

سنجش عناصر اقلیمی مؤثر در توسعه آتش سوزی جنگل های زاگرس با به کارگیری مدل های رگرسیون در جنگل های زاگرس شهرستان ایذه

سجاد عالی محمودی سراب^۱، جهانگیر فقهی^{۲*}، بهمن جباریان امیری^۳، افشین دانه کار^۴، پدرام عطارده^۵

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

۲. دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

۳. استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

۴. دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

۵. استادیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۶/۱۵)

چکیده

آتش سوزی هر ساله سبب از بین رفتن بخش وسیعی از پوشش های جنگلی و مرتعی در سطح جهان می شود. شهرستان ایذه واقع در شمال شرق استان خوزستان در حوزه ریشی جنگل های زاگرس ایران از این قاعده مستثنا نیست و تاکنون آتش سوزی های متعددی در این شهرستان روی داده است. هدف از این تحقیق تعیین مهم ترین عناصر اقلیمی مؤثر در وقوع آتش سوزی و گسترش اراضی جنگلی آسیب دیده از این رخداد، در شهرستان ایذه، با استفاده از مدل های رگرسیون است. به این منظور، از داده های مرتبط شامل تعداد آتش سوزی، سطح آتش سوزی و همچنین داده های هواشناسی در یک دوره سه ساله (۱۳۸۷-۱۳۸۹) استفاده شد. نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن نشان داد که فاکتورهای دمای متوسط ($r=0.417, P=0.020$) و حداکثر دما ($r=0.417, P=0.037$) با مساحت سطوح سوخته شده همبستگی مثبت دارند. همچنین فاکتورهای حداقل رطوبت نسبی ($r=-0.207, P=0.028$) و متوسط رطوبت نسبی ($r=-0.395, P=0.000$) همبستگی منفی و حداکثر دما ($r=0.607, P=0.000$)، دمای متوسط ($r=0.595, P=0.000$) و تعداد ساعات آفتابی ($r=0.224, P=0.049$) با تعداد وقوع آتش سوزی همبستگی مثبت دارند. نتایج رگرسیون خطی بین سطح سوخته شده و فاکتورهای اقلیمی مورد بررسی ضریب تعیین مدل را برابر با ۰/۶۸ نشان داد. همچنین نتایج رگرسیون لجستیک در رابطه با تعداد وقوع آتش سوزی در منطقه مورد مطالعه نشان داد که از بین متغیرهای مورد بررسی، فقط حداکثر رطوبت نسبی، به دلیل همبستگی بالایی که با تعداد وقوع آتش سوزی نشان داد، وارد مدل شد.

واژگان کلیدی

آتش سوزی جنگل و مرتع، پوشش گیاهی، زاگرس، شهرستان ایذه، مدل های رگرسیون.

۱. مقدمه

جنگل‌های ایران، براساس تقسیمات جغرافیای گیاهی، در دو سرزمین بزرگ گیاهی هولارکتیک و پالئوتروپیکال قرار گرفته‌اند. یکی از مناطق بزرگ سرزمین گیاهی منطقه ایران و تورانی است. جنگل‌های بلوط غرب کشور که در رشته‌کوه زاگرس قرار گرفته‌اند، در منطقه ایران و تورانی و ناحیه ایران آناتومی قرار دارند و از لحاظ تقسیمات جنگلی جایگاهی در حد یک حوزه‌ای زاگرسی دارند (۸). جنگل‌های زاگرس از نظر منطقه‌ای و ملی اهمیت ویژه‌ای دارند. جنگل‌های این ناحیه از پیرانشهر در آذربایجان غربی شروع می‌شوند و در امتداد رشته‌کوه زاگرس تا اطراف جهرم و فسا در استان فارس ادامه می‌یابند (۱۰). آتش‌سوزی یکی از رخدادهایی است که به‌تازگی در این رویشگاه اهمیت زیادی پیدا کرده است و از جمله عواملی است که به‌شدت بر سطح پوشش و تراکم جنگل‌ها و مراتع اثر می‌گذارد و گاه باعث نابودی کامل آن‌ها می‌شود. آتش‌سوزی جنگل، چه با منشأ طبیعی و چه به‌سبب فعالیت‌های انسانی، حادثه‌ای اکولوژیک محسوب می‌شود و ممکن است خطرهای فیزیکی، شیمیایی، محیط‌زیستی و اکولوژیک به‌همراه داشته باشد (۷).

خشکسالی‌های سال‌های اخیر، نداشتن برنامه‌ریزی مناسب و فقدان آگاهی و ناکارآمدی جامعه در برخورد با سوانح طبیعی سبب گسترش پدیده آتش‌سوزی هم از نظر سطح سوخته‌شده و هم از نظر تعداد دفعات وقوع آن شده است. آتش‌سوزی جنگل در کشور، از نظر مساحت، کم و بیش گسترده است و بر اثر آن خسارات و زیان‌های فراوانی بر کشور تحمیل می‌شود که متأسفانه در بیشتر آتش‌سوزی‌ها عامل انسانی نقش اساسی دارد. در ایران، طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۵، ۱۱ هزار و ۴۴ هکتار از جنگل‌ها طعمه حریق شد (۱۱). در سال ۱۳۷۶، ۳۰۰ فقره آتش‌سوزی فقط در غرب ایران به‌وقوع پیوست که در نتیجه آن ۱۵۰۰ هکتار مرتع و ۴۰۰ هکتار جنگل از بین رفت (۲). در شهرستان ایذه سالیانه آتش‌سوزی‌های زیادی روی می‌دهد؛ به‌طوری‌که فقط طی سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰، ۳۷ فقره آتش‌سوزی به‌وقوع پیوست و سطحی بالغ بر

۱۴۸۰ هکتار از جنگل‌ها و مراتع این شهرستان را طعمه حریق کرد (۴). آتش‌سوزی در عرصه‌های منابع طبیعی این شهرستان اغلب از فروردین تا آبان رخ می‌دهد که ماه‌های خرداد، تیر و شهریور دربرگیرنده بیشترین تعداد وقوع این پدیده است (۱). آمار بالا نشان می‌دهد که توجه به این پدیده امری گریزناپذیر است و برای کنترل آن ضروری است راهکارهای مدیریتی مبتنی بر روش‌های علمی تدارک دیده شود. کم‌توجهی به این رخداد، با توجه به شرایط اقلیمی خاص استان خوزستان (دمای بالا، بارندگی کم و وجود پوشش‌های مرتعی و جنگلی تنک تا متراکم)، سبب خواهد شد در آینده‌ای نزدیک محدوده عرصه‌های جنگلی در استان دچار آفت و تخریب شود. بنابر موارد ذکرشده و ضرورت ایجاد و تعیین راهکارهای مدیریتی برای پیش‌یابی و کنترل آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع، لازم است برای شناسایی فاکتورهای مهم مؤثر در ایجاد و گسترش آتش‌سوزی در این عرصه‌ها اقدام شود. در این خصوص، بررسی‌های متعددی با کاربرد داده‌های اقلیمی انجام شده است.

Patah و همکاران در مالزی برای تعیین مناطق در معرض خطر آتش‌سوزی، از داده‌های اقلیمی استفاده کردند (۱۲). Mohamadi و همکاران نیز در جنگل‌های پاوه، واقع در استان کردستان، با کاربرد داده‌های اقلیمی موفق به تهیه نقشه ریسک آتش‌سوزی در جنگل شدند (۱۱).

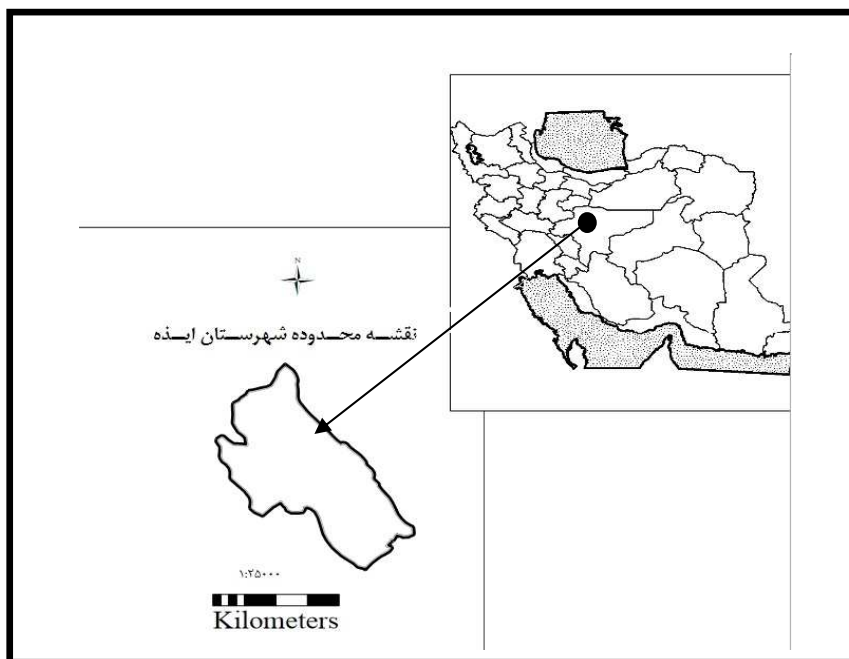
Sakr و همکاران با استفاده از شبکه‌های عصبی به پیش‌بینی و تعیین پارامترهای اقلیمی مؤثر در ایجاد آتش‌سوزی پرداختند (۱۴). Dimitrakopoulus و همکاران برای طبقه‌بندی شاخص اقلیمی آتش‌سوزی از رگرسیون لجستیک استفاده کردند و نتایج نشان داد که پیش‌بینی مدل به‌دست آمده با وقوع آتش‌سوزی در جنگل تطابق زیادی دارد (۵). Perera و همکاران در پژوهشی با عنوان ارزیابی درخت، سوخت و چوب‌های باقیمانده پس از آتش‌سوزی در جنگل‌های سردسیر از رگرسیون استفاده کردند و بین درختان سوخته با استفاده از عکس هوایی با توان تفکیک بالا و آماربرداری در طبیعت با استفاده از رگرسیون خطی

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

شهرستان ایذه، با مساحتی برابر ۱۰۷۶۴۵۴/۹۹ هکتار، در شمال شرق استان خوزستان و در منطقه رویشی زاگرس قرار گرفته است. این شهرستان در ۳۱ درجه و ۴۹ دقیقه و ۳۴ ثانیه و ۳۱ درجه و ۳۷ دقیقه و ۴۶ ثانیه شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه و ۳۲ ثانیه و ۵۰ درجه و ۰۸ دقیقه و ۴۹ ثانیه عرضی از گرینویچ و ارتفاعی معادل ۸۳۵ متر از سطح دریا واقع است و ۳۹۶۹۷۳/۵ هکتار جنگل و مرتع دارد (شکل ۱).

با ضریب تعیین بالا ($R^2 = 0/82$) به‌دست آوردند (۱۳). Biravand و همکاران با استفاده از پارامترهای اقلیمی به تعیین مناطق مستعد برای آتش‌سوزی در منطقه کاکارضای لرستان پرداختند و پارامترهای اقلیمی را در گسترش آتش‌سوزی‌های این منطقه مؤثر دانستند (۳). هدف از این تحقیق تعیین مهم‌ترین متغیرهای مؤثر در آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع شهرستان ایذه با استفاده از مدل‌های رگرسیونی است.



شکل ۱. موقعیت شهرستان ایذه در کشور و استان

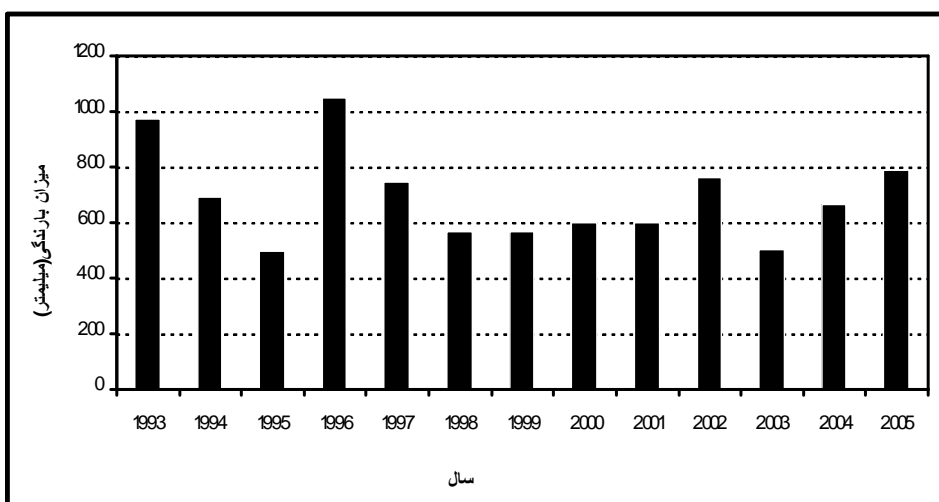
۲.۲. روش بررسی

متوسط و حداقل)، رطوبت نسبی (حداکثر، متوسط و حداقل)، سرعت و جهت باد، ساعات آفتابی، مقدار بارندگی، تعداد روزهای دارای بارندگی و تعداد روزهای بدون بارندگی، از طریق سازمان هواشناسی، به‌صورت ماهانه تهیه شد. متوسط سالانه بارش در طول دوره آماری ۶۹۴/۱۰ میلی‌متر است که از حداقل ۴۹۵/۱ میلی‌متر در سال ۱۹۹۵ تا حداکثر ۹۷۴/۵ در سال ۱۹۹۳ نوسان دارد (شکل ۲). توزیع فصلی بارش‌ها نشان داد در این منطقه زمستان مرطوب‌ترین و تابستان خشک‌ترین فصل است (شکل ۳). توزیع ماهانه بارش نیز نشان داد اسفند، با متوسط بلندمدت

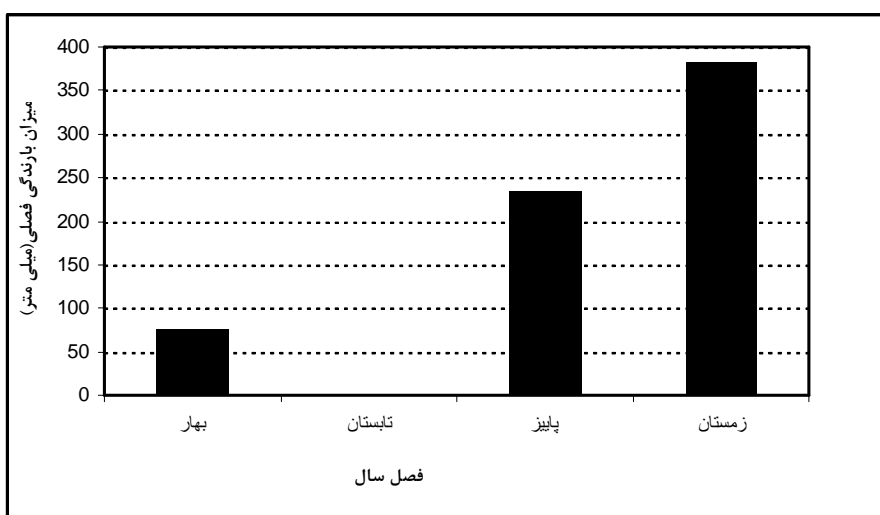
برای انجام دادن پژوهش حاضر، داده‌های تعداد آتش‌سوزی و مساحت مناطق سوخته‌شده جنگل‌ها و مراتع شهرستان ایذه طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ از اداره کل منابع طبیعی استان خوزستان گرفته شد (اداره کل منابع طبیعی خوزستان، ۱۳۸۷، ۱۳۸۸، ۱۳۸۹). از داده‌های ایستگاه اقلیم‌شناسی شهرستان ایذه برای بررسی اقلیم و ترسیم نمودار آمبروترمیک منطقه این شهرستان در یک دوره ۱۳ ساله (۱۹۹۳-۲۰۰۵)، به‌صورت ماهانه، استفاده شد. داده‌های اقلیمی شامل دما (حداکثر،

تعیین شد (شکل ۴). باد غالب در محدوده مورد مطالعه جهت ۹۰ درجه دارد. دامنه تغییرات سرعت باد نیز بین ۵/۲۶۰/۲۰ متر بر ثانیه تعیین شد. متوسط رطوبت نسبی در این منطقه ۵۹/۸۷ درصد است که از حداقل ۳۴/۹۲ درصد (در ماه مرداد) تا حداکثر ۸۳/۳۸ درصد (در ماه دی) نوسان دارد. مطابق منحنی آمبروترمیک ایستگاه هواشناسی ایذه (شکل ۵)، طول فصل خشک در این محدوده بیش از پنج ماه است که از اوایل اردیبهشت تا اواسط مهر ادامه دارد.

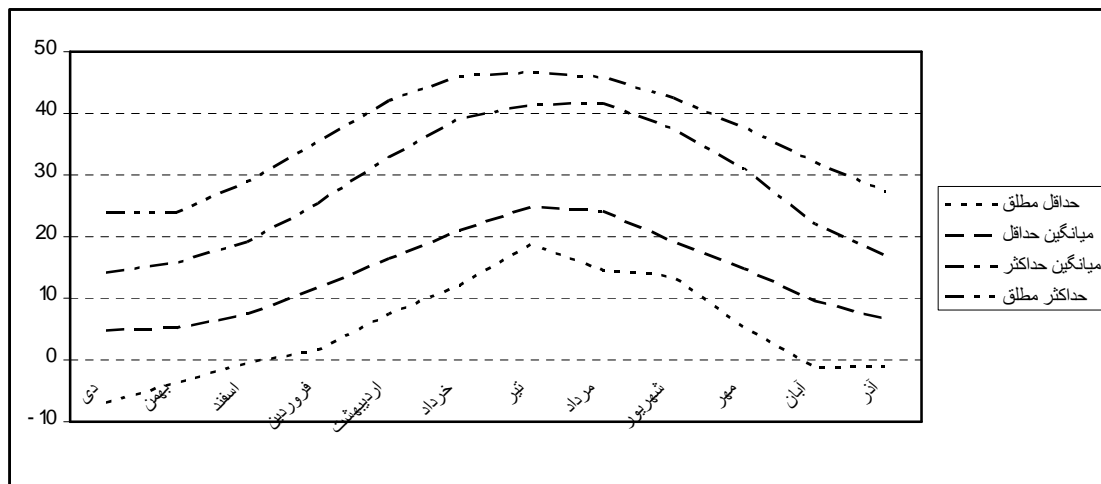
۱۲۰/۹۶ میلی‌متر، مرطوب‌ترین و شهریور، با متوسط بلندمدت ۰/۰۷ میلی‌متر، خشک‌ترین ماه در محدوده مورد مطالعه است. همچنین در دوره آماری یادشده، متوسط ماهانه دما ۲۳/۱۰ درجه سانتی‌گراد است که از متوسط حداکثر ۲۸/۱۲ سانتی‌گراد در گرم‌ترین ماه سال (مرداد) تا متوسط حداقل ۴/۷۷ سانتی‌گراد در سردترین ماه سال (دی) متغیر است؛ بنابراین، نوسان متوسط دمای ماهیانه در محدوده مورد مطالعه ۱۳/۳۵ درجه سانتی‌گراد است. حداکثر و حداقل مطلق دما در دوره آماری به ترتیب ۴۶/۶ و ۶/۸- درجه سانتی‌گراد



شکل ۲. توزیع سالانه بارش در شهرستان ایذه



شکل ۳. توزیع فصلی بارش در شهرستان ایذه



شکل ۴. دامنه تغییرات مؤلفه‌های دمایی در شهرستان ایذه



شکل ۵. منحنی آمبروترمیک شهرستان ایذه

داده‌ها، پس از ورود به برنامه صفحه گسترده، سازمان‌دهی شدند. در این تحقیق برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. سپس برای رسیدن به هدف این تحقیق از مدل‌های رگرسیونی خطی و لجستیک استفاده شد. در پژوهش حاضر از نرم‌افزارهای Excel 2007 و SPSS 17 نیز استفاده شد.

۳. نتایج

برای تعیین همبستگی داده‌ها با سطح سوخته و تعداد وقوع آتش‌سوزی از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد. نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن بین سطح سوخته‌شده و متغیرهای اقلیمی مورد بررسی در این تحقیق نشان داد که فاکتورهای حداکثر دما و متوسط

دما با سطح سوخته همبستگی مثبت دارند. همچنین معلوم شد با افزایش حداکثر دما و به تبع آن متوسط دمای محیط، سطح سوخته افزایش یافته است. نتایج این آزمون بین تعداد آتش‌سوزی و متغیرهای اقلیمی مورد مطالعه نشان داد که متغیر حداکثر دما، متوسط دما و تعداد ساعات آفتابی با وقوع آتش‌سوزی همبستگی مثبت و متوسط رطوبت نسبی و حداقل رطوبت نسبی با آن همبستگی منفی دارند، یا به عبارتی، هرچه حداقل و متوسط رطوبت نسبی افزایش یابد، از تعداد وقوع آتش‌سوزی کاسته می‌شود (جدول ۱). همچنین از آنجاکه سرعت و جهت باد با تعداد آتش‌سوزی و سطح سوخته‌شده همبستگی معنی‌داری نداشت، این دو پارامتر از تجزیه و تحلیل داده‌ها خارج شدند.

داده‌ها، پس از ورود به برنامه صفحه گسترده، سازمان‌دهی شدند. در این تحقیق برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. سپس برای رسیدن به هدف این تحقیق از مدل‌های رگرسیونی خطی و لجستیک استفاده شد. در پژوهش حاضر از نرم‌افزارهای Excel 2007 و SPSS 17 نیز استفاده شد.

۳. نتایج

برای تعیین همبستگی داده‌ها با سطح سوخته و تعداد وقوع آتش‌سوزی از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد. نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن بین سطح سوخته‌شده و متغیرهای اقلیمی مورد بررسی در این تحقیق نشان داد که فاکتورهای حداکثر دما و متوسط

جدول ۱. ضرایب همبستگی اسپیرمن بین متغیرهای اقلیمی (ماه‌بانه) و تعداد آتش‌سوزی و سطوح سوخته‌شده (هکتار)

سطح سوخته‌شده		وقوع آتش‌سوزی		آتش‌سوزی پارامتر اقلیمی
Pvalue	R	Pvalue	R	
۰/۰۲۰*	۰/۴۱۷	۰/۰۰۰*	۰/۵۹۵	متوسط دما
۰/۰۳۷*	۰/۱۲۶	۰/۰۰۰*	۰/۶۰۷	حداکثر دما
۰/۱۵۸ ^{NS}	-۰/۲۶۰	۰/۰۰۰*	-۰/۳۹۵	متوسط رطوبت نسبی
۰/۴۶۳ ^{NS}	۰/۳۳۷	۰/۰۲۸*	-۰/۲۰۷	حداقل رطوبت نسبی
۰/۳۳۴ ^{NS}	-۰/۷۸۰	۰/۰۲۶۳*	-۰/۶۵۷	حداکثر رطوبت نسبی
۰/۲۶۲ ^{NS}	-۰/۶۰۸	۰/۰۴۹*	۰/۲۲۴	تعداد ساعات آفتابی
۰/۱۵۹ ^{NS}	۰/۲۵۹	۰/۲۲۶ ^{NS}	-۰/۱۷۳	مقدار بارندگی
۰/۲۲۰ ^{NS}	۰/۲۲۷	۰/۳۵۳ ^{NS}	-۰/۲۰۶	تعداد روزهای دارای بارندگی
۰/۴۵۱ ^{NS}	۰/۵۱۱	۰/۲۶۷ ^{NS}	۰/۳۵۵	تعداد روزهای بدون بارندگی

* معنی‌دار بودن پارامتر، NS معنی‌دار نبودن پارامتر

وراد مدل نشدند (جدول ۵). نتایج طبقه‌بندی داده‌ها، بعد از آنکه رگرسورها وارد مدل شدند، به بیش از ۸۳ درصد رسید که نشان‌دهنده پیشرفت خوبی در طبقه‌بندی داده‌هاست (جدول ۶). نتایج آزمایش Omnibus نشان داد که متغیر رطوبت نسبی ماکزیمم با بهبود کای اسکور ۲۰/۴۲ و سطح معنی‌داری کوچک‌تر از ۰/۰۵ وارد مدل شده است (جدول ۷). همچنین در جدول خلاصه مدل، از معیار ۲- لگاریتم حداکثر درست‌نمایی برای برازش مدل استفاده می‌شود که این مقدار برابر ۲۸/۵ است (جدول ۸).

سپس در گام‌های بعدی رگرسورها وارد مدل شدند. با افزودن مقدار هوسمر^۱ و لمشاو^۲ نشان می‌دهد که مدل با داده‌ها تطابق خوبی دارد و چنانچه مقدار P از سطح معنی‌داری مورد بررسی (که در اینجا ۰/۰۵ است) بیشتر باشد، رابطه با داده‌ها تطابق خوبی دارد (۱۵). بنابراین، با توجه به اینکه مقدار P-value از ۰/۰۵ بزرگ‌تر است، رابطه لجستیک تطابق خوبی با داده‌ها دارد و معنی‌دار است (جدول ۹).

نتایج تجزیه واریانس رگرسیون خطی نشان داد که چهار پارامتر اقلیمی وارد مدل شدند (جدول ۲). همچنین پارامترهای تعداد ساعات آفتابی، حداکثر رطوبت نسبی، دمای متوسط و تعداد روزهای بدون باران به ترتیب با میزان بتای ۱/۱۵۵، -۰/۴۰۶، ۰/۵۰۳ و ۰/۴۸۶، بر میزان سطح سوخته‌شده اثر معنی‌داری داشتند و تعداد ساعات آفتابی بیشترین اهمیت را داشت. همچنین میزان هم‌خطی‌شان به ترتیب ۳/۴، ۳/۲، ۴/۲ و ۲/۷ بود که نشان می‌دهد بین متغیرها هم‌خطی وجود ندارد و ضریب تعیین مدل برابر ۰/۶۵ (جدول‌های ۳ و ۴ و رابطه ۱) و ضریب تعیین (R²) مقادیر پیش‌بینی برابر ۰/۶۸ به‌دست آمد (شکل ۶).

سپس به‌منظور پیش‌بینی خطر آتش‌سوزی، از رابطه رگرسیون لجستیک با روش رگرسیون گام‌به‌گام جلورونده استفاده شد. نتایج نشان داد تمامی داده‌ها (۳۶ داده) در تحلیل وارد شدند و هیچ داده گم‌شده‌ای وجود نداشت. در گام صفر فقط ۵۸/۳ درصد داده‌ها به‌خوبی طبقه‌بندی شدند، ولی هیچ‌کدام از متغیرها

1. Hosmer
2. Lemeshow

جدول ۲. جدول تجزیه واریانس

تیمار	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F محاسباتی	Pvalue
رگرسیون	۴۴۹۲۷۷/۰۱۷	۴	۱۱۲۳۱۹/۲۵۴	۱۲/۱۸۹	* /۰۰۰۰
باقیمانده‌ها	۲۳۹۵۳۵۷۱/۵۷۱	۲۶	۹۲۱۵/۱۳۷		
کل	۶۸۸۸۷۰/۵۸۸	۳۰			

*معنی‌دار بودن پارامتر

جدول ۳. ضرایب اهمیت متغیرها

مدل	اجزای رابطه	ضریب استاندارد نشده		ضریب استاندارد شده	t	Pvalue	هم‌خطی
		ضرایب	خطای معیار	بتا			
۴	مقدار ثابت	-۵۹/۳۶۶	۵۱۲/۰۳۱	-	-۰/۱۱۶	ns ۰/۹۰۹	-
	حداکثر رطوبت نسبی	-۶/۴۱۱	۳/۳۱۱	-۰/۴۰۶	-۱/۹۳۶	۰/۰۴۶*	۳
	ساعت آفتابی	-۴/۴۶۱	۰/۸۳۱	-۱/۱۵۵	-۵/۳۶۵	۰/۰۰۰*	۳
	تعداد روزهای بدون بارندگی	۴۶/۶۲۹	۱۸/۳۶۲	۰/۴۸۶	۲/۲۳۹	۰/۰۱۷*	۲
	متوسط دما	۱۳/۶	۶/۴۷۵	۰/۵۰۳	۲/۱	۰/۰۴۶*	۴

*معنی‌دار بودن پارامتر، ns معنی‌دار نبودن پارامتر

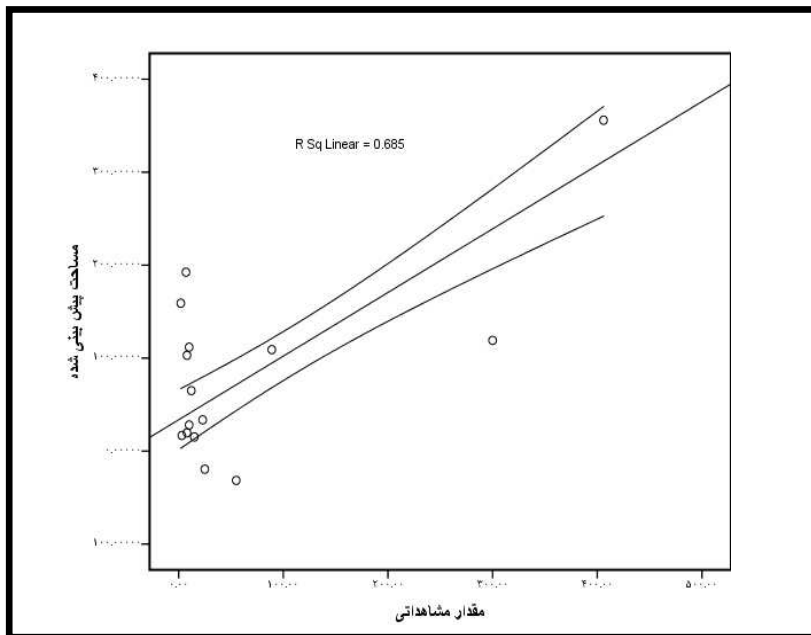
$$Ba=0.486 \text{ Nowr}+0.503 \text{ Tm}-0.406 \text{ Max Rh}-1.155 \text{ Sn}-59.37 \quad (\text{رابطه ۱})$$

در رابطه؛ Ba: سطح سوخته شده به هکتار، متوسط، Max Rh: حداکثر رطوبت نسبی و Sn: Nowr: تعداد روزهای بدون باران، Tm: دمای

تعداد ساعات آفتابی است

جدول ۴. خلاصه مدل

مدل	ضریب تبیین	خطای استاندارد برآورد شده	df1	df2	P
۳	۰/۶۵	۰/۱۶۶	۱	۲۷	۰/۰۰۰



شکل ۶. مقادیر حقیقی و پیش‌بینی شده

جدول ۵. ارزیابی دقت رابطه رگرسیون لجستیک در پیش‌بینی وقوع آتش‌سوزی

مشاهدات	پیش‌بینی		
	تعداد آتش‌سوزی		درصد موفقیت
	عدم وقوع	وقوع	
تعداد آتش‌سوزی مرحله ۰	۲۱	۰	۰
عدم وقوع وقوع	۱۵	۰	۱۰۰
درصد کلی			۵۸/۳

جدول ۶. میزان موفقیت در طبقه‌بندی داده‌ها بعد از آنکه رگرسورها وارد مدل شدند

مشاهدات	پیش‌بینی		
	تعداد آتش‌سوزی		درصد موفقیت
	۰	۱	
تعداد آتش‌سوزی مرحله ۰	۱۷	۴	۸۱
۱	۲	۱۳	۸۶/۷
درصد کلی			۸۳/۳

بررسی، فقط حداکثر رطوبت نسبی وارد مدل شد. مدل به‌دست‌آمده با استفاده از رگرسیون لجستیک نشان داد که توانایی این مدل برای پیش‌بینی خطر وقوع آتش‌سوزی برابر $P=0.979$ است (جدول ۱۰ و رابطه ۲).

نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون لجستیک به‌منظور پیش‌بینی خطر وقوع آتش‌سوزی در رابطه با متغیرهای اقلیمی با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام جلورونده در منطقه مورد مطالعه نشان داد که از بین متغیرهای مورد

جدول ۷. ضرایب مدل آزمایش Omnibus

		کای اسکور	درجه آزادی	P
گام ۱	گام	۲۰/۴۰۲	۱	۰/۰۰۰
	بلوک	۲۰/۴۰۲	۱	۰/۰۰۰
	مدل	۲۰/۴۰۲	۱	۰/۰۰۰

جدول ۸. خلاصه مدل

گام	۲-لگاریتم حدکثر درست‌نمایی	ضریب تعیین Cox و Snell	ضریب تعیین Nagelkerke
۱	۲۸/۵۰۰	۰/۳۳	۰/۵۸۲

جدول ۹. نتایج مدل هوسمر لمشاو

گام	کای اسکور	درجه آزادی	P-value
۱	۱۰/۹۸۳	۷	۰/۴۳۹

جدول ۱۰. متغیرهای واردشده در مدل

		B	S.E	df	P	Exp(B)
گام ۱	حداکثر رطوبت	-۰/۷۶	۰/۰۲۷		۰/۰۰۱	۰/۹۱۴
	مقدار ثابت	۴/۶۲۹	۱/۴۳۶		۰/۰۰۱	۷۱/۴۵۷

مهم‌ترین این عوامل‌اند. بنابراین در این تحقیق میزان تأثیر پارامترهای اقلیمی در ایجاد و گسترش این پدیده بررسی شد. تأثیر مثبت دما در سطح سوخته ناشی از این است که با افزایش دما در اتمسفر، میزان رطوبت مواد کاهش می‌یابد و این امر شرایط را برای هرچه بیشتر سوخته شدن سطح فراهم می‌کند. نتایج این تحقیق نشان داد که دما در گسترش آتش‌سوزی تأثیر مثبت دارد و شرایط را برای افزایش سطوح سوخته شده فراهم می‌کند. دلیل این امر را می‌توان کاهش مقدار رطوبت مواد در اثر افزایش دمای آن و تأثیر منفی رطوبت نسبی در وقوع آتش‌سوزی را می‌توان ناشی از افزایش رطوبت نسبی در اتمسفر و افزایش مقدار رطوبت مواد دانست. این عمل باعث کاهش اشتعال‌پذیری مواد سوختی به‌خصوص پوشش گیاهی

(رابطه ۲)

$$P(CF.IFF) = \frac{Exp(-0.76 + 4.629)}{1 + Exp(-0.76 + 4.629)}$$

در این رابطه؛ P: توانایی مدل در پیش‌بینی خطر وقوع آتش‌سوزی، Climate Factors=CF: فاکتورهای اقلیمی و Initiation Forest Fire=IFF: وقوع آتش‌سوزی جنگل است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

آتش‌سوزی یکی از پدیده‌هایی است که خطرهای جانی، مالی و محیط‌زیستی فراوانی با خود به‌همراه می‌آورد. پارامترهای گوناگونی در وقوع و گسترش این پدیده تأثیرگذارند و پارامترهای اقلیمی بی‌شک یکی از

آتش‌سوزی را با احتمال ۰/۹۷ درصد، در سطح خطای ۰/۰۵، پیش‌بینی کند. بنابراین رطوبت نسبی بی‌شک از مؤثرترین عوامل در بروز آتش‌سوزی در مناطق دارای پوشش گیاهی است. از آنجاکه مقدار رطوبت نسبی هوا با رطوبت نسبی ماده سوختی مرتبط است، این نتایج با نتایج Sakr و همکاران نیز همخوانی داشت که رطوبت نسبی را از عوامل مؤثر بر این پدیده بیان کردند (۱۴). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از رگرسیون لجستیک، می‌توان گفت که در منطقه مورد مطالعه میزان حداکثر رطوبت نسبی در وقوع آتش‌سوزی تأثیر بسیار زیادی دارد و در روزهایی که میزان رطوبت نسبی کاهش می‌یابد، نهادهای مربوط باید آمادگی لازم را برای مقابله با آتش‌سوزی‌های احتمالی داشته باشند. در این تحقیق از داده‌های سه سال استفاده شده؛ بنابراین توصیه می‌شود در مطالعات بعدی از تعداد سال‌های بیشتری که در آن‌ها آتش‌سوزی وقوع یافته است، استفاده شود. همچنین، با توجه به اینکه در ایران در بیشتر آتش‌سوزی‌ها عامل انسانی نقش اساسی دارد، توصیه می‌شود در مطالعات بعدی عامل‌های دیگر نیز در نظر گرفته شوند.

می‌شود. نتایج نشان داد که با افزایش تعداد روزهای بدون بارندگی و میزان حداکثر و متوسط دما احتمال وقوع افزایش یافته است. همچنین در منطقه مورد مطالعه بین دمای محیط با رطوبت نسبی در وقوع آتش‌سوزی رابطه‌ای معکوس وجود دارد، به طوری که با افزایش دمای محیط، رطوبت نسبی جو کاهش می‌یابد و شرایط برای شروع آتش‌سوزی فراهم می‌شود. نتایج این تحقیق با نتایج مطالعات Biravand و همکاران (۳)، Mohamadi و همکاران (۱۱) و Khalaj و Por Ghasem (۹) همخوانی داشت که دما و بارندگی را از عوامل مؤثر در آتش‌سوزی‌ها دانستند. نتایج رگرسیون لجستیک نیز نشان داد که افزایش حداکثر رطوبت نسبی بر تعداد وقوع آتش‌سوزی اثر منفی داشت و ضریب تعیین برای مدل رگرسیونی ۰/۶۸ به‌دست آمد. بنابراین در روزهایی که رطوبت نسبی بالا بود، تعداد وقوع کاهش یافت و همچنین میزان همبستگی سطح سوخته‌شده با پارامترهای اقلیمی مؤثر، در سطح خطای ۰/۰۵، برابر ۰/۶۸ به‌دست آمد. در مدل رگرسیون لجستیک، با توجه به اینکه مقدار ضریب پیش‌بینی ($P=0.97$) به‌دست آمد، این نتیجه حاصل می‌شود که این مدل می‌تواند خطر وقوع

Reference

1. Aleemahmoodi sarab, S. Fegghi, J (1390) "Review time and cause of fires in forests and pastures in Khuzestan province," Modern management of natural resources, Tehran Azad University, Science Research.
2. Banj Shafiee, A (1385) "Impact of forest fires on ecological characteristics of Chelyr 4th Series," PhD thesis, University of Tarbiyat Modares, 182.
3. Biravand, A., zare, R., Rahimizade, N (1390) "The fire-prone areas Brsas climatic factors using GIS," *National Conference of forests. Capabilities and bottlenecks.*
4. Department of Natural Resources Conservation Unit in Khuzestan Province. 1389 & 1390.
5. Dimitrakopoulos, A. P. A. M. Bemmerzouk. and I. D. Mitsopoulos (2011) "Evaluation of the Canadian fire weather index system in an eastern Mediterranean environment," *Meteorological Applications*, 18: 83-93.
6. Iran Meteorological Organization. Ize city weather data.
7. Jaiswal R.k., M, Saumitra., R. D. Kumaran., S, Rajesh. (2002) "Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS," *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 4:1-10.
8. Jazirehi, M. H., Ebrahimi Rostaghi, M (1382) *silviculture in Zagros*, Tehran University Press, 560.
9. Khalaj, A., Por Ghasem, M (1387) "The role of weather and climatic factors on forest fires," *Proceedings of First International Conference*, 9.
10. Marvi Mohadger, M, R. 1384. *silviculture*. Tehran University Press. 387 page.
11. Mohamadi, F. SHabaniyan, M. Poorhashmi, M.

- Fatehi, P (1389) "Forest fire risk mapping using GIS and AHP in a part of Paveh forests," *Research Quarterly Iranian Forest and Poplar Research*, 18(4): 569-586.
12. Patah, N, A. Mansor, S. Mispan, M, R (2000) an Application of Remote Sensing and Geographic Information System for Forest Fire Risk Mapping.
13. Perera, A.H., Buse, L.J., Routledge, R.G., Dalziel, B.D and Smith, T (2008) *An assessment of tree, snag, and downed wood residuals in boreal fires in relation to Ontario's policy directions for emulating natural forest disturbance*. Printed in Ontario, Canada. ISBN 978-1-4249-6433-8. 71.
14. Sakr, G, E., Elhajj, I, H., Mitri, G (2011) "Efficient forest fire occurrence prediction for developing countries using two weather parameters," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 24: 888-894.
15. Zare CHahvoki, M, A(1389), Tehran University Press, 310.