



اثر محصولات آتش بر تراکم جوانه‌زنی بانک بذر خاک در مراتع نیمه‌استپی (مطالعه موردی: مراتع کرسنگ استان چهارمحال و بختیاری)

سینا نبی‌زاده^{۱*}، علی اصغر نقی پور برج^۲، پژمان طهماسبی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد

Sina.nabizadeh1993@gmail.com

۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد

۳. دانشیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد

چکیده

آتش‌سوزی نقش بسیار مهمی در ساختار و عملکرد بسیاری از اکوسیستم‌های طبیعی ایفا می‌نمایند و موجب تغییر در پویایی جوامع گیاهی می‌گردد. این مطالعه با هدف بررسی تیمارهای مربوط با محصولات آتش (حرارت، دود و خاکستر) بر تراکم جوانه‌زنی بذور موجود در بانک بذر خاک در مراتع نیمه‌استپی کشور انجام شد. برای این منظور، نمونه‌های خاک از منطقه مورد نظر به روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده جمع‌آوری و تیمارهای مربوط با محصولات آتش بر آن‌ها اعمال شدند. ۵ تیمار شامل دو تیمار تنش حرارت (۶۰ و ۸۰°C)، یک تیمار دوددهی و کشیدن خاکستر و شاهد (بدون اعمال هیچ تیماری) مورد آزمون قرار گرفتند. در مجموع، بذور ۲۱ گونه از ۱۵ خانواده در نمونه‌های بانک بذر خاک کشت شده در گلخانه جوانه زدند. بیشترین تعداد بذور جوانه‌زده مربوط به گونه *Conringia orientalis* بود که دارای بیشترین تراکم جوانه‌زنی در کل بانک بذر خاک بود. فقط در تیمار درجه حرارت ۸۰°C با میانگین بذور جوانه‌زده ۷۰۶ عدد در مترمربع، اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد مشاهده گردید. تیمار درجه حرارت ۸۰°C به دلیل این‌که خواب بذر اغلب گونه‌های گیاهی موجود در مناطق نیمه‌استپی کشور از نوع فیزیولوژیکی می‌باشد بیشترین تأثیر بر تراکم جوانه‌زنی بذور موجود در بانک بذر خاک در منطقه دارد.

کلیدواژه: حرارت، دود، خاکستر، تراکم، آتش‌سوزی



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 می‌نمایند (Bond & Keeley, 2005). عوامل محیطی مختلفی مانند نور، درجه حرارت، رطوبت و نیترات باعث می‌شوند که شرایط جوانه‌زنی بذور در گیاهان عالی به یک فرایند پیچیده تبدیل شود (Nelson *et al.*, 2009). جوانه‌زنی بذور گیاهان، یکی از جنبه‌های مختلف رشد و توسعه گیاهی می‌باشد که تحت تأثیر آتش‌سوزی نیز قرار می‌گیرد (van Staden *et al.*, 2000). بعد از آتش‌سوزی با افزایش منابع در دسترس گیاه و کاهش رقابت در زیستگاه، شرایط برای جوانه‌زنی بذور مناسب می‌گردد (Carrington, 2010).

محصولات آتش (حرارت، دود و خاکستر) تأثیرات متفاوتی بر تحریک‌پذیری جوانه‌زنی بذور گیاهان دارند (Kulkarni *et al.*, 2011). برخی از بذور 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 بذور گیاهان می‌گردد (Read *et al.*, 2000). تیمار حرارت باعث شکسته شدن پوسته غیرقابل نفوذ بذور و افزایش رطوبت بذور شده و در نهایت باعث افزایش جوانه‌زنی بذور می‌گردد. همچنین حرارت باعث فعال شدن و شکستن خواب فیزیکی بذور می‌شود (Keeley and Fotheringham, 2000). تیمار حرارت براساس میزان دما و مدت زمان اعمال تیمار تأثیر متفاوتی بر روی بذور یا بانک بذر خاک دارد و می‌توان نتیجه گرفت که بذوری که در دمای بالا از بین می‌روند دارای خواب فیزیکی نیستند بلکه خواب آن‌ها از نوع فیزیولوژیک می‌باشد (Naghipour *et al.*, 2016). اولین بار توسط De Lange و Boucher (۱۹۹۰) اثر مثبت دود مشتق شده از گیاهان بر جوانه‌زنی بذر گونه‌های گیاهی گزارش شد. بزرگ‌ترین ترکیب شیمیایی در دود که باعث تحریک جوانه‌زنی بذور می‌گردد یکی از ترکیبات Butenolide به نام Karriknolide می‌باشد (Nelson *et al.*, 2012). دود در غلظت‌های بالا مانع جوانه‌زنی بذور و در غلظت‌های پایین باعث افزایش جوانه‌زنی می‌گردد (Light *et al.*, 2002). تأثیر تیمار خاکستر بستگی به درجه حرارت آتش، کامل بودن احتراق، ساختار پوشش گیاهی، نوع گونه‌های سوخته شده، نوع برگ و رطوبت اکوسیستم آسیب دیده دارد. زمانی که خاکستر به مقدار زیاد در محیط وجود داشته باشد با توجه به افزایش PH محیط باعث مسمومیت بذور، کاهش بالقوه آب و مانع رسیدن آب به جنین بذر می‌گردد (Neeman *et al.*, 2002).

مطالعات Arán و همکاران (۲۰۱۳) و نقی‌پور و همکاران (۱۳۹۳) بر روی تأثیر محصولات آتش بر جوانه‌زنی بذور چند گونه گیاهی، نشان دهنده پاسخ متفاوت این گونه‌ها به محصولات آتش بود. در تحقیق دیگری جوانه‌زنی ۷ گونه غالب مراتع زاگرس مرکزی تحت تأثیر تیمارهای مختلف محصولات آتش قرار گرفتند. نتایج نشان داد اثر محصولات آتش یک واکنش 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 (Abedi, Naghipour et al., 2016). همکاران (۲۰۱۷) اثر دو تیمار دود گازی به مدت زمان ۱۵ و ۳۰ دقیقه بر 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 بر روی جوانه‌زنی بذور گیاهان داشته است.

مطالعه و بررسی اثرات آتش‌سوزی بر جوانه‌زنی بذر گونه‌های مرتعی، به ما امکان جمع‌آوری اطلاعات در مورد واکنش گونه‌های مختلف به محصولات آتش (شامل حرارت، دود و خاکستر) را فراهم می‌آورد؛ به طوری که می‌توان از این اطلاعات جهت مدیریت صحیح مراتع استفاده کرد. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی اثر محصولات آتش شامل حرارت، دود و خاکستر بر تراکم جوانه‌زنی بذور گونه‌های موجود در بانک بذر خاک مراتع نیمه‌استپی استان چهارمحال و بختیاری انجام گرفت.

روش کار

منطقه مورد مطالعه

مراتع نیمه‌استپی کرسنگ، با ارتفاع متوسط ۲۶۰۰ متر از سطح دریا با میانگین بارندگی ۴۲۵ میلی‌متر و درجه حرارت ۱۲ سانتی‌گراد در سال و مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه و ۱۹ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه و ۳۳ ثانیه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۲۶ دقیقه و ۴ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۲۷ دقیقه و ۳۵ ثانیه طول شرقی، در شمال غربی استان چهارمحال و بختیاری قرار گرفته است. اغلب بارش‌ها در این منطقه پاییز و زمستان اتفاق می‌افتد. مراتع کرسنگ تحت تأثیر چرای دام و آتش‌سوزی‌های سالیانه قرار دارند، که به نظر می‌رسد عامل انسانی نقش بسزایی در ایجاد آتش‌سوزی دارد. آتش‌سوزی به تکرار در سال‌های گذشته در قسمت‌های مختلف این مراتع رخ داده است. پوشش گیاهی این منطقه شامل ترکیبی از گندمیان، پهن‌برگان علفی و بوته‌ای‌ها می‌باشد (طهماسبی و همکاران، ۱۳۹۰).

نمونه‌برداری بانک بذر خاک

پس از شناسایی مقدماتی و تعیین حدود منطقه مورد بررسی، از روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده استفاده گردید. در مجموع، ۵۰ پلات برای نمونه‌برداری بانک بذر خاک تعیین شد. نمونه‌برداری از بانک بذر خاک در فصل رکود رشد پوشش گیاهی و قبل از شروع بارندگی‌ها در منطقه انجام گرفت (Sternberg et al., 2003). با استفاده از ترانسکت ۱۰۰ متری، پلات‌هایی به ابعاد ۲*۲ با فواصل ۱۰ متری مشخص گردید. در هر پلات، نمونه‌های خاک از عمق ۰ تا ۵ سانتی‌متری برداشت شد. نمونه‌برداری از خاک توسط سیلندر به قطر ۵ سانتی‌متر با ۵ تکرار در داخل هر پلات صورت گرفت. سپس نمونه‌های خاک در کیسه‌های پلاستیکی ریخته شد و پس از برچسب گذاری جهت انجام تیمارها و کشت در گلخانه منتقل گردید.

انجام تیمارها و کشت گلخانه‌ای



پس از انتقال نمونه‌های خاک به همراه بذور موجود در آن‌ها، نمونه‌ها از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و سپس تیمارهای مختلف آتش بر روی آنها اعمال گردید. تیمارهای مورد استفاده شامل: حرارت، دود و خاکستر می باشد. حرارت شامل دو تیمار ۶۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد بوده که با قرار دادن نمونه‌ها در دستگاه آون انجام شد. دلیل انتخاب این دو تیمار حرارتی، نتایجی است که Naghipour و همکاران (۲۰۱۶) به دست آوردند و نشان می داد که حرارت در دماهای بالا اثرات منفی بر گونه‌های گیاهی مناطق نیمه‌استپی کشور داشته و بذور این گیاهان را از بین می‌برد. برای تیمار دود نیز نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در معرض دود حاصل از سوختن گونه‌های غالب گیاهی منطقه قرار گرفتند. جهت تیمار خاکستر نیز، خاکستر حاصل از سوزاندن گیاهان غالب منطقه را جمع‌آوری نموده و لایه‌ای به ضخامت ۱ میلی‌متر بر روی سطح خاک نمونه‌ها قرار داده شد. بعد از انجام این مراحل عملیات کشت در گلخانه آغاز گردید. در این مرحله، نمونه‌های بانک بذر که تیمارها بر روی آنها اعمال گردیده در محیط گلخانه‌ای با شرایط دمایی ۱۸ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد که مناسب‌ترین دما برای رشد اکثر گونه‌ها گیاهی می‌باشد و با رطوبت کافی در داخل سینی‌های کشت به عمق ۵ سانتی‌متر کشت داده شدند. در هر سینی، نمونه‌های خاک بر روی لایه نازکی از ماسه استریل شده (ضخامت ۳ سانتی‌متر) به گونه‌ای پخش گردیدند که ضخامت آن‌ها بیشتر از ۲ سانتی‌متر نباشد تا کلیه بذور در معرض هوا و نور کافی قرار گرفته و شانس جوانه‌زنی بذور به حداکثر برسد (Wang et al., 2009). در میان نمونه‌ها تعدادی سینی به عنوان شاهد استریل قرار دادیم که تنها ماسه استریل شده در آنها ریخته شد تا بذرها پراکنده شده از محیط اطراف گلخانه شناسایی شوند و از لیست گونه‌های جوانه‌زده حذف گردند (نقی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). ثبت و شمارش نونهال‌های سبز شده هر سینی به مدت ۶ ماه تا زمانی که دیگر بذر جدیدی سبز نشد انجام گردید. وقتی نونهال‌ها ظاهر شدند و امکان شناسایی گونه‌ها میسر شد از سطح نمونه‌ها برداشت شدند تا محیط برای رویش بذور 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 متر مربع محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده و نرم‌افزارهای مورد استفاده

جهت آنالیز آماری، ابتدا نرمال بودن داده‌ها به‌وسیله آزمون کولموگروف اسمیرنوف (Lilliefors, 1967) و همگن بودن واریانس‌ها توسط آزمون لون (Levene, 1960) مورد بررسی قرار گرفت. برای کلاسه‌بندی مقدار میانگین‌ها از تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن استفاده شد. کلیه محاسبات آماری در نرم افزار SPSS 23 و رسم نمودارها در محیط Excel 2010 انجام شده است.

نتایج

در مجموع، بذور ۲۱ گونه از ۱۵ خانواده در نمونه‌های بانک بذر خاک کشت‌شده در گلخانه جوانه‌زدند (جدول ۱). خانواده‌های Poaceae و Brassicaceae با بیشترین تعداد گونه در کل بانک بذر خاک ظاهر شدند. بیشترین تعداد بذر جوانه‌زده مربوط به گونه *Conringia orientalis* بود که دارای بیشترین تراکم جوانه‌زنی در کل بانک بذر خاک بود. بیشترین تعداد خانواده در تیمار درجه



حرارت 80°C و بیشترین تعداد گونه در تیمار خاکستر؛ از مجموع کل گونه‌ها و خانواده‌های جوانه‌زده تحت تأثیر تیمارهای محصولات آتش مشاهده گردید (جدول ۲). نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که اثر تیمارهای مختلف محصولات آتش بر روی تراکم بذور جوانه زده از بانک بذر خاک معنی‌دار بود. بر اساس نتایج حاصل از آزمون دانکن، بین تراکم بذور جوانه زده در تیمار درجه حرارت 60°C و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در تراکم بذور جوانه‌زده تیمار درجه حرارت 80°C نسبت به تیمار شاهد، اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید. همچنین نتایج نشان داد که علی‌رغم افزایش تراکم جوانه‌زنی بذور تحت تأثیر تیمار خاکستر نسبت به تیمار شاهد، اختلاف معنی‌داری دیده نشد. تیمار دود باعث کاهش جوانه‌زنی بانک بذر خاک نسبت به تیمار شاهد شد اما با این وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمار دود و شاهد مشاهده نگردید. در این بین میانگین بذور جوانه‌زده در تیمار حرارت 60°C برابر با ۱۲۸ عدد، تیمار حرارت 80°C برابر با ۷۰۶ عدد، تیمار دود برابر با ۹۸ عدد، تیمار خاکستر برابر ۲۹۴ عدد و تیمار شاهد ۱۳۷ عدد در مترمربع می‌باشد (شکل ۱).

جدول ۱- نام گونه، تیره، شکل زیستی، فرم رویشی و منطقه رویشی گیاهان جوانه‌زده از بانک بذر خاک در منطقه مورد مطالعه. Ph: فانروفیت، Ch: کامفیت، He: همی کریپتوفیت، 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

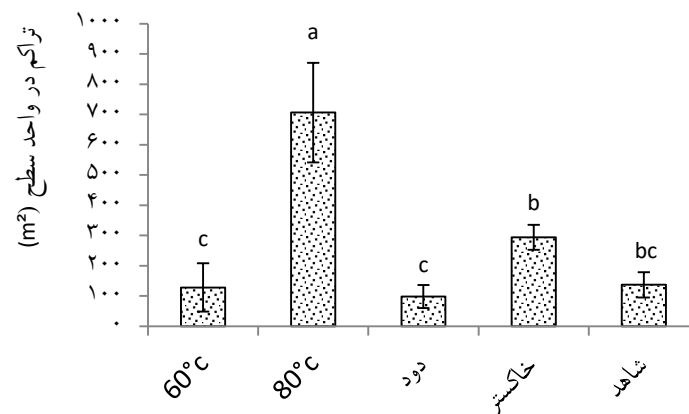
منطقه رویشی	شکل زیستی	فرم رویشی	تیره	نام علمی
IT	He	PG	Poaceae	<i>Agropyron sp.</i>
IT	Th	AF	Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus L.</i>
IT	Ch	Sh	Fabaceae	<i>Astragalus spp.</i>
IT, SS	Th	AG	Poaceae	<i>Bromus tectorum L.</i>
Cosm	Th	AF	Brassicaceae	<i>Cardaria draba (L.) Desv.</i>
IT	Th	AF	Caryophyllaceae	<i>Cerastium glutinosum Fr.</i>
IT, M	Th	AF	Ranunculaceae	<i>Ceratocephalus falcatus (L.) pers</i>
IT	Th	AF	Brassicaceae	<i>Conringia orientalis Andrz. ex DC.</i>
IT	Th	AF	Brassicaceae	<i>Drabopsis verna K. Koch.</i>
IT, M	Th	AF	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium (L.) L'Her.</i>
IT	He	PF	Apiaceae	<i>Eryngium billardierei F. Delaroche.</i>
IT	Th	AF	Rubiaceae	<i>Galium aparine L.</i>
IT	Th	AF	Caryophyllaceae	<i>Holosteum umbellatum L.</i>
IT, M	Ge	PG	Poaceae	<i>Hordeum bulbosum L.</i>
IT, M, ES	Th	AF	Lamiaceae	<i>Lamium amplexicaule L.</i>



<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Malvaceae	PF	He	IT, M, ES
<i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.	Liliaceae	PF	Ge	IT
<i>Poa bulbosa</i> L.	Poaceae	PG	Ge	IT,M,ES
<i>Stipa haussknechtii</i> Boiss.	Poaceae	PG	He	IT
<i>Tragopogon</i> sp.	Asteraceae	PF	He	IT
<i>Veronica biloba</i> L	Scrophulariaceae	AF	Th	IT

جدول ۲_ تعداد گونه‌ها و تیره‌های جوانه‌زده همراه با سهم آن‌ها در هر تیمار محصولات آتش به صورت مجزا

تیمارها	تعداد گونه‌ها	تعداد تیره‌ها	درصد سهم گونه‌ها	درصد سهم تیره‌ها
۶۰c	۸	۵	۳۸/۹	۳۳/۳۳
۸۰c	۱۳	۱۰	۶۱/۹	۶۶/۶۶
دود	۶	۶	۲۸/۵۷	۴۰
خاکستر	۱۴	۸	۶۶/۶۶	۵۳/۳۳
شاهد	۶	۶	۲۸/۵۷	۴۰



شکل ۱_ اثر تیمارهای مختلف محصولات آتش بر تراکم بذور جوانه‌زده بانک بذر خاک در منطقه کرسنک

حروف غیر مشترک نشان دهنده اختلاف آماری میانگین (\pm اشتباه معیار) در سطح ۵ درصد می‌باشد



در مطالعه فوق، از بین تیمارهای مختلف حرارت، حرارت متوسط (۸۰°C) باعث افزایش جوانه زنی بذور موجود در بانک بذر خاک شد. این نتیجه بیانگر این موضوع است که برخی از درجه حرارتها در شکست خواب فیزیولوژیکی و فیزیکی بذور موثر و باعث افزایش تراکم بذور جوانه زده می گردند. همچنین حرارت مناسب باعث از بین رفتن پوسته سخت بذور و افزایش جوانه زنی بذور می گردد. این مطالعه هم راستا با مطالعه Naghipour و همکاران (۲۰۱۶) می باشد.

دود باعث جوانه زنی در طیف وسیعی از گونه های گیاهی می گردد. اما قرار گرفتن بذور به مدت طولانی در غلظت بالای دود باعث مسمومیت و مرگ بذور و در پی آن باعث کاهش تراکم جوانه زنی می گردد (Moreira et al., 2010). مطالعات قبلی تایید کننده این موضوع می باشند (Light et al., 2002; Abedi et al., 2017). بنابراین، پیشنهاد می گردد در مطالعات آتی، از تیمارهای دوددهی با زمان کمتر استفاده شود.

خاکستر به عنوان عاملی مهم در تنظیم جوانه زنی شناخته می شود اما تأثیر این ماده بر روی جوانه زنی به خوبی شناخته نشده است (Franzese & Ghermandi, 2011). تیمار خاکستر در این مطالعه علی رغم افزایش تراکم جوانه زنی اختلافی معناداری با تیمار شاهد نداشت. بر این اساس می توان نتیجه گرفت که وجود خاکستر به مقدار کم باعث افزایش تراکم جوانه زنی در بانک بذر و افزایش آن با بالا بردن PH خاک باعث کاهش جوانه زنی بذور در خاک می گردد (Neeman et al., 2002). مکانیسم تأثیر خاکستر بر تحریک جوانه زنی نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

با توجه به نتایج این مطالعه می توان نتیجه گرفت که مطالعه اثرات محصولات آتش (حرارت، دود و خاکستر) بر روی گونه های گیاهی اهمیت زیادی در شناخت و تحلیل پاسخ گونه ها در تحریک پذیری جوانه زنی بذور دارد. همچنین با شبیه سازی این تیمارها در آزمایشگاه و گلخانه می توان نه تنها اطلاعات بیشتری در چگونگی پاسخ گونه ها به آتش بدست آورد، بلکه در مناطقی که امکان آتش سوزی کنترل نشده عرصه وجود دارد و انجام مطالعات درست در عرصه وجود ندارد، نوع پاسخ گونه ها و گونه های در معرض خطر در آتش سوزی را پیش بینی نمود. علاوه بر این می توان از این اطلاعات برای مدیریت و احیای مراتع نیمه استپی کشور و درک بهتر پویایی جوامع گیاهی استفاده نمود. اما قبل از استفاده از این تیمارها به عنوان ابزار مدیریتی باید به طور دقیق در طبیعت بررسی گردند و مراقب اثرات ناخواسته آنها بر گونه های مختلف در منطقه باشند.

منابع

- طهماسبی، پ.، ح. شیرمردی، ح.ا. خدری و ع.ا. ابراهیمی، ۱۳۹۰. بررسی الگوی تغییر چرخه ای پوشش گیاهی در مراتع نیمه استپی: اثر متقابل چرای دام و آتش سوزی در منطقه کرسنگ شهرکرد، نشریه مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)، ۶۴: ۱۹۸-۱۸۷.
- نقی پور برج، علی اصغر، خواجه الدین، سید جمال الدین، بشری، حسین، طهماسبی، پژمان و ایروانی، مجید، اثر محصولات آتش بر جوانه زنی سه گونه غالب در مراتع نیمه استپی زاگرس مرکزی. بوم شناسی کاربردی، دوره سوم، شماره نهم، پاییز ۱۳۹۳: ۷۹-۷۱.



نقی پور برج، ع. ا.، خواجه الدین، س. ج. ا.، بشری، ح.، ایروانی، م.، طهماسبی، پ.، ۱۳۹۵. اثر آتش سوزی و چرا بر تراکم، تنوع و غنای بانک بذر خاک در مراتع نیمه‌استپی زاگرس مرکزی. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۳: ۴۴۳-۴۵۳.

- Abedi M., E. Zaki, R. Erfanzadeh, 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, 2017.
- Arán D., J. García-Duro, O. Reyes, 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.
- Bond W.J., J.E. Keeley., 2005. Fire as a global “herbivore”: the ecology and evolution of flammable ecosystems. Trends in Ecology & Evolution, 20: 387-394.
- Carrington M.E. 2010. Effects of soil temperature during fire on seed survival in Florida sand pine scrub. International Journal of Forestry Research, 2010: 1-10.
- De Lange, J., C. Boucher., 1990. Autecological studies on *Audouinia capitata* (Bruniaceae). I. Plant-derived smoke as a seed germination cue. South African Journal of Botany, 56: 700-703.
- Franzese, J. & Ghermandi, L., 2011. Seed longevity and fire: germination responses of an exotic perennial herb in NW Patagonian grasslands (Argentina). Plant Biology, 13: 865-871.
- Keeley J. E., C. Fotheringham., 2000. Role of fire in regeneration from seed. The ecology of Regeneration in Plant Communities, 2: 311-330.
- Kulkarni M.G., M.E. Light, J. Van Staden., 2011. Plant-derived smoke: old technology with possibilities for economic applications in agriculture and horticulture. South African Journal of Botany, 77: 972-979.
- Levene, H. 1960. Robust tests for equality of variances. Contributions to probability and statistics, 1: 278-292.
- Light M.E., M.J. Gardner, A.K. Jäger, J. Van Staden., 2002. Dual regulation of seed germination by smoke solutions. Plant Growth Regulation, 37: 135-141.
- Lilliefors, H. W., 1967. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. Journal of the American Statistical Association, 62: 399-402.
- Moreira, B., Tormo, J., Estrelles, E., Pausas J., 2010. Disentangling the role of heat and smoke as germination cues in Mediterranean Basin flora, Annals of botany, 105: 627-635.
- Naghypour, A. A., H. Bashari, S. J. Khajeddin, P. Tahmasebi, M. Irvani., 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: 67-71.
- Neeman G., N. Henig-Sever, 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: 47-52.
- Nelson D. C., J.-A. Riseborough, G. R. Flematti, J. Stevens, E. L. Ghisalberti, K. W. Dixon, S. M. Smith., 2009. Karrikins discovered in smoke trigger Arabidopsis seed germination by a mechanism requiring gibberellic acid synthesis and light. Plant Physiology, 149: 863-873.
- Nelson D. C., G. R. Flematti, E. L. Ghisalberti, K. W. Dixon, S. M. Smith., 2012. Regulation of seed germination and seedling growth by chemical signals from burning vegetation. Plant Biology, 63: 2012.
- Read, T., S. Bellairs, D. Mulligan, 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: 48-57.
- 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: 375-386.
- Van Staden J., N. A. Brown, A. K. Jäger, T. A. Johnson., 2000. Smoke as a germination cue. Plant Species Biology, 15: 167-178.
- Wang J. Ren H. Yang L. Li D. and Guo Q., 2009. Soil seed banks in four 22 year- old plantations in south china: Implications for restoration. Forest Ecology and Management, 258: 2000-2006.



Effects of fire products on the density of seed germination of soil seed bank in Semi-Steppe rangelands (Case Study: Karsanak Rangelands of Chaharmahal-Va-Bakhtiari Province)

Sina Nabizadeh^{*1} Ali Asghar Naghipour borj² Pejman Tahmasebi³

1. MSc. Student in Range Management, Faculty of Natural Resources and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
2. Assistant Prof., Faculty of Natural Resources and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
3. Associate Prof., Faculty of Natural Resources and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Abstract

The fire has a very important role in the structure and functioning of many natural ecosystems and changes the dynamics of plant communities. This study attempts to understand the effect of the main fire products (smoke, ash and heat) on the density of seed germination in the in Semi-Steppe rangelands of Iran. For this purpose, soil samples from this region were collected by stratified random sampling method and the treatments related to fire products were applied to them. Five treatments including 2 of heat (60°C, 80°C), 1 of smoke, 1 of Ash, and 1 of control were tested in the current study. In total, seeds of 21 species of 15 families of seed banks seeded in the greenhouse been germinated. The highest number of germinated seeds belonged to *Conringia orientalis*, which had the highest germination density in the whole seed bank. Only in the treatment of 80 °C with an average germination rate of 706 seeds/m², a significant difference was observed with a control treatment. Temperature treatment of 80 °C due to the fact that seed dormancy of most plant species in semi-arid regions of the country is of physiological type, has the most effect on the germination density of seeds in the soil seed bank in the region.

Keywords: Heat, Smoke, Ash, Density, Fire