مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶

ص ۵۵-۴۳

تاریخ دریافت:۱۳۹۴/۰۹/۲۷
تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۰/۱۸

اثر شدت آتش‌بر تراکم بانک بذر خاک گروه‌های کارکردی گیاهان (مطالعه موردی پارک ملی گلستان)

❖ **مینا باشماغی؛** دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مرتع‌داری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران.

❖ **رضا عرفانزاده*؛** دانشیار گروه مرتع‌داری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران.

❖ **مهدی عابدی؛** استادیار گروه مرتع‌داری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران.

چکیده

در این مطالعه تغییرات بانک بذر خاک در دو پوشش گندمی و درختچه‌ای آتش‌سوزی شده که بیان‌گر شدت‌های مختلف آتش (کم‌وزیاد) بود، بررسی شد. نمونه‌برداری خاک از سایت شارلق واقع در پارک ملی گلستان انجام شد؛ بنابراین تعداد ۱۰ نمونه خاک شامل ۵ درختچه و نیز ۵ قطعه پوشش گندمی در سایت کنترل و نیز تعداد ۵ درختچه و ۵ قطعه پوشش گندمی سوخته به‌عنوان شدت کم‌وزیاد در سایت آتش‌سوزی انتخاب شد. جوانه‌زنی بذور به روش کشت گلخانه‌ای صورت گرفت. جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون GLMM و جهت مقایسه تیمارها از آزمون «تی غیر جفتی» در نرم‌افزار R استفاده شد. اگرچه نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که میانگین تعداد بذور جوانه‌زده در سایت آتش‌گرفته (۷۴/۵) به‌طور کل نسبت به سایت کنترل (۱۳۲/۳) تفاوت معنی‌داری نداشتند، اما نتایج بیان‌گر تأثیر معنی‌دار آتش‌بر گروه‌های کارکردی بود. تعداد نونهال پهن برگان یک‌ساله درشدت کم آتش افزایش (۱۷۸۵ به ۳۵۴۳) و درشدت زیاد آتش کاهش داشت (۵۰۰۰ به ۱۴۷۱). تعداد نونهال گندمیان چندساله نیز درشدت کم آتش کاهش چشمگیری از خود نشان داد (۷۱۱۴ به ۸۴۲) درحالی‌که درشدت زیاد آتش تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (۹۲۸ به ۱۸۷۱). شدت آتش‌سوزی در تمامی گروه‌های کارکردی به‌جز پهن برگان یک‌ساله تأثیر معنی‌داری بر غنای گونه‌ای بانک بذر خاک داشت. نتایج این تحقیق بیانگر این است که در مطالعات آتش‌سوزی صرفاً با بررسی اثر آتش‌سوزی نمی‌توان تصویری دقیق از اثر آن به دست آورد و با بررسی شدت آتش‌سوزی و سطح آن می‌توان اثر آتش‌سوزی و نیز پاسخ‌های متفاوت گونه‌های گیاهی و یا گروه‌های کارکردی را تحلیل نمود

واژگان کلیدی: اکولوژی جوانه‌زنی، بانک‌بذرخاک، شدت آتش، گروه‌های کارکردی، پارک ملی گلستان.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۰۰۹۸۹۳۷۳۱۸۱۱۶۹+
Email: Rezaerfanzadeh@modares.ac.ir

۱. مقدمه

آتش به‌عنوان بخشی از رژیم آشفتگی[1] بر خصوصیات مرتع مؤثر است و نقشی کلیدی در شکل‌گیری ساختار مرتع و پویایی پوشش گیاهی بازی می‌کند [۹، ۵]. آتش یک فرایند پویا است که اثرات آن در زمان و مکان متغیر است، ولی بااین‌وجود می‌توان برخی از اثرات آن را پیش‌بینی نمود [۲۷]. آتش واژه جامعی است که دربرگیرنده اصطلاحات و مفاهیم مختلفی است. شناخت این مفاهیم و در نظر گرفتن آن‌ها در مطالعات آتش دارای اهمیت بالایی است. شدت آتش[2] و رژیم آتش دو اصطلاح مهم است که در مطالعات اکولوژی آتش لحاظ می‌شوند. شدت آتش یکی از مفاهیمی است که در مطالعات آتش مورد استفاده قرار می‌گیرد که در برخی موارد معادل با توان آتش[3] نیز در نظر گرفته می‌شود. این در حالی است که توان آتش میزان انرژی آزاد شده در طی آتش‌سوزی است. این انرژی رابطه مستقیمی با میزان مصرف سوخت گیاهی بالای سطح زمین دارد [۲۰]؛ اما شدت آتش بیان‌گر میزان تأثیر آتش‌بر محیط بیوژئوشیمیایی و نیز شرایط خاک است و در آن خصوصیات خود آتش شامل رفتار آتش، طول شعله و سرعت گسترش آن مورد اندازه‌گیری قرار نمی‌گیرد [۳۳]. به عبارت بهتر شدت، برای توصیف اثرات آتش روی خاک (شدت سوختگی خاک)، سیستم آب، گیاهان و جانوران اکوسیستم، جو و جامعه مورد استفاده قرارمی‌گیرد [۴]. شدت آتش‌سوزی را می‌توان تا حدودی بر اساس تغییر در رنگ خاک و مقدار خاکستر بر جای مانده تعیین نمود [۳۳].

شدت آتش با تأثیر بر بانک بذر خاک می‌تواند بر زادآوری گونه‌ها مؤثر باشد [۲۴]. اگرچه آتش‌بر حذف گیاهان چوبی [۲۱]، جایگزینی علفزار به‌جای بوته‌زار [۳۴]، کاهش فعالیت‌های آنزیم خاک [۲۵] مؤثر است؛ ولی در این بین تأثیر آن بر زادآوری گیاهان با توجه به نقش آن در تجدید حیات گونه‌ها از طریق بانک بذر حائز اهمیت است. مطالعات بانک بذر خاک برای پیش‌بینی تغییرات احتمالی ترکیب پوشش گیاهی در پاسخ به تغییرات محیطی و اختلالات اهمیت دارد [۲۹]. احیا مراتع تخریب یافته نیاز به کار و هزینه زیادی دارد و بانک بذر درروند جانشینی جوامع گیاهی و حفاظت آن نقش مهمی را ایفا می‌کند [۳۰، ۱۳]. آتش می‌تواند باعث کاهش بانک بذر خاک از طریق مرگ‌ومیر بذور و یا افزایش آن از طریق شکست خواب بذور شود. آتش می‌تواند در مناطق دارای فراوانی بالای آتش به‌عنوان یک فیلتر برای گونه‌ها با اندازه بزرگ‌تر و بالغ‌تر عمل کند و از طرف دیگر به استقرار گیاهانی با اندازه کوچک و دارای تولیدمثل سریع از طریق بانک بذر خاک کمک نماید. این امر اهمیت زیادی در تحلیل تغییرات پوشش گیاهی (گیاهان چوبی به پهن برگان) در مناطق دارای فراوانی بالای آتش دارد [۳۱]. از طرفی گرمای ناشی از آتش‌سوزی موجب شکستن خواب بذور شده [۳] که به دلیل تأثیر بر ساختار فیزیکی بذر (پوسته و جنین) است [۱۲]؛ بنابراین ما پیش‌بینی می‌کنیم که تأثیر آتش‌بر بانک بذر گروه‌های عملکردی متفاوت باشد زیرا بذور آن‌ها تفاوت‌های ساختاری و فیزیولوژیکی با یکدیگر دارند (پوسته و جنین متفاوت). مطالعات قبلی اگرچه تأثیر آتش‌بر بانک بذر را گزارش نموده‌اند ولی توجهی به گروه‌های عملکردی گیاهان نداشته‌اند. در مطالعه صورت گرفته در پارک ملی بمو شیراز در بررسی اثر آتش‌سوزی پوشش گیاهی بر ترکیب گونه‌ای بانک بذر خاک نتایج نشان می‌دهد آتش‌سوزی در دو رویشگاه سبب تفاوت در مقدار بذر و ترکیب گونه‌ای در منطقه حریق و شاهد شده است [۱]. در تحقیق دیگری که اثر شدت‌های مختلف آتش‌بر ترکیب و تنوع بانک بذر خاک بررسی شد به گروه‌های کارکردی نیز توجه شد، اما مطالعه در رویشگاه جنگلی انجام شده است. نتایج آن تحقیق نشان داد که

1 Disturbance regime
2 Fire severity
3 Fire intensity

تراکم و ترکیب بانک بذر خاک بین شدت‌های مختلف آتش متفاوت بوده است [۱۹]. با توجه به اینکه اختلال‌ها اثرات متفاوتی بر روی یک اکوسیستم می‌گذارند بنابراین شدت‌های مختلف یک اختلال نیز باید در یک منطقه مورد بررسی قرار گیرد تا تحلیل دقیق‌تری نسبت به اثر یک اختلال مانن آتش‌سوزی داشته باشیم. آشنایی، شناخت و توانایی در تحلیل این تغییرات ناشی از شدت-های مختلف می‌تواند کمک شایانی به کارشناسان و مدیران کند که شناخت و برنامه‌ریزی متناسب با منطقه داشته باشند. بانک بذر خاک نقش بزرگی در احیای پوشش گیاهی به‌خصوص در شرایط بعد از اختلال دارد درنتیجه آگاهی از اثرات شدت‌های مختلف یک اختلال که در این تحقیق آتش در نظرگرفته شده است می‌تواند به حفظ یک اکوسیستم کمک کند؛ بنابراین در مطالعه حاضر ویژگی‌های تراکم و غنا کل بانک بذر و همچنین بانک بذر گروه‌های کارکردی در دو شدت کم‌وزیاد در یک رویشگاه علفزار مورد بررسی قرار گرفت. پاسخ گروه‌های کارکردی به آتش‌سوزی متفاوت است و انتظار می‌رود که شدت آتش‌سوزی نیز بر نحوه پاسخ گروه‌های کارکردی مؤثر باشد.

۲. روش‌شناسی تحقیق

۱.۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

۲. ۱. ۱. پارک ملی گلستان؛ این مطالعه در پارک ملی گلستان واقع در منتهی‌الیه شرق البرز و جنگل‌های شمال کشور صورت گرفته است. پارک ملی گلستان در حدفاصل استان‌های گلستان و خراسان شمالی و در موقعیت جغرافیایی بین ۴۳ ۱۶ ۳۷ الی ۳۵ ۳۱ ۳۷ عرض شمالی و ۲۵ ۴۳ ۵۵ الی ۴۸ ۱۷ ۵۶ طول شرقی واقع شده و مساحت آن در برخی منابع بیش از ۹۱ هزار هکتار گزارش شده است. از نظر اقلیمی بین دریای خزر و مناطق خشک شرقی قرار گرفته است و به همین دلیل دربرگیرنده اقلیم‌های متنوع جغرافیایی است. میانگین سالیانه بارش دوره ۱۰ ساله بین ۱۴۲ تا ۸۶۶ میلی‌متر است و دمای متوسط سالیانه بین ۱۱/۵ تا ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد متغیر است [۲]. پارک ملی گلستان یک ذخیره‌گاه طبیعی و با ارزش با غنا گونه‌ای و جانوری فراوان است. بنا بر گزارش‌های منتشر شده سالانه قسمتی زیادی از پارک دچار حریق شده و آتش به‌عنوان یک رویداد ثابت در پارک ملی گلستان برای مدت طولانی تبدیل شده [۳۲، ۱۷] که اغلب آتش‌سوزی‌ها توسط مسافران و شکارچیان در فصل‌های گرم سال صورت گرفته است.

۲. ۱. ۲. سایت شارلق؛ این مطالعه در منطقه شارلق واقع در قسمت جنوبی پارک انجام شده است. این سایت یک منطقه اکوتون و درختچه‌زار است که در حد فاصله جنگل‌های هیرکانی و نیز استپ درمنه است. تیپ غالب پوشش گیاهی این منطقه شامل درختچه‌های کرکو (*Acer monspessulanum*) و سیاه تلو (*Paliurus spina-christi*) است. زیر آشکوب آن عمدتاً از گیاهان یکساله مانند *Galium aparine*، *Vulpia myuros*،*Erodium malacoides*،*Stellaria media* و نیز گندمی چندساله مانند *Brachypodium pinnatum* تشکیل شده است. این منطقه دارای مساحتی در حدود ۱۰۰ هکتار است. منطقه دارای جهت جنوبی و دارای شیب خیلی کمی است. بافت خاک عمدتاً از سنگ و سنگریزه و قلوه‌سنگ تشکیل شده است. ارتفاع متوسط این سایت متر ۱۰۵۰ از سطح دریا است. میانگین بارندگی ۱۴۱ میلی‌متر در سال است (ایستگاه بارندگی روستای دشت بافاصله ۲ کیلومتر از سایت).

۲.۲. انتخاب سایت‌های آتش‌سوزی و کنترل

جهت بررسی اثر آتش‌سوزی در منطقه شارلق دو سایت آتش‌گرفته و نیز منطقه شاهد بدون آتش‌سوزی انتخاب شد. این دو سایت دارای شرایط یکسانی از نظر توپوگرافی و خاک هستند (شکل ۱). آتش‌سوزی در شهریور ۱۳۹۲ رخ داد.

شکل ۱. موقعیت منطقه شارلق و نیز دو سایت آتش گرفته و کنترل

در سایت موردمطالعه در دهه‌های گذشته سابقه‌ای از آتش‌سوزی در منطقه شارلق ذکر نشده است. حضور درختچه‌های ارس در منطقه موردمطالعه تأییدکننده عدم رخداد آتش‌سوزی در طی دهه‌های گذشته است؛ اما در سال‌های اخیر با توجه به نزدیکی به جاده و نقش مسافران اکثر در مناطق نزدیک آن مانند تونل و دوراهی دشت تقریباً هر ساله آتش‌سوزی رخ می‌دهد. لذا با توجه به اهمیت این منطقه بررسی تأثیر آتش‌سوزی بر تغییرات بانک بذر خاک در این مطالعه صورت گرفت.

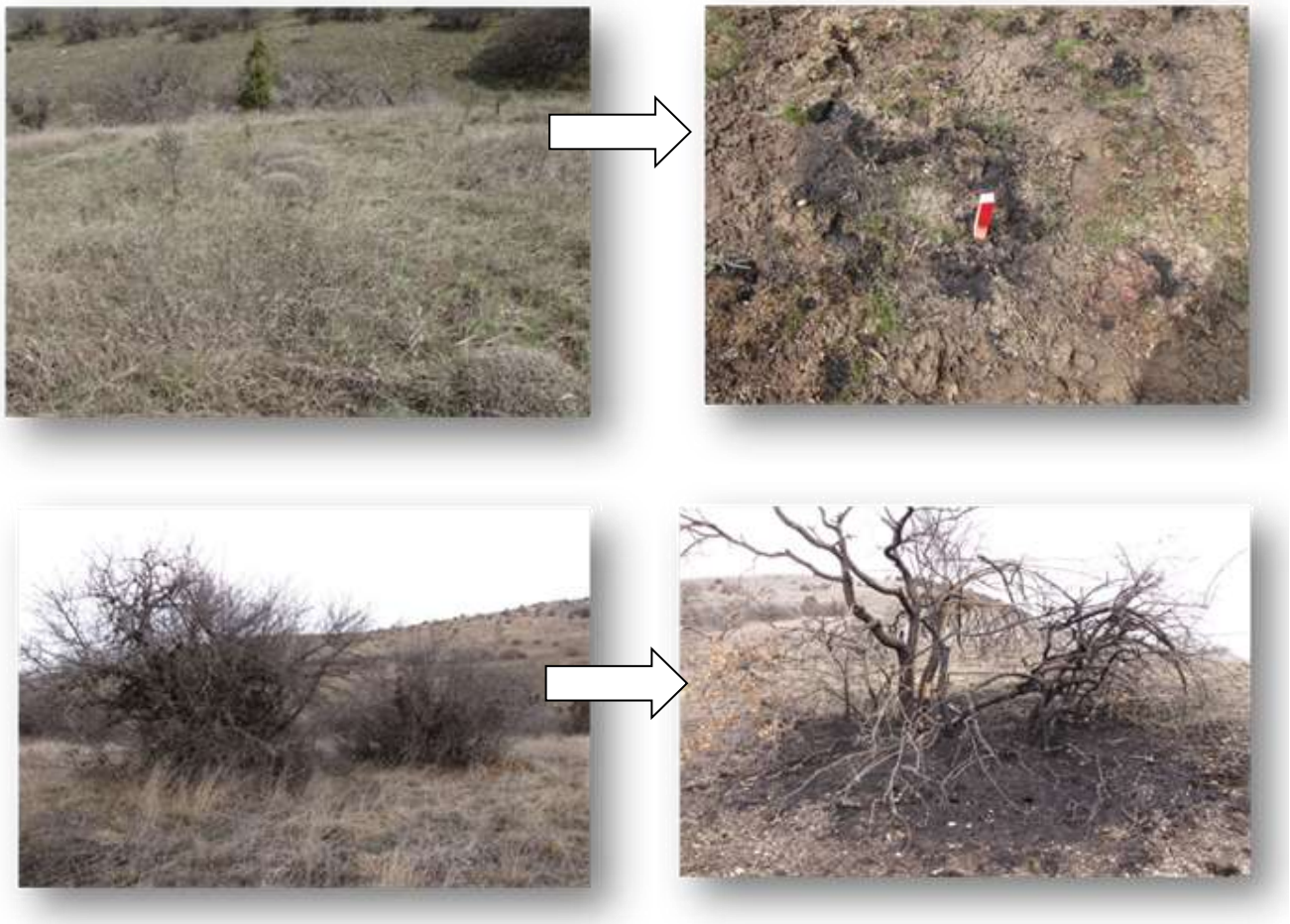
۳.۲. انتخاب شدت‌های آتش‌سوزی

جهت بررسی اثر آتش‌سوزی، دو شدت کم‌وزیاد تحلیل شد. بدین منظور دو پوشش گیاهی درختچه شامل گونه سیاه‌تلو و نیز پوشش گیاهی گندمی در هر دو سایت کنترل و آتش‌گرفته انتخاب شد (شکل ۲). پوشش گندمی در فواصل بین درختچه‌ها واقع شده است. پوشش گیاهی درختچه‌ای و گندمی در سایت آتش‌گرفته بیان‌گر شدت آتش‌سوزی زیاد و کم است [۲۷]. نحوه تشخیص این شدت‌ها بر اساس سطح زیر درختچه‌های سوخته، سیاهی خاک، ضخامت خاکستر به‌جا مانده صورت گرفت به‌طوری‌که در شدت کم شامل مقداری کم بقایای گیاهان سوخته، سطح خاک در برخی نقاط دارای خاکستر ناچیز، عدم سوختگی سطح خاک و در شدت زیاد آتش‌سوزی سطح خاک تیره، دارای حدود یک سانتی‌متر خاکستر، سطح خاک سوخته و کمی قهوه‌ای رنگ و بقایای شاخه‌های سوخته بود (شکل ۲).

۴.۲. نمونه‌برداری بانک بذر خاک

با توجه به میزان تأثیر آتش‌بر لایه‌های سطحی خاک [۱۴]، نمونه‌برداری بانک بذر خاک از عمق ۵ سانتی‌متری اول خاک صورت گرفت. برای نمونه‌برداری ۵ تکرار تصادفی برای هر یک از پوشش‌های گندمی و نیز درختچه‌ای در هر سایت انتخاب شد (در مجموع ۱۰ تکرار در هر سایت و در کل ۲۰ تکرار). در هر یک از تکرارها به‌صورت تصادفی تعداد ۱۵ بلوک با سطح مقطع ۲۲۵ سانتی‌متر مربع (سانتی‌متر ۱۵×سانتی‌متر ۱۵) با عمق ۵ سانتی‌متر از خاک گرفته شد و در یک پاکت ادغام شد (در کل ۳۰۰ بلوک). جهت برداشت این بلوک‌ها در پوشش گندمی یک ماکرو پلات ۲۵ مترمربعی برای پوشش علفی انتخاب شد و سپس به‌صورت تصادفی تعداد ۱۵ بلوک گرفته شد. برای پوشش درختچه‌ای نیز همین تعداد نمونه به‌صورت تصادفی در محدوده زیر درختچه‌ها انتخاب شد. سپس ۱۵ بلوک نمونه‌ها در یک پاکت قرار گرفتند و به گلخانه منتقل شدند و در محیط گلخانه با شرایط دمایی مناسب و رطوبت کافی قرار گرفتند.

بستر کشت نمونه‌ها با ماسه استریل و به ضخامت تقریبی ۳ سانتی‌متر آماده شد، سپس نمونه‌ها روی این بستر با ضخامت حداکثر ۰/۵ سانتی‌متر پخش شدند به‌طوری‌که کلیه بذور در معرض نور و هوا قرار گرفتند. نمونه‌های بانک بذر به‌منظور حفظ رطوبت به فاصله ۴۸ ساعت یک‌بار مورد آبیاری قرار گرفتند و ظهور نهال‌ها در آن‌ها تا زمانی که دیگر هیچ بذری سبز نشد شمارش و شناسایی شد.



شکل ۲. نحوه‌ی انتخاب پوشش علفی و درختچه‌ای در سایت‌های کنترل و آتش‌سوزی. تصاویر بالا نشان دهنده پوشش گندمی و تصاویر پایین نشان دهنده پوشش درختچه‌ای است. تصاویر سمت چپ در سایت کنترل و تصاویر سمت راست در سایت سوخته است.

۵.۲. آنالیز داده‌ها

گونه‌های مشاهده شده در بانک بذر خاک با توجه به فرم رویشی به چهار گروه عملکردی طبقه‌بندی شدند [۲۶]. این گروه‌ها شامل: گونه‌های گندمیان یک‌ساله (AG)، گونه‌های پهن برگان یک‌ساله (AH)، گونه‌های گندمیان چندساله (PG)، گونه‌های پهن برگان چندساله (PH) است. میزان جوانه‌زنی در گروه‌های کارکردی در سایت‌های کنترل و آتش در پوشش گندمی و درختچه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور بررسی میزان بذرهای جوانه‌زده، تراکم بانک بذر برحسب تعداد در مترمربع برای هر گونه احتساب شد. تعداد بذر جوانه‌زده در هر پلات مورد استفاده جهت آنالیز آماری قرار گرفت.

جهت بررسی اثر آتش‌سوزی، شدت آتش‌سوزی و اثر متقابل آن‌ها بر تراکم و غنای بانک بذر از آزمون GLMM[1] استفاده شد. بدین منظور از توزیع پواسون و نیز لینک لگاریتم در مدل استفاده شد و اثر تصادفی داده‌ها بر اساس تعداد پلات در سایت در نظر گرفته شد. ارزیابی مدل بر اساس آزمون حداکثر تشابه و خروجی کای اسکوئر تحلیل شد. به‌منظور مقایسه میانگین تیمارها نیز از مقایسه حداقل مربعات میانگین و آزمون تی استیودنت استفاده شد. کلیه آزمون‌ها در نرم‌افزار R نسخه ۳,۲,۲ انجام شد. جزئیات انتخاب مدل عبارت‌اند از:

مدل ترکیبی: مدل‌های ترکیبی از روش‌های مرسوم برای تحلیل داده‌های اکولوژیک با استفاده از ترکیب پارامترهای اصلی تصادفی است. پارامترهای اصلی پارامترهایی هستند که در مطالعه موردنظر هستند و محقق به دنبال یافتن آن است. در این تحقیق اثر آتش-سوزی و نیز شدت آتش‌سوزی به‌عنوان پارمترهای اصلی در نظر گرفته شده است. پارامترهای تصادفی پارامترهایی هستند که اثر زیادی دارند اما موردنظر محققین نیستند. در این تحقیق دو عامل پلات و سایت پارامترهای تصادفی تحقیق در نظر گرفته شده‌اند.

انتخاب توزیع و تابع: به‌صورت مرسوم داده‌ها تحت توزیع گوسین در صورت داشتن پیش‌فرض‌های خطی بودن رابطه بررسی می‌شوند اما برای داده‌های شمارشی مانند تعداد بذر این مطالعه این داده‌ها تابع توزیع پواسون و یا دوجمله‌ای منفی هستند؛ بنابراین در مدل برای این داده‌ها توزیع پواسون لحاظ گردید. علاوه بر این تابع مورد استفاده برای داده‌های شمارشی این تحقیق نیز لگاریتم استفاده شده است.

اثر تصادفی داده‌ها: یکی از بخش‌های مهم یک مدل ترکیبی نحوه ارتباط اثرات عوامل تصادفی که به‌عنوان اثر تصادفی شناخته می‌شوند است. در این تحقیق اثر پلات و نیز سایت به‌عنوان دو عامل تصادفی به‌صورت آشیانه‌ای در نظر گرفته شد.

ارزیابی مدل: روش‌های مختلفی برای ارزیابی مدل مانند روش Wald و likelihood ratio وجود دارد. اگرچه در روش‌های ANOVA متکی بر تحلیلی مجموع مربعات است. در این تحقیق با توجه تکرار کم داده‌ها مدل با پیش‌فرض حداکثر درست نمائی محدود شده (REML) و ارزیابی مدل بر اساس آزمون نسبت درست نمائی (LRT) انجام شد.

خروجی مدل: خروجی مدل بر اساس نوع انتخاب پارامترهای فوق و نوع توزیع آماری داده‌ها که از نوع پواسون بر اساس کای اسکوئر بیان شده است.

مقایسه میانگین: در مدل‌های ترکیبی برای مقایسه داده‌ها معمولاً از حداقل مربعات میانگین استفاده می‌شود و در بسیاری از حالات نمی‌توان از مقایسه میانگین استفاده نمود. علاوه بر این در این تحقیق برای مقایسات زوجی به‌صورت مستقیم از آزمون زوجی در مدل استفاده می‌شود که معادل با آزمون تی استیودنت است.

۳. نتایج

بذور ۱۷ گونه از ۱۳ خانواده با میانگین ۱۴۷۷۱ بذر در مترمربع در گلخانه جوانه زدند که در این بین سهم مقدار بذور جوانه‌زده در سایت کنترل، برابر ۹۴۵۰ نونهال در مترمربع و در سایت آتش گرفته ۵۳۲۱ نونهال در مترمربع بود. در میان گروه‌های کارکردی گروه پهن برگان یک‌ساله با ۴۰ درصد (۱۰ گونه) بیش‌ترین سهم را در بانک بذر خاک و سایر گروه‌ها به ترتیب گندمیان چندساله با ۳۷ درصد، گندمیان یک‌ساله ۱۸ درصد و پهن برگان چندساله ۵ درصد شامل می‌شود. خانواده‌های Poaceae، Geraniaceae و Asteraceae با تعداد گونه بیشتری در بانک بذر خاک ظاهر شدند. *Brachypodium pinnatum* یک گندمی چندساله است که دارای بیشترین تراکم در کل بانک بذر خاک بود. همچنین گونه‌های *Stellaria media*، *Galium aparin* و *Vulpia myuros* بیشترین سهم را در کل بانک بذرخاک داشتند (جدول۱).

[1] Generalized linear mixed model

جدول ۱. گونه‌های مشاهده شده و تراکم برحسب مترمربع در سایت کنترل و آتش در پوشش‌های گندمی و درختچه‌ای، طبقه‌بندی گروه‌های کارکردی به‌صورت (AG: گندمیان یک‌ساله، AH: پهن برگان یک‌ساله، PG: گندمیان چندساله، PH: پهن برگان چندساله)

نام گونه		خانواده	گروه کارکردی	کنترل		آتش	
				درختچه	گندمی	درختچه سوخته (شدت زیاد)	گندمی سوخته (شدت کم)
Lophochloa phleoides	(Vill.)Rchb.	Poaceae	AG	۰	۰	۰	۲۸۶
Vulpia myuros	L.	Poaceae	AG	۶۴۳	۲۴۹۴	۶۴۳	۱۲۱۴
Erodium cicutarium	L.	Geraniaceae	AH	۷۱	۷۱	۰	۵۰۰
Brachypodium pinnatum	L.	Poaceae	PG	۹۲۹	۱۰۰	۲۶	۱۲
Veronica persica	Poir.	Plantaginaceae	AH	۰	۵۷۱	۰	۷۱
Taraxacum sp.		Asteraceae	PH	۱۴۳	۷۸۶	۴۲۹	۲۱۴
Rapistrum rugosum	(L.) All.	Brassicaceae	AH	۰	۰	۷۱	۷۱
Galium aparine	L.	Rubiaceae	AH	۱۰۷۱	۲۱۴	۶۴۳	۷۱
Stellaria media	(L.) Vill.,	Caryophyllaceae	AH	۸۵۷	۳۵۷	۲۸۶	۱۷۸۶
Garhadiolus pappasus	Jaub. &Spach.	Asteraceae	AH	۰	۰	۰	۷۱
Erodium malacoides	(L.) L'Hér.	Geraniaceae	AH	۷۱	۷۱	۷۱	۱۴۳
Nonea sp.		Boraginaceae	AH	۰	۷۱	۰	۰
Anthriscus cerefolium	(L.) Hoffrn.	Apiaceae	AH	۱۲۱۴	۷۱	۷۱	۰
Lamium amplexicaule	L.	Lamiaceae	AH	۰	۷۱	۰	۰
Sedum pentapetalum	Boriss.	Crassulaceae	AH	۰	۲۱۴	۲۸۶	۶۴۳
Veronica polita	Fri.	Plantaginaceae	AH	۱۶۴۳	۰	۰	۰
Arenaria sp.		Caryophyllaceae	AH	۰	۰	۰	۷۱

۱.۳. اثر اصلی آتش‌سوزی و شدت آتش‌بر گروه‌های کارکردی

نتایج آزمون تی غیرجفتی نشان داد که آتش‌سوزی (بدون توجه به‌شدت) تأثیر معنی‌داری نه بر کل بذور و نه بر بذور گروه‌های کارکردی نداشت (جدول ۲). همچنین نتایج GLMM نشان داد که اثر اصلی آتش‌سوزی نیز بر تراکم کل بانک بذر خاک و تراکم بانک بذر گروه‌های کارکردی معنی‌دار نبود درحالی‌که اثر شدت آتش و اثر متقابل آتش‌سوزی و شدت آتش‌بر تراکم بانک بذر خاک اکثر گروه‌های کارکردی تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۳). در یک مقایسه دیگر در مورد تأثیر شدت آتش، نتایج نشان داد که در منطقه کنترل تراکم بذر پهن برگان یک‌ساله اختلاف معنی‌داری بین زیر درختچه با بیرون آن نداشت درحالی‌که گروه‌های کارکردی گندمیان یک‌ساله، گندمیان چندساله و پهن برگان چندساله بین زیر درختچه با بیرون آن اختلاف معنی‌دار نشان داد. همین‌طور در مقایسه تراکم بین زیر درختچه با بیرون آن در منطقه آتش‌گرفته می‌توان دریافت که هیچ‌کدام آر گروه‌های کارکردی تفاوت معنی‌دار بیرون و زیر درختچه‌ها نداشتند (جدول ۴).

۲.۳. اثر متقابل آتش‌سوزی و شدت آتش‌بر گروه‌های کارکردی

نتایج اثر متقابل آتش‌سوزی و شدت آتش نشان داد که تراکم بانک بذر خاک گندمیان چندساله و پهن برگان یک‌ساله متأثر از نوع شدت آتش بود. تراکم بانک بذر سایر گروه‌های کارکردی در شدت‌های مختلف آتش تغییری نکرد. غنای کل گونه‌ها و همچنین غنای

گروه‌های کارکردی تفاوت معنی‌داری در شدت‌های مختلف نداشتند (جدول ۳). این الگوی تغییرات همچنین در گروه‌های کارکردی نیز مشاهده شد. با بررسی گروه‌های کارکردی نیز ملاحظه شد به‌جز گندمیان چندساله در سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری بین این تغییرات وجود ندارد (شکل ۳).

جدول۲. مقایسه جوانه‌زنی کل گروه‌های کارکردی در منطقه کنترل و آتش

گروه کارکردی	مقدار کل جوانه‌زنی در کنترل	مقدار کل جوانه‌زنی در آتش	معنی‌داری
گونه‌های پهن برگان یک‌ساله	۳۳۹۳±۹۰۹/۱	۲۵۰۷ ± ۷۳۰/۲	۰/۲۳ns
گونه‌های گندمیان یک‌ساله	۱۵۶۴ ±۳۳۶/۱	۱۰۸۶ ±۵۳۳/۵	۰/۴۲ns
گونه‌های پهن برگان چندساله	۴۷۱ ±۱۳۰/۰	۳۷۱±۱۹۶/۸	۰/۸۹ns
گونه‌های گندمیان چندساله	۴۰۲۱ ±۱۳۴۶/۲	۱۳۵۷ ±۶۲۱/۷	۰/۰۸ns
جوانه‌زنی کل	۹۴۵۰ ±۱۵۹۰/۲	۵۳۲۱/۴ ±۱۵۳۴/۳	۰/۱۱ns

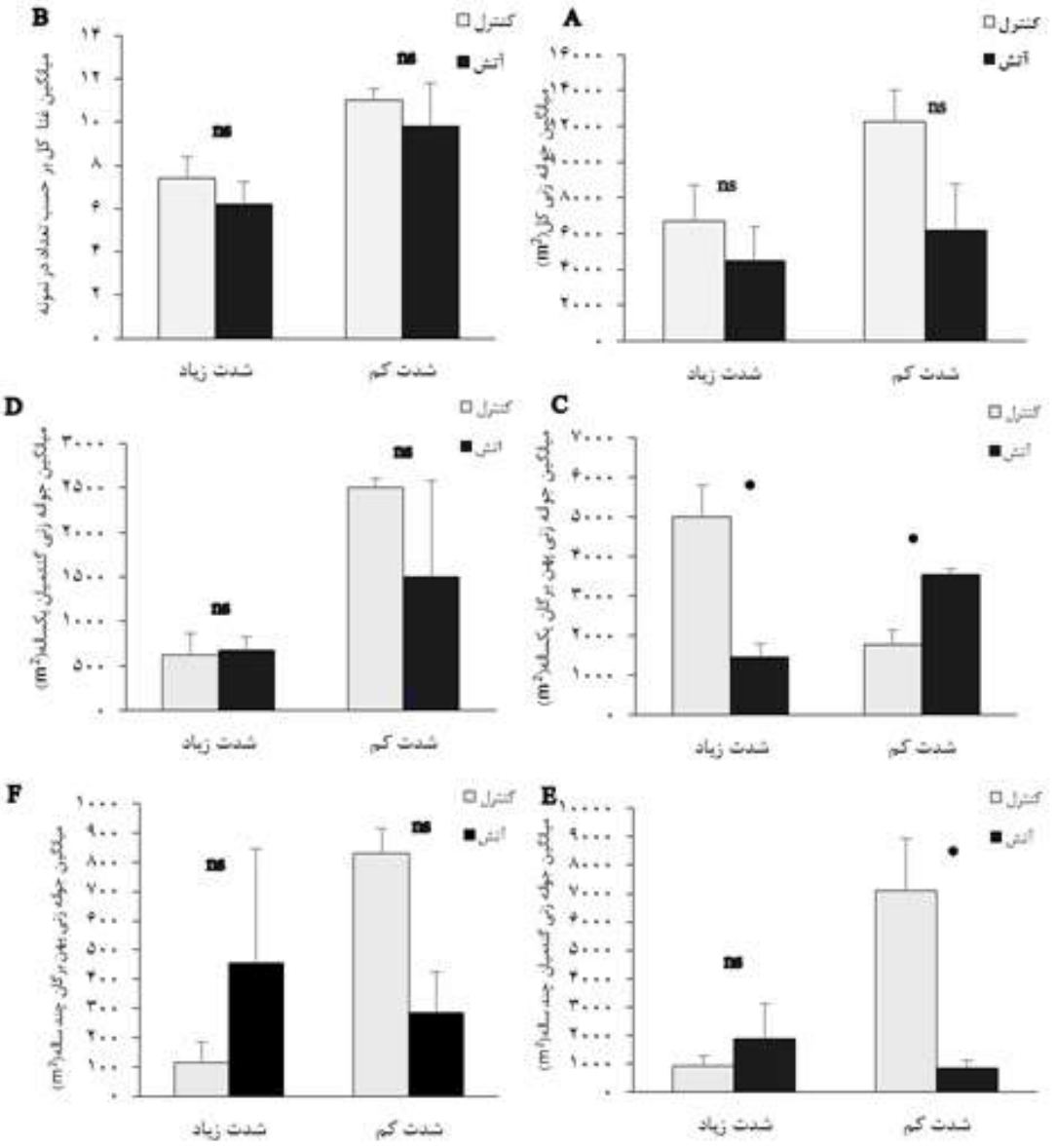
جدول۳. مقایسه اثر متقابل جوانه‌زنی گروه‌های کارکردی. اثر آتش‌سوزی، شدت آتش و اثر متقابل آن با استفاده از آزمون GLMM محاسبه شده‌اند. خروجی مدل بر اساس کای اسکوئر نشان داده شده است. اثرات معنادار پررنگ نشان داده شده است.

گروه‌های کارکردی		آتش‌سوزی		شدت آتش		آتش‌سوزی×شدت آتش	
	Df	P-value	χ^2	P-value	χ^2	P-value	χ^2
گونه‌های پهن برگان یک‌ساله	۱	۰/۳۶	۰/۸۴	۰/۹۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۴/۳۳
گونه‌های گندمیان یک‌ساله	۱	۰/۲۱	۱/۶	۰/۰۳	۴/۴۹	۰/۰۵	۳/۷۰
گونه‌های گندمیان چندساله	۱	۰/۰۴	۴/۱۴	۰/۰۳	۴/۷۴	۰/۰۱	۶/۱۹
گونه‌های پهن برگان چندساله	۱	۰/۵۴	۰/۳۸	۰/۰۲	۵/۳۶	۰/۱	۲/۷۶
غنای گونه‌ای کل	۱	۰/۳۵	۰/۸۸	۰/۰۰۶	۷/۵۰	۰/۸۴	۰/۰۴
جوانه‌زنی کل	۱	۰/۰۹	۲/۹۲	**۰/۰۹**	**۲/۸۶**	۰/۴۴	۰/۵۱

جدول۴. مقایسه جوانه‌زنی لکه‌های گندمی و درختچه در منطقه کنترل و آتش برای هر یک از گروه‌های کارکردی با استفاده از آزمون T-Test

گروه‌های کارکردی	منطقه	گندمیان (شدت کم)	درختچه (شدت زیاد)	Sig.	معنی‌داری
گونه‌های پهن برگان یک‌ساله	کنترل	۱۷۸۵/۷±۳۵۷/۱	۵۰۰۰±۷۹۸/۶	۰/۴۳	ns
	آتش	۳۵۴۳±۱۵۰/۴	۱۴۷۱±۳۳۶/۲	۰/۳۵	ns
گونه‌های گندمیان یک‌ساله	کنترل	۲۵۰۰±۱۱۰/۷	۶۲۸/۶±۲۴۱/۶	۰/۰۱	**
	آتش	۱۵۰۰±۱۰۸۱/۴	۶۷۱/۴±۱۶۰/۷	۰/۹۹	ns
گونه‌های گندمیان چندساله	کنترل	۷۱۱۴/۳±۱۸۰۵/۰	۹۲۸/۶±۳۴۹/۶	۰/۰۰۱	***
	آتش	۸۴۲/۹±۲۸۸/۷	۱۸۷۱/۴±۱۲۳۴/۴	۰/۹۸	ns
گونه‌های پهن برگان چندساله	کنترل	۸۲۸/۶±۸۶/۳	۱۱۴/۳±۷۰/۰	۰/۰۳	*
	آتش	۲۸۵/۷±۱۳۷/۴	۴۵۷/۱±۳۸۹/۷	۰/۹۸	ns
غنای گونه‌ای	کنترل	۱۱±۰/۵	۷/۴±۱/۰	۰/۲۴	ns
	آتش	۹/۸±۲/۰	۶/۲±۱/۱	۰/۱۸	*
جوانه‌زنی کل	کنترل	۱۲۲۲۸/۶±۱۸۱۴/۷	۶۶۷۱/۴±۲۰۵۵/۹	۰/۳۱	ns
	آتش	۶۱۷۱/۴±۲۵۷۶/۱	۴۴۷۱/۴±۱۸۹۶/۱	۰/۸۳	ns

کدهای معنی‌داری: ۰/۰۰۱ *** ۰/۰۱ ** ۰/۰۵ * و ns عدم معنی‌داری



شکل ۳. میانگین جوانه‌زنی کل منطقه (A)، میانگین جوانه‌زنی غنا کل (B)، میانگین جوانه‌زنی در گروه‌های کارکردی پهن برگان‌های یک‌ساله (C)، گندمیان یک‌ساله (D). گندمیان چندساله (E). پهن برگان‌های چندساله در شدت‌های مختلف (F). ns نشانه عدم معنی‌داری، * تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین کنترل و آتش در شدت‌های مختلف

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعات منطقه آتش‌سوزی با آتش‌سوزی نشده با نمونه‌برداری‌های تصادفی با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج ما در این مطالعه نشان داد که مقایسه منطقه آتش‌سوزی و کنترل جهت تراکم بانک بذر گونه-های گیاهی در کل اختلاف معنی‌داری را نشان نداد اما منفک شده به گروه‌های کارکردی متفاوت است. در سایر مطالعات نیز نتایج با این مطالعه مطابقت دارد [۱۸، ۱۴، ۱۵]. همچنین در مطالعه‌ای دیگر نشان داد که آتش‌سوزی باعث افزایش تراکم بانک بذر خاک شده است [۲۴]. درحالی‌که نتایج مطالعه دیگر، بالعکس نشان‌دهنده ی کاهش تراکم بانک بذر خاک در اثر آتش‌سوزی است [۷]. این نتایج می‌تواند رفتار متفاوت هر گروه کارکردی را در اثر آتش نشان دهد. لازم به ذکر است که برخی از محققین خصوصیات پوشش گیاهی و فاکتورهای خاک را هم متأثر از آتش دانسته‌اند [۱۰، ۲۸]. به‌هرحال افزایش یا کاهش تراکم بانک بذر خاک می‌تواند در ارتباط مستقیم با نوع گونه گیاهی، سطح دما و مدت‌زمان قرار گرفتن در معرض آتش باشد [۱۵]. درنتیجه در تحقیق حاضر تلاش کردیم تا اولاً نوع گونه گیاهی را با تفکیک کردن گروه‌های کارکردی و همچنین سطح دما را با مطالعه جداگانه زیر درختچه و بیرون آن به‌صورت جداگانه مشخص کنیم.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که گروه‌های کارکردی متفاوت در شدت‌های مختلف آتش رفتار متفاوتی به‌ویژه در تراکم بانک بذر خاک داشتند. تراکم بانک بذر خاک پهن برگان در شدت کم افزایش پیدا نمود درحالی‌که در شدت زیاد آتش کاهش پیدا کرد. می‌توان استنتاج نمود که در شدت کم آتش، حرارت ناشی از آتش سبب شکست خواب این گونه‌ها شده و افزایش تراکم گونه‌هایی ازجمله *Sedum pentapetalum*، *Stellaria media*، *Erodium cicutarium* را سبب شده بود؛ اما در شدت زیاد تراکم پهن برگان به‌شدت کاهش یافته است که این می‌تواند به علت مرگ‌ومیر گونه‌ها در اثر حرارت زیاد باشد [۸]. بذر گونه‌های *Galium aparine*، *Anthriscus cerefolium* و *Veronica polita* در اثر حرارت زیاد کاهش چشمگیری پیدا کردند.

واکنش هر گونه نیز نسبت به‌شدت آتش متفاوت است. اکثر این گونه‌ها متعلق به گروه کارکردی پهن برگان یک‌ساله می‌باشند. به‌طوری‌که در مناطقی که یک‌بار مورد آتش‌سوزی قرار گرفتند به‌طور عمده شاهد، افزایش فورب‌ها بوده‌ایم [۳۱] که این افزایش می‌تواند به علت افزایش شکست خواب این گونه‌ها در اثر حرارت و دود به دلیل تأثیری که بر ساختار فیزیکی بذر (پوسته و جنین) می‌گذارند، باشد [۱۲]، همچنین در شدت آتش کم نیز در تمامی حالات به‌جز پهن برگان تعداد بذر کاهش یافت. در گندمیان چندساله این تفاوت پس از آتش‌سوزی معنی‌دار بود که بیانگر تأثیرپذیری بیشتر این گونه‌ها از آتش‌سوزی است [۱۸]. بعد از اختلال آتش گونه‌های موجود در بانک بذر خاک بیشتر چندساله‌ها که بانک بذر توسعه‌یافته ندارند برای زنده ماندن و بازیابی به تولیدمثل از طریق ریزوم و یا جست پس از آتش‌سوزی غالب می‌شوند [۱۱، ۳۵]. کاهش گندمیان چندساله و پهن برگان چندساله نیز می‌تواند به همین علت باشد. کاهش غنای گونه‌ای نیز در اثر آتش‌سوزی نیز بیان داشت که کاهش تنوع گونه‌ای تحت تأثیر آتش سبب کاهش در غنای گونه‌ای می‌شود [۷].

نحوه تأثیر آتش‌سوزی در شدت آتش‌سوزی کم و زیاد با یکدیگر تفاوت دارد و نتایج آزمون تجزیه واریانس نیز سهم بالای شدت آتش‌سوزی را در این مطالعه نشان داده است. شدت آتش در هر رویشگاه متفاوت است. به‌طوری‌که در مطالعه‌ی صورت گرفته در یک رویشگاه مرطوب ارتباط کمی بین پوشش گیاهی و شدت آتش‌سوزی وجود دارد، درحالی‌که در منطقه خشک این اثر بیشتر است [۷، ۲۳]. این نتایج با یافته‌های این تحقیق که شدت دارای اثر معنی دار و قابل توجهی است مطابقت دارد. اگرچه پوشش گیاهی برخی از گروه‌های کارکردی هر یک از لکه‌های

گندمیان و درختچه قبل از آتش‌سوزی با یکدیگر متفاوت است اما پس از آتش‌سوزی تفاوتی بین این لکه‌ها با یکدیگر ملاحظه نشد که می‌توان این امر را به دلیل تأثیر آتش‌سوزی در همسان‌سازی پوشش گیاهی دانست [۶].

به‌طورکلی بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان بیان کرد آتش‌سوزی سبب تغییرات در بانک بذر خاک می‌شود. اگرچه آتش جوانه‌زنی کل و غنا کل را کاهش داده است اما این بدین معنی نیست که در همه گروه‌های کارکردی و شدت‌های مختلف آتش‌سوزی این الگو دیده می‌شود. آتش‌سوزی بسته به‌شدت (میزان حرارت رسیده به خاک) اثرات متفاوتی دارد و ممکن است سبب بهبود جوانه‌زنی و تحریک گونه‌های موجود در خاک و یا کاهش آن شود. به‌صورت کلی در شدت آتش کم تنها گیاهان پهن برگان علفی به علت تحریک جوانه‌زنی پاسخ مثبت داشتند و در سایر گروه‌ها کاهش یافت و شدت آتش زیاد برخلاف تصویر عمومی باعث کاهش جوانه‌زنی نمی‌شود و بسته به نوع گروه‌های کارکردی متغیر است. پاسخ مثبت گندمیان و پهن‌برگان علفی چندساله به‌شدت زیاد آتش که با استراتژی جست‌زنی ارتباط دارد بیانگر این پیچیدگی و پاسخ‌های متفاوت است؛ بنابراین تحلیل شدت آتش‌سوزی می‌تواند بر نحوه پاسخ گونه‌ها تأثیر بگذارد. در این تحقیق اثر آتش‌سوزی در درختچه‌زار بررسی شد و امکان انتخاب شدت بالاتر که معمولاً در رویشگاه جنگلی رخ می‌دهد فراهم نشد. در رویشگاه‌های جنگلی به علت شدت بالاتر آتش‌سوزی اثر آن در عمق بیشتری دیده می‌شود که می‌تواند منجر به نتایج متفاوتی شود؛ بنابراین شایسته است اثر شدت آتش‌سوزی در شدت‌های بالاتر نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

References

[1] Abaci, Mo solo H., Ghorbani, Pashakalaei, J., Safaian, N. and Tamartash, R. (2009). The effect of fire vegetation on soil seed bank species composition in Shiraz Ba

moo national park. *Iranian Journal of Rangeland*. 3(4): 623-640.

[2] Akhani Sanjani, H. (2004). Illustrated Flora of Golestan National Park. University of Tehran Press. Vol.1

[3] Bell, D.T. (1999). Turner Review No. 1. The Process of Germination in Australian Species. *Australian Journal of Botany*. 47, 475-517.

[4] Bento-Gonçalves, A., Vieira, A., Úbeda, X. and Martin, D. (2012). Fire and Soils: Key Concepts and Recent Advances. *Geoderma*, 191, 3-13.

[5] Bond W., Midgley G. and Woodward F. (2003). What Controls South African Vegetation-Climate or Fire?, *South African Journal of Botany*, 69, 79-91.

[6] Bond W.J. and Keeley J.E. (2005). Fire as a Global 'Herbivore': The Ecology and Evolution of Flammable Ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution*, 20, 387-394.

[7] Brooks M., Ostoja S. and Klinger R. (2013). Fire Effects on Seed Banks and Vegetation in the Eastern Mojave Desert: Implications for Post-Fire Management. JFSP Research Project Reports. 81.

[8] Brooks, M.L. (2002). Fire Temperature Patterns and Effects on Annual Plants in The Mojave Desert... *Ecological Applications* 12(4), 1088-1102.

[9] Carilla, J., Aragón, R. and Gurvich, D.E. (2011). Fire and Grazing Differentially Affect Aerial Biomass and Species Composition in Andean Grasslands. *Acta Oecologica*, 37, 337-345.

[10] Dzwonko, Z., Loster, S. and Gawroński, S. (2015). Impact of Fire Severity on Soil Properties and The Development of Tree and Shrub Species In a Scots Pine Moist Forest Site in Southern Poland. *Forest Ecology and Management*, 342, 56-63.

[11] Egawa, C., Koyama, A. and Tsuyuzaki, S. (2009). Relationships Between The Developments of Seedbank, Standing Vegetation and Litter in a Post-Mined Peatland. *Plant Ecology*, 203, 217-228.

[12] Eloun, H., Ghorbani, J., Shokri, M. and Jafaryan, Z. (2007). Vegetation Composition of Two Rangelands and Adjacent Cultivated Lands in a Part of Sub Basin Firozabad Tangab Dam at Fars Province. *Rangeland*, 1, 370-385.

[13] Erfanzadeh, R., Hendrickx, F., Maelfait, J.-P. and Hoffmann, M. (2010). The Effect of Successional Stage and Salinity on The Vertical Distribution of Seeds in Salt Marsh Soils. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 205, 442-448.

[14] Esposito, A., Strumia, S., Caporaso, S. and Mazzoleni, S. (2006). The Effect of Fire Intensity on Soil Seed Bank in Mediterranean Macchia. *Forest Ecology and Management*, 234, 207.

[15] Gashaw, M. and Michelsen, A. (2002a). Influence of Heat Shock on Seed Germination of Plants From Regularly Burnt Savanna Woodlands and Grasslands in Ethiopia. *Plant Ecology*, 159, 83-93.

[16] Gashaw, M., Michelsen, A., Jensen, M. and Friis, I., (2002b). Soil Seed Bank Dynamics of Fire-Prone Wooded Grassland, Woodland and Dry Forest Ecosystems in Ethiopia. *Nordic Journal of Botany*, 22, 5-17.

[17] Ghaemi, R. (1997). Destructive And Threatening Factors Of Golestan National Park. – *Iranian Environment Protection Organization*, 4 (2).

[18] Gonzalez, S. and Ghermandi, L., (2008). Postfire Seed Bank Dynamics in Semiarid Grasslands. *Plant Ecology*, 199, 175-185.

[19] Heidari, M. and Faramarzi, M. (2014). Short-Term Effects of Fire at Different Severities to the Composition and Diversity of Soil Seed Bank in the Zagros Forest Ecosystem City Sirwan. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 3(9), 57-68.

[20] Hardy, C.C. (2005). Wildland Fire Hazard and Risk: Problems, Definitions, and Context. *Forest Ecology and Management*, 211, 73-82.

[21] Hoffmann, W.A., Orthen, B. and Nascimento, P.K.V.d., (2003). Comparative fire ecology of tropical savanna and forest trees. *Functional Ecology*, 17, 720-726.

[22] Ketterings, Q.M. and Bigham, J.M. (2000). Soil Color as an Indicator of Slash-And-Burn Fire Severity and Soil Fertility in Sumatra, Indonesia. *Soil Science Society of America Journal*, 64, 1826-1833.

[23] Kimura, H. and Tsuyuzaki, S. (2011). Fire Severity Affects Vegetation and Seed Bank in a Wetland. *Applied Vegetation Science*, 14, 350-357.

[24] Maia, P., Pausas, J., Arcenegui, V., Guerrero, C., Pérez-Bejarano, A., Mataix-Solera, J., Varela, M., Fernandes, I., Pedrosa, E. and Keizer, J. (2012). Wildfire Effects on The Soil Seed Bank of a Maritime Pine Stand: The Importance of Fire Severity. *Geoderma*, 191, 80-88.

[25] Matinizadeh, M. and Gudarzi, M. (2013). Effects of Fire on Activity of Some Rangeland Soil Enzymes. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 20(1): 225-213.

[26] Navarra, J.J., Kohfeldt, N., Menges, E.S. and Quintana-Ascencio, P.F. (2011). Seed Bank Changes With Time-Since-Fire in Florida Rosemary Scrub. *Fire Ecology*, 7, 17-31.

[27] Neary, D.G., Ryan, K.C. and DeBano, L.F. (2005). Wildland Fire in Ecosystems: Effects of Fire on Soils and Water. *US Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report RMRS-42*, Ogden, Utah. -, 4, 250.

[28] Pereira, P., Cerda, A., Jordan, A., Bolutiene, V., Pranskevicius, M., Ubeda, X. and Mataix-Solera, J. (2013). Spatio-Temporal Vegetation Recuperation after a Grassland Fire in Lithuania. *Procedia Environmental Sciences*, 19, 856-864.

[29] Poschlod, P., Abedi, M., Bartelheimer, M., Drobnik, J., Rosbakh, S. and Saatkamp, A. (2013). Seed Ecology and Assembly Rules in Plant Communities. *Vegetation Ecology*. 2nd Ed., Wiley-Blackwell, Chichester.

[30] Saatkamp, A., Poschlod, P. and Venable, D.L. (2014). 11 The Functional Role of Soil Seed Banks in Natural Communities.In: Gallagher, R.S. (Ed.), In Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities, 3rd edition. CAB International, Ch. 11.

[31] Santana, V.M., Alday, J.G. and Baeza, M.J. (2014). Effects of Fire Regime Shift in Mediterranean Basin Ecosystems: Changes in Soil Seed Bank Composition Among Functional Types. *Plant Ecology*, 215, 555-566.

[32] Safaian, N., Shokri, M., Ahmadi, M.Z., Atrakchali, A. and Tavili, A., (2005). Fire Influence on The Grassland Vegetation in Golestan National Park (Alborz Mts. Iran). *Polish Journal of Ecology*, 53(3): 435-443.

[33] Simard, S. (1991). Fire Severity, Changing Scales, and How Things Hang Together. *International Journal of Wildland Fire*, 1, 23-34.

[34] Tahmasebi, P. (2012). Study Effects Destruction and Potentials of The Use of Fire as a Vegetation Management Tool in Semi Steppe Rangelands. (2012) *Journal of Range and Watershed Managment.*66(2):287-298.

[35] Thompson, D. and Shay J. (1985). The Effects of Fire on *Phragmites Australis* in The Delta Marsh, Manitoba. *Canadian Journal of Botany*, 63, 1864-1869.