

تأثیر عوامل اکولوژیکی بر آتش‌سوزی در جنگل‌های هیرکانی (بررسی موردی: عرصه‌های جنگلی شهرستان نکاء)

مسعود اسماعیلی شریف*^۱، حمید جلیلودن^۲، محمد عموزاد^۳، علی اشرف جعفری^۴ و سید مصطفی مسلمی سیدمحل^۵

- ۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.
- ۲- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
- ۳- دکتری تخصصی جنگل، رئیس اداره آموزش و ترویج اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری منطقه ساری، ساری، ایران.
- ۴- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
- ۵- دانشجوی دکتری جنگلشناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۱۱

چکیده

در این پژوهش از مجموع ۵۴ فقره آتش‌سوزی در شهرستان نکا در سال ۱۳۸۴، ۱۹ لکه آتش‌سوزی با مساحت ۲۵۰ تا ۲۵۰۰۰ مترمربع انتخاب و اطلاعات کمی و کیفی تمامی درختان موجود شامل قطر درخت در ارتفاع برابر سینه، کیفیت تنه، وضعیت سلامتی طوقه و فراوانی پایه‌های درختی به تفکیک در قطعات مختلف مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه واریانس یک‌طرفه داده‌ها نشان داد که تیپ درختی اثر معنی‌داری بر وسعت آتش‌سوزی در جنگل دارد. بزرگ‌ترین لکه‌ها متعلق به تیپ‌های درختی ممرز-انجیلی و ممرز-بلوط بود. با استفاده از تحلیل تطبیقی قوس‌گیری شده (DCA) و تحلیل تطبیقی متعارفی (CCA)، گونه‌ها و قطعات نمونه‌برداری به نحو مناسبی در فضای رج‌بندی جایگذاری شدند. بر این اساس تیپ‌های درختی ممرز-انجیلی و ممرز-بلوط در گروه نخست، راش-ممرز به‌تنهایی در گروه دوم و دیگر تیپ‌های درختی در گروه سوم قرار گرفتند. به‌طورکلی، آتش‌سوزی در تیپ‌های بلوط-آزاد و راش-ممرز بیشتر از دیگر پوشش‌های درختی بود. علاوه بر تیپ درختی، عوامل محیطی شامل مقدار بارندگی سالیانه، دمای میانگین سالیانه و ارتفاع از سطح دریا بر وسعت آتش‌سوزی در این مناطق مؤثر بودند.

واژه‌های کلیدی: آتش‌سوزی، تحلیل تطبیقی قوس‌گیری، تحلیل تطبیقی متعارفی، تحلیل‌های چندمتغیره.

مقدمه

آتش‌سوزی، یعنی تجمع ماده قابل اشتعال دارند (Noferesti and Tadaion Tabrizi, 2012). در همین ارتباط Biranvand و همکاران (2011)، پوشش گیاهی و رطوبت مواد سوختنی (Fuel Component Moisture) را مهم‌ترین عوامل اکولوژیک مؤثر بر توسعه آتش‌سوزی‌ها در اکوسیستم‌های جنگلی کاکا-رضای لرستان گزارش کردند. Khalaj and Pourghassem (2008) معتقدند که رطوبت نسبی هوا، بیشترین همبستگی را با وقوع و گستره آتش‌سوزی در جنگل دارد. در تحقیق دیگری مهم‌ترین عامل در توزیع آتش‌سوزی جنگل، توپوگرافی و بعد از آن عوامل انسانی عنوان شده است (Justus, 2011). نتایج تحقیق AaliMahmoodi Sarab و همکاران (2012) نشان داد که با افزایش حداکثر دما و به تبع آن متوسط دمای محیط، مساحت آتش‌سوزی‌ها افزایش می‌یابد. فراهم شدن حداقل یکی از عوامل آتش‌سوزی همراه با وجود شرایط گسترش آن، موجب افزایش تعداد وقوع آتش‌سوزی (که از اجزاء اساسی ارزیابی خطر آن است) در هر یک از مناطق جنگلی شده (Nasiri, 2012). بالعکس افزایش ارتفاع از سطح دریا، به علت رویش آهسته‌تر درخت نسبت به اراضی با ارتفاع پایین‌تر و در نتیجه تجمع کمتر رزین در زیر پوست، صدمه آتش‌سوزی را کاهش می‌دهد (Anonymous, 2012; Koutsias et al., 2011). کمیت و کیفیت ماده سوختنی جنگل توسط عوامل زنده (به‌عنوان مثال، نوع پوشش گیاهی، ترکیب گونه و سن توده) و غیرزنده (مانند آب‌وهوا، زمین و خاک) تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Brown et al., 1982). در جنگل‌های انبوه (با تاج پوشش بیش از ۵۰ درصد) عامل زنده (تیپ رویشی درختی جنگل)، بخش اعظم ماده سوختنی را که تعیین‌کننده روند گسترش (رفتار) آتش است، فراهم می‌سازد (He et al., 2004). با تغییر ارتفاع و

به‌منظور کاهش خطر آتش‌سوزی در مدیریت جنگل، ضروری است که نسبت به شناسایی عوامل مؤثر بر گسترش و شدت آتش‌سوزی در عرصه‌های جنگلی اقدام جدی به‌عمل آید. کمیت و کیفیت رویشگاه و همچنین فیزیوگرافی جنگل، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر گستره آتش‌سوزی (صرف‌نظر از منشأ پیدایش آن) در این عرصه‌ها عنوان شده‌اند (Parresol et al., 2012; Biranvand et al., 2011). Banj Shafiei و همکاران (2007) با بررسی اثر آتش‌سوزی بر ساختار جنگل سری چیلر خیرودکنار (حوزه ۴۵ گلبند نوشهر) گزارش کردند که گونه‌های راش، ممرز و توسکا در منطقه آتش‌سوزی‌شده و گونه‌های راش، ممرز، توسکا و بلوط در منطقه آتش‌سوزی‌نشده بیش از ۹۰ درصد گونه‌های درختی را تشکیل می‌دهند. مقاومت چوب گونه‌های جنگلی نقش مؤثری در جلوگیری از توسعه و گسترش آتش‌سوزی جنگل دارد. طبق گزارش (Nasiri, 2012)، گونه‌های انجیلی و ممرز به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقاومت در برابر سوختن کامل هستند. فاصله از عامل‌های جاده، رودخانه، آتش‌سوزی‌های پیشین، حاشیه جنگل و مناطق مسکونی به‌ترتیب با وزن‌های ۰/۲۵، ۰/۲۳، ۰/۲۲، ۰/۱۹ و ۰/۱۱ مؤثرترین معیارهای مکانی وقوع و گسترش آتش‌سوزی در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی عنوان شده‌اند (Amiri et al., 2017). همچنین Alibakhshi و همکاران (2005) بارندگی، دما، رطوبت و ناپایداری هوا را مهم‌ترین عوامل مؤثر در بروز و گسترش آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع کشور عنوان کرده‌اند. مدیریت صحیح در بهره‌برداری و جنگلکاری از طریق تغییر قطر یقه، توزیع سنی پایه‌ها و رقابت رویشی در مرحله کاشت، نقش مهمی در جلوگیری از فراهم شدن مهم‌ترین جزء

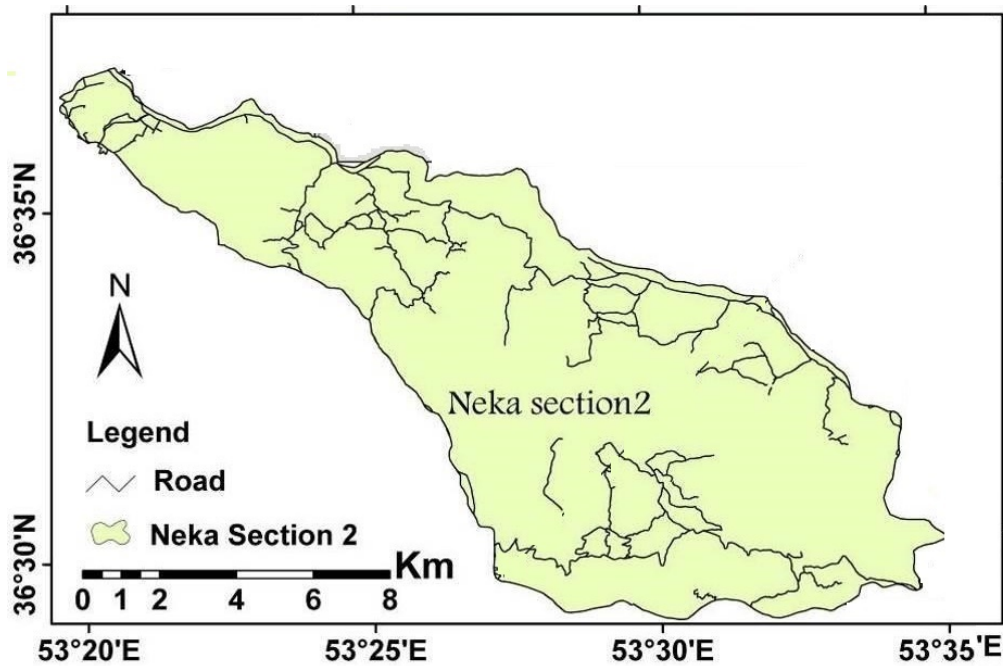
پایه‌های درختی و عوامل فیزیوگرافیک بر شدت صدمات آتش‌سوزی (گستره و نوع آسیب) اثرهای متفاوتی دارند، تأثیر این مشخصه‌ها را بر شدت و وسعت آتش‌سوزی جنگل‌های نکاء، با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره، مورد بررسی قرار داده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش

منطقه مورد بررسی حوزه جنگلداری شهرستان نکاء (شکل ۱) به وسعت ۱۳۶۰۳۸ هکتار است. در تابستان و پاییز ۱۳۸۹، در اثر ۵۴ فقره آتش‌سوزی، حدود ۹۰ هکتار از جنگل و مرتع این حوزه خسارت دید. در این پژوهش، پس از جنگل‌گردشی، از بین ۵۴ لکه آتش‌سوزی، تعداد ۱۹ لکه (لکه‌هایی که به‌وضوح در اثر آتش سوخته و تمام سطح آنها به‌طور کامل دچار حریق شده بود) به مساحت ۱۰/۶ هکتار انتخاب شد.

تیپ رویشگاه، مقدار تولید مواد قابل‌سوختن تغییر می‌یابد و آتش‌سوزی‌های مکرر ارتفاع و تاج‌پوشش گیاهان غالب و در نتیجه تیپ رویشگاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در شرایط آب و هوایی یکسان، رفتار آتش بین انواع مختلف ماده سوختنی متفاوت است. توزیع گونه‌های گیاهی و تیپ رویشگاه و در نتیجه شدت و وسعت آتش‌سوزی در جهت شرایط فیزیکی رویشگاه مانند ارتفاع، جهت شیب، رطوبت و بستر تغییر می‌کند. Shokri و همکاران (2017) معتقدند که گذر هفت سال پس از وقوع آتش‌سوزی نیز نمی‌تواند موجب بازیابی جنگل به‌تنهایی شود، از این‌رو ایشان برای کمک به استقرار زادآوری گونه‌های مرغوب، انجام عملیات پرورشی را پیشنهاد دادند. با وجود آتش‌سوزی‌های مکرر در جنگل‌های نکاء تاکنون پژوهشی در زمینه عوامل مؤثر بر وسعت و شدت آتش‌سوزی در این مناطق صورت نگرفته است. این تحقیق با فرض اینکه نوع گونه‌های چوبی، کیفیت



شکل ۱- منطقه مورد بررسی حوزه جنگلداری شهرستان نکاء

Figure 1. The study area location, forestry district of Neka county

اساس فرم درختی غالب به ۱۰ تیپ کلی: ممرز-آزاد، ممرز-بلوط، ممرز-انجیلی، انجیلی-ممرز، توسکا-ممرز، راش-ممرز، آزاد-بلوط، انجیلی-بلوط، بلوط-آزاد و بلوط-انجیلی تقسیم شد (جدول ۲).

جمع‌آوری داده‌ها

با توجه به وسعت و پراکندگی نقاط آتش‌سوزی، از روش آماری طبقه‌بندی استفاده شد. سطح آتش‌سوزی به پنج طبقه (طبقه یک سطوح کمتر از ۲۵۰۰ مترمربع، طبقه دوم سطوح ۲۵۰۱ الی ۵۰۰۰ مترمربع، طبقه سوم سطوح ۵۰۰۱ الی ۱۰۰۰۰ مترمربع و طبقه چهارم سطوح ۱۰۰۰۱ الی ۲۰۰۰۰ مترمربع و طبقه پنجم سطوح بیش از ۲۰۰۰۰ مترمربع) تقسیم و در هر طبقه حدود دو هکتار آماربرداری ۱۰۰ درصد در لکه‌های آتش‌سوزی انجام شد. از این‌رو از بین ۵۴ لکه آتش‌سوزی، تعداد ۱۹ لکه انتخاب شد که شامل سطحی معادل ۱۰/۶ هکتار از مجموع ۹۰ هکتار جنگل آتش‌گرفته بود. در مرحله بعد در لکه‌های آتش‌سوزی انتخابی، اندازه‌گیری‌های میدانی با استفاده از فرم آماربرداری تهیه‌شده (جدول ۱)، انجام شد.

این مناطق رویشگاه گونه‌های درختی همچون ممرز (*Carpinus betulus* L.)، بلوط بلندمازو (*Quercus castaneifolia* (C.A.Meyer))، آزاد (*Zelkova carpinifolia* (pallas) C.koch)، خرمندی (*Diyospyrus lotus* L.)، توسکای قشلاقی (*Alnus* Gaertn) لرگ (*glutinosa* (L.) Spach) راش (*Fraxinifolia* (Lam.) Spach) انجیلی (*Parrotia persica* C.)، افرا (*A. Mey*) شیردار (*Acer velutinum* Boiss) و گردو (*Acer cappadocicum* Gled) و گونه‌های درختچه‌ای مانند ازگیل (*regia* L.) و لیک (*Mespilus germanica* L.)، عشقه (*Hedera helix* L.)، تمشک (*Rubus idaeus* L.) و آلوچه (گوجه وحشی) (*Prunus caspica* Kov. & Ekin.) هستند. ارتفاع لکه‌های آتش‌سوزی (ارتفاع از سطح دریا ۱۰۶ تا ۹۹۰ متر بود) همراه با شیب‌های بیش از ۳۰ درجه، موجب افزایش تنوع توپوگرافی در مناطق فوق شده است. پوشش گیاهی لکه‌های آتش‌سوزی مورد بررسی بر

جدول ۱- مشخصات فرم آماربرداری عرصه‌های آتش‌سوزی

Table 1. A sample of the mensuration form of forest types in fire zones

Slope شیب		Direction جهت		Forest name نام جنگل		Compartment قطعه		Serie سری		Forestry plan طرح جنگلداری	
Fire type نوع آتش‌سوزی		Spot area مساحت لکه		Spot fires No. شماره لکه آتش‌سوزی		Altitude ارتفاع از سطح دریا					
ملاحظات considerations	Fire damage نوع صدمه آتش به درخت				Trunk quality کیفیت درخت			قطر Diameter	نوع گونه درخت Species	ردیف row	
	بدون صدمه Intact	تاجی Crown	تنه‌ای Truncal	یقه‌ای Collar	ناسالم	نیمه سالم	سالم				
					Unhealthy	Semi-healthy	Healthful				

به تفکیک نوع صدمه آتش‌سوزی (یقه‌ای، تنه‌ای یا تاجی) و همچنین صفات کیفی نام گونه درختی، وضعیت (کیفیت) تنه درختان، ارتفاع از سطح دریا، جهت شیب در هر لکه ثبت و تیپ‌های لکه‌های

صفات کمی شامل مساحت منطقه آتش‌سوزی، میانگین قطر برابر سینه، تعداد پایه‌های درختی دارای پوسیدگی در طوقه، تعداد و درصد پایه‌های درختی آسیب‌دیده در اثر آتش‌سوزی، تعداد درختان در لکه

Wilson, 1996). در فرمول‌های فوق، s: تعداد گونه‌های شمارش شده؛ N: تعداد کل افراد؛ π_i : تعداد افراد هر گونه و b: شیب منحنی لگاریتم فراوانی-رتبه‌ای برازش شده با رگرسیون خطی است.

روش‌های تجزیه و تحلیل اطلاعات

در این تحقیق ابتدا فرض نرمال بودن داده‌ها، با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. سپس تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون دانکن با استفاده از نرم‌افزار SPSS14 انجام شد. اندازه همبستگی بین تیپ‌های جنگلی با وسعت لکه آتش‌سوزی و شاخص‌های تنوع زیستی، غنا (تعداد گونه‌های چوبی) و یکنواختی به روش ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن تعیین شد.

آتش‌سوزی با توجه به دو گونه غالب هر لکه مشخص شدند. به منظور تکمیل یافته‌های میدانی از اطلاعات و مدارک سازمان‌های مرتبط با پژوهش استفاده شد. نمره‌دهی کیفی درختان در چهار متر ابتدای تنه به صورت: درجه یک: تنه سالم، بدون گره و پوسیدگی و پیچیدگی و با خمیدگی جزئی، درجه دو: تنه با گره‌های نه‌چندان بزرگ و به تعداد کم، پوسیدگی‌های موردی، پیچیدگی و خمیدگی قابل قبول و درجه سه: تنه پر گره، با پوسیدگی و پیچیدگی و خمیدگی زیاد، بود.

غنا (گونه‌ای با شاخص مارگالف $(D_{Mg} = \frac{s-1}{\ln N})$ ، تنوع با شاخص بریلوین $(H_a = \frac{\ln N! - \ln n!}{N})$ و یکنواختی با شاخص نی اصلاح شده $(E_Q = -2/\pi \arctan(b))$ Magurran,) محاسبه شد (2013; Krebs, 1999; Ejtehadi et al., 2009; Smith

جدول ۲- مشخصات تیپ‌های جنگلی در منطقه‌های آتش‌سوزی

Table 1. Profile of forest types in fire zones

جهت دامنه Aspect	ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude (m)	نام تیپ Type name	تعداد پایه صدمه دیده No. of burned tree	وسعت لکه Spot area	نام جنگل Forest name	شماره لکه Spot number
غربی West	236	آزاد - بلوط Zelkova - Oak	7	2450	خیرآباد Kheirabad	29
شمالی North	573	انجیلی - بلوط Persian parrotia - Oak	12	858	درویشان Darvishan	35
شمالی North	106	انجیلی - ممرز Persian parrotia - hornbeam	4	9954	کوهسارکنده Kohsarkandeh	10
شمالی North	435	انجیلی - ممرز Persian parrotia - hornbeam	18	2876	کارکم Kar Kam	5
غربی West	233	بلوط - آزاد Oak - zelkova	0	1940	زرنندین سفلی Zarandin-e Sofla	39
غربی West	300	بلوط - آزاد Oak - zelkova	12	2462	قرمرض Qormaraz	30

ادامه جدول ۲.

Continued table 2.

جهت دامنه Aspect	ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude (m)	نام تیپ Type Name	تعداد پایه صدمه دیده No of Burned tree	وسعت لکه Spot Area	نام جنگل Forest Name	شماره لکه Spot Number
غربی West	252	بلوط - آزاد Oak - zelkova	7	2375	قرمرض Qormaraz	53
غربی West	308	بلوط - انجیلی Oak - Persian parrotia	4	1785	پوروا Purwa	41
شمالی North	308	بلوط - انجیلی Oak - Persian parrotia	1	250	چلمردی Chelmardi	1
جنوبی South	343	توسکا - ممرز Alder - Hornbeam	12	2247	اوکرکا Owkreka	31
شمالی - غربی North-west	990	راش - ممرز Beech - Hornbeam	29	2445	سارم Saram	33
شمالی North	280	راش - ممرز Beech - Hornbeam	17	4970	شرکت سیمان Cement Company	7
شمالی - شرقی North-east	935	راش - ممرز - Hornbeam	4	3530	ملاخیل Molla Kheyli	16
جنوبی - غربی South West	462	ممرز - انجیلی Hornbeam - Persian parrotia	98	19897	پوروا Purwa	32
شرقی East	106	ممرز - انجیلی Persian parrotia	71	9985	گرگنج GorgeTaj	12
شرقی East	556	ممرز - بلوط Hornbeam - Oak	144	25654	دوآب Doab	8
جنوبی - شرقی South - East	573	ممرز - بلوط Hornbeam - Oak	64	4985	دوآب Doab	51
شمالی North	415	ممرز - آزاد Hornbeam - zelkova	3	4985	درویشان Darvishan	2
شمالی - شرقی North-east	415	ممرز - آزاد Hornbeam - zelkova	11	2230	زرندین علیا Zarandin-e Olya	27

نتایج

معنی‌داری بین تیپ‌های فوق از نظر قطر درخت در ارتفاع برابر سینه ($F_{0.05, 18, 9} = 3.59$)، کیفیت تنه درجه سه ($F_{0.05, 18, 9} = 6.73$)، پوسیدگی طوقه ($F_{0.05, 18, 9}$) و شاخص غنا مارگالف ($F_{0.05, 18, 9} = 4.26$) وجود داشت. اثر جهت شیب بر گستره آتش‌سوزی ($F_{0.01, 11, 7} = 11.59$)، فراوانی کل پایه‌های درختی ($F_{0.01, 11, 7} = 11.94$)، کیفیت تنه درجه یک ($F_{0.05, 11, 7} =$)

نتایج حاصل از آزمون کلموگروف-اسمیرنف روی داده‌های اولیه نشان داد که بیشتر داده‌ها نرمال بودند با این حال داده‌های گستره منطقه آتش‌سوزی در سطح یک درصد غیرنرمال بود که پس از تبدیل به لگاریتم، این داده‌ها نیز نرمال شدند. در مناطق آتش‌سوزی ۱۰ تیپ درختی تشخیص داده شد (جدول ۲). تفاوت

4.26)، کیفیت تنه درجه دو ($F_{0.01, 11, 7}=52.28$)، صدمه یقه‌ای ($F_{0.01, 11, 7}=7.00$) و پوسیدگی طوقه ($F_{0.01, 11, 7}=34.65$) معنی‌دار بود (جدول تجزیه واریانس نشان داده نشده است). بیش‌ترین درصد پایه‌های درختی و پایه‌های با کیفیت تنه درجه یک و درجه دو، در مناطق آتش‌سوزی واقع در شیب‌های شمالی- غربی واقع شده‌اند (شکل ۲). همچنین بیش‌ترین گستره آتش‌سوزی و شاخص تنوع بریلوین مربوط به تیپ‌های ممرز-انجیلی و ممرز-بلوط بود (جدول ۴). کمینه و بیشینه میانگین قطر برابر سینه درختان در تیپ بلوط- انجیلی و توسکا - ممرز به ترتیب ۲۹ و ۵۷ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین تیپ‌های جنگلی از نظر صفات مورد بررسی

Table 3. Mean comparison of forest types traits

تیپ Type Name	قطر برابر سینه (سانتی‌متر) Diameter at breast height (cm)	کیفیت تنه درجه سه (درصد) Grade 3 trunk Quality (%)	پوسیدگی طوقه (درصد) Crown rot (%)
آزاد - بلوط Zelkova - Oak	38.75 ^{bcd}	0.00 ^d	8.33 ^{ab}
انجیلی - بلوط Persian parrotia - Oak	45.71 ^{a-d}	14.28 ^b	0.00 ^b
انجیلی - ممرز Persian parrotia - hornbeam	37.80 ^{bcd}	9.36 ^{bcd}	16.65 ^{ab}
بلوط - آزاد Oak - zelkova	40.64 ^{a-d}	5.94 ^{bcd}	2.72 ^{ab}
بلوط - انجیلی Oak - Persian parrotia	56.88 ^{a-d}	11.14 ^{bc}	2.00 ^{ab}
توسکا - ممرز Alder - Hornbeam	29.33 ^d	3.33 ^{cd}	3.33 ^{ab}
راش - ممرز Beech - Hornbeam	34.67 ^{cd}	2.25 ^{cd}	6.20 ^{ab}
ممرز - آزاد Hornbeam - zelkova	51.52 ^{abc}	3.28 ^{cd}	15.44 ^{ab}
ممرز - انجیلی Hornbeam - Persian parrotia	38.21 ^{bcd}	11.49 ^{bc}	6.20 ^{ab}
ممرز - بلوط Hornbeam - Oak	53.11 ^{ab}	26.25 ^a	29.24 ^a

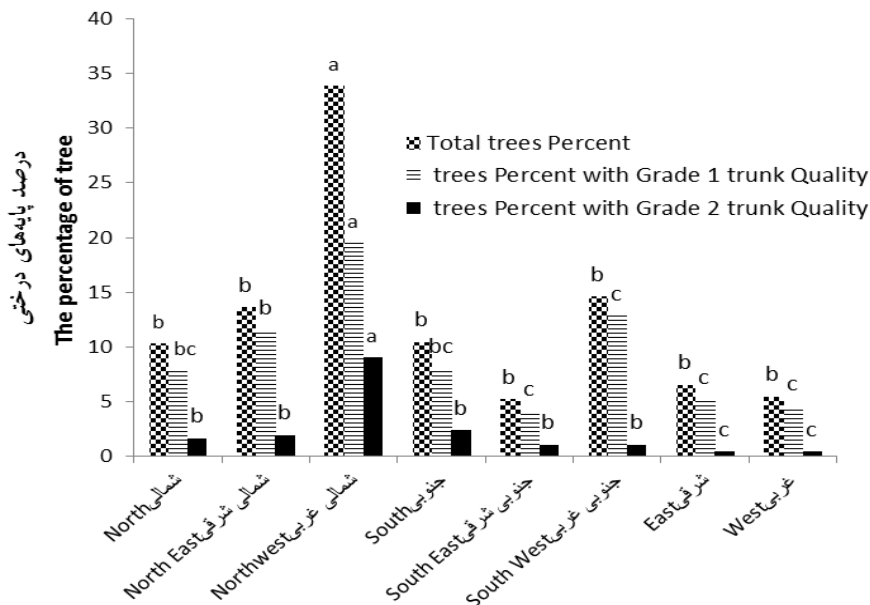
* میانگین‌های هر ستون با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با هم ندارند.

Note: There is no significant difference between the means with common letter (s) in each column (Duncan 5%).

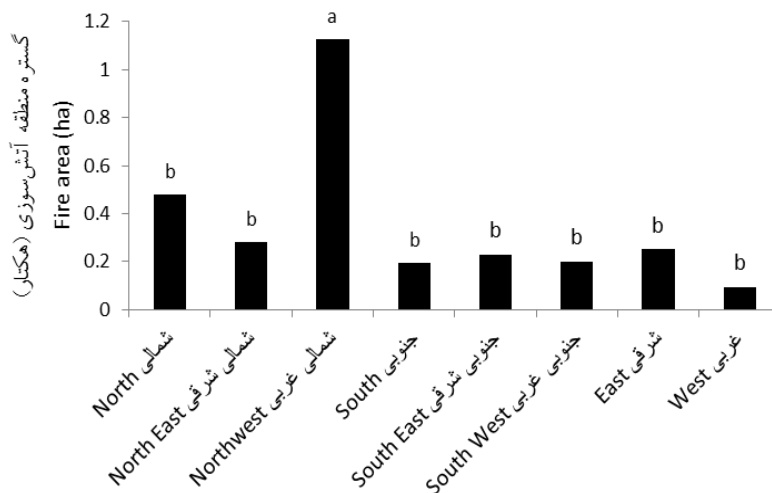
بیش‌ترین گستره آتش‌سوزی در شیب شمال غربی ملاحظه شد (شکل ۳). گونه‌های ممرز (C. *betulus* L.)، بلوط بلندمازو (Q. *castaneaefolia* C.A. Mey.) و انجیلی (C.A. *Parrotia persica* C.A.M.) به ترتیب با فراوانی ۳۵، ۱۹ و ۱۷ درصد بیش‌ترین و گونه‌های گردو (Juglans *regia* L.)، لرگ (Pterocarya *fraxinifolia* (Lam.) Spach.) و کلهو (Diospyros *lotus* L.) کم‌ترین پایه‌های موجود در

بیشترین و کمترین قطر برابر سینه پایه‌ها در مناطق آسیب‌دیده به ترتیب در گونه‌های بلوط بلندمازو (*Q. castaneaeifolia*, C.A. Mey. (۶۰ سانتی‌متر) و آزاد (۳۰ سانتی‌متر) ملاحظه شد (شکل ۶).

لکه‌های آتش‌سوزی بودند (شکل ۴). بیشترین و کمترین آسیب آتش‌سوزی نوع تنه‌ای به ترتیب در گونه‌های آزاد (۲۳ درصد) و راش (*Fagus orientalis* Lipsky) بدون آسیب تنه‌ای مشاهده شد (شکل ۵).



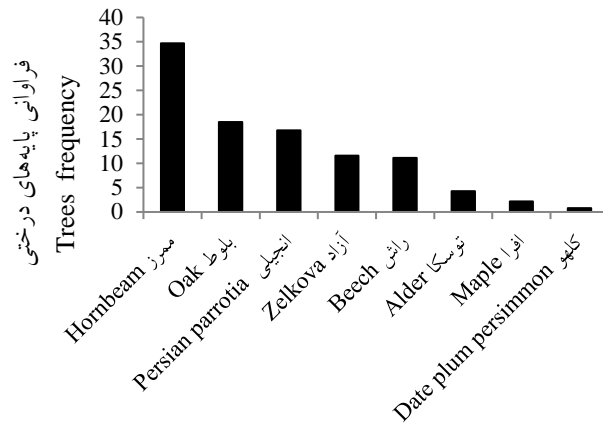
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر جهات جغرافیایی بر درصد کل پایه‌های درختی و پایه‌های دارای کیفیت تنه درجه ۱ و ۲
Figure 2. Mean Comparison effects of geographic directions on total number of trees and trees with trunks quality grade 1 and 2



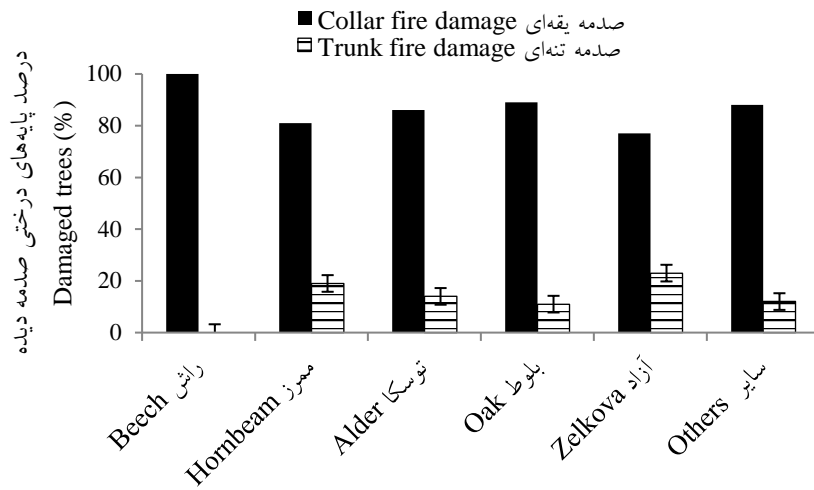
شکل ۳- اثر شیب بر گستره منطقه آتش‌سوزی (هکتار)

Figure 3. Slope effect on the fire area extent (ha)

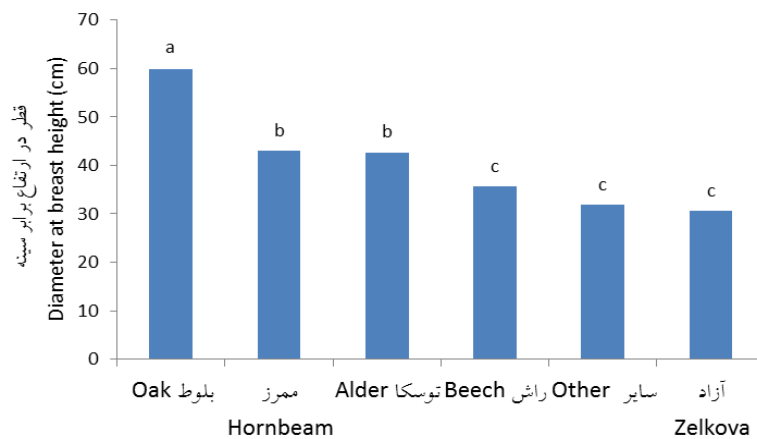
* میانگین‌های با حرف مشترک در هر جهت بر اساس آزمون دانکن اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با هم ندارند.
Note: There is no significant difference between the means with common letter (s) in each direction (Duncan 5%).



شکل ۴- فراوانی پایه‌های مختلف درختی در لکه‌های آتش‌سوزی
Figure 4. The abundance of different tree species, in fire areas.



شکل ۵- نوع و درصد صدمه گونه‌های درختی در لکه‌های آتش‌سوزی
Figure 5. The damage type and percentage of tree species in fire areas.



شکل ۶- مقایسه میانگین گونه‌های درختی آسیب‌دیده از نظر قطر در ارتفاع برابر سینه

Figure 6. DBH mean comparison of the damaged trees

* میانگین‌های با حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با هم ندارد.

Note: There is no significant difference between the means with common letter (s) (Duncan 5%).

بیشترین شاخص تنوع بریلوین، غناء مارگالف و یکنواختی نی اصلاح شده به ترتیب در تیپ‌های انجیلی - ممرز (۱/۴)، ممرز-آزاد (۱/۱۲) و توسکا- ممرز (۰/۶۰) محاسبه شد (جدول ۴). همبستگی بین تیپ‌های درختی با گستره آتش‌سوزی، تعداد پایه درختی، درصد پایه صدمه دیده و شاخص تنوع زیستی بریلوین مثبت و معنی‌دار (از ۰/۵۱ تا ۰/۶۴) بود (جدول ۵).

جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع زیستی، غنا و یکنواختی در تیپ‌های مختلف منطقه‌های آتش‌سوزی

Table 4. The mean comparison of biodiversity, richness and evenness indices of different types in fire areas

تیپ	شماره تیپ	بریلوین	مارگالف	نی اصلاح شده
Type Name	Type No.	Brillouin index	Margalef index	Modified Nee index
آزاد - بلوط zelkova - Oak	1	1.27 ^{bc}	0.63 ^{ab}	0.14 ^b
انجیلی - بلوط Persian parrotia - Oak	2	0.63 ^{bc}	0.51 ^b	0.24 ^b
انجیلی - ممرز Persian parrotia - hornbeam	3	0.87 ^{bc}	0.80 ^{ab}	0.16 ^b
بلوط - آزاد Oak - zelkova	4	0.95 ^{bc}	0.34 ^b	0.47 ^{ab}
بلوط - انجیلی Oak - Persian parrotia	5	0.63 ^c	0.40 ^b	0.23 ^b
توسکا - ممرز Alder - Hornbeam	6	0.88 ^{bc}	0.88 ^a	0.60 ^a
راش - ممرز Beech - Hornbeam	7	1.42 ^{abc}	1.12 ^a	0.15 ^b
ممرز - آزاد Hornbeam - zelkova	8	1.55 ^{ab}	1.12 ^a	0.20 ^a
ممرز - انجیلی Hornbeam - Persian parrotia	9	1.75 ^a	0.90 ^{ab}	0.15 ^b
ممرز - بلوط Hornbeam - Oak	10	1.41 ^{abc}	0.60 ^{ab}	0.13 ^b

* میانگین‌هایی هر ستون با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با هم ندارند.

Note: There is no significant difference between the means with common letter (s) in each column (Duncan 5%).

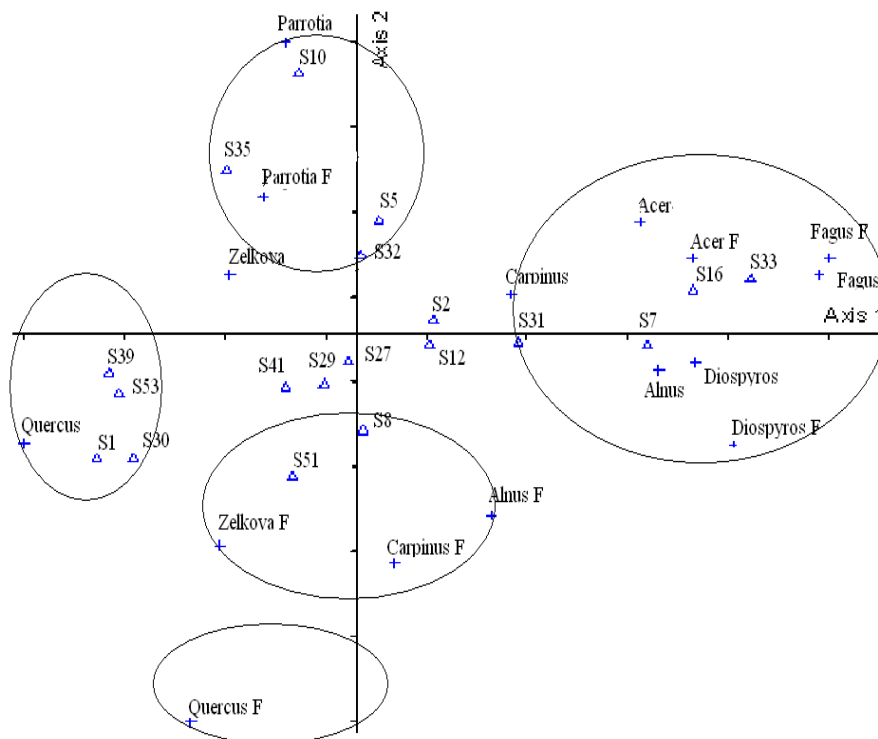
جدول ۵- ضریب همبستگی اسپیرمن تیپ‌های جنگلی با صدمات آتش‌سوزی و تنوع زیستی بریلوین

Table 5. The Spearman correlation coefficient of forest types with fire damages and Brillouin's biodiversity index

شاخص‌های آماری	گستره لکه آتش‌سوزی	تعداد پایه (غنا)	پایه صدمه دیده (درصد)	تنوع بریلوین
Statistical parameters	Spots fire area	Trees number (richness)	Damaged trees (%)	Brillouin diversity
ضریب همبستگی	0.56	0.54	0.51	0.64
سطح معنی‌داری	0.01	0.02	0.03	0.003

تحلیل تطبیقی قوس‌گیری‌شده (DCA): محورهای به‌طور کامل غیرهمبسته ($R=0/01$) اول و دوم DCA با ارزش ویژه به‌ترتیب $0/64$ و $0/36$ ، بیشترین تغییرات موجود در ساختار پوشش گیاهی را بیان کردند و به‌عنوان محورهای اول و دوم رسته‌بندی DCA (شکل ۷) انتخاب شدند. دیاگرام حاصل، گونه‌های معرف و قطعات نمونه‌گیری را به‌خوبی از هم متمایز کرد. در سمت راست محور اصلی گونه‌های راش (*Fagus orientalis* Lipsky)، افرا (*Acer velutinum* Boiss.)، توسکا (*Alnus subcordata* C.A.M.)، ممرز

(*C. betulus* L.) و کلهو (*D. lotus* L.) با یکدیگر در یک گروه قرار گرفتند. در عین حال لکه‌های ۷ (راش - ممرز)، ۱۶ (راش - ممرز)، ۳۱ (توسکا - ممرز) و ۳۳ (راش - ممرز) مشابهت بیشتری باهم داشتند. در همه این تیپ‌های درختی فراوانی ممرز و البته مطابق با آن، تعداد پایه صدمه دیده ممرز (۴۵ پایه) بیشتر بود. در مقابل منطقه‌های ۱ (آزاد - بلوط)، ۳۰ (بلوط - آزاد)، ۳۹ (بلوط - آزاد) و ۵۳ (بلوط - آزاد) از نظر تیپ رویشگاهی وضعیت مشابهی داشته، در همه آنها فراوانی بلوط (*Q. castaneaeifolia* C.A. Mey.) بیشتر و تعداد پایه صدمه دیده کمتر بود.



شکل ۷ - دیاگرام رج‌بندی DCA گونه‌های معرف و منطقه‌های نمونه‌گیری

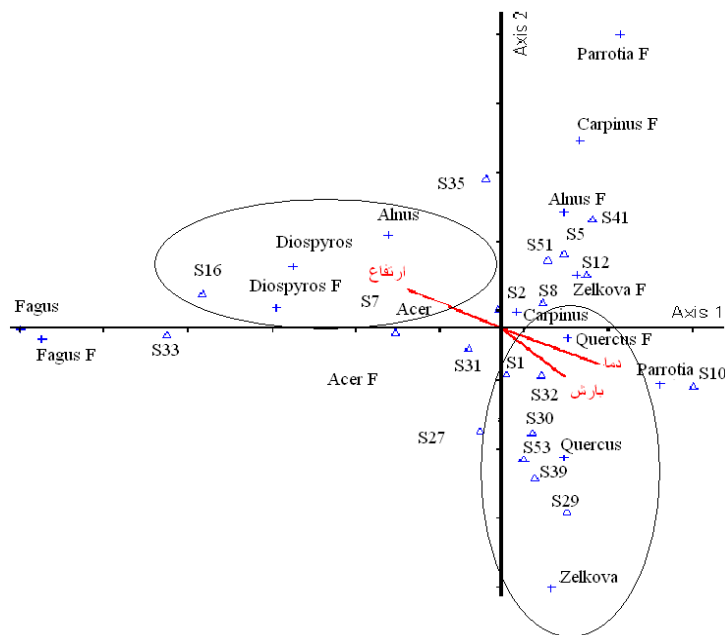
Figure 7. DCA ordination diagram of indicator species and sampling areas

تجزیه تطبیقی متعارفی CCA
محورهای اول و دوم رسته‌بندی CCA به‌علت دارا بودن بیشترین ارزش ویژه ($0/59$ و $0/26$) برای نمایش نتایج انتخاب شدند. در دیاگرام CCA (شکل

۸) نقش بارندگی، دما و ارتفاع نسبت به دیگر متغیرها بیشتر بود. در CCA نیز نتایج کم‌وبیش همانند DCA بود به‌طوری‌که در منطقه‌های آتش‌سوزی کوهسارکنده، خیرآباد، قرمرض، پوروا، زرن‌دین سفلی و قرمرض ۵۳

آتش سوزی شرکت سیمان، ملاخیل و درویشان (۷، ۱۶ و ۳۵) که در مناطق مرتفع تر هستند، پایه های سالم توسکا و افرا بیش از دیگر گونه ها بود. احتمالاً در اراضی بالابند به علت تأثیر عوامل محیطی، این دو گونه کمتر صدمه دیده اند.

(در جدول ۲ با شماره های ۱۰، ۲۹، ۳۰، ۳۲، ۳۹ و ۵۳ مشخص شده اند)، فراوانی انجیلی (*P. persica* C.A.M.) و آزاد (*Z. carpinifolia* (Pallas) K. Koch) سالم بیش از دیگر گونه ها بود و کاهش دما موجب صدمه کمتر شده است. در مقابل منطقه های



شکل ۸ - پراکنش قطعات، گونه های سالم، آسیب دیده و عوامل محیطی در امتداد دو محور اول و دوم CCA. (S شماره لکه و F پایه های صدمه دیده)

Figure 8. Distribution of plots, healthy and damaged species, and environmental factors along the first and the second axis of CCA. Where: S=Number of spots and F=Number of damaged trees.

آب و هوا و توپوگرافی رویشگاه از عوامل مهم مؤثر بر وسعت آتش سوزی در عرصه های منابع طبیعی معرفی شده است (Nofaresti and Tadaion Tabrizi, 2012; Oliveira et al., 2012). موقعیت بیشتر منطقه های آتش سوزی (۱۳ منطقه) در ارتفاع کمتر از ۵۰۰ متر از سطح دریا و شیب ملایم کمتر از ۲۰ درصد یعنی در مکان هایی که اغلب انسان حضور دارد بود. در برخی منابع (Koutsias et al., 2012; Parresol et al., 2012) علت کاهش صدمات آتش سوزی در اراضی بالابند، کاهش فعالیت انسانی و در نتیجه کاهش

بحث

نتایج نشان داد که عوامل مختلف اقلیمی و اکولوژیکی منجر به تغییر وسعت و شدت آتش سوزی ها در مناطق مختلف شده اند. به عبارت دیگر با توجه به شکل های ۲ و ۳، پستی و بلندی های زمین با اثرگذاری مستقیم بر مقدار رطوبت و وزش باد، شدت آتش سوزی ها (از نظر وسعت و تعداد درختان صدمه دیده) را تغییر داده اند. با افزایش ارتفاع از سطح دریا درصد پایه های صدمه دیده و درصد صدمه نوع یقه ای در اثر آتش سوزی کاهش یافت. در گزارش های مختلف نیز

چلیر جنگل آموزشی پژوهشی خیرودکنار را ممرز (C. *betulus* L.) تشکیل می‌دهد که این مورد نیز به اختلاف تیپ رویشی دو منطقه مربوط است. در حوزه جنگلداری شهرستان نکا گونه ممرز (C. *betulus* L.)، گونه غالب مناطق آسیب‌دیده بود که مؤید شدت آتش‌سوزی‌ها در مناطق پایین‌دست است (شکل ۴). نتایج به‌دست‌آمده، هماهنگ با فرضیه‌های ارائه‌شده نشان داد که نوع گونه‌های جنگلی نقش مؤثری در جلوگیری یا گسترش آتش‌سوزی در جنگل دارد. (Nasiri (2012) نیز نشان داد که در بین گونه‌های درختی جنگل‌های شمال کشور، گونه ممرز دارای کم‌ترین مقاومت در برابر سوختن کامل است. با گروه‌بندی لکه‌ها بر اساس شرایط اقلیمی و ترکیب گونه‌های گیاهی، می‌توان در برنامه‌های شناسایی مناطق با ریسک بالای آتش‌سوزی و همچنین مدیریت صحیح نهالکاری عرصه‌های در معرض خطر بیشتر آتش‌سوزی بهره‌برداری کرد. گونه ممرز (C. *betulus* L.) که بیش‌ترین فراوانی را در منطقه‌های آتش‌سوزی دارد در هر دو رسته‌بندی DCA و CCA در مکان‌های مشابهی قرار دارد. مقاومت کمتر این گونه (Nasiri, 2012) موجب شده است که این گونه بیش‌ترین درصد پایه‌های صدمه‌دیده از کل درختان را در منطقه‌های آتش‌سوزی به‌خود اختصاص دهد. هر دو رسته‌بندی نشان می‌دهند که پراکنش گونه‌ها در منطقه‌های آتش‌سوزی عمدتاً به عوامل بارندگی، دما و ارتفاع مرتبط است. در این پژوهش ارتباط مستقیمی بین درصد شیب با صدمات آتش‌سوزی مشاهده نشد. Sebastian-Lopez و همکاران (2008) معتقدند که افزایش شیب در جهت مثبت موجب افزایش انتقال حرارت و افزایش شیب در جهت منفی موجب کاهش انتقال حرارت می‌شود. در منطقه مورد بررسی، هم‌چنان که (Noferesti and Tadaion Tabrizi (2012

آتش‌سوزی عمدی توسط انسان عنوان شده است. از سوی دیگر عوامل اقلیمی و انسانی با اثرگذاری بر گسترش گونه‌های درختی، نوع آمیختگی گونه‌ها و تشکیل تیپ‌های مختلف، در تغییر وسعت و شدت آتش‌سوزی‌ها در لکه‌های آتش‌سوزی مؤثر بوده‌اند. اثر جهت جغرافیایی به‌تنهایی بر وسعت آتش‌سوزی، غنای گونه‌ای، کیفیت چوب، نوع صدمه یقه‌ای و پوسیدگی طوقه معنی‌داری بود. متوسط قطر برابرسینه درختان در منطقه‌های آتش‌سوزی واقع در دامنه‌های شرقی بیش از دیگر منطقه‌ها است. همچنین میانگین پایه‌های صدمه‌دیده نوع یقه‌ای و پوسیدگی طوقه‌ای در منطقه‌های آتش‌سوزی واقع در دامنه‌های شرقی بیشتر بود. برخی گزارش‌های موجود مبین وابستگی ضعیف جهت دامنه با وقوع آتش‌سوزی در عرصه‌های جنگلی است (Koutsias et al., 2012). علت این تناقض به تداخل اثرها نوع آتش‌سوزی و شرایط منطقه مربوط می‌شود. به‌نظر می‌رسد که در منطقه مورد بررسی عامل عمدی ایجادکننده آتش‌سوزی، یعنی انسان، نقش عامل جهت دامنه را تحت تأثیر قرار داده است. در منطقه آتش‌سوزی سری چلیر خیرودکنار (حوزه ۴۵ گلبدن نوشهر) میانگین قطر برابرسینه گونه ممرز نسبت به میانگین قطر برابرسینه کل درختان کمتر بود (Banj Shafiei et al., 2007). در صورتی‌که در مناطق آتش‌سوزی شهرستان نکا، میانگین قطر برابرسینه گونه ممرز (C. *betulus* L.) کمتر از بلوط اما بیش از گونه‌های آزاد (Z. *carpinifolia* (Pallas) K. Koch) و راش (F. *orientalis* Lipsky) بود، علت این اختلاف احتمالاً مربوط به تفاوت میانگین ارتفاع از سطح دریا و شیوه‌های متفاوت مدیریتی در لکه‌های آتش‌سوزی دو منطقه است. طبق گزارش Banj Shafiei و همکاران (2007) ۴۳/۷ درصد درختان منطقه آتش‌سوزی شده جنگل چمستان از سری ۴

نظر اقدام به موقع در عملیات اطفاء حریق و سطحی بودن آتش‌سوزی‌ها، کمتر تحت تأثیر واقع شد. بررسی اثر خسارت‌های ناشی از آتش‌سوزی بر تیپ‌های رویشی عرصه‌های جنگلی می‌تواند راهکارهای مفیدی را برای انتخاب گونه‌های مناسب برای جنگلکاری در همان عرصه‌ها یا عرصه‌های مشابه با ریسک بالای خطر آتش‌سوزی ارائه کند. به‌منظور مدیریت بحران آتش‌سوزی در جنگل‌های شمال ایران، در اولویت‌بندی مناطق برای اطفاء حریق باید مناطق با بارندگی کمتر، دمای بالاتر، در شیب‌های شمال غربی مناطق پائین‌بند مورد توجه باشند. مهم‌ترین عوامل مؤثر در تفکیک منطقه‌های آتش‌سوزی بارندگی سالیانه، دمای میانگین سالیانه، ارتفاع از سطح دریا و فراوانی گونه‌های درختی با کیفیت درجه یک بود به-گونه‌ای که بزرگ‌ترین منطقه‌های آتش‌سوزی در مناطق پائین‌بند با شاخص تنوع زیستی بریلوین بیشتر واقع شده‌اند. شاید عوامل مرتبط با شاخص تنوع زیستی بریلوین (مانند افزایش حضور انسان‌ها یا دام) در افزایش ریسک آتش‌سوزی در این مناطق دخیل بوده‌اند. با توجه به استفاده مردم از جنگل به‌خصوص جوامع محلی و جنگل‌نشینان داخل و حاشیه جنگل و دیگر ذینفعان و بهره‌برداران از آن و شرایط نامساعد طبیعی جنگل‌های شمال کشور و همچنین تغییرات ایجادشده در آب‌وهوای منطقه، احتمال بروز آتش‌سوزی‌های مشابه وجود دارد. لازم است که در مناطقی با خطر آتش‌سوزی زیاد در پروژه‌های جنگلکاری بیشتر از گونه‌هایی مثل انجیلی، آزاد و راش که توانایی بهتری در به تأخیر انداختن گسترش آتش‌سوزی دارند استفاده شود. متولیان عرصه‌های جنگلی (متناسب با تنوع گونه‌های درختی) به وسایل و امکانات مناسب برای اطفاء حریق مجهز شوند تا به‌منظور حفاظت از ذخایر ارزشمند توارثی موجود،

نیز معتقد است ارتفاع از سطح دریا محل با تغییر شکل جبهه و روند انتشار آتش بر گستره آتش‌سوزی طبق تحلیل CCA اثر گذاشته است. عامل‌های مهم تأثیرگذار بر روی انتشار آتش در یونان شامل سرعت انتشار، تراکم پوشش گیاهی، ارتفاع زمین، قابلیت اشتعال و شرایط باد گزارش شده است (Koutsias *et al.*, 2012). یافته‌های مشابه در زمینه افزایش تعداد آتش‌سوزی‌ها در مناطق گرم‌تر شرق مدیترانه گزارش شده و نتیجه گرفته‌اند که افزایش درجه حرارت هوا در سال‌های (۲۰۱۰-۱۸۹۴) موجب افزایش معنی‌دار تعداد آتش‌سوزی‌های سالانه شده است (Oliveira *et al.*, 2012). همچنین وسعت آتش‌سوزی همبستگی منفی شدیدی با مقدار بارندگی همان فصلی که در آن آتش‌سوزی رخ داده و همبستگی مثبتی با مقدار بارندگی دو سال قبل از آن دارد. شرایط مثبتی که بارش برای تولید و رشد و تجمع پوشش گیاهی فراهم می‌کند احتمالاً موجب افزایش وسعت آتش‌سوزی در سال‌های کم باران می‌شود. عامل اصلی ایجاد آتش‌سوزی در اراضی پائین‌دست، انسان‌های حاشیه جنگل هستند که در صورت گسترش چنین رفتارهای نابهنجار، شاهد تخریب هر چه بیشتر جنگل‌ها در آینده خواهیم بود. به‌طورمعمول این قبیل آتش‌سوزی‌ها با از بین بردن درختان کم قطر و جایگزین شدن گونه‌های نورپسند و پیشگام مانند افرا (*A. velutinum* Boiss.) به‌جای زادآوری گونه‌های سایه‌پسند و مرغوب مانند راش (*F. orientalis* Lipsky)، سبب دور شدن جنگل از حالت اولیه می‌شوند. همچنان که در جدول وجود ضعف فیزیولوژیک در پایه‌ها مانند حضور پایه‌های درختی ناسالم یا با کیفیت درجه سه موجب توسعه گستره آتش‌سوزی در تیپ انجیلی - ممرز شده است (جدول ۳). با این حال خوشبختانه پوشش درختی منطقه از

حفاظت موفق‌تر ذخایر توارثی موجود در عرصه‌های جنگلی بود.

سیاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاران اداره کل منابع طبیعی منطقه ساری، اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان نکاء و شرکت نکاء چوب که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند سپاسگزاری می‌کنیم.

اطفا حریق با کم‌ترین صدمه و خسارت انجام شود. برای کاهش صدمات آتش‌سوزی و کاهش وقوع آتش‌سوزی، مناطق بحرانی شناسایی شده و بر اساس حساسیت به آتش‌سوزی طبقه‌بندی شوند. با رعایت عملیات جنگلداری و جنگل‌شناسی در ایجاد جنگل‌های ناهمسال، با جمع‌آوری مازاد بر مقطوعات، درختان خشکیده و سرپا و احداث و تکمیل جاده‌های دسترسی و آتش‌بر در این مناطق می‌توان امیدوار به

References

- AaliMahmoodi Sarab, S., J. Fegghi & B. Jabarian Amiri, 2012. Rangeland and forest fire occurrence prediction using artificial neural network (case study: forests of Izeh), *Apply Ecology*, 1(2): 75-85. In Persian.
- Alibakhshi, R., H. A. Khademi-Eslam & D. Parsapajouh, 2005. Effect of sea level variation on wood physical and mechanical properties of Cupressus Sempervirens in Noushahr region, *Journal of Agricultural Sciences*, 11(2): 205-216. (In Persian)
- Amiri, T., A. Banj Shafiei, M. Erfanian, O. Hosseinzadeh & H. Beygiheidarlou, 2017. Determining of effective criteria in locating firefighting station in forest, *Forest Research and Development*, 2 (4): 379-393. (In Persian)
- Anonymous, 2011. Statistics reports of fires of past years. Department of Natural Resources and Watershed of Sari region, 28 p. (In Persian)
- Banj Shafiei, A., M. Akbarinia, S. Gh. Jalali, P. Azizi & S. M. Hosseini, 2007. The effects of fire on forest structure: Case study in Chelir, Kheyroudkenar, (Watershed number 45 Golband, Nowshahr), *Pajouhesh & Sazandegi*, 76: 105-112. (In Persian)
- Biranvand, A., S. Babaei Kafaki & H. Kiadaliri, 2011. Investigation the Ecological Factors Affecting Fire Spread in Forest Ecosystems (Case Study: Kakareza-Lorestan), *Journal of Renewable Natural Resources Research*, 2(2):1-13. (In Persian)
- Brown, J. K., R. D. Oberheu & C. M. Johnston, 1982. Handbook for inventory surface fuels and biomass in the interior forest. USDA Forest Service General INT. Report number: 129, 48 p.
- Ejtehadi, H., A. Sepehri & H. Akkafi, 2009. Methods of biodiversity measurement, Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, 226 p. (In Persian)
- He, H. S., B. Z. Shang, T. R. Crow, E. J. Gustafson & S. R. Shifley, 2004. Simulating forest fuel and fire risk dynamics across landscapes-LANDIS fuel module design, *Ecological Modelling*, 180(1): 135-151.
- Justus, J., 2011. A Case Study in Concept Determination: Ecological diversity. In: Gabbay D. M., P. Thagard & J. Woods (Eds.), Handbook of the Philosophy of Science. Elsevier B. V., San Diego: North Holland, pp. 147-168.
- Khalaj, A. & M. Pourghassem, 2008. Climate and atmospheric agents involved in forest fire. Proceedings of the First International Conference on Safety, Health and Environment in organizations, Isfahan, Iran. pp. 48-57. (In Persian)
- Koutsias, N., G. Xanthopoulos, D. Founda, F. Xystrakis, F. Nioti, M. Pleniou, G. Mallinis & M. Arianoutsou, 2012. On the relationships between forest fires and weather conditions in Greece from long-term national observations (1894-2010), *International Journal of Wildland Fire*, 22(4): 493-507.
- Krebs, C. J., 1999. Ecological Methodology, second edition. Benjamin-Cummings Press, New York, 620 p.
- Magurran, A. E., 2013. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press, Princeton, 178 p.
- Nasiri, M., 2012. Investigation on wood resistance of different tree species to fire at Caspian Forests of Iran, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(3): 505-513. (In Persian)

-
- Noferesti, S. & Gh. Tadaion Tabrizi, 2012. Application of Cellular Automata to simulate fire propagation. Proceedings of the First National Conference on Software Engineering Iran. Iran. pp. 319-327. (In Persian)
 - Oliveira, S., F. Oehler, J. San-Miguel-Ayanz, A. Camia & J. M. C. Pereira, 2012. Modeling spatial patterns of fire occurrence in Mediterranean Europe using Multiple Regression and Random Forest, *Forest Ecology and Management*, 275: 117-129.
 - Parresol, B. R., J. I. Blake & A. J. Thompson, 2012. Effects of overstory composition and prescribed fire on fuel loading across a heterogeneous managed landscape in the southeastern USA, *Forest Ecology and Management*, 273: 29-42.
 - Sebastian-Lopez, A., R. Salvador-Civil, J. Gonzalo-Jimenez & J. San-Miguel Ayanz, 2008. Integration of socio-economic and environmental variables for modeling long-term fire danger in Southern Europe, *European Journal of Forest Research*, 127(2): 149-163.
 - Shokri, R., R. Basiri & H. Taleshi, 2017. Effect of fire on structure and regeneration of oak coppice trees in Lorestan province (Case study: Tangeh Ghale area in Kuhdasht), *Forest Research and Development*, 3(2): 163-174. (In Persian)
 - Smith, B. & J. B. Wilson, 1996. A consumer's guide to evenness indices, *Oikos*, 76: 70-82.

**The effect of ecological factors on fire in Hyrcanian forests
(Case study: forest areas of Neka, Mazandaran, Iran)**

M. Esmacili Sharif^{*1}, H. Jalilvand², M. Amoozad³, A. A. Jafari⁴ and S. M. Moslemi SayedMahale⁵

1- Assistant Professor, Division of Natural Resources Research, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, I.R. Iran.

2- Associate Professor, Department of Forestry, Natural Resources Faculty, Sari Agricultural Sciences & Natural Resources University, Sari, I.R. Iran.

3- PhD of Forestry, Head of the Department of Education and Promotion, Organization of Natural Resources and Watershed Management Sari area, Sari, I.R. Iran.

4- Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran.

5- Department of Forestry, Natural Resources Faculty, Sari Agricultural Sciences & Natural Resources University, Sari, I.R. Iran.

Received: 01.05.2017

Accepted: 12.12.2017

Abstract

In 2005, there were 54 extremely large fires in the forests of Neka, Mazandaran province. This study was carried out to evaluate the effect of physiographic conditions and ecological factors on fire intensity of the above mentioned areas. For this purpose, 19 fire spots were selected from the above mentioned fires with a total area of 250 to 25000 square meters. Quantitative and qualitative data of all trees in each of the selected fire spots including tree diameter at breast height, trunk quality, crown health and the frequency of trees were investigated separately in different spots. The univariate analysis of variance showed that tree type has a significant effect on the extent of fire in the forest. The largest spots of fire were belonged to vegetative types of Hornbeam – Persian parrotia and hornbeam - oak. The CCA and DCA analysis groups hornbeam- hazel and hornbeam- oak forests in one group, beech - hornbeam in the second group and other forest types in the third group. In general, the types of oak-elm zelkova and beech-hornbeam have burned more frequently than other vegetation types during the period. In addition to the tree type, other environmental factors affecting the extent of the fire in these areas were included annual precipitation, annual average temperature and altitude.

Keywords: CCA, DCA, Fire, Multivariate analysis.

* Corresponding author

Email: m.esmaeilisharif@areeo.ac.ir