فصلنامهٔ علمی - پژوهشی پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۴، شماره ۱، صفحه ۱۲۹-۱۱۳، (۱۳۹۷)

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

مسعود اسماعیلی شریف*[۱]، حمید جلیلوند[۲]، محمد عموزاد[۳]، علی اشرف جعفری[٤] و سید مصطفی مسلمی سیدمحله[٥]

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.
٤- 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 دریافت: ۹۶/۰۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۱

چکیده

در این پژوهش از مجموع ٥٤ فقره آتش‌سوزی در شهرستان نکا در سال ۱۳۸٤، ۱۹ لکه آتش‌سوزی با مساحت ۲۵۰ تا ۲۵۰۰۰ مترمربع انتخاب و اطلاعات کمی و کیفی تمامی درختان موجود شامل قطر درخت در ارتفاع برابرسینه، کیفیت تنه، وضعیت سلامتی طوقه و فراوانی پایه‌های درختی به تفکیک در قطعات مختلف مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه واریانس یک‌طرفهٔ 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 قوس‌گیری‌شده (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.

* نویسنده مسئول: Email: m.esmaeilisharif@areeo.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

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 گسترهٔ 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 ٤٥ 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، حاشیهٔ 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 سلسله مراتبی 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 مرحلهٔ کاشت، نقش مهمی در جلوگیری از فراهم شدن مهم‌ترین جزء آتش‌سوزی، یعنی تجمع مادهٔ 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 توسعهٔ آتش‌سوزی‌ها در اکوسیستم‌های جنگلی کاکا-رضای لرستان گزارش کردند. Khalaj and Pourghassem (2008) معتقدند که رطوبت نسبی هوا، بیشترین همبستگی را با وقوع و گسترهٔ 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 به‌تبع 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، به‌علت رویش آهسته‌تر درخت نسبت به اراضی با ارتفاع پایین‌تر و در نتیجه تجمع کمتر رزین در زیر پوست، صدمه آتش‌سوزی را کاهش می‌دهد (Anonymous, 2011; Koutsias *et al*., 2012). کمیت و کیفیت مادهٔ سوختنی جنگل توسط عوامل زنده (به‌عنوان‌مثال، 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 مادهٔ سوختنی را که تعیین‌کنندهٔ روند گسترش (رفتار) آتش است، فراهم می‌سازد (He *et al*., 2004). با تغییر ارتفاع و

Archive of SID

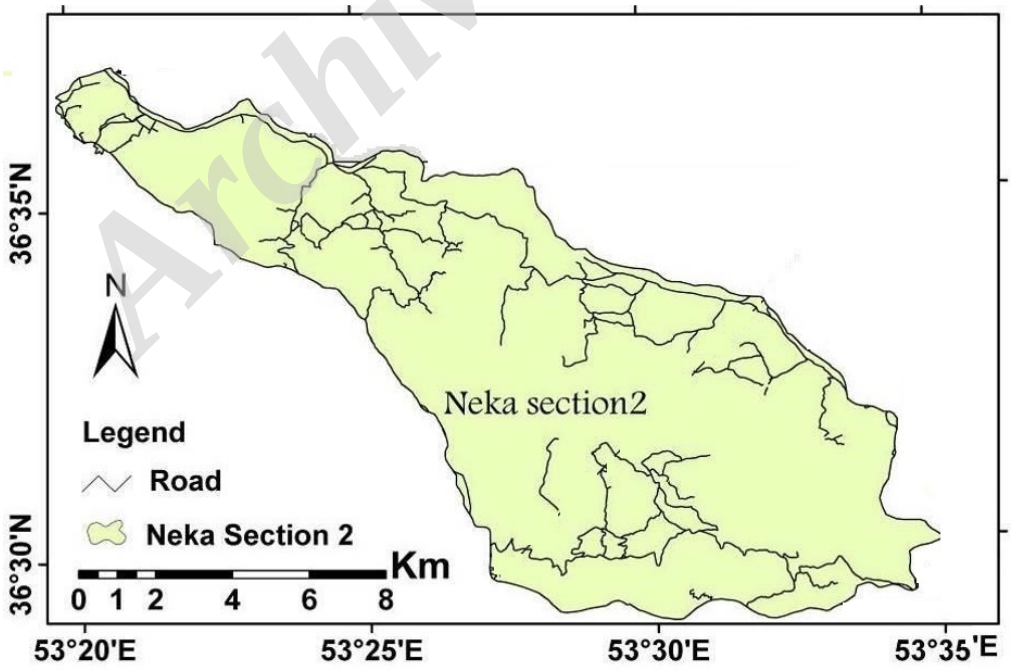
www.SID.ir

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 مادهٔ 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 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

منطقهٔ مورد پژوهش

منطقهٔ مورد بررسی حوزهٔ جنگلداری شهرستان نکاء (شکل ۱) به وسعت ۱۳۶۰۳۸ هکتار است. در تابستان و پاییز ۱۳۸۹، در اثر ٥٤ فقره آتش‌سوزی، حدود ۹۰ هکتار از جنگل و مرتع این حوزه خسارت دید. در این پژوهش، پس از جنگل گردشی، از بین ٥٤ لکه آتش‌سوزی، تعداد ۱۹ لکه (لکه‌هایی که به‌وضوح در اثر آتش سوخته و تمام سطح آنها به‌طور کامل دچار حریق شده بود) به مساحت ۱۰/٦ هکتار انتخاب شد.



شکل ۱- منطقهٔ مورد بررسی حوزه جنگلداری شهرستان نکا

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

Archive of SID

www.SID.ir

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 glutinosa* (L.) Gaertn)، لرگ (*Petrocarya fraxinifolia* (Lam.) Spach)، راش (*Fagus orientalis* Lipsky)، انجیلی (*Parrotia persica* C. A. Mey)، افرا (*Acer velutinum* Boiss)، شیردار (*Acer cappadocicum* Gled) و گردو (*Juglans regia* L.) و گونه‌های درختچه‌ای مانند ازگیل (*Mespilus germanica* L.)، ولیک (*Crataegus microphylla* C. Koch)، 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 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 (طبقهٔ یک سطوح کمتر از ۲۵۰۰ مترمربع، طبقهٔ دوم سطوح ۲۵۰۱ الی ۵۰۰۰ مترمربع، طبقهٔ سوم سطوح ۵۰۰۱ الی ۱۰۰۰۰ مترمربع و طبقهٔ چهارم سطح ۱۰۰۰۱ الی ۲۰۰۰۰ مترمربع و طبقهٔ 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 ٥٤ لکهٔ آتش‌سوزی، تعداد ۱۹ لکه انتخاب شد که شامل سطحی معادل ۱۰/٦ هکتار از مجموع ۹۰ هکتار جنگل آتش‌گرفته بود. در مرحلهٔ بعد در لکه‌های آتش‌سوزی انتخابی، اندازه‌گیری‌های میدانی با استفاده از فرم آماربرداری تهیه‌شده (جدول ۱)، انجام شد.

جدول ۱- مشخصات فرم آماربرداری عرصه‌های آتش‌سوزی

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

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

صفات کمی شامل مساحت منطقهٔ آتش‌سوزی، میانگین قطر برابرسینه، تعداد پایه‌های درختی دارای پوسیدگی در طوقه، تعداد و درصد پایه‌های درختی آسیب‌دیده در اثر آتش‌سوزی، تعداد درختان در لکه به تفکیک نوع صدمهٔ آتش‌سوزی (یقه‌ای، تنه‌ای یا تاجی) و همچنین صفات کیفی نام گونهٔ درختی، وضعیت (کیفیت) تنهٔ درختان، ارتفاع از سطح دریا، جهت شیب در هر لکه ثبت و تیپ‌های لکه‌های

Archive of SID

www.SID.ir

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

غنای گونه‌ای با شاخص مارگالف ($D_{Mg}=\frac{s-1}{\ln N}$)، تنوع با شاخص بریلویین ($H_a=\frac{\ln N! - \ln ni!}{N}$) و یکنواختی با شاخص نی اصلاح‌شده ($E_Q=-2/\pi\arctan(b)$)، محاسبه شد (Magurran, 2013; Krebs, 1999; Ejtehadi *et al*., 2009; Smith and Wilson, 1996). در فرمول‌های فوق، s: تعداد گونه‌های شمارش‌شده؛ N: تعداد کل افراد؛ n_i: تعداد افراد هر گونه و b: شیب منحنی لگاریتم فراوانی-رتبه‌ای برازش‌شده با رگرسیون خطی است.

روش‌های تجزیه‌وتحلیل اطلاعات

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

جدول ۲- مشخصات تیپ‌های جنگلی در منطقه‌های آتش‌سوزی

Table 1. Profile of forest types in fire zones

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

Archive of SID

www.SID.ir

ادامهٔ جدول ۲.

Continued table 2.

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

نتایج

نتایج حاصل از آزمون کلموگروف-اسمیرنف روی داده‌های اولیه نشان داد که بیشتر داده‌ها نرمال بودند با این حال داده‌های گسترهٔ منطقهٔ 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 معنی‌داری بین تیپ‌های فوق از نظر قطر درخت در ارتفاع برابرسینه ($F_{0.05, 18, 9}$ =3.59)، کیفیت تنه درجه سه ($F_{0.05, 18, 9}$ =6.73)، پوسیدگی طوقه ($F_{0.05, 18, 9}$ =3.72) و شاخص غنا مارگالف ($F_{0.05, 18, 9}$ =4.26) وجود داشت. اثر جهت شیب بر گسترهٔ آتش‌سوزی ($F_{0.01, 11, 7}$ =11.59)، فراوانی کل پایه‌های درختی ($F_{0.01, 11, 7}$=11.94)، کیفیت تنه درجه‌یک (= $F_{0.05, 11, 7}$

Archive of SID

www.SID.ir

4.26)، کیفیت تنه درجه‌دو ($F_{0.01, 11, 7}$=52.28)، صدمهٔ 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 درجه‌یک و درجه‌دو، در مناطق آتش‌سوزی واقع در شیب‌های شمالی- غربی واقع شده‌اند (شکل ۲). همچنین بیش‌ترین گسترهٔ آتش‌سوزی و شاخص تنوع بریلوییین مربوط به تیپ‌های ممرز-انجیلی و ممرز-بلوط بود (جدول ٤). کمینه و بیشینه میانگین قطر برابرسینه درختان در تیپ بلوط- انجیلی و توسکا - ممرز به‌ترتیب ۲۹ و ۵۷ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۳).

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

Table 3. Mean comparison of forest types traits

تیپ Type Name	قطر برابرسینه (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%).

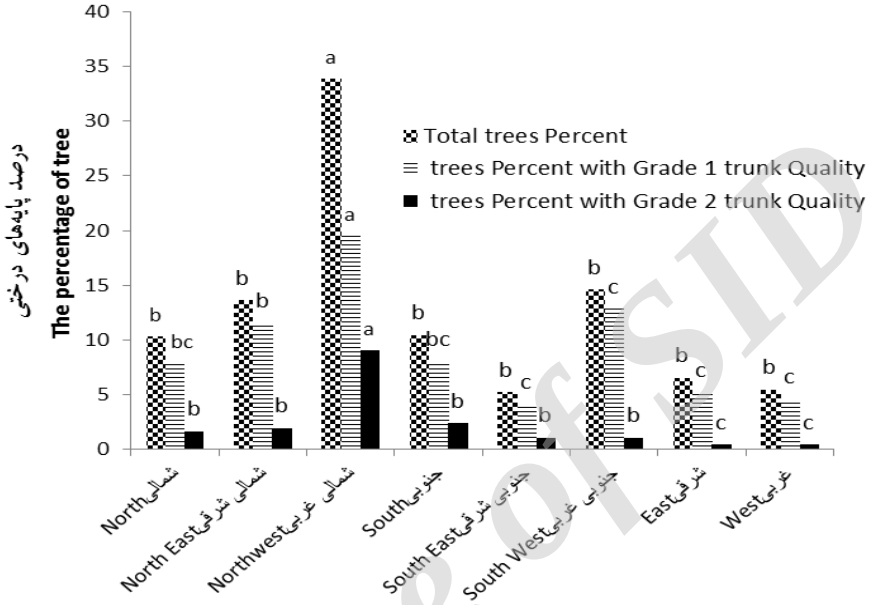
بیش‌ترین گسترهٔ آتش‌سوزی در شیب شمال غربی ملاحظه شد (شکل ۳). گونه‌های ممرز (*C. betulus* L.)، بلوط بلندمازو (*Q. castaneaefolia.* C.A. Mey.) و انجیلی (*Parrotia persica* C.A.M.) به‌ترتیب با فراوانی ۳۵، ۱۹ و ۱۷ درصد بیش‌ترین و گونه‌های گردو (*Juglans regia* L.)، لرگ (*Pterocarya fraxinifolia* (Lam.) Spach.)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

Archive of SID

www.SID.ir

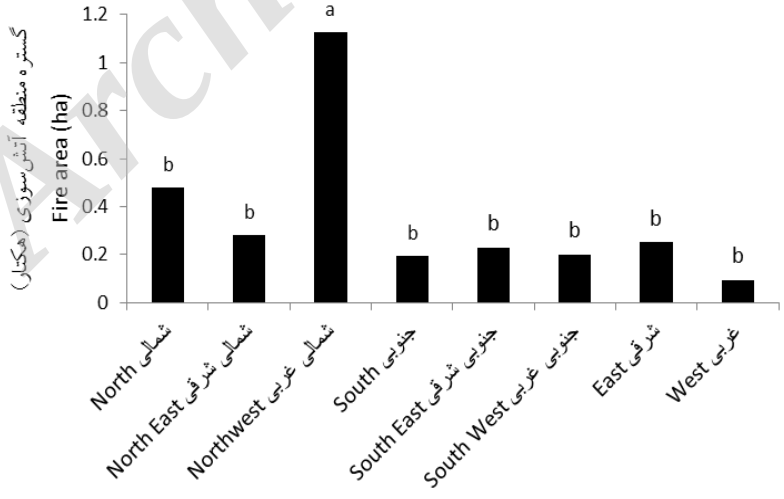
لکه‌های آتش‌سوزی بودند (شکل ٤). بیش‌ترین و کم‌ترین آسیب آتش‌سوزی نوع تنه‌ای به‌ترتیب در گونه‌های آزاد (۲۳ درصد) و راش (*Fagus orientalis* Lipsky) بدون آسیب تنه‌ای مشاهده شد (شکل ٥).

بیش‌ترین و کم‌ترین قطر برابرسینه پایه‌ها در مناطق آسیب‌دیده به‌ترتیب در گونه‌های بلوط بلندمازو (*Q. castaneaefolia*. C.A. Mey.) (٦٠ سانتی‌متر) و آزاد (۳۰ سانتی‌متر) ملاحظه شد (شکل ٦).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر جهات جغرافیایی بر درصد کل پایه‌های درختی و پایه‌های درختی 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 گسترهٔ منطقهٔ آتش‌سوزی (هکتار)

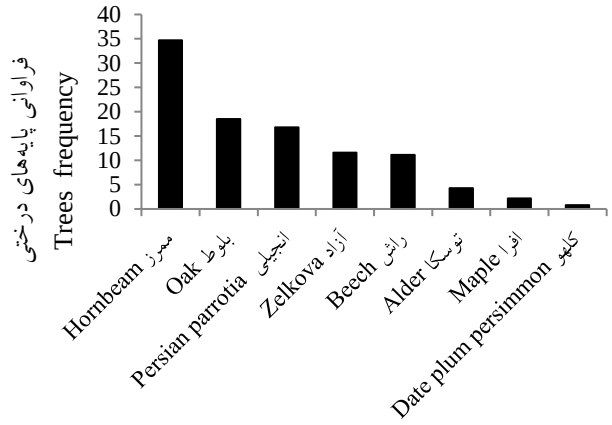
Figure 3. Slop effect on the fire area extent (ha)

* 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%).

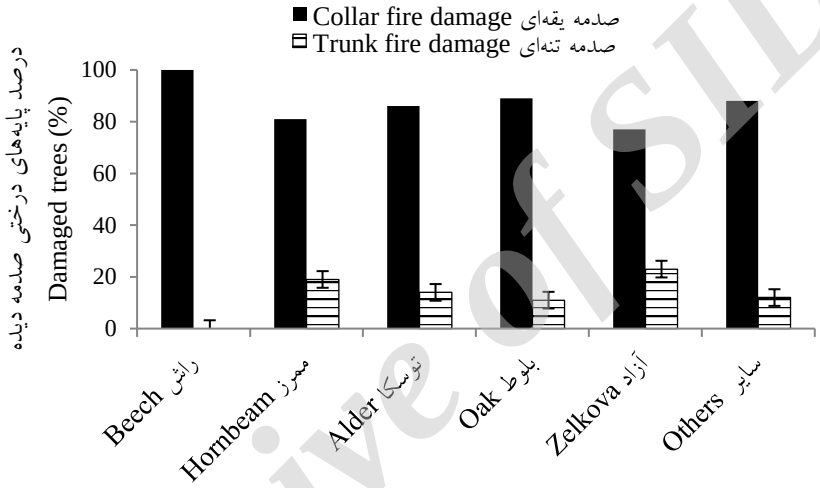
Archive of SID

www.SID.ir



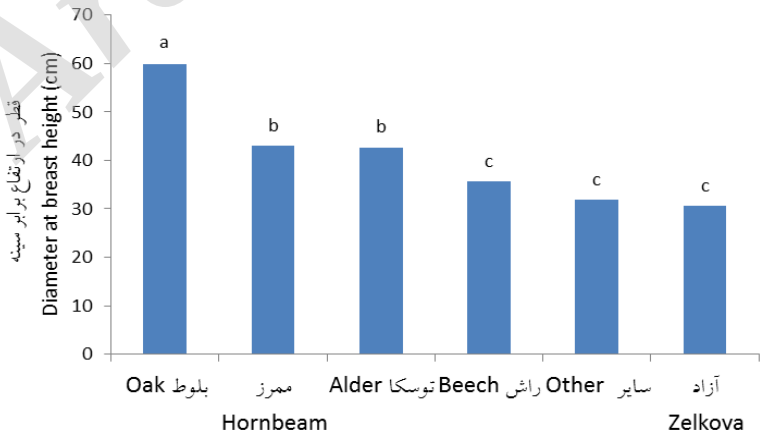
شکل ٤- فراوانی پایه‌های مختلف درختی در لکه‌های آتش‌سوزی

Figure 4. The abundance of different tree species, in fire areas.



شکل ٥- نوع و درصد صدمهٔ گونه‌های درختی در لکه‌های آتش‌سوزی

Figure 5.The damage type and percentage of tree species in fire areas.



شکل ٦- مقایسهٔ میانگین گونه‌های درختی آسیب‌دیده از نظر قطر در ارتفاع برابرسینه

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%).

Archive of SID

www.SID.ir

بیش‌ترین شاخص تنوع بریلویین، غناء مارگالف و یکنواختی نی اصلاح‌شده به‌ترتیب در تیپ‌های انجیلی- ممرز (۱/٤)، ممرز-آزاد (۱/۱۲) و توسکا- ممرز (۰/٦۰) محاسبه شد (جدول ٤). همبستگی بین تیپ‌های درختی با گسترهٔ آتش‌سوزی، تعداد پایهٔ درختی، درصد پایهٔ صدمه دیده و شاخص تنوع زیستی بریلویین مثبت و معنی‌دار (از ۰/۵۱ تا ۰/٦٤) بود (جدول ۵).

جدول ٤- مقایسهٔ 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

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

* 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 بریلویین

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

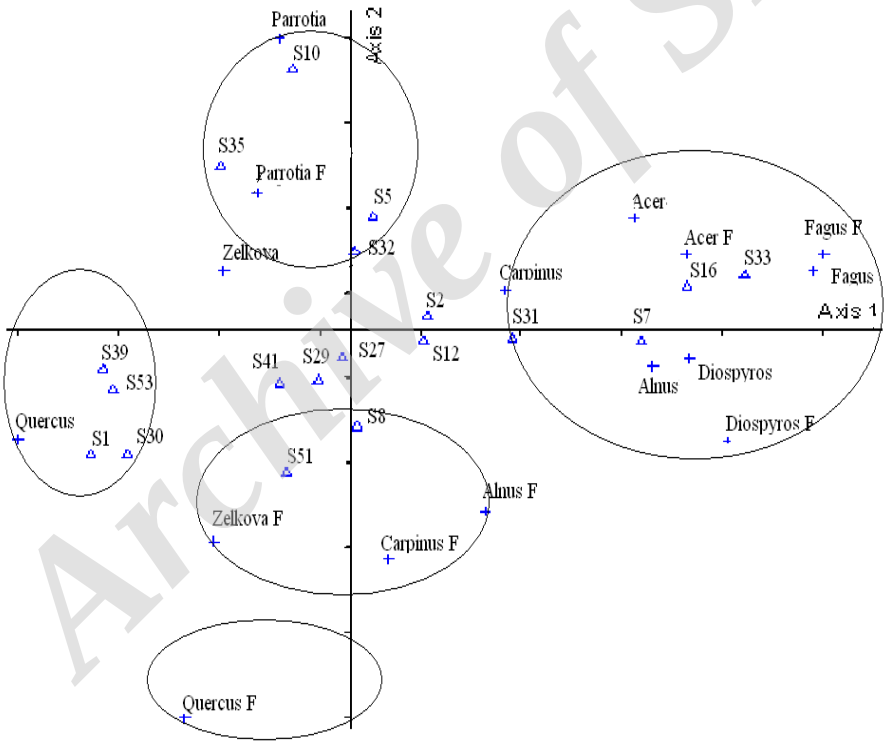
شاخص‌های آماری Statistical parameters	گسترهٔ لکه آتش‌سوزی Spots fire area	تعداد پایه (غنا) Trees number (richness)	پایهٔ صدمه دیده (درصد) Damaged trees (%)	تنوع بریلویین Brillouin diversity
ضریب همبستگی	0.56	0.54	0.51	0.64
سطح معنی‌داری	0.01	0.02	0.03	0.003

Archive of SID

www.SID.ir

تحلیل تطبیقی قوس‌گیری‌شده (DCA): محورهای به‌طور کامل غیرهمبسته (R=۰/۰۱) اول و دوم DCA با ارزش ویژه به‌ترتیب ۰/٦٤ و ۰/۳٦، 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 عین‌حال لکه‌های ۷ (راش – ممرز)، ۱٦ (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 پایهٔ صدمه دیده ممرز (٤٥ 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 همهٔ آنها فراوانی بلوط (*Q. castaneaefolia*. C.A. Mey.) بیشتر و تعداد پایهٔ 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

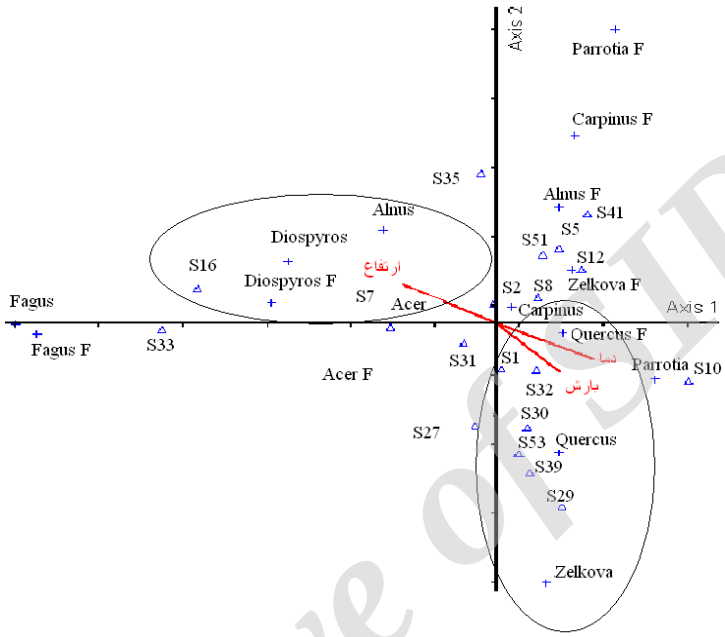
تجزیه تطبیقی متعارفی CCA

محورهای اول و دوم رسته‌بندی CCA به‌علت دارا بودن بیشترین ارزش ویژه (۰/۵۹ و ۰/۲٦) 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

Archive of SID

www.SID.ir

(در جدول ۲ با شماره‌های ۱۰، ۲۹، ۳۰، ۳۲، ۳۹ و ۵۳ مشخص شده‌اند)، فراوانی انجیلی (*P. persica* (C.A.M.) و آزاد (*Z. carpinifolia* (Pallas) K. Koch) سالم بیش از دیگر گونه‌ها بود و کاهش دما موجب صدمه کمتر شده است. در مقابل منطقه‌های آتش‌سوزی شرکت سیمان، ملاخیل و درویشان (۷، ۱۶ و ۳۵) که در مناطق مرتفع‌تر هستند، پایه‌های سالم توسکا و افرا بیش از دیگر گونه‌ها بود. احتمالاً در اراضی بالابند به‌علت تأثیر عوامل محیطی، این دو گونه کمتر صدمه دیده‌اند.



شکل ۸ – پراکنش قطعات، گونه‌های سالم، آسیب‌دیده و عوامل محیطی در امتداد دو محور اول و دوم CCA. (S شمارهٔ لکه و F پایه‌های صدمه‌دیده)

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.

بحث

نتایج نشان داد که عوامل مختلف اقلیمی و اکولوژیکی منجر به تغییر وسعت و شدت آتش‌سوزی‌ها در مناطق مختلف شده‌اند. به‌عبارت‌دیگر با توجه به شکل‌های ۲ و ۳، پستی‌وبلندی‌های زمین با اثرگذاری مستقیم بر مقدار رطوبت و وزش باد، شدت آتش‌سوزی‌ها (از نظر وسعت و تعداد درختان صدمه‌دیده) را تغییر داده‌اند. با افزایش ارتفاع از سطح دریا درصد پایه‌های صدمه‌دیده و درصد صدمهٔ نوع یقه‌ای در اثر آتش‌سوزی کاهش یافت. در گزارش‌های مختلف نیز آب‌وهوا و توپوگرافی رویشگاه از عوامل مهم مؤثر بر وسعت آتش‌سوزی در عرصه‌های منابع طبیعی معرفی شده است (Noferesti and Tadaion Tabrizi, 2012; Oliveira *et al.*, 2012). موقعیت بیشتر منطقه‌های آتش‌سوزی (۱۳ منطقه) در ارتفاع کمتر از ۵۰۰ متر از سطح دریا و شیب ملایم کمتر از ۲۰ درصد یعنی در مکان‌هایی که اغلب انسان حضور دارد بود. در برخی منابع (Koutsias *et al.*, 2012; Parresol *et al.*, 2012) علت کاهش صدمات آتش‌سوزی در اراضی بالابند، کاهش فعالیت انسانی و در نتیجه کاهش

Archive of SID
www.SID.ir

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 منطقهٔ مورد بررسی عامل عمدی ایجادکنندهٔ آتش‌سوزی، یعنی انسان، نقش عامل جهت دامنه را تحت تأثیر قرار داده است. در منطقهٔ آتش‌سوزی سری چلیر خیرودکنار (حوزه ٤٥ گلبند نوشهر) میانگین قطر برابرسینه گونهٔ ممرز نسبت به میانگین قطر برابرسینه کل درختان کمتر بود (Banj Shafiei *et al*., 2007). درصورتی‌که در مناطق آتش‌سوزی شهرستان نکا، میانگین قطر برابرسینه گونهٔ 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) ٤٣/٧ درصد درختان منطقهٔ آتش‌سوزی شدهٔ جنگل چمستان از سری ٤ 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 حوزهٔ جنگلداری شهرستان نکا گونهٔ ممرز (*C. betulus* L.)، گونهٔ غالب مناطق آسیب‌دیده بود که مؤید شدت آتش‌سوزی‌ها در مناطق پایین‌دست است (شکل ٤). 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، گونهٔ 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. گونهٔ 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 این‌گونه (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 منطقهٔ مورد بررسی، همچنان که Noferesti and Tadaion Tabrizi (2012)

Archive of SID

www.SID.ir

نیز معتقد است ارتفاع از سطح دریا محل با تغییر شکل جبهه و روند انتشار آتش بر گسترهٔ 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 زمینهٔ افزایش تعداد آتش‌سوزی‌ها در مناطق گرم‌تر شرق مدیترانه گزارش‌شده و نتیجه گرفته‌اند که افزایش درجه حرارت هوا در سال‌های (۲۰۱۰– ۱۸۹٤) 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 حاشیهٔ 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 درجهٔ سه موجب توسعهٔ گسترهٔ آتش‌سوزی در تیپ انجیلی – ممرز شده است (جدول ۳). با این حال خوشبختانه پوشش درختی منطقه از نظر اقدام به‌موقع 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 درجهٔ یک بود به‌گونه‌ای که بزرگ‌ترین منطقه‌های آتش‌سوزی در مناطق پائین‌بند با شاخص تنوع زیستی بریلویین بیشتر واقع شده‌اند. شاید عوامل مرتبط با شاخص تنوع زیستی بریلویین (مانند افزایش حضور انسان‌ها یا دام) در افزایش ریسک آتش‌سوزی در این مناطق دخیل بوده‌اند. با توجه به استفادهٔ 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،

Archive of SID

www.SID.ir

اطفا حریق با کم‌ترین صدمه و خسارت انجام شود. برای کاهش صدمات آتش‌سوزی و کاهش وقوع آتش‌سوزی، مناطق بحرانی شناسایی‌شده 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 حفاظت موفق‌تر ذخایر توارثی موجود در عرصه‌های جنگلی بود.

سپاسگزاری

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

References

- AaliMahmoodi Sarab, S., J. Feghhi & 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)

Archive of SID

www.SID.ir

- 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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

M. Esmaeili Sharif[*1], H. Jalilvand[2], M. Amoozad[3], A. A. Jafari[4] and S. M. Moslemi SayedMahale[5]

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 Resopurces 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 Resopurces 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 fires 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.

Archive of SID

[*] Corresponding author Email: m.esmaeilisharif@areeo.ac.ir

www.SID.ir