بررسی پاسخ جوانه‌زنی سه گونه گندمی چندساله *Stipa caucasica*، *Festuca valesiaca* و *Poa densa* به تیمارهای دود و حرارت

الناز زکی[۱] و مهدی عابدی*[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۲۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۰۹/۱۷

چکیده

آتش‌سوزی به‌عنوان یک عامل مهم تغییر جوامع گیاهی محسوب شده و باعث تغییرات پوشش گیاهی در طولانی مدت می‌شود. اثرات عوامل مختلف مربوط به آتش مانند دود و حرارت بر جوانه‌زنی را می‌توان با شبیه‌سازی آتش مورد بررسی قرار داد. در این مطالعه نمونه‌های بذر سه گونه *Stipa caucasica*، *Festuca valesiaca* و *Poa densa* جمع‌آوری شده از منطقه مورد مطالعه در پارک ملی گلستان در معرض تیمارهای مختلف شبیه‌سازی دود (۱:۵۰۰، ۱:۱۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰ نسبت حجمی مایع دود) و حرارت (۵۰، ۸۰ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفته و به مدت ۴۵ روز در ژرمیناتور قرار داده شدند. جوانه‌زنی گونه‌ها به‌صورت شمارش در ده دوره مختلف انجام و پارامترهایی نظیر درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی اندازه‌گیری شد. در بین تیمارهای مختلف حرارتی اعمال شده بیش‌ترین میزان سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۸۰ درجه و در گونه‌های *F.valesiaca* با مقدار ۱/۹۸a±۱۵و در *P.densa* با مقدار ۳/۴۱a±۲۰ بود. اما بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در تیمار بدون حرارت در دو گونه *Festuca valesiaca* و *Poa densa* و در تیمار مایع دود ۱:۲۰۰۰ در گونه *Stipa caucasica*، با مقادیر ۵۰، ۹۹ و ۱۵ درصد مشاهده شد. تیمارهای مختلف دود تاثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی نشان ندادند. معنی‌دار بودن تاثیر تیمارهای حرارت به‌دلیل حساسیت گونه‌ها به دماهای بالاتر می‌باشد. بنابراین آگاهی از نوع پاسخ گونه‌های مختلف می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی و مدیریتی مرتع در مناطقی که مستعد آتش‌سوزی هستند و یا زمانی که امکان ایجاد آتش‌سوزی در مرتع جهت مطالعه فراهم نیست مفید واقع شود.

واژه‌های کلیدی: آتش‌سوزی، شبیه‌سازی جوانه‌زنی، دود، حرارت.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مرتعداری، دانشگاه تربیت مدرس

۲- استادیار گروه مرتعداری، دانشگاه تربیت مدرس

*: نویسنده مسئول: mehdi.abedi@modares.ac.ir - Abedimail@Gmail.com

مقدمه

آتش‌سوزی به عنوان یک مولفه مهم زیست‌محیطی سهم بزرگی در تغییرات ترکیب جوامع گیاهی دارد. (۹). در حال حاضر، عوامل مختلف مربوط به آتش‌سوزی (دود و حرارت) به تنهایی یا در ترکیب با هم ، افزایش جوانه‌زنی و متعاقبا ظهور جوانه در بذرهای ذخیره شده در خاک از انواع پوشش گیاهی در سراسر جهان نشان داده‌اند. (۳۴). اثرات آتش بر پوشش‌گیاهی در رویشگاه‌ها و اکوسیستم-های مختلف متغیر است (۳۲). تاکنون مطالعات مختلفی در مورد اثر تنش بر شاخص‌های جوانه‌زنی (۱۱ و ۱۹)، اثر چرا بر جنبه‌های مختلف ازجمله تنوع پوشش گیاهی (۳۰) یا اثر نوع دام بر پوشش گیاهی و خاک (۲۱)، تاثیر عوامل محیطی بر پراکنش پوشش گیاهی (۲ و ۳۷) انجام شده است اما مطالعات کمی در مورد تاثیر آتش‌سوزی بر جوانه‌زنی گونه‌ها وجود دارد (۲۹ و ۴۶). بنابراین ضرورت دارد که اثر آتش بر پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های مختلف تحلیل شود. از طرف دیگر در رویشگاه‌هایی که در اثر تغییرات اقلیمی و خشکسالی آتش در آن‌ها رو به گسترش است، شناخت این تغییرات و پیش بینی تغییرات آینده پوشش گیاهی نیز اهمیت می‌یابد.

آتش با اثر بر زادآوری گونه‌ها در احیای اکولوژیک رویشگاه‌ها اهمیت دارد (۳۳، ۳۵ و ۴۴). در این بین نقش جوانه‌زنی گونه‌ها و بانک بذر خاک به‌خصوص در بین گونه‌هایی که در پاسخ به آتش دارای استراتژی عدم تحمل آتش[1] هستند حائز اهمیت بیشتری است (۲۵). اثرات آتش روی جوانه‌زنی بذر را می‌توان توسط عوامل مرتبط با آتش[2] شامل تیمارهای دود و حرارت شبیه‌سازی کرد (۱۳، ۱۸ و ۲۰). این تیمارها به صورت جداگانه و یا همراه با یکدیگر می‌توانند در بررسی اکوفیزیولوژی آتش به کار گرفته شوند (۲۳).

دود یکی از فاکتورهای اصلی آتش برای تنظیم جوانه‌زنی بذرها است که توجه محققین گیاهی را در دهه اخیر به خود جلب کرده است (۲۶، ۴۲ و ۴۳). مایع دود مشتق شده از گیاه باعث تحریک جوانه‌زنی بسیاری از گونه‌های گیاهی می‌شود (۱۲، ۱۷ و ۳۸).

علاوه بر دود، حرارت نیز به عنوان یکی از عوامل موثر در آتش می‌تواند به تنهایی (۳۱، ۳۹ و ۴۰) و یا به همراه دود (۴، ۸، ۱۵ و ۱۶) اثر مثبت و یا منفی بر جوانه-زنی بذور گونه‌های گیاهی داشته باشد.

با توجه به شناخت کمی که در مورد پاسخ گونه‌ها به آتش وجود دارد می‌توان با استفاده از شبیه‌سازی با کمک تیمارهای مرتبط با آتش مانند دود و حرارت نه تنها اطلاعات بیشتری در مورد چگونگی پاسخ گونه‌ها به آتش به‌دست آورد، بلکه در مناطقی مانند پارک ملی گلستان و اکوسیستم‌های هیرکانی که آتش در سال‌های اخیر در اثر تداوم خشکسالی و تغییرات اقلیمی افزایش یافته است نوع پاسخ گونه‌ها و گونه‌های در معرض خطر در آتش‌سوزی را پیش‌بینی کرد.

بنابراین این مطالعه به دنبال بررسی پاسخ جوانه‌زنی برخی گونه‌های مهم منطقه به آتش شامل *Stipa caucasica*، *Festuca valesiaca* و *Poa densa* با استفاده از تیمارهای مختلف دود و حرارت است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در پارک ملی گلستان انجام شده است. این منطقه در منتهی الیه شرق البرز و جنگل‌های شمال کشور در موقعیت جغرافیایی بین ″۴۳ ′۱۶ °۳۷ الی ″۳۵ ′۳۱ °۳۷ عرض شمالی و ″۲۵ ′۴۳ °۵۵ الی ″۴۷ ′۱۷ °۵۶ طول شرقی واقع شده است و مساحت آن حدود ۹۱ هزار هکتار ذکر شده است. منطقه مورد مطالعه منطقه‌ای کوهستانی واقع در آلمه است که در پارک ملی گلستان واقع شده است. ارتفاع این منطقه در حدود ۱۸۰۰ متر از سطح دریا، خاک منطقه تکامل یافته و عمیق، مقدار کم سنگ و سنگ‌ریزه است. پوشش غالب این منطقه شامل گندمیان چند ساله در ترکیب با بوته‌های بالشتکی *Onobrychis cornuta* است. میزان بارندگی آن در حدود ۳۵۰ میلی‌لیتر و دارای میزان قابل توجهی بارش برف در زمستان است (۳).

آزمون جوانه‌زنی بذر

در این مطالعه جوانه‌زنی سه گونه از گونه‌های غالب منطقه مورد مطالعه قرار گرفت. جمع‌آوری بذر از منطقه تختی آلمه واقع در پارک ملی گلستان صورت گرفت و

1: Fire intolerant
2: Fire related cues

سپس ۳ گونه *S.caucasica* ، *F.valesiaca* و *P.densa* که گونه‌های غالب منطقه و دارای جوانه‌زنی مناسب بودند، انتخاب شدند. پس از جمع‌آوری بذرها، بررسی‌های اولیه بر اساس آزمون استاندارد انجام گرفت (۲۲). لازم به ذکر است که نمونه هرباریومی گونه‌های مورد مطالعه تهیه و در هرباریوم شناسایی شد.

جهت اعمال تیمار دود از مایع دود در سه غلظت ۱:۵۰۰، ۱:۱۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰ در واحد حجم و همچنین تیمار بدون اعمال دود استفاده شد. این غلظت‌ها در مطالعات زیادی که در مورد تیمار دود در دنیا انجام شده است به عنوان غلظت‌های مناسب برای مطالعات دود به کار برده می‌شود (۱۶). به‌این منظور بقایای خشک گیاهان جمع‌آوری شده از منطقه به مدت ۴۵ دقیقه در یک کوره ۲۰ لیتری سوزانده شد و پس از عبور از مخزن حاوی آب، مایع دود تهیه شد. این مایع دود سپس در ۳ غلظت مورد نظر آماده شد (۱۶ و ۴۳). برای تیمار حرارت نیز بذرها به مدت ۵ دقیقه در دمای ۵۰، ۸۰ و ۱۰۰ درجه در آون قرار گرفتند (۸ و ۲۸). به منظور بررسی جوانه‌زنی، بذرهای هر یک از تیمارها به شرایط شاهد و در دمای ۲۵-۲۰ منتقل شدند. برای نمونه‌ها از پتری دیش‌های ۸ سانتی‌متری استفاده شد و پس از اعمال تیمارها و هر بار شمارش، دور آن‌ها با نوار پارافیلم بسته می‌شد تا تبخیر و تعرق به حداقل برسد. همه نمونه‌ها در شرایط یکسان در داخل ژرمیناتور با ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی در شبانه‌روز و همچنین دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد برای حالت شب و دمای ۲۵ درجه برای حالت روز و در رطوبت نسبی ۶۰ درصد که نزدیک به شرایط منطقه بود قرار گرفتند (۱و ۵). بررسی جوانه‌زنی تا پایان دوره ۴۵ روزه (با توجه به اینکه اکثر مطالعات جوانه‌زنی گونه‌های مرتعی شامل گندمیان و پهن‌برگان علفی در دوره یک ماهه تا چهل روزه صورت می‌گیرد) و در ۱۰ دوره (روزهای ۴، ۷، ۹، ۱۲، ۱۶، ۲۱، ۲۶، ۳۵، ۴۰ و ۴۵) صورت گرفت (۵). پارامترهای مختلف جوانه‌زنی مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی برای هر یک از تیمارها اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که برای انجام تیمارهای فوق برای هر تیمار ۴ تکرار شامل ۵۰ بذر در هر تکرار استفاده شد.

برای محاسبه درصد جوانه‌زنی از رابطه (۳۶) استفاده شد:

$$G_T = \frac{[N_T \times 100]}{N}$$

که در آن GT عبارت است از جوانه‌زنی کل به درصد، N_T عبارت است از تعداد بذرهای جوانه‌زده در انتهای آزمون و N عبارت است از تعداد بذرهای استفاده شده در آزمون که دارای قابلیت زنده مانی هستند.

برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی (زمان رسیدن جوانه‌زنی به ۵۰ درصد) از رابطه (۱۴) استفاده شد:

$$T_{50} = t_i + (t_j - t_i) \times (N/2 - n_i)/(n_j - n_i)$$

این شاخص میانگین وزنی بین دو زمان t_i و t_j با شمارش تجمعی بذر است. N جمع تعداد بذرهای جوانه‌زده است و n_i و n_j زمان بین N/۲ (به عبارتی تعداد تجمعی بذرهای جوانه‌زده روزهای ti و tj وقتی که ni< N/2 < nj است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

نتایج با استفاده از آزمون مدل خطی تعمیم یافته[1] تحلیل شد. با توجه به اینکه داده‌های جوانه‌زنی جزو داده‌های دوجمله‌ای (جوانه‌زنی و عدم جوانه‌زنی هر بذر) محسوب می‌شوند بنابراین از این آزمون استفاده شد. در این مدل توزیع داده‌ها از توزیع دو جمله‌ای و در صورت داشتن بیش پراکنش[2] از شبه دو جمله‌ای استفاده شد. از آزمون فیشر (F test) برای تحلیل اثر تیمارها استفاده شد. برای آنالیز داده‌های زمان ۵۰ درصد جوانه‌زنی از آزمون مدل خطی عمومی[3] و نیز توزیع گوسین استفاده شد. جهت مقایسه میانگین تیمارها نیز از آزمون توکی HSD به دلیل دقت بیشتر نسبت به آزمون دانکن، استفاده شد.

نتایج

طبق نتایج به دست آمده از مدل خطی تعمیم یافته،[3] اثر تیمار در هر ۳ گونه *S.caucasica* ، *F.valesiaca* و *P.densa*، معنی‌داری فقط در تیمار حرارت مشاهده شد اثر دود معنی‌دار نبود (جدول ۱).

1: Generalized linear model
2: Over dispersion
3: General linear model

جدول۱- نتایج مدل خطی تعمیم یافته اثر تیمار بر درصد جوانه‌زنی هر سه گونه در تیمارهای دود و حرارت

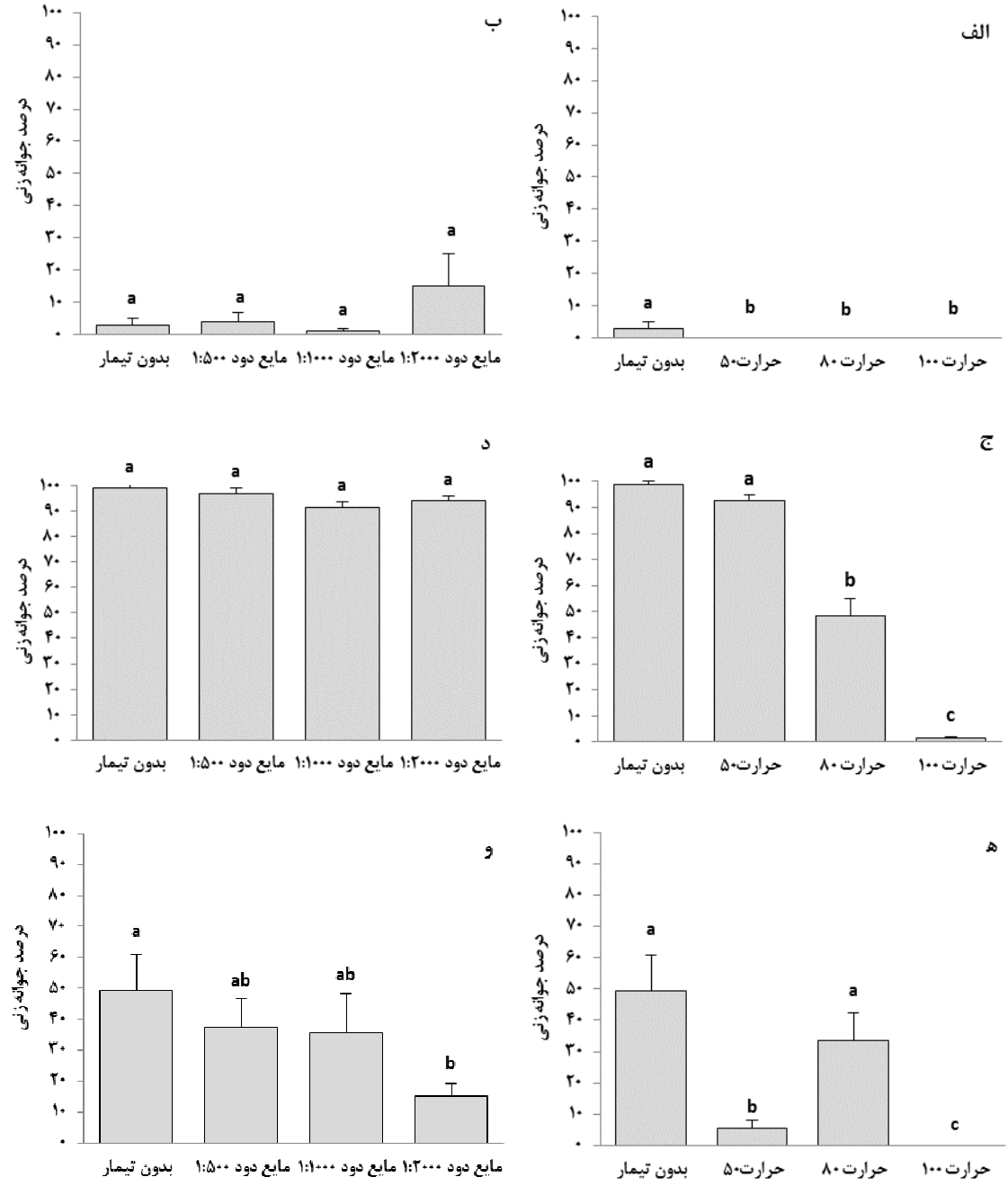
گونه	حرارت				دود	
	df	p-value	F-value		p-value	F-value
Stipa caucasica	۳	<۰/۰۰۰۱	**۱۸/۴۰**		۰/۶۶	۰/۵۴
Festuca valesiaca	۳	<۰/۰۰۰۱	**۱۶۰/۰۹**		۰/۵۴	۰/۷۳
Poa densa	۳	<۰/۰۰۰۱	**۲۵/۵۱**		۰/۰۹	۲/۳۸

در بررسی میانگین درصد جوانه‌زنی در گونه *S.caucasica* تیمارهای حرارت هرسه تیمار اعمال شده اختلاف معنی-داری نسبت به نمونه‌های بدون تیمار نشان دادند (شکل۱- الف). در بررسی میانگین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای دود در این گونه، بین هیچ یک از سطوح تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل۱- ب). در بررسی مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای مختلف حرارت در گونه *F.valesiaca* ، حرارت ۵۰ درجه اختلاف معنی‌داری با نمونه‌های بدون تیمار نشان نداد ولی سطوح حرارتی ۸۰ و۱۰۰ درجه کاهش معنی‌دار در میانگین درصد جوانه‌زنی نشان دادند که این کاهش در سطح ۱۰۰ درجه بیشتر از سطح ۸۰ درجه بود (شکل ۱- ج). در بررسی سطوح مایع دود در این گونه، بین هیچ یک از سطوح با نمونه‌های بدون تیمار اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (شکل ۱- د). در نتایج حاصل از بررسی مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی در سطوح مختلف حرارتی در گونه *P.densa*، در سطح ۵۰ درجه کاهش معنی‌داری در میانگین سرعت جوانه‌زنی مشاهده شد و سطح ۸۰ درجه اختلاف معنی‌داری با نمونه‌های بدون تیمار نداشت. همچنین میانگین درصد جوانه‌زنی در تیمار ۱۰۰ درجه صفر بود (شکل۱- ه). در بررسی میانگین درصد جوانه‌زنی در سطوح مختلف مایع دود در این گونه ، سطوح ۱:۵۰۰ و۱:۱۰۰۰ اختلاف معنی‌داری با نمونه‌های بدون تیمار نشان ندادند اما در سطح ۱:۲۰۰۰ کاهش معنی‌دار مشاهده شد (شکل ۱- و). با توجه به نتایج حاصل از مدل در بررسی سرعت جوانه-زنی *S.caucasica* ، اثر تیمار در تیمار حرارت معنی‌دار بود و در تیمار دود اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در نتایج حاصل از مدل در بررسی سرعت جوانه‌زنی *F.valesiaca*، اثر تیمار در هر دو تیمار مورد مطالعه معنی‌دار بود. با توجه به نتایج مدل در گونه *P.densa*، اثر تیمار نیز فقط در تیمار حرارت معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول۲- نتایج مدل خطی تعمیم یافته اثر تیمار بر سرعت جوانه‌زنی هر سه گونه در تیمارهای دود و حرارت

	حرارت				دود	
	df	p-value	F-value		p-value	F-value
Stipa caucasica	۳	<۰/۰۰۰۱	**۳۹/۴۸**		۰/۳۵	۱/۱۳
Festuca valesiaca	۳	<۰/۰۰۰۱	**۱۹/۹۷**		<۰/۰۰۰۱	**۲۴/۹۲**
Poa densa	۳	<۰/۰۰۰۱	**۱۲/۸۵**		۰/۲	۱/۳۰

در بررسی مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی در گونه *S.caucasica* ، همگی تیمارهای حرارت اعمال شده سرعت جوانه‌زنی صفر داشتند. در بررسی تیمارهای دود نیز تنها درسطح ۱:۱۰۰۰ کاهش معنی‌دار مشاهده شد. نتایج حاصل از بررسی میانگین سرعت جوانه‌زنی در گونه *F.valesiaca* در بین تیمارهای مختلف حرارت در سطح حرارتی ۸۰ درجه افزایش معنی‌دار نسبت به نمونه‌های بدون تیمار نشان داد ولی سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار نداشتند. در نتایج حاصل از بررسی میانگین سرعت جوانه-زنی بین تیمارهای مختلف در گونه *P.densa*، تنها در سطح حرارتی ۸۰ درجه افزایش معنی‌دار نسبت به نمونه-های بدون تیمار مشاهده شد و درسطح ۱۰۰ درجه میانگین سرعت جوانه‌زنی صفر بود. در سطوح مختلف مایع دود اعمال شده اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۳).



شکل۱- الف. مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای مختلف حرارت دربذرهای *S.caucasica* ، ب. مقایسه میانگین درصد جوانه-زنی در تیمارهای مختلف دود دربذرهای *S.caucasica* ، ج. مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای مختلف حرارت در بذرهای *F.valesiaca*، د. مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای مختلف دود دربذرهای *F.valesiaca*، ه. مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای مختلف حرارت دربذرهای *P.densa* و. مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای مختلف دود دربذرهای *P.densa*،حروف مختلف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد تیمارها در هر یک از مناطق به صورت جداگانه است

جدول۳ - مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی هر سه گونه درتیمارهای مختلف دود و حرارت،

تیمار	سطوح تیمار	سرعت جوانه زنی		
		Stipa caucasica	*Festuca valesiaca*	*Poa densa*
حرارت	بدون تیمار	۱۲±۶/۷۳a	۸±۰/۳۸b	۹±۱/۱۴b
	حرارت۵۰	۰b	۷±۰/۲۲b	۱۰±۳/۶۱b
	حرارت ۸۰	۰b	۱۵±۱/۹۸a	۲۰±۳/۴۱a
	حرارت ۱۰۰	۰b	۹±۴/۰۱ab	۰b
دود	بدون تیمار	۱۲±۶/۷۳a	۸±۰/۳۸a	۹±۱/۱۴a
	مایع دود ۱:۵۰۰	۱۰±۷/۲۵a	۷±۰/۱۸ab	۱۱±۲/۲۷a
	مایع دود ۱:۱۰۰۰	۴±۳/۷۵b	۷±۰/۲۹ab	۸±۱/۴۰a
	مایع دود ۱:۲۰۰۰	۲۴±۸/۹۲a	۷±۰/۱۵b	۹±۰/۹۵a

حروف مختلف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد در هر یک از تیمارها است

بحث و نتیجه‌گیری

در گونه‌های مورد مطالعه تیمار حرارت بر جوانه‌زنی موثر بود و دود در هیچ یک از گونه‌های مورد مطالعه اثرات معنی‌داری نداشت. اگرچه غلظت‌های بالاتر دود دارای جوانه‌زنی بیشتر و سرعت جوانه‌زنی بالاتری بود. گندمیان چندساله به حرارت‌های بالاتر حساس هستند که در این بین *S.caucasica* دارای آسیب‌پذیری بالاتری بود که می‌تواند به علت دارا بودن وزن بذر بیشتر باشد. گونه *S.caucasica* دارای جوانه زیادی در این تحقیق نبود که برای اظهار نظر قطعی در مورد گونه مشکل است. *F.valesiaca* و *P.densa* که هر دو از گندمیان چندساله کوتاه هستند دارای پاسخ‌های تقریباً یکسانی به تیمارها هستند. هر دو گونه در دمای ۱۰۰ درجه محدودیت جوانه‌زنی دارند که نشان دهنده حساسیت کمتر این گونه-ها به حرارت است و در نتایج (۶) نیز به آن اشاره شده است.

در برخی مطالعات پاسخ جنس‌های مورد مطالعه در این تحقیق به دود و حرارت مورد بررسی قرار گرفته است. اکثر گونه‌های *S.caucasica* در یک اپتیمم ۲۵ درجه به خوبی جوانه می‌زنند (۴۵). در حالی که جوانه‌زنی آن در دمای ۸۰ و ۱۲۰ درجه تا بیش از ۸۰ درصد کاهش دارد (۲۴) که با حساسیت این جنس در مطالعه حاضر مطابقت دارد. گونه *Festuca pallescens* در اثر اعمال تیمار دود افزایش غیر معنی‌دار جوانه‌زنی داشت. در مطالعه حاضر نیز جوانه‌زنی تغییر معنی‌داری با شاهد نداشت و در تیمارهای دود نیز جوانه‌زنی با درصد بالایی رخ داد. جوانه‌زنی گونه *Poa anua* در دمای ۱۰۰ درجه و اعمال دود افزایش یافت (۱۵) که با مطالعه حاضر تطابق ندارد که در آن در تمامی تیمارها کاهش جوانه‌زنی رخ داده است. در تحقیقی در کشور که بر روی *Bromus tomentellus* انجام شد دود اثر افزایش و حرارت اثر کاهش غیر معنی‌دار داشت و در گونه *Poa bulbosa* دود و حرارت باعث کاهش جوانه‌زنی نسبت به شاهد شدند (۲۹). اگر چه در بسیاری از مطالعات دود و حرارت باعث افزایش جوانه‌زنی می‌شوند (۶، ۲۷ و ۲۸). اما در تحقیق حاضر دود و حرارت باعث کاهش جوانه‌زنی بذر در گونه‌های مورد مطالعه شده است که برخی موارد معنی‌دار است که با مطالعات (۱۰، ۳۱ و ۴۱) مطابقت دارد. پاسخ مثبت به دود و حرارت معمولاً در رویشگاه‌هایی گزارش شده است که آتش‌سوزی جزئی از آن اکوسیستم محسوب می‌شوند. در اکوسیستم‌هایی که آتش به ندرت وجود دارد پاسخ آنها بسته به نوع گونه گیاهی می‌تواند نتایج متفاوتی ارائه دهد. مطالعه اثرات دود و حرارت گونه‌های گیاهی اهمیت زیادی در شناخت و تحلیل پاسخ گونه‌ها به جوانه‌زنی ایفا می‌کند. در این مطالعه ۳ گونه چند ساله گندمی مورد مطالعه قرار گرفت. بهتر است در مطالعات آینده بر روی گونه‌های بیشتری بررسی صورت گیرد. تا تصویر بهتری از پاسخ گونه‌ها در پاسخ به آتش‌سوزی ارائه شود.

با توجه به این که در مناطق حساس و حفاظت شده مانند پارک ملی گلستان که در معرض خشکسالی و آتش-سوزی قرار دارند ، امکان ایجاد آتش در عرصه وجود ندارد می‌توان به کمک مطالعات شبیه‌سازی و بررسی پاسخ گونه‌های مختلف، گونه‌های مهم و در معرض تهدید را

شناسایی و تمهیدات لازم برای مدیریت و احیای این مناطق در نظر گرفت.

References

1. Abedi, M., 2013. Seed Ecology in Dry Sandy Grasslands-an Approach to Patterns and Mechanisms. Phd Thesis. University of Regensburg.100 PP.
2. Aghajanloo, F. & A. Ghorbani, 2016. Effects of some environmental factors on *Ferula gummosa* and *Ferula ovina* distribution in Shilander mountainous rangelands of Zanjan. Jornal of rangeland, 9(4):407-419. (In Persian)
3. Akhani, H., 2005. The Illustrated Flora of Golestan National Park, Iran, Univercity of Tehran Publications, 569p. (In Persian)
4. Anderson, T.M., M. Schütz & A.C. Risch, 2012. Seed Germination Cues and the Importance of the Soil Seed Bank Across an Environmental Gradient in the Serengeti. Oikos, 121(2): 306-312.
5. Baskin C.C., & J.M. Baskin, 2014. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego.
6. Cao, D., C.C. Baskin, J.M. Baskin, F. Yang & Z. Huang, 2014. Dormancy Cycling and Persistence of Seeds in Soil of a Cold Desert Halophyte Shrub. Annals of botany, 113(1): 171-179.
7. Çatav, Ş.S., K. Küçükakyüz, K. Akbaş & Ç. Tavşanoğlu, 2014. Smoke-enhanced seed germination in Mediterranean Lamiaceae. Seed Science Research, 24, 257-264.
8. Chou, Y.-F., R.D. Cox & D.B. Wester, 2012. Smoke Water and Heat Shock Influence Germination of Shortgrass Prairie Species. Rangeland Ecology & Management, 65(3): 260-267.
9. Dayamba, S.D., M. Tigabu, L. Sawadogo & P.C. Oden, 2008. Seed Germination of Herbaceous and Woody Species of the Sudanian Savanna-Woodland in Response to Heat Shock and Smoke. Forest Ecology and Management, 256(3): 462-470.
10. Dayamba, S.D., 2010. Fire, Plant-Derived Smoke and Grazing Effects on Regeneration, Productivity and Diversity of the Sudanian Savanna-Woodland Ecosystem.
11. Dianatitilaki, G., M. Pichand & S.E. Sadati, 2016. Effects of drought stress and seed hydro-priming on some morphological, physiological and biochemical traits of *Cymbopogon olivieri* Boiss. Jornal of rangeland, 9(4):304-319. (In Persian)
12. Drewes, F.E., M.T. Smith & J. Van Staden, 1995. The Effect of a Plant-Derived Smoke Extract on the Germination of Light-Sensitive Lettuce Seed. Plant Growth Regulation, 16(2): 205-209.
13. Enright, N., D. Goldblum, P. Ata & D. Ashton, 1997. The Independent Effects of Heat, Smoke and Ash on Emergence of Seedlings From the Soil Seed Bank of a Heathy Eucalyptus Woodland in Grampians (Gariwerd) National Park, Western Victoria. Australian Journal of Ecology, 22(1): 81-88.
14. Farooq, M., S.M.A. Basra, N. Ahmad & K. Hafeez, 2005 .Thermal Hardening: a New Seed Vigor Enhancement Tool in Rice. Journal of Integrative Plant Biology, 47(2): 187-193.
15. Figueroa, J.A., L.A. Cavieres, S. Gómez-González, M.M. Montenegro & F.M. Jaksic, 2009. Do Heat and Smoke Increase Emergence of Exotic and Native Plants in the Matorral of Central Chile? Acta Oecologica, 35(2): 335-340.
16. Ghebrehiwot, H., M. Kulkarni, K. Kirkman & J. Van Staden, 2012. Smoke and Heat: Influence on Seedling Emergence from the Germinable Soil Seed Bank of Mesic Grassland in South Africa. Plant Growth Regulation, 66(2): 119-127.
17. Ghebrehiwot, H., M. Kulkarni, G. Szalai, V. Soós, E. Balázs & J. Van Staden, 2013. Karrikinolide Residues in Grassland Soils Following Fire: Implications on Germination Activity. South African Journal of Botany, 88(0): 419-424.
18. Gonzalez, S. & L. Ghermandi, 2012. Fire Cue Effects on Seed Germination of Six Species of Northwestern Patagonian Grasslands. Natural Hazards and Earth System Science, 12(9): 2753-2758.
19. Hashemi, M., H. Azarnivand, M.H. Asareh, A. Jafari & A. Tavili, 2014. Study effect of water stress on the germination and seedling growth of three genotypes of rangeland species *Agropyron podperae*.Jornal of rangeland, 8(3):212-218. (In Persian)
20. Hill, S.J. & K. French., 2003. Response of the Soil Seed Bank of Cumberland Plain Woodland to Heating. Austral Ecology, 28(1): 14-22.
21. Hossein Jafari, S., M. Tatian, R. Tamartash & A. Karimian, 2014. Investigating the Effect of Grazing Animal Type on Vegetation and Soil using Multivariate Analysis Method. Jornal of rangeland, 8(2):192-200.(In Persian)

22. International Seed Testing Association. 2003. International Rules for Seed Testing: Rules 2003: Adopted at the Extraordinary Meeting 2002, Santa Cruz, Bolivia, to Become Effective on 1 January 2003. International Seed Testing Association.
23. Jefferson, L., M. Pennacchio & K. Havens-Young, 2014. Ecology of Plant-Derived Smoke: its Use in Seed Germination. Oxford University Press.
24. Keeley, J.E., B.A. Morton, A. Pedrosa & P. Trotter, 1985. Role of Allelopathy, Heat and Charred Wood in the Germination of Chaparral Herbs and Suffrutescents. The Journal of Ecology, 73(2):445-458.
25. Knox, K.J.E. & P.J. Clarke, 2005. Nutrient Availability Induces Contrasting Allocation and Starch Formation in Resprouting and Obligate Seeding Shrubs. Functional Ecology, 19(4): 690-698.
26. 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(4): 972-979.
27. Luna, B., J. Moreno, A. Cruz & F. Fernández-González, 2007. Heat-Shock and Seed Germination of a Group of Mediterranean Plant Species Growing in a Burned Area: an Approach Based on Plant Functional Types. Environmental and Experimental Botany, 60(3): 324-333.
28. Moreira, B., J. Tormo, E. Estrelles & J. Pausas, 2010. Disentangling the Role of Heat and Smoke as Germination Cues in Mediterranean Basin Flora. Annals of Botany, 105(4): 627-635.
29. Naghipour Borj, A.A., S.J. Khajeddin, H. Bashari, P. Tahmasebi & M. Iravani, 2014. Effects of fire Products on the Seed Germination of the Three Dominant Species from Astragalus Genus in Semi-Steppe Rangelands of Central Zagros.Iranian Jornal of Applied Ecology, (9) :71-80. (In Persian)
30. Omidipoor, R., R. Erfanzadeh & M. Faramarzi, 2016. Effects of grazing impacts on the pattern of species diversity in different spatial scale. Jornal of rangeland, 9(4):367-377.(In Persian)
31. Overbeck, G.E., S.C. Müller, V.D. Pillar & J. Pfadenhauer, 2006. No Heat-Stimulated Germination Found in Herbaceous Species from Burned Subtropical Grassland. Plant Ecology, 184(2): 237-243.
32. Pausas, J.G., R.A. Bradstock, D.A. Keith & J.E. Keeley, 2004. Plant Functional Traits in Relation to Fire in Crown-Fire Ecosystems. Ecology, 85(4): 1085-1100.
33. Poschlod, P., M. Abedi, M. Bartelheimer, J. Drobnik, S. Rosbakh & A. Saatkamp, 2013. Seed Ecology and Assembly Rules in Plant Communities. Vegetation Ecology, John Wiley & Sons, Ltd, pp. 164-202.
34. Roche, S., J.M. Koch & K.W. Dixon, 1997. Smoke Enhanced Seed Germination for Mine Rehabilitation in the Southwest of Western Australia. Restoration Ecology, 5(3): 191-203.
35. Ruprecht, E., A. Fenesi, E.I. Fodor & T. Kuhn, 2013. Prescribed Burning as an Alternative Management in Grasslands of Temperate Europe: the Impact on Seeds. Basic and Applied Ecology, 14(8): 642-650.
36. Scott, S., R. Jones & W. Williams, 1984. Review of Data Analysis Methods for Seed Germination. Crop science, 24(6): 1192-1199.
37. Sheykhzadeh, A., S.H. Matinkhah, H. Bashari, M. Tarkesh & M. Soleymani, 2015. Effects of site characteristics and management factors on vegetation distribution in Chadegan experimental range site, Isfahan province. Jornal of rangeland, 9(1):76-90. (In Persian)
38. Thomas, T.H. & J. Van Staden, 1995. Dormancy Break of Celery (*Apium Graveolens* L.) Seeds by Plant Derived Smoke Extract. Plant Growth Regulation, 17(3): 195-198.
39. Thomas, P.B., E.C. Morris & T.D. Auld, 2003. Interactive Effects of Heat Shock and Smoke on Germination of Nine Species Forming Soil Seed Banks within the Sydney Region. Austral Ecology, 28(6): 674-683.
40. Thomas, P.B., E.C. Morris & T.D. Auld, 2007. Response Surfaces for the Combined Effects of Heat Shock and Smoke on Germination of 16 Species Forming Soil Seed Banks in South-East Australia. Austral Ecology, 32(6): 605-616.
41. Tsuyuzaki, S., Miyoshi C., 2009. Effects of Smoke, Heat, Darkness and Cold Stratification on Seed Germination of 40 Species in a Cool Temperate Zone in Northern Japan. Plant Biology, 11(3): 369-378.
42. Van Staden, J. & M. Light, 2004. The Potential of Smoke in Seed Technology. South African Journal of Botany, 70(1): 97-101.
43. Van Staden, J., A. Jager, M. Light & B. Burger, 2004. Isolation of the Major Germination Cue from Plant-Derived Smoke. South African Journal of Botany, 70(4): 654–659.
44. Williams, P.R., R.A. Congdon, A.C. Gric & P.J. Clarke, 2005. Germinable Soil Seed Banks in a Tropical Savanna: Seasonal Dynamics and Effects of Fire. Austral Ecology, 30(1): 79-90.
45. Yang, S.Li.X., Y. Yang, X. Yin & Y. Yang , 2014. Comparing the Relationship Between Seed Germination and Temperature for Stipa Species on the Tibetan Plateau. Botany, 92(12): 895-900.
46. Zaki E., M. Abedi, A.R. Naghinezhad & R. Erfanzadeh, 2016. Seed Germination Responses of Different Functional Groups to Aerosol smoke and Aqueous Smoke Treatments. Jornal of Plant Researchs. (In Press)