اثر حرارت، دود و خاکستر بر جوانه‌زنی بانک بذر خاک در مراتع نیمه‌استپی زاگرس مرکزی، ایران

سینا نبی‌زاده[۱]، علی اصغر نقی‌پور برج[۱*] و پژمان طهماسبی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۲)

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر تیمارهای مربوط با محصولات آتش شامل حرارت، دود و خاکستر بر تراکم، تنوع گونه‌ای، شکل رویشی و شکل زیستی بذور موجود در بانک بذر خاک در مراتع کرسنگ در استان چهارمحال‌وبختیاری انجام شد. برای این منظور، نمونه‌های خاک از منطقه جمع‌آوری و تیمارهای مربوط به محصولات آتش بر آنها اعمال شدند. پنج تیمار شامل دو تیمار تنش حرارت ۶۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ دقیقه، یک تیمار دوددهی ۳۰ دقیقه‌ای، یک تیمار خاکستر و تیمار شاهد که بدون اعمال هیچ تیماری بود، مورد آزمون قرار گرفتند. در مجموع، بذرهای ۲۱ گونه از ۱۵ تیره گیاهی در نمونه‌های بانک بذر خاک کشت‌شده در گلخانه جوانه زدند. نتایج نشان داد که تیمار درجه حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد با میانگین بذرهای جوانه‌زده ۷۰۶ عدد بذر در مترمربع، باعث افزیش معنی‌دار تراکم در مقایسه با تیمار شاهد شد. همچنین خاکستر باعث افزایش معنی‌دار غنا و تنوع گونه‌ای در نمونه‌های کشت شده شد. اغلب تیمارهای محصولات آتش در مجموع باعث افزایش سهم شکل‌های رویشی پهن‌برگ و گراس یک‌ساله شدند. براساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مطالعه اثرات محصولات آتش روی گونه‌های گیاهی اهمیت زیادی در شناخت و تحلیل پاسخ گونه‌ها در تحریک‌پذیری جوانه‌زنی بذرها دارد. همچنین با آگاهی از این اطلاعات می‌توانیم تغییرات در پوشش گیاهی بعد از آتش‌سوزی را پیش‌بینی کرده و برای مدیریت صحیح مراتع استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: محصولات آتش، تراکم، تنوع گونه‌ای، شکل زیستی، شکل رویشی

۱. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: aa.naghipour@sku.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آتش‌سوزی‌های کنترل‌نشده که به دو شکل طبیعی و یا توسط انسان رخ می‌دهد، نقش بسیار مهمی در ساختار و عملکرد بسیاری از اکوسیستم‌های طبیعی ایفا می‌کنند (۸). آتش‌سوزی می‌تواند تغییرات مهمی را در جوامع گیاهی و پویایی آنها، ایجاد کرده (۲۹) و موجب تغییرات تنوع گونه‌ای در این جوامع شود (۲۰). تنوع گونه‌ای یکی از خصوصیات جوامع زیستی است که از دو جزء تشکیل می‌شود. اولی مربوط به تعداد گونه‌ها است و به آن غنای گونه‌ای می‌گویند. دومین جزء تنوع، یکنواختی است که توزیع افراد بین گونه‌ها را نمایش می‌دهد (۳).

بانک بذر خاک به‌عنوان مخزنی در احیای اکوسیستم‌های تخریب‌شده به‌شمار می‌رود (۳۱). یکی از اثرات مهم آتش‌سوزی، تأثیر محصولات آن روی جوانه‌زنی بذرهای گیاهان است (۱۲). جوانه‌زنی بذرهای گیاهان، یکی از جنبه‌های مختلف رشد و توسعه گیاهی است که تحت تأثیر آتش‌سوزی نیز قرار می‌گیرد (۳۲). بعد از آتش‌سوزی، با افزایش منابع در دسترس گیاه و کاهش رقابت در زیستگاه، شرایط برای جوانه‌زنی بذرها مناسب می‌شود (۹). آتش‌سوزی به‌عنوان یک عامل آشفتگی، با تأثیر بر عوامل مختلف محیطی مانند نور، درجه حرارت، رطوبت و نیترات باعث می‌شود که شرایط جوانه‌زنی بذرها در گیاهان عالی به یک فرایند پیچیده تبدیل شود (۲۴).

محصولات آتش شامل حرارت، دود و خاکستر تأثیرات متفاوتی بر تحریک‌پذیری جوانه‌زنی بذرهای گیاهان دارند (۱۶). برخی از بذرهای گونه‌های گیاهی به یکی از این محصولات و برخی دیگر به ترکیبی از محصولات آتش واکنش نشان می‌دهند که این امر باعث تحریک‌پذیری پیچیده و درک سخت جوانه‌زنی بذرهای گیاهان می‌شود (۲۷). تیمار حرارت باعث شکسته شدن پوسته غیرقابل نفوذ بذرها و افزایش رطوبت بذرها شده و درنهایت باعث افزایش جوانه‌زنی آنها می‌شود. همچنین حرارت باعث فعال شدن و شکستن خواب فیزیکی بذرها می‌شود (۱۵). تیمار حرارت بر اساس میزان دما و مدت زمان اعمال تیمار تأثیر متفاوتی روی بذرها یا بانک بذر خاک دارد و می‌توان نتیجه گرفت بذرهایی که در دمای بالا از بین می‌روند دارای خواب فیزیکی نیستند بلکه خواب آنها از نوع فیزیولوژیک است (۲۲). اولین بار توسط دی لانگ و بوچر(۱۱) اثر مثبت دود مشتق شده از گیاهان بر جوانه‌زنی بذر گونه‌های گیاهی گزارش شد. مؤثرترین ترکیب شیمیایی در دود که باعث تحریک جوانه‌زنی بذرها می‌شود یکی از ترکیبات بیوتنولاید (Butenolide) به‌نام کاریکینولاید (Karrikinolide) است (۲۵). دود در غلظت‌های بالا مانع جوانه‌زنی بذرها و در غلظت‌های پایین باعث افزایش جوانه‌زنی می‌شود (۱۸). تأثیر تیمار خاکستر بستگی به درجه حرارت آتش، کامل بودن احتراق، ساختار پوشش گیاهی، نوع گونه‌های سوخته‌شده، نوع برگ و رطوبت اکوسیستم آسیب‌دیده دارد. زمانی که خاکستر به مقدار زیاد در محیط وجود داشته باشد با توجه به افزایش pH محیط باعث مسمومیت بذرها، کاهش بالقوه آب و مانع رسیدن آب به جنین بذر می‌شود (۲۳).

مطالعه آرن و همکاران (۶) روی تأثیر محصولات آتش بر جوانه‌زنی بذرهای چند گونه گیاهی، نشان‌دهنده پاسخ متفاوت این گونه‌ها به محصولات آتش بود. در مطالعه‌ای، رن و بای (۲۸) اثرات دود و خاکستر را بر جوانه‌زنی بذرهای موجود در بانک بذر خاک منطقه‌ای از کانادا را مورد بررسی قرار دادند نتایج ایشان حاکی از تأثیر تیمارهای دود و خاکستر و خاکستر به‌تنهایی بر تراکم گیاهچه و غنای گیاهان پهن‌برگ بومی بود. مطالعه دیگری در غرب نروژ توسط برگمان و همکاران (۷) انجام شد، آنها تأثیر دود و خاکستر را روی گروه‌های عملکردی در بانک بذر خاک بررسی کردند. محصولات آتش باعث تغییر جوانه‌زنی گرامینه‌ها شد، اما در گیاهان علفی یک‌ساله تغییری ایجاد نکردند. بذرهای قدیمی و جدید سالم نیز پاسخ بهتری به محصولات آتش نشان دادند. علاوه بر این، اثر دود نسبت به خاکستر محسوس‌تر و گیاهان سازگارشده با حرارت، پاسخ بیشتری به محصولات آتش برای جوانه زنی بذرها از خود نشان دادند. نقی‌پور و همکاران (۲۲) جوانه‌زنی هفت گونه غالب مراتع زاگرس مرکزی را تحت تأثیر تیمارهای مختلف محصولات آتش قرار دادند. نتایج نشان داد اثر محصولات آتش یک واکنش

www.SID.ir

Archive of SID

گونه‌ای است و حتی در گونه‌های یک جنس نیز تأثیر متفاوتی مشاهده می‌شود. تیمارهای حرارتی زیاد، جوانه‌زنی بذر اغلب گونه‌های مورد مطالعه منطقه را به‌طور معنی‌داری کاهش داده و یا کاملاً از بین می‌برند. خواب بذر، با توجه به تأثیر منفی حرارت زیاد در بذر اغلب گونه‌های گیاهی موجود در مناطق نیمه‌استپی کشور از نوع فیزیولوژیکی است. همچنین اثر مثبت تیمار دود نسبت به تیمارهای حرارت و خاکستر در افزایش جوانه‌زنی بذر گونه‌های مورد مطالعه بیشتر بود. عابدی و همکاران (۵) اثر دو تیمار دود گازی به‌مدت زمان ۱۵ و ۳۰ دقیقه روی جوانه‌زنی بانک بذر خاک و پنج گروه عملکردی گیاهی در بوته‌زارهای شمال ایران مورد بررسی قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد که تیمار دود گازی با مدت زمان ۱۵ دقیقه بیشترین تأثیر را روی جوانه‌زنی بذرهای گیاهان داشته است. مطالعات مختلف دنیا روی تأثیر محصولات آتش بر جوانه‌زنی بذرهای گونه‌های گیاهی، نشان‌دهنده پاسخ متفاوت این گونه‌ها به محصولات آتش بود. مطالعه و بررسی اثرات آتش‌سوزی بر جوانه‌زنی بذر گونه‌های مرتعی، به ما امکان جمع‌آوری اطلاعات در مورد واکنش گونه‌های مختلف به محصولات آتش را فراهم می‌آورد؛ به‌طوری‌که می‌توان از این اطلاعات برای مدیریت صحیح مراتع استفاده کرد. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر محصولات آتش شامل حرارت، دود و خاکستر بر تراکم، شکل زیستی، شکل رویشی، غنا و تنوع گونه‌ای بذرهای گونه‌های موجود در بانک بذر خاک مراتع نیمه استپی استان چهارمحال‌وبختیاری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مراتع نیمه‌استپی کرسنگ، با ارتفاع متوسط ۲۶۰۰ متر از سطح دریا با میانگین بارندگی ۴۲۵ میلی‌متر و درجه حرارت ۱۲ درجه سانتی‌گراد در سال و مختصات جغرافیایی "۴ ،'۲۶ ،°۵۰ درجه تا "۳۵ ،'۲۷ ،°۵۰ طول شرقی و "۱۹ ،'۳۰ ،°۳۲ درجه تا "۳۳ ،'۳۲ ،°۳۲ عرض شمالی، در شمال غربی استان چهارمحال‌وبختیاری قرار گرفته است. اغلب بارش‌ها در این منطقه در پاییز و زمستان اتفاق می‌افتد. مراتع کرسنگ تحت تأثیر چرای دام و آتش‌سوزی‌های سالیانه قرار داشته و عامل انسانی نقش بسزایی در ایجاد آتش‌سوزی دارد. پوشش گیاهی غالب حاضر در منطقه شامل ترکیبی از بوته‌ای‌ها، گندمیان و پهن‌برگان علفی است (۱).

نمونه‌برداری بانک بذر خاک

پس از شناسایی مقدماتی و تعیین منطقه مورد بررسی، از روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده برای نمونه‌برداری از بانک بذر خاک استفاده شد. در مجموع، ۵۰ پلات در بخشی از منطقه که آتش‌سوزی در آن رخ نداده بود برای انجام نمونه‌گیری از بانک بذر خاک تعیین شد. با استفاده از ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری، پلات‌هایی به ابعاد ۲×۲ با فواصل ۱۰ متری مشخص شد. در هر پلات، نمونه‌های خاک از عمق صفر تا پنج سانتی‌متری برداشت شد. نمونه‌برداری از خاک توسط سیلندر به عمق ۵ سانتی‌متر و قطر ۵/۳ سانتی‌متر با ۵ تکرار در داخل هر پلات صورت گرفت که مقدار خاک برداشتی از هر پلات۵۰۰ سانتی‌مترمکعب بود. سپس ۵ تکرار برداشت شده از هر پلات با هم مخلوط و در کیسه‌های پلاستیکی جداگانه ریخته شد. کیسه‌های خاک پس از برچسب گذاری برای انجام تیمارها و کشت در گلخانه منتقل شد. نمونه‌برداری از بانک بذر خاک در فصل رکود رشد پوشش گیاهی و قبل از شروع بارندگی‌ها در آبان‌ماه انجام گرفت (۳۰)

انجام تیمارها و کشت گلخانه‌ای

تکرارها در هر پلات با هم مخلوط شدند و برای حذف ریشه و سنگریزه، از الک پنج میلی‌متری عبور داده شد و سپس تیمارهای مختلف آتش روی آنها اعمال و در محیط گلخانه قرار داده شدند. ابتدا بستر کشت مناسب در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد آماده شد. برای این کار تعداد ۲۵ سینی با ارتفاع ۵ سانتی‌متر و قطر دهانه ۴۰ سانتی‌متر انتخاب شد. در هر سینی، نمونه‌های بانک بذر خاک روی لایه نازکی از ماسه استریل شده و خاک زارعی استریل به ضخامت سه سانتی‌متر

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. تشریح تیمارهای اعمال شده بر بانک بذر خاک

تیمار	جزئیات	توضیحات
شاهد	بدون تیمار	بدون اعمال تیمار در محیط گلخانه قرار گرفتند.
حرارت ۶۰°C	۵ دقیقه	در معرض حرارت خشک درون آون قرار گرفتند.
حرارت ۸۰°C	۵ دقیقه	در معرض حرارت خشک درون آون قرار گرفتند.
دود	۳۰ دقیقه	در معرض دود حاصل از سوزاندن پوشش گیاهی منطقه قرار گرفتند.
خاکستر	پودر خاکستر	مواد گیاهی منطقه، سوزانده شده و از الک گذرانده شد و لایه نازکی از آن بر سطح خاک پخش شد.

شکل ۱. دستگاه طراحی شده برای اعمال تیمار دود

مکعب به‌گونه‌ای پخش شد که ضخامت آنها بیشتر از دو سانتی‌متر نباشد تا کلیه بذرها در معرض هوا و نور کافی قرار گرفته و شانس جوانه‌زنی بذرها به حداکثر برسد (۳۳). برای هر تیمار ۵ تکرار و در هر تکرار ۱۰۰۰ سانتی‌متر مکعب خاک درنظر گرفته شد. تیمارهای مورد استفاده شامل حرارت، دود، خاکستر و شاهد است (جدول ۱). برای اعمال تیمار دود ابتدا اقدام به تولید دود توسط دستگاه دودساز با استفاده از گونه‌های خشک گیاهی منطقه شد. دود تولیدشده بیانگر شرایط دود طبیعی ناشی از آتش‌سوزی در منطقه است. نمونه‌های بانک بذر خاک پس از کشت در سینی‌های مخصوص داخل اتاقک دستگاه قرار گرفتند و دود به‌مدت ۳۰ دقیقه از طریق لوله اتصال و کمپرسور تعبیه شده در دستگاه بر آنها اعمال شد (شکل ۱).

برای تیمار خاکستر نیز، خاکستر حاصل از سوزاندن گیاهان موجود در منطقه را جمع‌آوری کرده و پس از کشت، لایه‌ای به ضخامت یک میلی‌متر روی سطح خاک نمونه‌ها قرار داده شد. سپس نمونه‌های بانک بذر خاک که تیمارها روی آنها اعمال شد، در محیط گلخانه‌ای با شرایط دمایی ۱۸ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد (که مناسب‌ترین دما برای رشد اکثر گونه‌ها گیاهی است) و با رطوبت کافی قرار داده شدند. لازم به‌ذکر است که ۵ سینی هم به‌عنوان شاهد استریل قرار داده شد که فاقد خاک منطقه بود و تنها ماسه استریل‌شده و خاک زراعی در آنها ریخته شد تا برای کاهش خطا بذرهای پراکنده شده از محیط اطراف گلخانه شناسایی و از لیست گونه‌های جوانه‌زده حذف شوند (۴). ثبت و شمارش نونهال‌های سبز شده هر سینی به‌مدت ۶

www.SID.ir

Archive of SID

ماه تا زمانی که دیگر بذر جدیدی سبز نشود انجام شد. نونهال‌های بذری جوانه‌زده تا حد گونه مورد شناسایی قرار گرفت و درصورت عدم شناسایی گونه گیاهی، تا زمانی که قابل شناسایی شود، در داخل سینی‌های کشت نگهداری شد. وقتی نونهال‌ها ظاهر شدند و امکان شناسایی گونه‌ها میسر شد از سطح نمونه‌ها برداشت شدند تا محیط برای رویش بذرهای دیگر بیشتر فراهم باشد. بعد از اتمام شمارش نونهال‌های جوانه‌زده، برای تعیین میزان بذر در هر سینی تراکم ثبت شده در داخل هر سینی، بر حسب تعداد در مترمربع محاسبه شد.

تعداد گونه‌هایی که در هر تیمار جوانه زدند و شناسایی شدند، غنای گونه‌ای آن تیمار به‌شمار آمد. در این مطالعه شکل زیستی گیاهان نیز با استفاده از سیستم رانکایر به ۴ طبقه اصلی تقسیم شدند که به‌ترتیب عبارتند از: تروفیت، ژئوفیت، همی‌کریپتوفیت و کاموفیت (۲۶). همچنین شکل رویشی گیاهان در ۵ گروه: بوته‌ای، پهن‌برگ چندساله، پهن‌برگ یک‌ساله، گراس چندساله و گراس یک‌ساله طبقه‌بندی شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده و نرم‌افزارهای مورد استفاده

جهت آنالیز آماری، ابتدا نرمال بودن داده‌ها به‌وسیله آزمون کولموگروف- اسمیرنوف (۱۹) و همگن بودن واریانس‌ها توسط آزمون لون (۱۷) مورد بررسی قرار گرفت. جهت کلاسه‌بندی مقدار میانگین‌ها برای داده‌های غیرنرمال از آزمون کروسکال- والیس و برای داده‌های نرمال از تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن استفاده شد. کلیه محاسبات آماری در نرم‌افزار SPSS ۲۳ و رسم نمودارها در محیط Excel ۲۰۱۰ انجام شده است. در تحقیق حاضر به‌منظور بررسی اثر محصولات آتش بر تنوع گونه‌ای از شاخص تنوع شانون و همچنین برای اندازه‌گیری یکنواختی از شاخص پیلو استفاده شد (۱۴). غنای گونه‌ای نیز بر اساس شاخص مارگالف محاسبه شد (۲). محاسبات مربوط به شاخص‌های تنوع در نرم افزار PAST انجام گرفت.

نتایج

در مجموع، بذرهای ۲۱ گونه از ۱۵ تیره گیاهی در نمونه‌های بانک بذر خاک کشت‌شده در گلخانه جوانه‌زدند (جدول ۱). تیره‌های Poaceae و Brassicaceae با بیشترین تعداد گونه در کل بانک بذر خاک ظاهر شدند. از کل بذرهای جوانه‌زده در بانک بذر خاک، ۵۳ درصد مربوط به این ۲ تیره بود. بیشترین تعداد بذر به‌ترتیب متعلق به گونه‌های *Conringia orientalis*، *Stipa haussknechtii*، *Drabopsis verna* و *Bromus tectorum* بود، که این ۴ گونه در مجموع حدود ۶۳ درصد از کل بذرهای جوانه‌زده در بانک بذر خاک را تشکیل دادند (جدول ۲). از مجموع کل گونه‌ها و تیره‌های جوانه‌زده در نمونه‌ها، بیشترین سهم تیره‌ها در تیمار درجه حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد و بیشترین سهم گونه‌ها در تیمار خاکستر مشاهده شد (جدول ۳).

اثر محصولات آتش بر تراکم جوانه‌زنی بانک بذر خاک

نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که اثر تیمارهای مختلف محصولات آتش روی تراکم بذرهای جوانه‌زده از بانک بذر خاک معنی‌دار بود. بر اساس نتایج حاصل از آزمون دانکن، بین تراکم بذرهای جوانه‌زده در تیمار دود و درجه حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در تراکم بذرهای جوانه‌زده تیمار درجه حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به تیمار شاهد، اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که با وجود افزایش تراکم جوانه‌زنی بذرهای تحت تأثیر تیمار خاکستر نسبت به تیمار شاهد، اختلاف معنی‌داری دیده نشد. در این بین میانگین بذرهای جوانه‌زده در تیمار حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد برابر با ۱۲۸ عدد، تیمارحرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد برابر با ۷۰۶ عدد، تیمار دود برابر با ۹۸ عدد، تیمار خاکستر برابر ۲۹۴ عدد و تیمار شاهد ۱۳۷ عدد در مترمربع است (شکل ۲).

اثر محصولات آتش بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای

نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن نشان داد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. نام گونه، تیره، شکل زیستی، شکل رویشی و ناحیه رویشی گیاهان جوانه‌زده از بانک بذر خاک در منطقه مورد مطالعه

نام علمی	تیره	شکل رویشی	شکل زیستی	ناحیه رویشی
Agropyron sp.	Poaceae	PG	He	IT
Amaranthus retroflexus L.	Amaranthaceae	AF	Th	IT
Astragalus spp.	Fabaceae	Sh	Ch	IT
Bromus tectorum L.	Poaceae	AG	Th	IT, SS
Cardaria draba (L.) Desv.	Brassicaceae	AF	Th	Cosm
Cerastium glutinosum Fr.	Caryophyllaceae	AF	Th	IT
Ceratocephalus falcatus (L.) pers	Ranunculaceae	AF	Th	IT,M
Conringia orientalis Andrz. ex DC.	Brassicaceae	AF	Th	IT
Drabopsis verna K. Koch.	Brassicaceae	AF	Th	IT
Erodium cicutarium (L.) L'Her.	Geraniaceae	AF	Th	IT,M
Eryngium billardierei F. Delaroche.	Apiaceae	PF	He	IT
Galium aparine L.	Rubiaceae	AF	Th	IT
Holosteum umbellatum L.	Caryophyllaceae	AF	Th	IT
Hordeum bulbosum L.	Poaceae	PG	Ge	IT,M
Lamium amplexicaule L.	Lamiaceae	AF	Th	IT,M,ES
Malva neglecta Wallr.	Malvaceae	PF	He	IT, M, ES
Muscari neglectum Guss. ex Ten.	Liliaceae	PF	Ge	IT
Poa bulbosa L.	Poaceae	PG	Ge	IT,M,ES
Stipa haussknechtii Boiss.	Poaceae	PG	He	IT
Tragopogon sp.	Asteraceae	PF	He	IT
Veronica biloba L	Scrophulariaceae	AF	Th	IT

Ph: فانروفیت، Ch: کامفیت، He: همی‌کریپتوفیت، Ge: ژئوفیت، Th: تروفیت؛ Sh: بوته‌ای، PF: فورب چندساله، AF: فورب یک‌ساله، PG: گراس چندساله، AG: گراس یک‌ساله؛ IT: ایران- تورانی، SS: صحرا- سندی، ES: اروپا- سیبری، M: مدیترانه‌ای، Cosm: جهان‌وطنی

تیمارحرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش معنی‌دار یکنواختی گونه‌های جوانه‌زده در بانک بذر خاک نسبت به تیمار شاهد شد. در بقیه تیمارها یکنواختی تغییر معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد پیدا نکرد (شکل ۳). بر خلاف یکنواختی، تیمار حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد و خاکستر باعث افزایش معنی‌دار غنای گونه‌ای بذرهای جوانه‌زده در بانک بذر خاک شدند و در بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳). همچنین نتایج نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار تنوع گونه‌ای در تیمار خاکستر بود. در تیمار حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد نیز با وجود افزایش تنوع گونه‌ای در بانک بذر خاک با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. واکنش جوانه‌زنی گونه‌ها تحت تأثیر تیمارهای محصولات آتش

نام علمی	شاهد	حرارت ۶۰°C	حرارت ۸۰°C	دود	خاکستر
Agropyron sp.	○	+	+	○	
Amaranthus retroflexus L.	●	○	+	+	+
Astragalus spp.	○	+	+	○	+
Bromus tectorum L.	○	+	○	○	○
Cardaria draba (L.) Desv.	○	○	+	+	+
Cerastium glutinosum Fr.	○	○	○	○	+
Ceratocephalus falcatus (L.) pers	○	○	+	○	○
Conringia orientalis Andrz. ex DC.	○	○	+	○	○
Drabopsis verna K. Koch.	●	○	+	○	−
Erodium cicutarium (L.) L'Her.	○	+	+	+	+
Eryngium billardierei F. Delaroche.	●	❋	❋	○	+
Galium aparine L.	○	○	○	○	+
Holosteum umbellatum L.	●	○	○	❋	−
Hordeum bulbosum L.	●	○	○	○	+
Lamium amplexicaule L.	○	○	+	○	○
Malva neglecta Wallr.	○	○	○	○	+
Muscari neglectum Guss. ex Ten.	●	−	−	−	❋
Poa bulbosa L.	○	○	+	○	○
Stipa haussknechtii Boiss.	○	+	○	+	○
Tragopogon sp.	○	+	○	○	+
Veronica biloba L	○	○	+	○	○

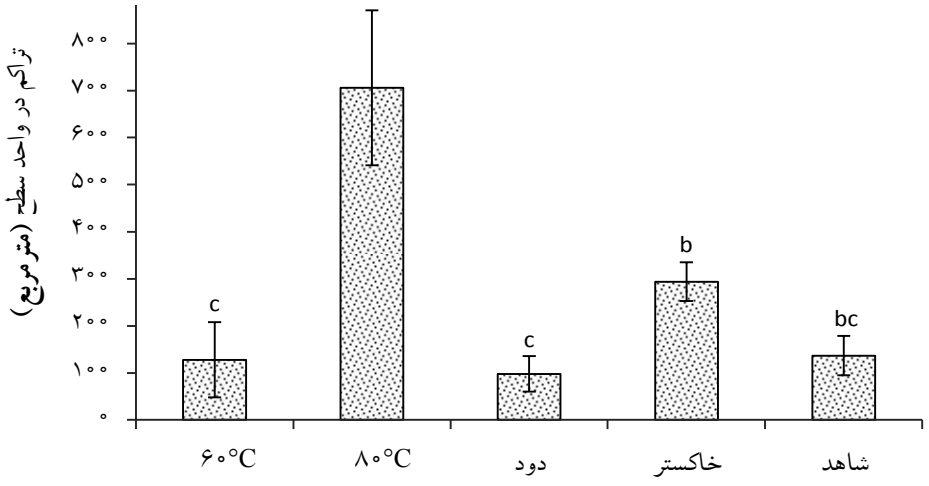
●: گونه‌های جوانه‌زده در تیمار شاهد، ❋: میانگن جوانه‌زنی برابر نسبت به تیمار شاهد، +: تأثیر مثبت تیمار روی جوانه‌زنی و −: تأثیر منفی تیمار بر جوانه‌زنی

اثر محصولات آتش بر شکل‌های زیستی جوانه‌زده در بانک بذر خاک

در بانک بذر خاک مورد مطالعه، تحت تأثیر تیمارهای مختلف آتش، ۴ شکل زیستی و ۵ شکل رویشی جوانه‌زنی داشتند. شکل زیستی کاموفیت و شکل رویشی بوته‌ای تنها شامل *Astragalus* spp. و در تیمار حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد با تراکم ۹۸ بذر در مترمربع وجود داشت، بنابراین از محاسبات آماری کنار گذاشته شد. نتایج حاصل از آزمون کروسکال- والیس نشان داد که تیمار خاکستر باعث افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی همی‌کریپتوفیت‌ها نسبت به تیمار شاهد در بانک بذر خاک شد. در بقیه تیمارها نسبت به تیمار شاهد، تفاوت معنی‌دار در درصد جوانه‌زنی همی‌کریپتوفیت‌ها مشاهده نشد. همچنین تیمار حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی تروفیت‌ها در بانک بذر خاک نسبت به تیمار شاهد شد. در دیگر تیمارها با وجود افزایش درصد جوانه‌زنی تروفیت‌ها نسبت به تیمار شاهد، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

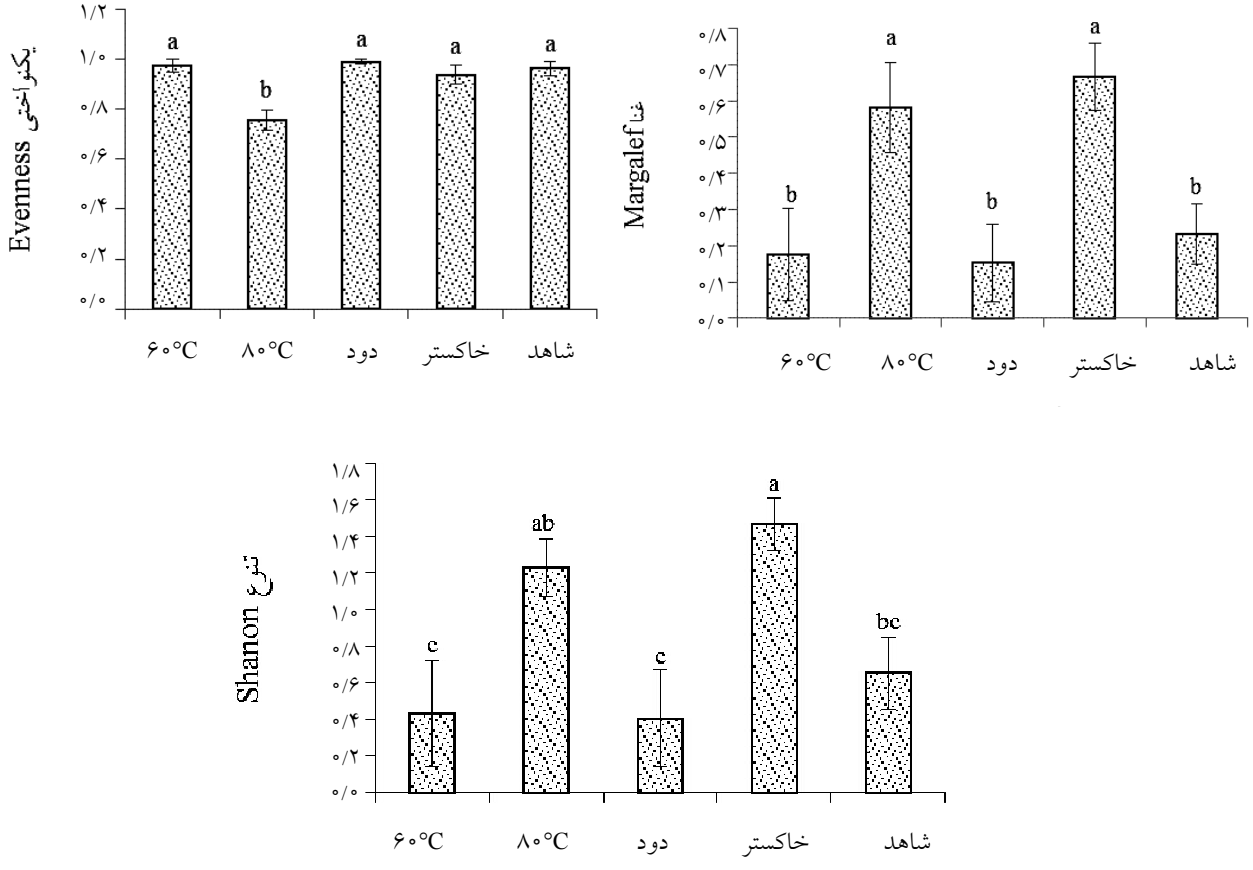
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. اثر تیمارهای مختلف محصولات آتش بر تراکم بذرهای جوانه‌زده بانک بذر خاک در منطقه کرسنگ

(حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف آماری میانگین (± اشتباه معیار) در سطح ۵٪ هستند)



شکل ۳. نمودارهای مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای شامل غنای گونه‌ای، یکنواختی و تنوع گونه‌ای در تیمارهای مختلف محصولات آتش روی جوانه‌زنی بانک بذر خاک در منطقه کرسنگ

(حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف آماری میانگین (± اشتباه معیار) در سطح ۵٪ هستند)

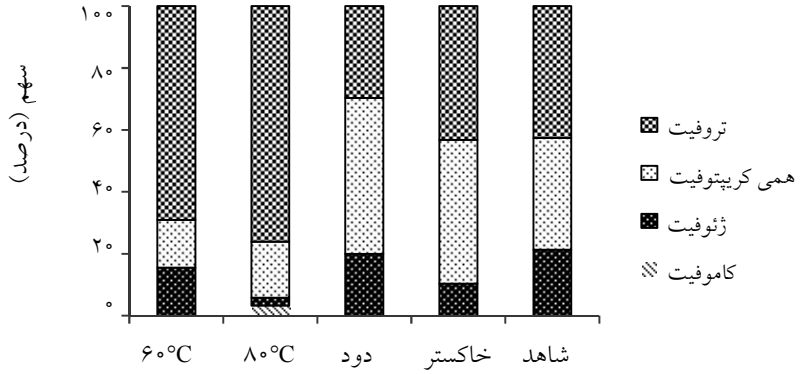
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. نتایج آزمون کروسکال- والیس حاصل از تأثیر محصولات آتش، بر درصد جوانه‌زنی شکل‌های زیستی مختلف در بانک بذر خاک

شکل زیستی	تیمارهای محصولات آتش					معنی‌داری
	۶۰°C	۸۰°C	دود	خاکستر	شاهد	
ژئوفیت	۱۹/۶ ± ۱۲	۱۹/۶ ± ۱۲	۱۹/۶ ± ۱۲	۲۹/۴ ± ۱۹/۶	۲۹/۴ ± ۱۹/۶	۰/۹۹۷
همی‌کریپتوفیت	۱۹/۶ ± ۱۹/۶^{c}	۱۲۷ ± ۲۰^{ab}	۴۹ ± ۳۱^{bc}	۱۳۷ ± ۴۲^{a}	۴۹ ± ۳۴/۶^{bc}	۰/۰۳۶
تروفیت	۸۸ ± ۶۵^{b}	۵۳۹ ± ۱۷۷^{a}	۲۹/۴ ± ۱۹/۶^{b}	۱۲۷ ± ۲۰^{b}	۵۹ ± ۲۴^{b}	۰/۰۰۵

(حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف آماری میانگین (± اشتباه معیار) در سطح ۵٪ هستند)



شکل ۴. درصد فراوانی هر یک از شکل‌های زیستی جوانه‌زده در بانک بذر خاک تحت تأثیر تیمارهای محصولات آتش

محصولات آتش بر دیگر شکل‌های زیستی اثر معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). از نظر درصد فراوانی هریک از شکل‌های زیستی نیز محصولات آتش باعث کاهش سهم ژئوفیت‌ها نسبت به تیمار شاهد در بانک بذر خاک شدند. تیمارهای حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد و ۶۰ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش تروفیت‌ها در جوانه‌زنی بانک بذر خاک شد (شکل ۴).

اثر محصولات آتش بر شکل‌های رویشی جوانه‌زده در بانک بذر خاک

نتایج آزمون کروسکال- والیس نشان داد که تیمار حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی پهن برگ‌های یک‌ساله نسبت به تیمار شاهد در بانک بذر خاک شد. در بقیه تیمارها و شکل‌های رویشی دیگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای محصولات آتش و تیمار شاهد وجود نداشت (جدول ۵).

از نظر درصد فراوانی هریک از شکل‌های رویشی نیز درصد سهم پهن‌برگ‌های چندساله تحت تأثیر محصولات آتش نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت و در مقابل، سهم پهن‌برگ‌های یک‌ساله تحت تأثیر تیمارهای حرارت ۸۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا کرد. همچنین تیمارهای دود و خاکستر باعث افزایش سهم گراس‌های چندساله در بانک بذر خاک شدند (شکل ۵).

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، از بین ۲ تیمار حرارت، حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش جوانه‌زنی بذرهای موجود در بانک بذر خاک شد. این نتیجه بیانگر این موضوع است که برخی از درجه حرارت‌ها در شکست خواب فیزیولوژیکی و فیزیکی

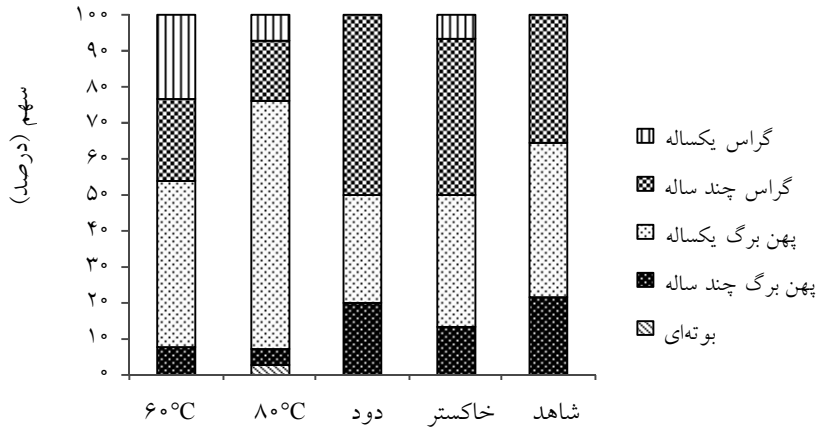
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. نتایج آزمون کروسکال- والیس حاصل از تأثیر محصولات آتش، بر درصد جوانه‌زنی شکل‌های رویشی مختلف در بانک بذر خاک

شکل رویشی	تیمارهای محصولات آتش					معنی‌داری
	۶۰°C	۸۰°C	دود	خاکستر	شاهد	
پهن‌برگ چندساله	۹/۸ ± ۹/۸	۲۹/۴ ± ۱۲	۱۹/۶ ± ۱۲	۳۹/۲ ± ۱۸/۳	۲۹/۴ ± ۱۲	۰/۶۰۲
پهن‌برگ یک‌ساله	۵۸/۸ ± ۳۶^{b}	۴۹۰ ± ۱۵۱/۸^{a}	۲۹/۴ ± ۱۹/۶^{b}	۱۰۷/۷ ± ۲۴^{b}	۵۸/۸ ± ۲۴^{b}	۰/۰۰۶
گراس چندساله	۲۹/۴ ± ۱۲	۱۱۷/۶ ± ۲۵	۴۹ ± ۱۵/۵	۱۲۷ ± ۵۰/۴	۴۹ ± ۲۲	۰/۱۰۹
گراس یک‌ساله	۲۹/۴ ± ۲۹/۴	۴۹ ± ۲۶/۸	۰	۱۹/۶ ± ۱۲	۰	۰/۱۴۹

(حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف آماری میانگین (± اشتباه معیار) در سطح ۵٪ هستند)



شکل ۵. درصد فراوانی هر یک از شکل‌های رویشی جوانه‌زده در بانک بذر خاک تحت تأثیر تیمارهای محصولات آتش

بذرها مؤثر بوده و باعث افزایش تراکم بذرهای جوانه‌زده می‌شوند. همچنین حرارت مناسب باعث از بین‌رفتن پوسته سخت بذرها و افزایش جوانه‌زنی آنها می‌شود. نتایج این بخش از مطالعه هم‌راستا با مطالعه نقی‌پور و همکاران (۲۲) است. مطابق نتایج، جوانه‌زنی گونه‌گون بوته‌ای تنها در تیمار حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. گونه‌های تیره Fabaceae اصولاً به دارا بودن خواب فیزیکی شناخته می‌شوند. بر اساس نتایج این مطالعه، از تیمارهای حرارتی برای شکست خواب فیزیکی گونه‌های این تیره و افزایش جوانه‌زنی آنها می‌توان استفاده کرد. مطالعه چو و همکاران (۱۰)، تأثیر تیمارهای حرارتی بر افزایش جوانه‌زنی گونه‌های تیره Fabaceae را تأیید می‌کند.

دود باعث افزایش جوانه‌زنی در طیف وسیعی از گونه‌های گیاهی می‌شود (۵) . اما قرارگرفتن بذرها به‌مدت ۳۰ دقیقه در تیمار دود در این مطالعه باعث مسمومیت و مرگ بذرها و در پی آن باعث کاهش جوانه‌زنی گونه‌های گیاهی در بانک بذر خاک شد (۱۸ و ۲۱). بنابراین، پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی، از تیمارهای دوددهی با زمان کمتر استفاده شود. خاکستر به‌عنوان عاملی مهم در تنظیم جوانه‌زنی شناخته می‌شود اما تأثیر این ماده روی جوانه‌زنی به‌خوبی شناخته نشده است (۱۳). براین اساس می‌توان نتیجه گرفت که وجود خاکستر به مقدار کم باعث افزایش جوانه‌زنی بذرهای گونه‌های گیاهی در بانک بذر خاک می‌شود و افزایش آن با بالا بردن pH خاک باعث کاهش جوانه‌زنی بذرها در خاک

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود (۲۳). مکانیسم تأثیر خاکستر بر تحریک جوانه‌زنی نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

یکنواختی در تیمار حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد که دارای بیشترین تراکم جوانه‌زنی در بانک بذر خاک بود، کاهش یافت. علت این امر توزیع غیریکنواخت گونه‌های جوانه‌زده در نمونه‌های کشت‌شده تحت تأثیر این تیمار است (۲). از آنجا که غنای گونه‌ای با شمارش تعداد گونه‌های جوانه‌زده و حضور گونه‌ها در نمونه‌های بانک بذر کشت‌شده مربوط به هر تیمار محصولات آتش محاسبه می‌شود، تیمار حرارت و خاکستر باعث افزایش جوانه‌زنی گونه‌های مختلف گیاهی و افزایش غنای گونه‌ای (به‌طور معنی‌داری) شدند. مطالعات متعددی گویای تأثیر مثبت تیمارهای حرارتی و خاکستر بر افزایش جوانه‌زنی گونه‌های مختلف و در پی آن افزایش غنای گونه‌ای هستند (۲۲ و ۲۸). تنوع گونه‌ای از ترکیب غنای گونه‌ای و یکنواختی به‌دست می‌آید به‌همین دلیل خاکستر با افزایش غنای گونه‌ای، باعث افزایش تنوع گونه‌ای شد.

بیشترین شکل رویشی جوانه‌زده در بانک بذر خاک به‌ترتیب شامل پهن‌برگ یک‌ساله، گراس چندساله، پهن‌برگ چندساله، گراس یک‌ساله و بوته‌ای‌ها است؛ درصورتی که پوشش گیاهی عمده منطقه شامل گیاهان بوته‌ای به همراه گراس‌های چندساله است (۲۲). هیچ‌گونه گیاهی با شکل رویشی بوته‌ای در تیمار شاهد مشاهده نشد و تنها در تیمار حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد، گونه‌گون بوته‌ای جوانه زد. این موضوع می‌تواند به‌دلیل عمر کوتاه بذر گیاهان چوبی (۵) و یا وجود خواب در بذر در گونه‌های بوته‌ای منطقه باشد. اغلب تیمارهای محصولات آتش در مجموع باعث افزایش سهم شکل‌های رویشی پهن‌برگ و گراس یک‌ساله شد. نتایج مطالعه عابدی و همکاران (۵) در رابطه با تیمار دود نیز مؤید این مطلب است.

با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که مطالعه اثرات محصولات آتش (حرارت، دود و خاکستر) روی گونه‌های گیاهی اهمیت زیادی در شناخت و تحلیل پاسخ گونه‌ها در تحریک‌پذیری جوانه‌زنی بذرها دارد. همچنین با شبیه‌سازی این تیمارها در آزمایشگاه و گلخانه می‌توان نه تنها اطلاعات بیشتری در چگونگی پاسخ گونه‌ها به آتش به‌دست آورد، بلکه در مناطقی که دارای آتش‌سوزی‌های کنترل‌نشده هستند، می‌توان نوع پاسخ گونه‌ها و به‌خصوص گونه‌های در معرض خطر در برابر آتش‌سوزی را پیش‌بینی کرد. علاوه بر این می‌توان از این اطلاعات برای مدیریت و احیای مراتع نیمه‌استپی کشور و درک بهتر پویایی جوامع گیاهی استفاده کرد. اما قبل از استفاده از این تیمارها به‌عنوان ابزار مدیریتی باید به‌طور دقیق در طبیعت بررسی شوند و مراقب اثرات ناخواسته آنها بر گونه‌های مختلف در منطقه باشند.

منابع مورد استفاده

۱. طهماسبی، پ.، ح. شیرمردی، ح. ا. خدری و ع. ا. ابراهیمی. ۱۳۹۰. بررسی الگوی تغییر چرخه‌ای پوشش‌گیاهی در مراتع نیمه‌استپی: اثر متقابل چرای دام و آتش‌سوزی در منطقه کرسنگ شهرکرد. *نشریه مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)* ۶۴(۲): ۱۸۷-۱۹۸.

۲. مصداقی، م. ۱۳۸۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۸۷ ص.

۳. مصداقی، م. ۱۳۸۴. بوم‌شناسی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۸۸ ص.

٤. نقی‌پور برج، ع. ا.، س. ج. ا. خواجه الدین، ح. بشری، م. ایروانی و پ. طهماسبی. ۱۳۹۵. اثر آتش‌سوزی و چرا بر تراکم، تنوع و غنای بانک بذر خاک در مراتع نیمه‌استپی زاگرس مرکزی. *تحقیقات مرتع و بیابان ایران* ۲۳(۳): ۴۵۳-۴۴۳.

5. Abedi, M., E. Zaki, R. Erfanzadeh and A. Naqinezhad. 2017. Germination patterns of the scrublands in response to smoke: The role of functional groups and the effect of smoke treatment method. *South African Journal of Botany* 115: 231-236.

www.SID.ir

Archive of SID

6. Arán, D., J. García-Duro, O. Reyes and M. Casal. 2013. Fire and invasive species: Modifications in the germination potential of *Acacia melanoxylon*, *Conyza canadensis* and *Eucalyptus globulus*. *Forest Ecology and Management* 302: 7-13.
7. Bargmann, T., I. E. Måren and V. Vandvik. 2014. Life after fire: smoke and ash as germination cues in ericads, herbs and graminoids of northern heathlands. *Applied Vegetation Science* 17(4): 670-679
8. Bond, W. J. and J. E. Keeley. 2005. Fire as a global "herbivore": the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution* 20(7): 387-394.
9. Carrington, M. E. 2010. Effects of soil temperature during fire on seed survival in Florida sand pine scrub. *International Journal of Forestry Research* 1-10.
10. Chou, Y. F., R. D. Cox and D. B. Wester. 2012. Smoke water and heat shock influence germination of shortgrass prairie species. *Rangeland Ecology & Management* 65(3): 260-267.
11. De Lange, J. and C. Boucher. 1990. Autecological studies on *Audouinia capitata* (Bruniaceae). I. Plant-derived smoke as a seed germination cue. *South African Journal of Botany* 56(6): 700-703.
12. Fenner, M. and K. Thompson. 2005. The Ecology of Seeds. Cambridge University Press, UK, 250 p.
13. Franzese, J. and L. Ghermandi. 2011. Seed longevity and fire: germination responses of an exotic perennial herb in NW Patagonian grasslands (Argentina). *Plant Biology* 13(6): 865-871.
14. Harper, D. A. T. 1999. Numerical Palaeobiology. John Wiley. Chichester, UK, 478 p.
15. Keeley, J. E. and C. Fotheringham. 2000. Role of fire in regeneration from seed. *The Ecology of Regeneration in Plant Communities* 2: 311-330.
16. Kulkarni, M. G., M. E. Light and J. Van Staden. 2011. Plant-derived smoke: old technology with possibilities for economic applications in agriculture and horticulture. *South African Journal of Botany* 77(4): 972-979.
17. Levene, H. 1960. Robust tests for equality of variances. *Contributions to probability and statistics* 1: 278-292.
18. Light, M. E., M. J. Gardner, A. K. Jäger and J. Van Staden. 2002. Dual regulation of seed germination by smoke solutions. *Plant Growth Regulation* 37(2): 135-141.
19. Lilliefors, H. W. 1967. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *Journal of the American Statistical Association* 62(318): 399-402.
20. Menges, E. and C. Hawkes. 1998. Interactive effects of fire and microhabitat on plants of Florida scrub. *Ecological Applications* 8(4): 935-946.
21. Moreira, B., J. Tormo, E. Estrelles and J. Pausas. 2010. Disentangling the role of heat and smoke as germination cues in Mediterranean Basin flora. *Annals of Botany* 105(4): 627-635.
22. Naghipour, A. A., H. Bashari, S. J. Khajeddin, P. Tahmasebi and M. Iravani. 2016. Effects of smoke, ash and heat shock on seed germination of seven species from Central Zagros rangelands in the semi-arid region of Iran. *African Journal of Range & Forage Science* 33(1): 67-71.
23. Neeman, G., N. Henig-Sever and A. Eshel. 2002. Regulation of the germination of *Rhus coriaria*, a post-fire pioneer, by heat, ash, pH, water potential and ethylene. *Physiologia Plantarum* 106(1): 47-52.
24. Nelson, D. C., J. -A. Riseborough, G. R. Flematti, J. Stevens, E. L. Ghisalberti, K. W. Dixon and S. M. Smith. 2009. Karrikins discovered in smoke trigger Arabidopsis seed germination by a mechanism requiring gibberellic acid synthesis and light. *Plant Physiology* 149(2): 863-873.
25. Nelson, D. C., G. R. Flematti, E. L. Ghisalberti, K. W. Dixon and S. M. Smith. 2012. Regulation of seed germination and seedling growth by chemical signals from burning vegetation. *Plant Biology* 63: 107-130.
26. Raunkiaer, C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer. Oxford: Clarendon Press, UK, 632 p.
27. Read, T., S. Bellairs, D. Mulligan and D. Lamb. 2000. Smoke and heat effects on soil seed bank germination for there-establishment of a native forest community in New South Wales. *Austral Ecology* 25(1): 48-57.
28. Ren, L. and Y. Bai. 2016. Smoke originating from different plants has various effects on germination and seedling growth of species in Fescue Prairie. *Botany 94*(12): 1141-1150.
29. Reyes, O. and M. Casal. 2000. Comportamiento reproductivo tras el fuego de especie forestales de Galicia. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 9: 109-114.
30. Sternberg, M., M. Gutman., A. Perevolotsky and J. Kigel. 2003. Effects of grazing on soil seed bank dynamics: an approach with functional groups. *Journal of Vegetation Science* 14(3): 375-386.
31. Thompson, K. and J. P. Grime. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *The Journal of Ecology* 67: 893-921.
32. Van Staden, J., N. A. Brown, A. K. Jäger and T. A. Johnson. 2000. Smoke as a germination cue. *Plant Species Biology* 15(2): 167-178.
33. Wang, J., H. Ren, L. Yang, D. Li and Q. Guo. 2009. Soil seed banks in four 22 year- old plantations in south china: Implications for restoration. *Forest Ecology and Management* 258(9): 2000-2006.

www.SID.ir

Archive of SID

Heat, Smoke and Ash Effects on Soil Seed Bank Germination in the Semi-Steppe Rangelands of Central Zagros, Iran

S. Nabizadeh[1], A. A. Naghipour Borj[1*] and P. Tahmasebi[1]

(Received: May 16-2018; Accepted: January 12-2019)

Abstract

This study aimed to investigate the effects of the fire products treatments (heat, smoke and ash) on the density, species diversity, growth form and the life form of the soil seed bank in the semi-steppe rangelands of the Karsanak region in Chaharmahal and Bakhtiari Province. For this purpose, soil samples were collected from the studied region and fire products treatments were applied to them. Five treatments, including two treatments of heat shock (60 and 80 °C), one treatment of ash (30 minutes) and control (without any treatment), were tested. Totally, seeds of 21 species from 15 plant families of the soil seed bank samples cultured in greenhouse, were germinated. The results showed that the heat treatment at 80 °C with an average seedling number of 706 per m^2 had the highest density in comparison with the control. Also, ash significantly increased the diversity and richness of the cultured samples. Most of the fire products treatments increased the share of the annual vegetative form (annual forb and annual grass). According to the results, it can be concluded that fire products effects on plant species are very important in recognizing and analyzing the responses of species in the irritability of the germinating seeds. Also, based on this information, we can predict the changes in the vegetation after the fire, which can be used in the management of natural ecosystems.

Keywords: Fire products, Density, Diversity, Life forms, Growth forms

1. Dept. of Range and Watershed Manag., Faculty of Natur. Resour. and Earth Sci., Shahrekord Univ., Shahrekord, Iran.

*: Corresponding Author, Email: aa.naghipour@sku.ac.ir

www.SID.ir