability to wildfires in Spain. *Forest Ecology and Management*, 294: 158-165.
- Sibold, J. S., Veblen, T. T., 2006. Relationships of subalpine forest fires in the Colorado Front Range with interannual and multidecadal-scale climatic variation. *Journal of Biogeography*, 33: 833-842.
- 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.
- Syphard, A. D., Radeloff, V. C., Keuler, N. S., Taylor, R. S., Hawbaker, T. J., Stewart, S. I., Clayton, M. K., 2008. *International Journal of Wildland Fire*, 17: 602-613.
- 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.
- Yousefi, A., Jalilvand, H., 2010. Investigation of fire situation on forest and range areas of Mazandaran Province (Natural Resources Administration) from 1994 to 2007. The Second International Conference on Climate Change and Dendrochronology in Khazar Ecosystems. Sari, 15p (In Persian).
- Zumbrunnen, T., Pezzattic, 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.

وقوع آتش‌سوزی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی فراهم می‌کنند، می‌توان با کنترل و مدیریت فعالیت‌های انسانی در جنگل‌ها، وقوع آتش‌سوزی‌های جنگلی را به حداقل ممکن رساند.

References

- Anonymous., 1996. Climate change 1995 impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analyses. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bihamta, M., Zare Chahooki, M., 2010. Principles of Statistics for the Natural Resources Science. Tehran University Press, Tehran, 300p (In Persian).
- Chen, F., Niu, Sh., Tong, X., Zhao, J., Sun, Y., He, T., 2014. The impact of precipitation regimes on forest fires in Yunnan Province, Southwest China. *The Scientific World Journal*, 1-9.
- Eskandari, S., 2015. Investigation on the relationship between climate change and fire in the forests of Golestan Province. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 13 (1): 1-10 (In Persian).
- Eskandari, S., Chuvieco, E., 2015. Fire danger assessment in Iran based on geospatial information. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 42: 57-64.
- 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 .
- 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.
- Hong, H., Naghibi, S. A., Moradi Dashtpargerdi, M., Pourghasemi, H. R., Chen, W., 2017. A comparative assessment between linear and quadratic discriminant analyses (LDA-QDA) with frequency ratio and weights-of-evidence models for forest fire susceptibility mapping in China. *Arabian Journal of Geosciences*, 10: 1-14.
- Hoshyarkhah, B., Jamshidi Alashti, R., 2007. Fire regimes in the forest and strategies to deal with it. Proceedings of the Second Conference on Deal with Natural Disasters. Tehran, 9p (In Persian).

Effect of weather changes on fire regime of Neka and Behshahr forests

S. Eskandari^{1*} and H. Jalilvand²

1*- Corresponding author, Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: s.eskandari@rifr-ac.ir

2- Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Received: 27/09/2016

Accepted: 24/07/2017

Abstract

Since the global warming and climate changes are the major worldwide driving factors affecting forest fire ignition, investigation of the relationship between climatic variables and fire occurrence is very important. The present study was aimed to investigate the effect of climate factors on fire regime of Neka and Behshahr forests. The records of number and area of fire occurrences in Neka and Behshahr forests during five years (2006-2010) were provided from Mazandaran Natural Resources Administration. In addition, the climatic data (average annual temperature, average annual relative humidity and average annual precipitation) of these counties recorded in five recent years from the nearest meteorological stations was provided from Mazandaran Meteorological Administration. Pearson correlation coefficient was used to get the correlation between climatic data and the number and area of the fires. The results showed that in Behshahr forests there were significant relationship between the number of fires and average annual temperature at 99% confidence level and between the number of fires and average annual precipitation at 95% confidence level. Furthermore, there were significant relationship between the area of fire occurrences in Behshahr forests and average annual temperature and average annual precipitation at 95% confidence level; while the results did not show any significant relationship in Neka forests between the number and area of fires and climatic data. Thus, it seems that the occurred fires in this county have often been due to the human factors.

Keywords: Behshahr, fire area, fire number, Weather factors