Progress and development of Kermanshah province

Online ISSN

ISSN - 2395 - 5252

Vulnerability of the most important trees, shrubs and bushes species to wildfire in the forests of Kermanshah province

Morteza Pourreza

Assistant Professor in Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.
(Corresponding Author). pourreza@razi.ac.ir

Mohammad Khosravi

Assistant Professor in Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.

Khosravim59@gmail.com

Ehsan Sayad

Associate Professor in Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.

ehsansayad@gmail.com

Abstract

Purpose: the purpose of this research is to identify the response and reaction of the most important trees, shrubs and bushes species of Zagros forests to wildfire and also to classify these species based on their sensitivity to wildfire.

Methodology: In order to conduct this research, several study areas were considered in Kermanshah province, which had a determined wildfire history and also contained the most important forest species of the Zagros vegetation zone. Then, species were sampled in each area, using the line-sample method, and the severity of their burns was determined at the same time.

Results: The obtained results showed that the burn severity was higher in the short species like bushes and shrubs. It was also shown that some species such as *Quercus brantii*, *Querecus infectoria*, Pronus microcarpa, A*mygdalus lycioides*, *Crataegus sp.*, and *Acer monspessulanum* have the ability to recover themselves via resprouting process after fire. But *Pistacia atlantica* tree species are very sensitive to fire and are not able to recover. By categorizing the sensitivity of forest species to wildfire in this research, the obtained results can be very practical and useful for planning the restoration of burnt forests in Kermanshah Province.

Keywords: Forest, Recovery, Wildfire, Zagros

پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه
شاپا الکترونیکی
ISSN – ۲۳۹۵ – ۵۲۵۲

آسیب‌پذیری مهم‌ترین گونه‌های درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای جنگل‌های استان کرمانشاه در برابر آتش‌سوزی

مرتضی پوررضا
استادیار گروه منابع طبیعی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
(نویسنده مسئول) pourreza@razi.ac.ir

محمد خسروی
استادیار گروه منابع طبیعی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
Khosravim59@gmail.com

احسان صیاد
دانشیار گروه منابع طبیعی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
ehsansayad@gmail.com

چکیده

هدف: هدف از این پژوهش شناسایی پاسخ و واکنش مهم‌ترین گونه‌های درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای جنگل‌های زاگرس به آتش‌سوزی و همچنین دسته‌بندی این‌گونه‌های بر پایه حساسیت آنها در برابر آتش است.

روش‌شناسی: به منظور انجام این پژوهش چندین منطقه مورد مطالعه در سطح استان کرمانشاه در نظر گرفته شد که دارای تاریخ آتش‌سوزی مشخص و همچنین دارای مهم‌ترین گونه‌های جنگلی ناحیه رویشی زاگرس بودند. سپس با استفاده از روش خط- نمونه در هر منطقه اقدام به نمونه‌برداری از گونه‌ها شده و همزمان شدت سوختگی آنها نیز تعیین شد.

یافته‌ها: نتایج به‌دست آمده نشان داد که شدت سوختگی درگونه‌هایی که ارتفاع کمتری دارند و بوته‌ای و درختچه‌ای هستند، بیشتر است. همچنین نشان داده شد که برخی از گونه‌ها مانند بلوط ایرانی، بلوط مازو، آلبالوی وحشی، تنگرس، زالزالک و کیکم توانایی احیاء داشته و از طریق واکنش جست‌دهی پس از آتش‌سوزی خود را احیا می‌نمایند. ولی گونه پسته‌وحشی یا بنه هم در برابرآتش‌سوزی حساس است و هم اینکه توانایی احیاء ندارند. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با دسته‌بندی حساسیت گونه‌های جنگلی در برابر آتش‌سوزی، می‌تواند برای برنامه‌ریزی‌های احیایی جنگل‌های سوخته شده استان کرمانشاه بسیار کاربردی و مفید باشد.

کلید واژه‌ها: آتش‌سوزی، احیاء، جنگل، زاگرس

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۰۴/۱۲ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۱۱/۰۸

۱- مقدمه

آتش یکی از پدیده‌های مهم اکولوژیک جهانی به‌شمار می‌رود که بیش از هر پدیده طبیعی دیگری می‌تواند بوم‌سازگان‌های جنگلی و مرتعی را تحت تأثیر قرار دهد (باومن و همکاران[1] ۲۰۰۹). البته برخی از بوم سازگان‌ها مانند بوم‌سازگان‌های مناطق مدیترانه‌ای با آتش‌سوزی سازگاری پیدا کرده‌اند به‌طوری که حتی آتش‌سوزی به‌عنوان جزیی از پویایی آنها به شمار می‌رود (گلدامر[2]، ۱۹۹۲؛ لاوورل و همکاران[3]، ۱۹۹۹؛ کوستا و همکاران، ۲۰۲۲). ولی با مدل‌سازی‌ها و پیش‌بینی‌های مربوط به تغییرات اقلیم جهانی نشان می‌دهد که برخی مناطق جنگلی مانند مدیترانه، آمازون و بخش‌های معتدله آمریکا در آینده با خشکی بیشتری روبرو شده و خطرآتش‌سوزی درآنها افزایش یابد (شولز و همکارن[4]، ۲۰۰۶).

بنابراین با افزایش آتش‌سوزی‌ها گونه‌های گیاهی بوم‌سازگان‌های طبیعی دنیا نیز تحت تأثیر قرار گرفته و ساختار پوشش گیاهی به گونه‌ای تغییر خواهد یافت که گونه‌های مقاوم به آتش‌سوزی در این بوم‌سازگان‌ها غالب شوند و گونه‌های حساس و غیر مقاوم حذف شده و یا فراوانی آنها به شدت کاهش یابد (کیم و همکاران[5]، ۲۰۲۰؛ پاوسس[6] و کیلی[7]، ۲۰۱۴؛ کیلی و همکاران، ۲۰۱۱). جنگل‌های زاگرس که به‌عنوان مهمترین رویش‌گاه بلوط در ایران به شمار می‌رود (جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، ۱۳۸۲) در سال‌های اخیر با آتش‌سوزی‌های فراوانی مواجه شده است (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۹). با توجه به آمارهای رو به افزایش آتش‌سوزی در این جنگل‌ها، درک و شناسایی تغییر و تحولات پدید آمده بعد از آتش‌سوزی، برای مدیریت بوم سازگان‌های جنگلی ناحیه زاگرسی ضروری به نظر می‌رسد. مهم‌ترین پیامدهای آتش‌سوزی در این جنگل‌ها تأثیر مستقیم آتش بر پوشش گیاهی و خاک است (پوررضا و همکاران، ۲۰۱۴).

در زمینه اثرآتش بر پوشش‌گیاهی بوم‌سازگان جنگل‌های زاگرس به‌ویژه پوشش گیاهی در کف جنگل پژوهش‌های متعددی انجام شده است (پوررضا و همکاران، ۲۰۱۴). ولی در خصوص واکنش گونه‌های جنگلی به آتش‌سوزی در ناحیه رویشی زاگرس گزارش اندکی وجود دارد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۵). در این راستا پوررضا و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی واکنش گونه بلوط ایرانی[8] به آتش‌سوزی پژوهشی انجام دادند که نتایج این پژوهش نشان داد که این گونه بلافاصله پس از آتش‌سوزی واکنش رویشی نشان داده و جست‌دهی خود را آغاز می‌کند و بسته به شدت سوختگی می‌توانند جست‌های فراوانی تولید نمایند. بیشترین جست‌دهی مربوط به طبقه سوختگی ۶۰

1. Bowman & et al
2. Goldammer
3. Lavorel & et al
4. Scholze & et al
5. Kim& et al
6. Pausas
7. Keeley& et al
8. Quercus Brantii

تا ۸۰ درصد وکمترین جست‌های تولید شده در طبقه سوختگی کمتر از ۲۵ درصد دیده شد. همچنین نتایج نشان داد که یک رابطه مثبت و معنی‌داری، بین درصد سوختگی و تعداد جست‌های پس از آتش‌سوزی وجود دارد. از طرفی مشاهده شد که هرچه قطر درخت سوخته بیشتر باشد، میزان جست‌دهی پس از آتش‌سوزی کاهش می‌یابد. در نتیجه یک رابطه منفی میان قطر جست‌های سوخته و میزان جست‌های تولیدشده آنها بعد آتش‌سوزی وجود دارد.

در پژوهشی ماساکا و همکاران[1] (۲۰۰۰) به بررسی ویژگی جست‌دهی گونه بلوط پس از آتش‌سوزی پرداختند. به این منظور قطر برابر سینه و تعداد جست‌های تولیدی بعد از آتش‌سوزی شمارش شدند. نتایج حاصله نشان داد که رابطه مثبتی بین زنده‌مانی و قطر درختان وجود دارد و آسیب وارد شده به درختان جوانتر با قطر کمتر در اثر آتش‌سوزی بیشتر است. همچنین نتایج حاصله نشان داد که رابطه مثبتی بین جست‌دهی بلوط و درجه سوختگی وجود دارد و گونه بلوط از جست‌دهی بالایی برخوردار است.

در پژوهش دیگری موریرا و همکاران[2] (۲۰۰۹) زنده‌مانی و احیای بلوط چوب پنبه پس از آتش‌سوزی را مورد بررسی قرار دادند و نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که مهم‌ترین عاملی که در زنده مانی بلوط چوب پنبه پس از آتش‌سوزی مؤثر است ضخامت پوست درخت می‌باشد که خود پوست درخت رابطه مثبتی با ساقه درخت دارد. همچنین اولیورازو همکاران[3] (۲۰۱۴) به بررسی پیامدهای آتش‌سوزی بر ساختار جنگل پس از گذشت ۱۵ سال از وقوع آن (مطالعه موردی: جنگل‌های ابری کشور پرو) پرداختند. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر آتش‌سوزی بر تغییرات ساختار جنگل، ترکیب گونه‌های توده، شناسایی گونه‌های مقاوم و حساس به آتش‌سوزی بود. نتایج حاصله نشان دادکه آتش‌سوزی تأثیر معنی‌داری بر ساختار توده، ترکیب گونه‌ها و تراکم درختی داشته است. بیشترین فراوانی گونه‌ها در توده سوخته مربوط به درختان طبقه‌های قطری کمتر از۱۰سانتیمتر و بیش از ۳۰ سانتی‌متر بوده است. به‌طورکلی، نتایج نشان داد که بیشترین آسیب و تلفات مربوط به گونه‌های دارای قطر کم و حساس می‌باشد. سالازار و همکاران[4] (۲۰۲۰) در پژوهشی در کشور کلمبیا به بررسی واکنش گونه بلوط آند[5] به آتش‌سوزی پرداختند و نتایج آنها نشان داد که این گونه بلوط توانایی تولید جست را پس از آتش‌سوزی دارد و به همین خاطر می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های مربوط به احیای جنگل‌ها در شرایط تغییر اقلیم و گرمایش جهانی مورد توجه قرار گیرد. بنابراین هدف کلی این پژوهش تعیین و شناسایی تأثیر آتش بر درختان و درختچه‌های جنگل‌های زاگرس است تا بتوان با توجه به چگونگی پاسخ رویشی گونه‌های جنگلی، اقدامات و عملیات مناسبی را در راستای احیای این جنگل‌ها پس از آتش‌سوزی پیشنهاد نمود. بنابراین در این راستا می‌توان اهداف را به صورت زیر ارایه نمود:

1. Masaka
2. Moreira & et al
3. Oliveras
4. Salazar
5. Quercus humboldtii

۱- شناسایی اثرات آتش‌سوزی برگونه‌های جنگلی و بوته‌ای و پاسخ رویشی آنها به آتش‌سوزی در سال‌های پس از آتش‌سوزی

۲- شناسایی گونه‌هایی که آسیب پذیری بیشتری در برابر آتش‌سوزی دارند.

با داشتن درک کافی از میزان حساسیت گونه‌ها به آتش‌سوزی و همچنین چگونگی پاسخ آنها به آتش‌سوزی می‌توان گونه‌های حساس و همچنین مقاوم در برابر آتش‌سوزی را شناسایی کرده و بر همین اساس در خصوص برنامه‌های احیایی پس از آتش‌سوزی تصمیم‌گیری صحیح انجام داد.

۲- روش‌شناسی

۲-۱- مناطق مورد مطالعه

برای انتخاب مناطق مورد مطالعه ویژگی‌هایی مانند تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌ای و حتی بوته‌ای و همچنین تاریخ آتش‌سوزی در نظر گرفته شد. بر این پایه منطقه گردنه پلنگانه، شبانکاره و قوری قلعه از شهرستان روانسر، منطقه بیوه‌نیج از شهرستان دالاهو و منطقه قلاجه از شهرستان گیلان‌غرب انتخاب شد. ویژگی‌های مناطق مورد مطالعه در جدول ۱ خلاصه شده است.

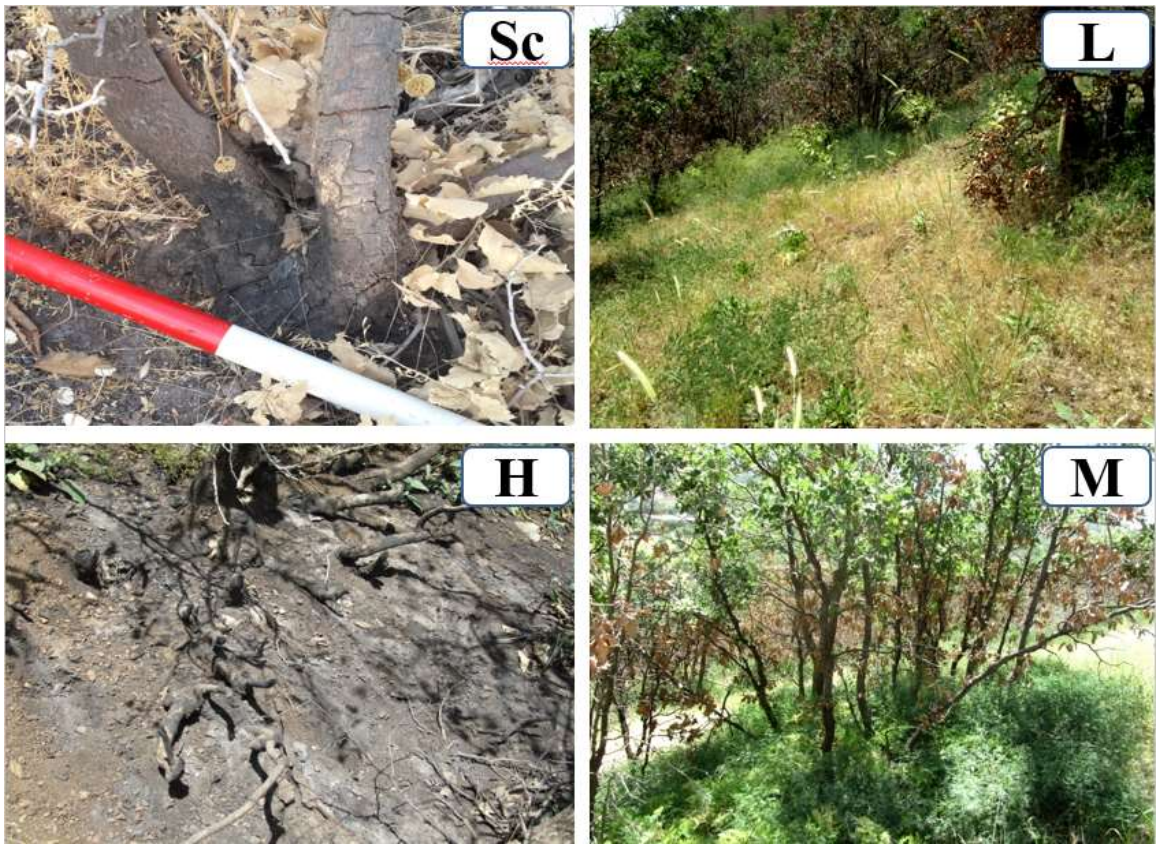
جدول۱. ویژگی‌های مناطق انتخاب شده برای این پژوهش

منطقه	تاریخ آتش‌سوزی	مساحت آتش‌سوزی (هکتار)	مهم‌ترین گونه‌های جنگلی
گردنه پلنگانه	۱۳۸۹	۲۵	*Quercus brantii* (بلوط ایرانی)
			Quercus infectoria (مازودار)
			Crataegus pontica (زالزالک)
			Cerasus microcarpa (آلبالوی وحشی)
			Acer monseposelanum (کیکم)
شبانکاره	۱۳۹۵	۵۰	*Quercus brantii* (بلوط ایرانی)
			Crataegus pontica (زالزالک)
			Cerasus microcarpa (آلبالوی وحشی)
قوری قلعه	۱۳۹۶	۲۵	*Quercus brantii* (بلوط ایرانی)
	۱۳۹۷	۲	*Quercus infectoria* (مازودار)
			Crataegus pontica (زالزالک
			Cerasus microcarpa (آلبالوی وحشی)
دالاهو (بیوه نیج)	۱۳۹۷	۲	*Astragalus* gossypinus (گون سفید)
			Astragalus spp. (گون سیاه)
			Daphne sp. (دافنه)
			Crataegus sp (زالزالک)
			Amygdalus orientalis (ارجن یا بادام کوهی)
			Cerasus microcarpa (آلبالوی وحشی)

قلاجه	۱۳۹٤	> ۵۰	*Pistacia atlantica*(پسته وحشی یا بنه)
			Astragalus spp. (گون سیاه)
			Lonicera nummulariifolia (پلاخور)
			Daphne sp.(دافنه)
			Crataegus sp.(زالزالک)
			Amygdalus orientalis(ارجن یا بادام کوهی)
			Cerasus microcarpa(آلبالوی وحشی)

۲-۲- تعیین شدت سوختگی

برای تعیین شدت سوختگی از دستورالعمل ارایه شده توسط پوررضا و همکاران (۲۰۱۴) استفاده شد که بر پایه میزان مرگ و میر درختی و همچنین میزان از بین رفتن پوشش علفی کف و لاشبرگ ارایه شده بود. بنابراین شدت آتش سوزی شامل: شدت کم (L)، متوسط (M)، زیاد (H) و همچنین سوختگی سطحی (Sc) در نظر گرفته شد که ویژگی‌های هریک در جدول ۲ خلاصه شده و در شکل ۲ نیز به نمایش گذاشته شده است.



شکل۱. شدت سوختگی در جنگل‌های زاگرس: شدت کم (L)، شدت متوسط (M)، شدت زیاد (H) و سوختگی سطحی تنه (Sc)

جدول۲. ویژگی‌های طبقات مختلف شدت سوختگی در جنگل‌های زاگرس (برگرفته از: پوررضا و همکاران، ۲۰۱٤)

شماره	شدت سوختگی (تیمارها)	نمایه‌های چشمی گزینش شدت سوختگی
۱	سوختگی شدید درون جست‌گروه‌ها (H)	- درون جست‌گروه‌ها - بودن نشانه سوختگی - سوختن لاشبرگ‌ها - روی خاک لخت یا پوشیده از خاکستر - جایگزینی پوشش علفی بسیار کم (پوشش ~ ۵٪)
۲	سوختگی متوسط درون جست‌گروه‌ها (M)	- درون جست‌گروه‌ها - بودن نشانه‌ای سوختگی - سوختن لاشبرگ‌ها - روی خاک پوشیده از پوشش گیاهی جایگزین شده (پوشش بیش از ۷۵٪)
۳	سوختگی سطحی کف جنگل (L) (در این پژوهش بررسی نشد)	- بیرون جست‌گروه‌ها - نشانه‌ای سوختگی به سختی (در یقه پوشش علفی) - بدون لاشبرگ - روی خاک پوشیده از گیاهان علفی جایگزین شده (پوشش بیش از ۷۵٪)
٤	سوختگی سطحی تنه (Sc)	- سوختگی سطحی در تنه درخت نزدیک به سطح زمین

۲-۳- نمونه‌برداری

برای نمونه‌برداری از تیمارهای سوختگی گزینش شده، در هر جایگاه آتش‌سوزی، به تعداد ۳ ترانسکت در امتداد شیب پیاده شد. با توجه به اینکه مساحت جایگاه‌های انتخاب شده طوری بود که انتخاب روش نمونه‌برداری به شکل معمول آن (که در جنگل‌های شمال کشور به روش تصادفی- سیستماتیک و با قطعات نمونه دایره‌ای شکل و ابعاد شبکه آماربرداری ۱۵۰ در ۲۰۰ متر) را با محدودیت مواجه می‌کرد، در این بررسی از روش ترانسکت استفاده شد. روش نمونه‌برداری ترانسکت: روش ترانسکت یا نمونه‌برداری خطی در آماربرداری جنگل کاربردهای متفاوتی دارد و محاسبات آماری با استفاده از این روش نمونه‌برداری در قسمت‌های مختلف و برای اهداف گوناگون مختلف است (زبیری، ۱۳۸۶). در این روش، پس از مشخص کردن نقطه شروع، یک خط یا مسیر با استفاده از قطب‌نما در جهت زاویه مشخص شده و آماربردار در راستای این خط حرکت کرده و درختانی را که به طریقی از قبیل شاخه، ساقه و تاج و غیره با راستای این خط برخورد داشته باشند مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد (زبیری، ۱۳۸۶). در صورتی که بررسی کمی یک گونه مشخص، مورد نظر باشد، متغیرهای کمی مانند قطر برابر سینه یا تعداد پاجوش‌ها (در توده‌های شاخه‌زاد)، قطر بزرگ و قطر کوچک تاج، ارتفاع درخت، ارتفاع تنه و سایر مشخصه‌ها را می‌توان اندازه‌گیری کرد.

۲-٤- تجزیه و تحلیل داده‌ها

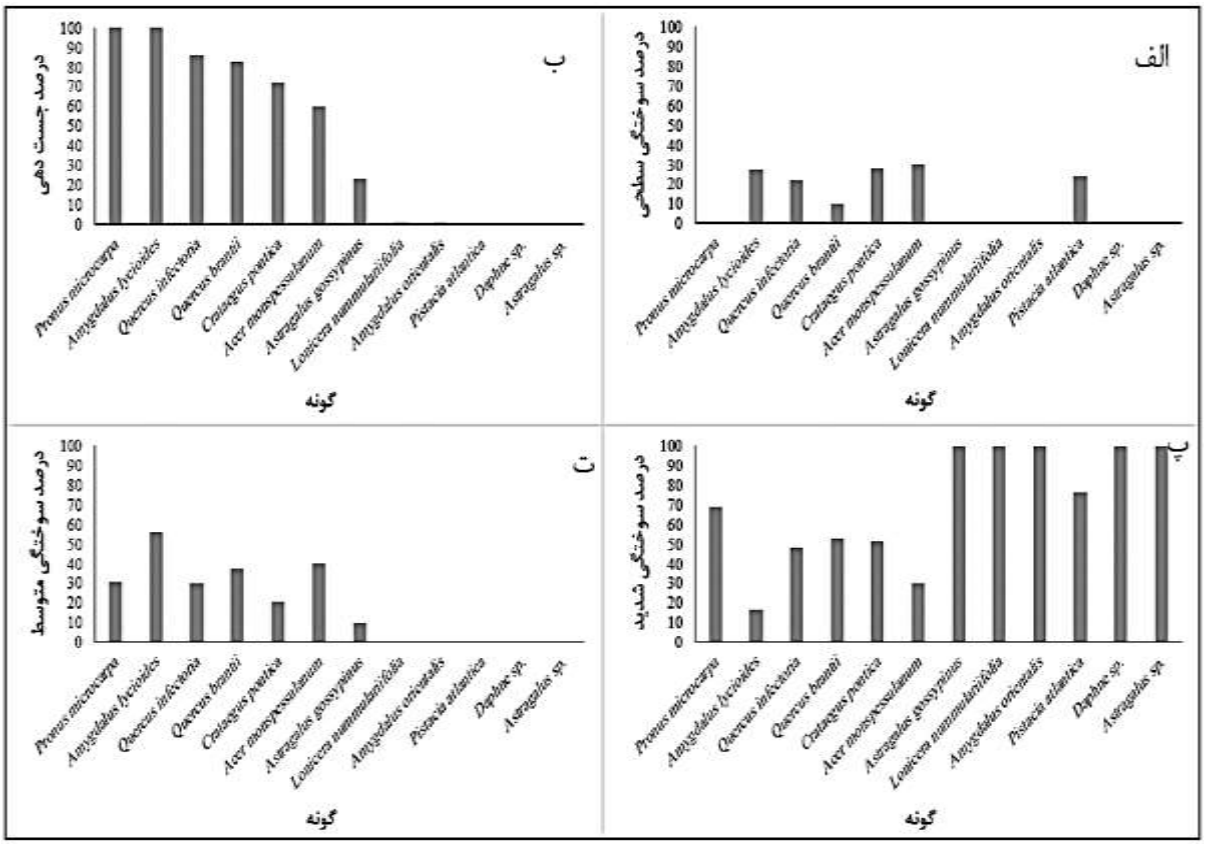
تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌صورت آمارکیفی بیان شد و با توجه به هدف مطالعه، درختانی که توانایی رویش پس از آتش‌سوزی داشتند مشخص شد. در این راستا میانگین درصد جست‌دهی گونه‌ها و همچنین میانگین رویش ارتفاع جست‌های تولید شده پس از آتش‌سوزی محاسبه شده و بر اساس آن، گونه‌های مورد بررسی طبقه‌بندی شدند.

۳- یافته‌ها

۳-۱- شدت سوختگی و پاسخ گونه‌ها

یافته‌های به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که با توجه به فرم رویشی گونه‌ها، شدت سوختگی در آنها می‌تواند متفاوت باشد. به‌طوری که هر چه قطر تنه و ارتفاع آنها کمتر باشد، شدت سوختگی می‌تواند در آنها بیشتر باشد. مقایسه شدت سوختگی درگونه‌های مورد بررسی نشان داد که گونه‌های بوته‌ای و درختچه‌ای مانند: گون‌پنبه‌ای[1] و گون‌سیاه[2]، دافنه[3]، آلبالوی وحشی[4] و همچنین گونه پلاخور[5] به دلیل ارتفاع کمتر و فرم رویشی بوته‌ای یا درختچه‌ای، پتانسیل بیشتری نسبت به سوختگی شدیدتر دارند (شکل ۲- الف، پ، ت). همان‌طور که مشاهده می‌شود درصد سوختگی سطحی و یا متوسط در این گونه‌ها کمتر دیده شده و بیشتر در طبقه سوختگی شدید مشاهده می‌شوند. از طرفی نیز همانطور که مشاهده می‌شود، درختان بلوط ایرانی[6] و بلوط مازو[7] در هر سه طبقه سوختگی مشاهده می‌شوند ولی گونه پسته‌وحشی[8] یا در طبقه سوختگی سطحی و یا در طبقه سوختگی شدید قرار گرفته‌اند(شکل ۲- الف، پ، ت). یافته‌های به‌دست آمده همچنین نشان داد که پاسخ رویشی گونه‌های مورد بررسی نیز در برابر آتش‌سوزی متفاوت است به‌طوری که برخی گونه‌ها توانایی احیاء و رویش پس از آتش‌سوزی را دارند و برخی دیگر آسیب‌پذیری بیشتر داشته و توانایی احیاء و رویش دوباره پس از آتش‌سوزی را ندارند. همان‌طور که در شکل ۲- ب مشاهده می‌شود، بیشترین درصد رویش دوباره از طریق جست‌دهی پس از آتش‌سوزی مربوط به گونه‌های آلبالوی وحشی و تنگرس[9] بوده که صد درصد پایه‌های سوخته شده دوباره از طریق جست‌دهی پس از آتش‌سوزی دوباره احیاء شده‌اند. در شکل ۳ پاسخ رویشی و مرگ و میر برخی از گونه‌های مورد بررسی نشان داده شده است.

1. Astragalus gossypinus
2. Astragalus Sp
3. Daphne Sp
4. Pronus microcarpa
5. Lonicera nummularifolia
6. Quercus brantii
7. Quercus infectoria
8. Pistacia atlantica
9. Amygdalus lycioides



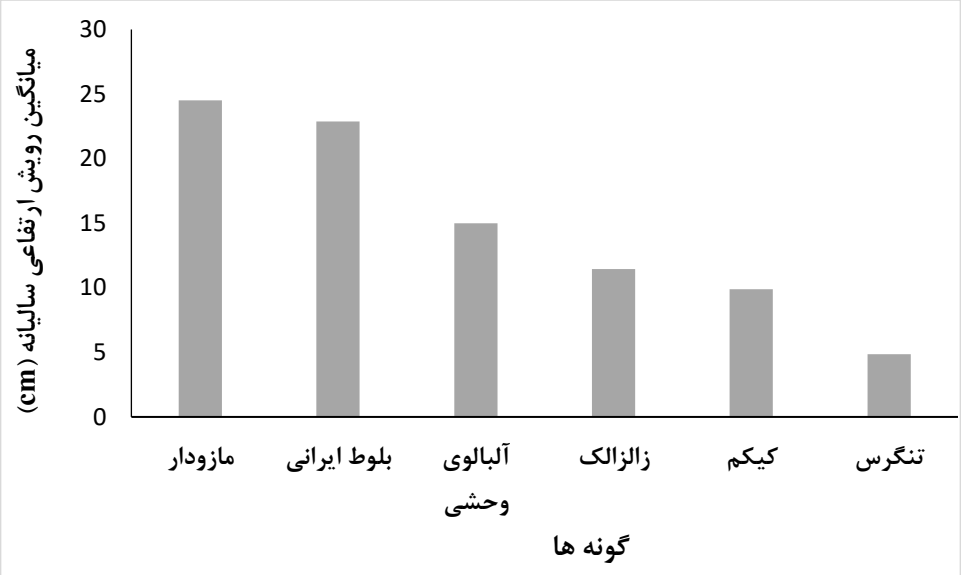
شکل۲. عملکرد گونه‌های مورد بررسی در مقابل آتش‌سوزی. الف: درصد سوختگی سطحی، ب: درصد جست‌دهی، پ: درصد سوختگی شدید، ت: درصد سوختگی متوسط

شکل۳. پاسخ برخی از گونه‌ها جنگلی زاگرس پس از آتش‌سوزی: جست‌دهی بلوط ایرانی (بالا- راست)، مرگ ارجن (بالا- چپ)، مرگ پسته وحشی (وسط- راست)، جست‌دهی زالزالک (وسط- چپ)، جست‌دهی دافنه (پایین- راست)، جست‌دهی آلبالوی وحشی (پایین- چپ)

۳-۲- میانگین رویش سالیانه ارتفاعی جست‌ها پس از آتش‌سوزی

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های پاسخ گونه‌ها به آتش‌سوزی جهت بررسی روند رویش آنها، رویش ارتفاعی جست‌های تولید شده پس از آتش‌سوزی است. رویش ارتفاعی از این جهت دارای اهمیت زیادی است که در آتش‌سوزی‌های آینده می‌تواند تعیین کننده شدت سوختگی باشد. بدین صورت که هرچه نسبت ارتفاع تنه به ارتفاع

شعله بیشتر باشد، تاج درختان از دسترس شعله بیرون رفته و کمتر دچار سوختگی خواهند شد. همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود بیشترین میانگین رویش به گونه مازودار و سپس بلوط ایرانی است که به ترتیب سالیانه ۲۴/۵۰ و ۲۲/۸۸ سانتی‌متر رویش ارتفاعی داشته‌اند. آلبالوی وحشی، زالزالک، کیکم و تنگرس به ترتیب با داشتن میانگین رویش سالیانه ارتفاعی ۱۵، ۱۱/۴۴، ۹/۹۰ و ۴/۸۵ سانتی‌متر در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.



شکل٤. میانگین رویش ارتفاعی سالیانه جست‌های پس از آتش‌سوزی در گونه‌های با توانایی جست‌دهی

۳-۳- دسته‌بندی گونه‌ها با توجه به حساسیت در برابر آتش‌سوزی

با توجه به حساسیت و چگونگی پاسخ گونه‌های مورد بررسی در برابر آتش‌سوزی، مشاهده شد که گونه‌های بلوط ایرانی، مازودار، زالزالک با فرم رویشی دانه‌زاد، کیکم در دسته مقاوم به آتش‌سوزی قرار می‌گیرند. همچنین گونه‌های بلوط‌ایرانی، مازودار، زالزالک، آلبالوی وحشی، کیکم، تنگرس و گون پنبه با توجه به قابلیت بهبودی مناسب پس از آتش‌سوزی در دسته گونه‌های مقاوم قرار گرفتند. اما از آنجا که گونه‌های بنه، پلاخور، ارژن، دافنه و گون سیاه توانایی بهبودی پس از آتش‌سوزی را نداشتند، در دسته گونه‌های حساس به آتش‌سوزی قرار گرفتند.

جدول۳. دسته‌بندی گونه‌های مورد بررسی با توجه به تحمل، مقاومت و حساسیت به آتش

گونه گیاهی	فرم رویشی	متحمل	مقاوم	حساس
بلوط ایرانی	دانه زاد	*	*	
بلوط ایرانی	شاخه زاد	*		
مازودار	دانه زاد	*	*	
مازودار	شاخه زاد	*		

زالزالک	دانه زاد	*	*	
زالزالک	شاخه زاد	*		
بنه	دانه زاد			*
آلبالوی وحشی	شاخه زاد	*		
کیکم	شاخه زاد	*	*	
پلاخور	دانه زاد			*
پلاخور	شاخه زاد			*
ارژن	درختچه			*
تنگرس	بوته	*		
دافنه	بوته			*
گون سفید	بوته	*		
گون سیاه	بوته			*

۴- بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که درختان و درختچه‌ها و بوته‌های ناحیه رویشی زاگرس، در برابر آتش‌سوزی واکنش‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند. مهم‌ترین گونه درختی جنگل‌های زاگرس بلوط است که اغلب به فرم رویشی شاخه‌زاد بوده و هر درخت از تعداد زیادی جست تشکیل شده است (جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، ۱۳۸۲). نتایج بدست آمده نشان داد که هم گونه بلوط ایرانی و هم مازودار توانایی خوبی در جست‌دهی پس از آتش‌سوزی دارند. در این راستا یافته‌های به‌دست آمده از پژوهش پوررضا و همکاران (۱۳۸۸) در منطقه جنگلی تنگه بزازخانه استان کرمانشاه نشان داد که درختان بلوط ایرانی بلافاصله پس از آتش‌سوزی، می‌توانند شروع به جست‌دهی کنند. همچنین یافته‌های مربوط به پژوهش مرادی و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد که میانگین تعداد جست‌های گونه برودار در یک توده سوخته شده نسبت به یک توده نسوخته بیشتر است. توانایی زیاد گونه‌های مختلف بلوط در جست‌دهی پس از آتش‌سوزی در سایر کشورهای دنیا نیز گزارش شده است (کیم و همکارن، ۲۰۲۰؛ ماساکا و همکاران، ۲۰۰۰؛ سالازار، ۲۰۲۰). در رابطه با سایر گونه‌هایی که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت گزارشی در خصوص واکنش آنها در برابر آتش‌سوزی پیدا نشد. ولی با توجه به پژوهش‌های انجام شده در دنیا گونه‌های گیاهی را با توجه به عملکرد آنها در مقابل آتش به صورت زیر طبقه‌بندی کرده‌اند (پاوسس و کیلی، ۲۰۱۴؛ کیلی و همکاران، ۲۰۱۱).

گونه‌های متحمل: گونه‌های مقاوم در برابر آتش قادرند با وجود خسارت ناشی از آتش، در برابر درجه‌ای از سوختن مقاومت کنند و به رشد خود ادامه دهند. این گیاهان گاه به عنوان "جست‌دهنده" شناخته می‌شوند. اکولوژیست ها نشان داده‌اند که گونه‌های جست‌دهنده انرژی اضافی را در ریشه خود ذخیره می‌کنند تا به بهبود و

رشد مجدد پس از آتش‌سوزی کمک کنند. به‌عنوان مثال، پس از آتش‌سوزی استرالیا، یک گونه اکالیپتوس[1] شروع به تولید انبوه شاخه‌های برگ از پایه درخت تا انتهای تنه به سمت بالا می‌کند و آن را مانند یک چوب سیاه کاملاً با برگ‌های جوان و سبز می‌نمایاند.

گونه‌های مقاوم: گیاهان مقاومت کننده در برابر آتش در طی رژیم مشخص آتش‌سوزی آسیب‌های کمی به آنها می‌رسد. این شامل درختان بزرگی است که دارای پوست ضخیم بوده و یا قسمت‌های قابل اشتعال آنها بلندتر از ارتفاع شعله آتش است. کاج بالغ[2] نمونه‌ای از گونه‌های درختی است که در اثر یک رژیم آتش‌سوزی نرم و ملایم، هیچ‌گونه خسارت تاج را متحمل نمی‌شود، زیرا با بالغ شدن شاخه‌های آسیب‌پذیر و تحتانی خود را به دلیل هرس طبیعی از دست می‌دهند.

گونه‌های حساس: گونه‌های حساس در برابر آتش یا بسیار پر اشتعال هستند و در اثر آتش‌سوزی کاملاً از بین می‌روند و یا اینکه به حرارت حساس بوده و بخش کامبیوم ساقه آنها در اثر حرارت از بین رفته و باعث مرگ و میر می‌شود. بعضی از این گیاهان و دانه‌های آنها ممکن است پس از آتش‌سوزی از جامعه گیاهی منطقه محو شده و برنگردند. برخی دیگر تا حدودی سازگار شده‌اند بانک بذر خاک آنها توسط آتش فعال شده و در اثر آتش‌سوزی جوانه زده، رشد کرده و به سرعت بالغ می‌شوند تا بانک بذر خاک قبل از آتش‌سوزی بعدی را تجدید نمایند.

علاوه بر نوع گونه گیاهی، مرحله تکامل گونه و فرم رویشی آن نیز می‌تواند هم با تأثیر بر قطر ساقه (به پیرو آن ضخامت پوست) و هم بر ارتفاع گیاه (به پیرو آن بیرون رفتن از ارتفاع شعله)، نقش مهمی در حساسیت و مقاومت گونه در مقابل آتش داشته باشد (پوررضا و همکاران، ۱۳۸۸).

در اینجا درصد سوختگی سطحی نشان‌دهنده درجه مقاومت گونه‌ها در مقابل آتش، سوختگی متوسط و شدید نشان‌دهنده درجه حساسیت گونه در مقابل آتش و درصد جست‌دهی نشان‌دهنده تحمل و همچنین سازگاری گونه به آتش است. با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توان گفت که حدود نیمی از گونه‌های مورد بررسی دارای سوختگی سطحی و یا مقاومت به آتش هستند و بیش از نیمی از گونه‌های مورد بررسی شامل آلبالوی وحشی، بادام وحشی (تنگرس)، مازودار، بلوط ایرانی، زالزالک و گون سفید توانایی احیا از طریق جست‌دهی را دارند و بنابراین می‌توانند به آتش‌سوزی سازگار باشند. در میان این گونه‌ها بیشترین توانایی جست‌دهی مربوط به گونه آلبالوی وحشی و تنگرس (۱۰۰درصد جست‌دهی) و سپس بلوط ایرانی و مازودار (۸۰ درصد جست‌دهی) است. در مقابل گونه‌هایی مانند پلاخور، گون سیاه، ارژن، دافنه و بنه پتانسیل احیا از طریق جست‌دهی را نداشته و بنابراین به آتش‌سوزی سازگار نیستند و به همین دلیل آتش‌سوزی می‌تواند تهدید جدی برای بقای این گونه‌ها باشد.

با جمع‌بندی نتایج به‌دست آمده از این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که علاوه بر نوع گونه که می‌تواند مقاوم، متحمل و یا حساس به آتش‌سوزی باشد، فرم رویشی گونه نیز نقش کلیدی در مقاومت یا حساسیت آن به آتش‌سوزی داشته باشد. بر پایه نتایج این پژوهش گونه بلوط ایرانی و مازودار که توانایی جست‌دهی بالایی پس از آتش‌سوزی دارند را می‌توان به‌عنوان گونه‌های متحمل در نظر گرفت ولی گونه بنه که هیچگونه توان جست‌دهی پس از آتش‌سوزی ندارد را به عنوان گونه حساس می‌توان در نظر گرفت. اگر فرم رویشی درختان به صورت

1. Eucalyptus cypellocarpa
2. Pinus ponderosa

شاخه‌زاد باشد، هر چه جست‌ها جوانتر و تعداد آنها بیشتر باشد مقاومت آنها در مقابل آتش‌سوزی کاهش یافته و به‌عنوان گونه‌های متحمل پس از سوختگی (با توجه به شدت سوختگی) شروع به جست‌دهی می‌نمایند.

بنابراین، درختان دانه‌زاد با توجه به حساسیت یا مقاومت آنها به آتش، پس از آتش‌سوزی یا حذف می‌شوند (مانند بنه با قطر کم)، یا ساختار خود را حفظ می‌کنند (مانند بنه با قطر زیاد، بلوط ایرانی و مازودار با قطر زیاد)، یا شروع به جست‌دهی می‌کنند و فرم رویشی آنها به سمت شاخه‌زاد می‌رود. درختان شاخه‌زاد نسبت به درختان دانه‌زاد به دلیل داشتن ارتفاع کم نسبت به ارتفاع شعله و همچنین قطر کمتر آسیب‌پذیری بیشتری در مقابل آتش‌سوزی دارند و به این ترتیب احتمال سوختگی شدید در آنها بیشتر می‌شود.

بنابراین با تکرار آتش‌سوزی، ساختار درختانی که توانایی جست‌دهی‌دارند به شدت شاخه‌زاد شده و به همین دلیل هم آسیب‌پذیری آنها نسبت به آتش‌سوزی بیشتر می‌شود. در مورد درختچه‌ها نیز این پژوهش نشان داد که برخی از درختچه‌ها مانند آلبالوی وحشی توانایی جست‌دهی بالایی دارند و با جست‌دهی به شدت به آتش‌سوزی پاسخ می‌دهند و فرم رویشی آنها همچنان شاخه زاد باقی خواهد ماند. برخی از درختچه‌ها نیز مانند بادام کوهی (ارژن) به آتش بسیار حساس بوده و توانایی جست‌دهی بسیار ضعیفی دارند و بنابراین پس از آتش‌سوزی دچار مرگ و میر شدیدی شده و حذف می‌شوند.

در مورد بوته‌ها که در این پژوهش بوته‌های تنگرس، گون سفید و گون سیاه در نظر گرفته شدند، باید گفت که به دلیل ارتفاع کم بوته‌ها نسبت به ارتفاع شعله، همه بوته‌ها دارای آسیب‌پذیری بالایی در مقابل آتش‌سوزی دارند که برخی از آنها مانند گونه تنگرس و گون سفید به دلیل توانایی جست‌دهی، قابلیت احیا دارند ولی برخی دیگر مانند گون سیاه بسیار حساس بوده و دچار مرگ و میر می‌شوند که در این پژوهش در هر دو منطقه مورد مطالعه شامل قلاجه (۳ سال پس از آتش‌سوزی) و بیوه‌نیج (۴ ماه پس از آتش‌سوزی و همچنین بررسی ۱ سال بعد) هیچ‌گونه نشانه ای از احیا بوته‌ها مشاهده نشد و صد درصد بوته‌ها دچار مرگ و میر شدند.

بنابراین در سال‌های پس از آتش‌سوزی، این گونه از ساختار جنگل حذف می‌شود. از آنجا که گون سیاه اهمیت زیادی به عنوان گیاه پرستار دارد و از زادآوری برخی گونه‌ها مانند کیکم (مشاهده شده در منطقه قلاجه) و آلبالوی وحشی (مشاهده شده در همین پژوهش در منطقه بیوه‌نیج)، انجام اقدامات احیایی جهت حضور این گونه در جنگل ضروری به نظر می‌رسد. همچنین در این پژوهش مشاهده شد که پتانسیل سوختگی شدید در همه گونه‌ها وجود دارد به‌طوری برخی از آنها مانند گون سفید و گون سیاه، دافنه، پلاخور و ارژن بسیار به آتش حساس بوده و ۱۰۰درصد آنها دچار سوختگی شدید می‌شوند. همچنین در بخشی از گونه‌های مورد بررسی نیز مانند آلبالوی-وحشی، بادام وحشی (تنگرس)، بلوط ایرانی، مازودار و زالزالک درصد سوختگی متوسط تا حدود دچار سوختگی متوسط می‌شوند. سخن آخر اینکه نتایج این پژوهش با طبقه‌بندی حساسیت مهم‌ترین گونه‌های درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای جنگل‌های زاگرس در برابر آتش‌سوزی می‌تواند برای برنامه‌ریزی‌های احیایی پس از آتش‌سوزی بسیار کاربردی و مفید باشد.

در همین راستا پیشنهاد می‌گردد که برنامه‌های اجرایی مربوط به احیای مناطق آتش‌سوزی شده، با توجه به حساسیت گونه‌های موجود در منطقه آتش‌سوزی شده و چگونگی پاسخ آنها به آتش‌سوزی فراهم در نظر گرفته شود. به دیگر سخن اگر مناطق سوخته شده دارای گونه‌های متحمل (بلوط، مازودار، زالزالک، آلبالوی وحشی، گون سفید)

نسبت به آتش‌سوزی باشد، به دلیل توانایی و پتانسیل بالای خود احیایی این گونه‌ها پس از آتش‌سوزی نیازی به کاشت دوباره این گونه‌ها در منطقه سوخته شده نیست و فقط می‌توان با قرق کردن منطقه و جلوگیری از ورود دام به احیای منطقه سوخته شده پرداخت. در حالی‌که اگر منطقه سوخته شده شامل گونه‌های حساس (بنه، ارژن، گون‌سیاه و پلاخور) باشد، به دلیل عدم توانایی خود احیایی، لازم است که برنامه‌های احیایی علاوه بر قرق کردن، شامل کاشت بذر یا نهال گونه‌های از بین رفته شود. بنابراین نوع برنامه‌های احیایی که برای مناطق جنگلی سوخته‌شده در نظر گرفته می‌شود، باید متناسب با گونه‌های موجود در منطقه بوده تا از صرف هزینه‌های اضافی و هدر رفت سرمایه ملی جلوگیری گردد.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقاتی شماره ۱۶۲۲۳۷-۱۵۶۲۵ است و با حمایت مالی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه انجام شده است. بدین‌وسیله از جناب آقای مهندس فرشید سنجری (جانشین فرمانده یگان حفاظت اداره کل منابع طبیعی) که به عنوان ناظر این طرح زحمات زیادی کشیدند قدردانی به عمل می‌آید. همچنین از رؤسای وقت و کارکنان ادارت منابع طبیعی صحنه، گیلان‌غرب، روانسر و دالاهو که هر یک به طریقی در انجام این پژوهش اینجانب را یاری نمودند، کمال سپاسگزاری را دارم.

فهرست منابع:

پوررضا، مرتضی، صفری، هوشمند، خداکرمی، یحیی و شهرام مشایخی (۱۳۸۸). **نتایج اولیه جست دهی بلوط ایرانی (Q. brantii Lindl) بعد از آتش‌سوزی در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: منطقه جنگلی تنگه بزازخانه استان کرمانشاه)**. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۳۶ (۲): ۲۲۵-۲۳۶.

- جزیره‌ای، محمدحسن، ابراهیمی‌رستاقی، مرتضی (۱۳۸۲). **جنگل‌شناسی زاگرس**، انتشارات دانشگاه تهران.

- زبیری، محمود (۱۳۸۶). **زیست‌سنجی (بیومتری) جنگل**. انتشارات دانشگاه تهران.

- عزیزی، معصومه، خسروی، محمد و مرتضی پوررضا (۲۰۱۹). **فراوانی رخدادهای آتش‌سوزی در ارتباط با فیزیوگرافی جنگل‌ها و مراتع زاگرس (استان کرمانشاه) با استفاده از داده‌های آتش فعال سنجنده MODIS**، تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران، ۳۵ (۱)، ۵۵-۴۲.

- مرادی، بهمن، روانبخش، هومن، مشکی، علیرضا و نقی شعبانیان (۱۳۹۵). **تأثیر آتش‌سوزی بر ساختار پوشش گیاهی در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: جنگل‌های شهرستان سروآباد، استان کردستان)**، مجله جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران، ۳ (۸)، ۳۸۱-۳۹۲.

Costa, Joana; Joaquim S. Silva; Ernesto Deus; Simão Pinho; Joaquim F. Pinto; Nuno Borralho. (2022). **The Genetics and Ecology of Post-Fire Eucalyptus globulus Recruitment in an Isolated Stand in Central Portugal**. Forests, 13, no. 5: 680.

Bowman, D.M.J.S., Balch, K., Artaxo Ond, P. W.J., Carlson, J.M. and Cochrane, M.A(. 2009). **Fire in the earth system**. Science, 324 (5926) 481-484.

Goldammer, J.G. (1992). **Tropical forests in transition: Ecology of natural and anthropogenic disturbance processes**. Birkhäuser-Verlag, Basel-Boston, 270 p.

Keeley, Jon E; Bond, William John; Bradstock, Ross A; Pausas, Juli; Philip W. Rundel (2011). **Fire in Mediterranean Climate Ecosystems**. Ecology, Evolution and Management, Cambridge University Press.

Kim, Jeonhwan; Lim, Joo-Hoon; Shin, Moonhyun; Han, Seung-Hyun; Kang, Woonseok (2020). **Oak resprouting survival and competition for 19 years after wildfire in the republic of Korea**. Forests, 11 (515); 2-13.

Masaka, K., Ohano, Y. and Yamada, K. (2000). **Fire Tolerance and the Fire-related Sprouting Characteristics of Two Cool-temperate Broad-leaved Tree Species**. Annals of Botany, 85(1);137-142.

Moreira, Francisco; Catry, Filipe; Duarte, Inês; Acácio, Vanda; Sande Silva, Joaquim (2009). **A Conceptual Model of Sprouting Responses in Relation to Fire Damage: An Example with Cork Oak (Quercus suber L.) Trees in Southern Portugal.** Plant Ecology, 201(1); 77-85.

Oliveras, I. et al., 2014. **Changes in forest structure and composition after fire in tropical montane cloud forests near the Andean tree line**. Plant Ecology & Diversity, 7(1-2); 329-340.

Pausas, Juli; Keeley, E.Jon (2014). **Evolutionary ecology of resprouting and seeding in fire-prone ecosystems**. New Phytplogist, 204 (1); 55-65.

Pourreza, Morteza; Hosseini, Seyed Mohsen; Safari Sinegani, Ali Akbar; Matinizadeh, Mohammad; Dickd, Warren A (2014). **Soil microbial activity in response to fire severity in Zagros oak (Quercus brantii Lindl.)** forests, Iran, after one year. Geoderma, 213; 95-102.

Salazar, Natalia; Constanza Meza, María; Espelta, Josep Maria; Armenteras, Dolors (2020). **Post-fire responses of Quercus humboldtii mediated by some functional traits in the forests of the tropical Andes**. Global ecology and conservation, 22(e01021), 1-22.

Scholze, Marko; Knorr, Wolfgang; Arnell, Nige; Prentice, Iain Colin (2006). **A climate change risk analysis for world ecosystems**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 103 (35); 13116-13120.