# اثر محصولات آتش بر جوانه‌زنی بذر سه گونه غالب در مراتع نیمه‌استپی زاگرس مرکزی

علی اصغر نقی‌پور برج[1*]، سید جمال‌الدین خواجه‌الدین[1]، حسین بشری[1]،
پژمان طهماسبی[2] و مجید ایروانی[1]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۱۶. ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۹/۵)

## چکیده

**محصولات آتش (دود، خاکستر و حرارت) در بسیاری از موارد به‌عنوان عاملی مهم در جوانه‌زنی برخی از گونه‌ها در اکوسیستم‌های تحت آتش و بدون آتش‌سوزی تأثیر دارند. بررسی این موارد به درک بهتر پویایی پوشش گیاهی کمک کرده و می‌توان از آن برای مدیریت اکولوژیکی و هم‌چنین احیا مناطق تخریب‌شده بهره برد. این مطالعه با هدف شناخت عوامل مهم مرتبط با آتش (دود، خاکستر و حرارت) بر جوانه‌زنی سه گونه بوته‌ای غالب در مراتع نیمه‌استپی ایران شامل *Astragalus adscendens*، *Astragalus susianus* و *Astragalus verus* انجام شد. ۶ تیمار شامل تنش حرارت (۶۰، ۸۰ و ۱۲۰°C)، دوددهی بذور به‌مدت ۱۰ دقیقه، محلول خاکستر به میزان ۱۰ گرم بر لیتر و شاهد (بدون اعمال هیچ‌گونه تیماری) مورد آزمون قرار گرفت. بذور در ژرمیناتور با دمای ۲۲/۵-۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد و تناوب نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی قرار گرفتند. نتایج، نشان دهنده پاسخ‌های متفاوت این سه گونه به محصولات آتش بود. تیمارهای دود و خاکستر تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی *A. adscendens* نداشتند، ولی حرارت کم (۶۰°C) باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و حرارت زیاد باعث کاهش معنی‌دار آن گردید (P<۰/۰۱). درصد جوانه‌زنی *A. verus* تحت تیمار دود نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد، در حالی‌که بر *A. susianus* تأثیری نداشت. تحقیقات بیشتر در این زمینه می‌تواند اثرات مهمی برای حفاظت، مدیریت محیط‌زیست و احیای اکوسیستم در مناطق نیمه‌استپی کشور داشته باشد.**

**واژه‌های کلیدی: دود، خاکستر، حرارت، پویایی پوشش‌گیاهی، خواب بذر، *Astragalus***

۱. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. گروه مرتعداری و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: aa_naghipour@yahoo.com

**مقدمه**

آتش‌سوزی یکی از عوامل مهم در تعیین ساختار و ترکیب جوامع گیاهی به‌ویژه در مراتع خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (۱۹). آتش‌سوزی می‌تواند نقشی کلیدی در ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های مرتعی داشته باشد. تغییر در چگونگی ساختار و ترکیب پوشش‌گیاهی یکی از بارزترین اثرات آتش‌سوزی بر اکوسیستم‌های طبیعی است (۱۳).

آشفتگی‌های محیطی که شرایطی مانند نور، رطوبت، درجه‌حرارت و محیط شیمیایی را تغییر می‌دهند، بر روی جوانه‌زنی بذور گیاهان در بسیاری از اکوسیستم‌ها نقش دارند. آتش‌سوزی به‌دلیل این‌که خود یک عامل آشفتگی می‌باشد، بر همه این شرایط ذکر شده تأثیر گذاشته و در بسیاری از اوقات بر جوانه‌زنی نیز تأثیر می‌گذارد (۱۰). تنش‌حرارتی، دود حاصل از گیاهان و خاکستر آنها در نتیجه آتش، باعث تحریک جوانه‌زنی بذور برخی از گیاهان مرتعی می‌گردد. تأثیر محصولات آتش بر جوانه‌زنی بذر می‌تواند به دو صورت درونی (شیمیایی) و یا خارجی (فیزیکی) باشد (۲۲). برای مثال، حرارت باعث شکافته شدن پوسته غیرقابل نفوذ بذور گردیده و در نتیجه ورود آب به درون بذر را تسهیل می‌نماید؛ که این عمل باعث افزایش جوانه‌زنی بذور می‌شود. هم‌چنین حرارت باعث شکستن خواب فیزیکی بذر می‌گردد، که اغلب مهم‌ترین نوع خواب در بانک بذر خاک می‌باشد (۱۷). درصد جوانه‌زنی اغلب گیاهان با قرار گرفتن بذر آنها در تیمارهای تنش حرارتی بین ۵۰-۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و در زمان کوتاه افزایش یافته است، درصورتی‌که دماهای بالاتر و یا زمان طولانی‌تر باعث از بین رفتن بذر آنها می‌شود (۵).

در بسیاری از گونه‌ها معمولاً دوددهی باعث تحریک جوانه‌زنی بذور می‌گردد. اثر مثبت محصولات آتش بر جوانه‌زنی بذر گیاهان و در نهایت افزایش تنوع گونه‌ای روشی مهم برای حفاظت و احیاء جوامع گیاهی می‌باشد (۲۲). البته در برخی موارد غلظت بالای دود می‌تواند مانع از جوانه‌زنی تعدادی از گونه‌ها گردد (۲۱). اثر دود بر جوانه‌زنی، یک اثر درونی (شیمیایی) می‌باشد، که مکانیسم آن هنوز به‌طور کامل شناسایی نشده است. کیلی و باند (۱۶) عنوان نمودند که ممکن است دود از طریق حل نمودن کوتیکول نیمه‌تراوا باعث افزایش نفوذپذیری بذر شود.

جوانه‌زنی برخی از گونه‌ها نیز ممکن است توسط خاکستر تحریک گردد. اگر چه دامنه این پاسخ بسیار متغیر است و خاکستر ممکن است باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و یا کاهش آن گردد (۱۷). اثرات تنش‌های حرارت، دوددهی و خاکستر بر جوانه‌زنی پیچیده است. این پیچیدگی در هنگام وقوع آتش‌سوزی به‌علت تأثیر ترکیبی محصولات آتش افزایش می‌یابد (۲۱). تعدادی از گونه‌ها برای افزایش جوانه‌زنی، به یکی از محصولات آتش (حرارت، دود و خاکستر) نیازمندند. در صورتی‌که بعضی از گونه‌ها نیازمند ترکیب این عوامل برای افزایش جوانه‌زنی بذر می‌باشند (۲۱).

در مطالعه‌ای به‌منظور بررسی تیمارهای دود و حرارت بر گونه‌های غالب در ساوان‌های غرب آفریقا، جوانه‌زنی ۱۳ گونه علفی موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمار دود در تعدادی از گونه‌ها باعث افزایش و در تعدادی از گونه‌ها باعث کاهش جوانه‌زنی گردید. هم‌چنین حرارت بالا (۱۲۰°C و ۱۴۰°C) در کلیه گونه‌ها باعث کاهش جوانه‌زنی گردید؛ درصورتی‌که حرارت پایین (۴۰°C و ۸۰°C) در تعدادی از گونه‌ها باعث افزایش معنی‌دار جوانه‌زنی شد. بنابراین هیچ‌کدام از گونه‌های موردمطالعه به‌دلیل پاسخ منفی به حرارت زیاد، دارای خواب فیزیکی نبودند؛ در صورتی‌که تعدادی از آنها به‌دلیل پاسخ به حرارت کم دارای خواب فیزیولوژیکی بودند (۸).

در آمریکا اثر تیمارهای دود، حرارت و اثر متقابل آنها بر جوانه‌زنی ۱۰ گونه گیاهی (۶ پهن‌برگ، ۲ بوته و ۲ علف‌گندمی) موردبررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که در مجموع ۹ گونه از گونه‌های مورد بررسی تحت‌تأثیر دود، حرارت و یا هر دو قرار گرفتند. یکی از گونه‌های موردمطالعه در این تحقیق *Astragalus crassicapus* بود که جوانه‌زنی آن تحت تیمار دود افزایش یافت (۵). هم‌چنین در تحقیقی دیگر

اثر محصولات آتش (حرارت، دود و خاکستر) بر جوانه‌زنی ۱۲ گونه گیاهی در جنگل‌های گرمسیری بررسی شد. نتایج نشان داد که عکس‌العمل گونه‌های گیاهی به محصولات آتش، تحت‌تأثیر گونه و نوع خواب آنها قرار می‌گیرد (۲۳).

گونه‌هایی که تحت‌تأثیر محصولات آتش قرار می‌گیرند از جنس‌ها و خانواده‌های مختلفی از بازدانگان، تک‌لپه‌ای‌ها و دولپه‌ای‌ها بوده و هم‌چنین شامل دامنه‌ای از اشکال زیستی گیاهی (از ژئوفیت‌ها تا فانروفیت‌ها) می‌باشد (۲۲). این طیف وسیع گونه‌ها نشان‌دهنده تحریک جوانه‌زنی توسط عوامل مرتبط با آتش نه تنها در اکوسیستم‌های تحت آتش‌سوزی طبیعی است؛ بلکه در واقع این عوامل باعث افزایش جوانه‌زنی در گونه‌های مربوط به زیستگاه‌هایی که آتش به‌طور طبیعی در آنها اتفاق نمی‌افتد، نیز می‌شود (۲۰).

مطالعه و بررسی تأثیر آتش‌سوزی بر جوانه‌زنی بذور گیاهان مرتعی، امکان جمع‌آوری اطلاعات در مورد واکنش گونه‌های مختلف را فراهم می‌آورد؛ به نحوی که براساس آن می‌توان قضاوت نمود که چه گونه‌هایی از آتش‌سوزی سود برده و کدام‌یک متضرر می‌شوند. به‌عبارت بهتر، تأثیرات مثبت و منفی آتش‌سوزی بر گونه‌های مختلف بهتر آشکار می‌گردد. این مطالعه با هدف بررسی اثر تیمارهای مختلف مرتبط با آتش (شامل حرارت، دود و خاکستر) بر ۳ گونه بوته‌ای از جنس گون در مراتع نیمه استپی در منطقه فریدن استان اصفهان انجام گرفته است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در سال ۱۳۹۲ در مراتع نیمه استپی شهرستان فریدن (′۹ °۵۰ طول شرقی و ′۰۴ °۳۳ عرض شمالی) در ۲۰۰ کیلومتری غرب استان اصفهان واقع در زاگرس مرکزی انجام شد. میانگین ارتفاع منطقه از سطح دریا ۲۷۶۰ متر، و میانگین دما و بارندگی سالانه به‌ترتیب ۱۰/۳ درجه سانتی‌گراد و ۳۳۶ میلی‌متر است؛ و اغلب بارش‌ها در پاییز و زمستان اتفاق می‌افتد. این مراتع تحت تأثیر چرای دام و آتش‌سوزی‌های سالیانه قرار دارند، که به نظر می‌رسد عامل انسانی نقش بسیار زیادی در ایجاد آتش‌سوزی داشته باشد (۱). آتش‌سوزی به تکرار در سال‌های گذشته در قسمت‌های مختلف این مراتع اتفاق افتاده است. پوشش گیاهی غالب منطقه را انواع گون‌های بوته‌ای مانند *Astragalus adscendens*, *Astragalus susianus* و *Astragalus verus* و گندمیان چندساله نظیر *Bromus tomentellus* و *Agropyron intermedium* تشکیل می‌دهند.

### جمع‌آوری بذر

بذر ۳ گونه گون بوته‌ای غالب در این مراتع هم‌زمان با مرحله بلوغ بذر آنها با مراجعه به محل و به صورت دستی جمع‌آوری گردید (۲۳). با توجه به این‌که بذرها بلافاصله بعد از برداشت به‌طور کامل قادر به جوانه‌زنی نیستند و در خواب فیزیولوژیکی به‌سر می‌برند، بایستی یک دوره خواب چندین ماهه را پشت سر بگذارند تا با گذشت زمان بلوغ فیزیولوژیکی آنها حاصل شده و قابلیت جوانه‌زنی پیدا کنند (۲). از این رو کلیه بذور به آزمایشگاه منتقل شده و به مدت ۳ ماه در ظروف پلاستیکی و در دمای اتاق نگهداری شدند (۴ و ۱۲). مشخصات مربوط به گونه‌های موردمطالعه به‌همراه تیره، شکل رویشی و زمان جمع‌آوری آنها در جدول ۱ آمده است.

### تیمارهای جوانه‌زنی

پس از گذراندن دوره ۳ ماهه، از هر گونه تعداد ۵۰ عدد بذر و با ۳ تکرار تحت تیمارهای حرارت، دوددهی و خاکستر قرار گرفتند. شرح تیمارهای مورد بررسی در جدول ۲ آورده شده است. پس از این مرحله، تست جوانه‌زنی بذر برای گونه‌های موردبررسی انجام گرفت. بدین منظور تعداد ۵۰ عدد بذر، روی کاغذ صافی درون ظرف پتری قرار داده شد، سپس مقداری قارچ‌کش برای جلوگیری از رشد کپک و به بذور اضافه گردید. در ادامه مقداری آب مقطر (حدود ۱۰ میلی‌لیتر) به درون پتری اضافه شد؛ سپس نمونه‌های ظرف پتری در شرایط کنترل شده

**جدول ۱. اسامی گونه‌های موردمطالعه به‌همراه اطلاعات شکل‌زیستی و رویشی و زمان جمع‌آوری بذور آنها**

| گونه‌ها | خانواده | شکل رویشی | شکل زیستی | زمان جمع‌آوری |
|---|---|---|---|---|
| *Astragalus adscendens Boiss. & Hausskn.* | Fabaceae | بوته‌ای | کامفیت | اواسط مهر ۱۳۹۲ |
| *Astragalus susianus* Boiss. | Fabaceae | بوته‌ای | کامفیت | اواخر شهریور ۱۳۹۲ |
| *Astragalus verus* Olivier | Fabaceae | بوته‌ای | کامفیت | اواخر شهریور ۱۳۹۲ |

**جدول ۲. تشریح تیمارهای مورد استفاده در جوانه‌زنی بذر (۴)**

| تیمار | جزئیات | توضیحات |
|---|---|---|
| شاهد | ۳ ماهه | ذخیره در دمای اتاق |
| حرارت | ۶۰ درجه سانتی‌گراد و ۵ دقیقه | در معرض حرارت خشک (بذرها درون آون قرار گرفتند) |
| | ۸۰ درجه سانتی‌گراد و ۵ دقیقه | |
| | ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و ۱ دقیقه | |
| خاکستر | محلول ۱۰ گرم بر لیتر | مواد گیاهی منطقه، سوزانده شده و پس از الک گذراندن، درون آب حل شدند. |
| دوددهی | ۱۰ دقیقه | در معرض دود حاصل از سوزاندن پوشش گیاهی منطقه قرار گرفتند. |

ژرمیناتور با دمای ۱۷/۵– ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد و تناوب نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی قرار گرفتند. یادداشت برداری درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی هر ۲ روز انجام گرفت و تا روز ۳۰ ام ادامه یافت. بذرها زمانی که طول ریشه‌چه در آنها به ۱ میلی‌متر رسید به‌عنوان بذور جوانه‌زده شمارش شدند (۱۸).

### روش‌های آماری

درصد جوانه‌زنی (Germination percent, GP) و میانگین زمان جوانه‌زنی (Mean germination time, MGT) برای هرگونه و هر تیمار براساس روابط ۱ و ۲ محاسبه شد.

$$GP\ (\%) = (\Sigma\ ni / N) \times 100 \qquad [۱]$$

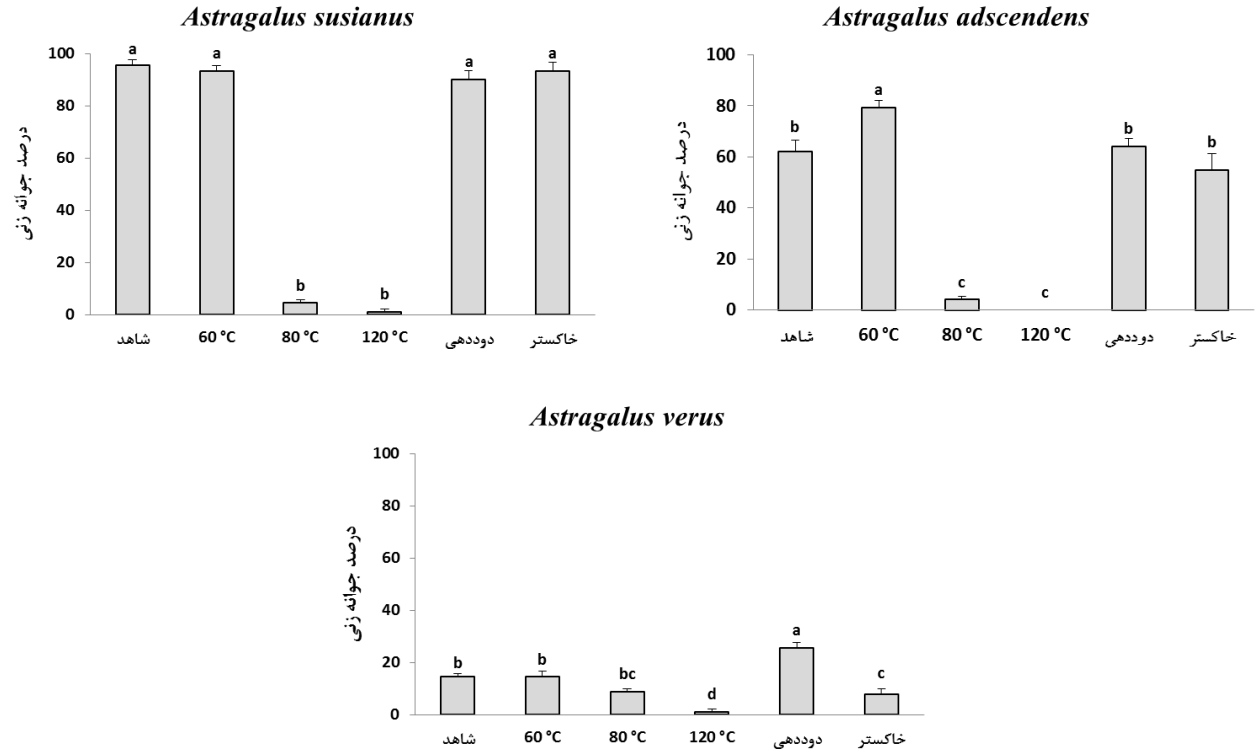
$$MGT\ (days) = \Sigma\ (ti \times ni) / \Sigma \qquad [۲]$$

که *ni* تعداد بذرهای جوانه زده در زمان، *N* تعداد کل بذور در هر ظرف پتری و *ti* تعداد روزها از زمان شروع آزمایش می‌باشد (۸). جهت آنالیز آماری، ابتدا نرمال بودن داده‌ها به‌وسیله آزمون کولموگروف اسمیرنوف و همگن بودن واریانس‌ها توسط آزمون لون موردبررسی قرار گرفت. از آنالیز واریانس یک‌طرفه جهت بررسی اثر تیمارهای مختلف آتش بر درصد جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها به‌وسیله آزمون دانکن انجام شد. کلیه محاسبات آماری در نرم افزار SPSS ۱۶ و رسم نمودارها در محیط Excel۲۰۰۷ انجام شده است.

## نتایج

### درصد جوانه‌زنی (GP)

گونه *A. Adscendens* درصد جوانه‌زنی متوسطی (حدود ۶۲ درصد) را تحت شرایط شاهد داشت (شکل ۱). تجزیه واریانس، اختلاف معنی‌دار بالایی را بین تیمارهای مختلف و شاهد نشان داد (P>۰/۰۰۰۱). به جز تیمار ۶۰°C (حرارت کم)




**شکل ۱. اثر تیمارهای مختلف محصولات آتش بر جوانه‌زنی بذر گونه‌های گون غالب در مراتع نیمه‌استپی شهرستان فریدن. حروف غیر مشترک نشان دهنده اختلاف آماری میانگین (± اشتباه معیار) در سطح ۵٪ می‌باشند.**

بقیه تیمارهای حرارتی $80^{\circ}C$ و $120^{\circ}C$ مانع جوانه‌زنی شدند. هم‌چنین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای دود و خاکستر مشابه تیمار شاهد بود و اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

گونه *As. verus* درصد جوانه‌زنی کمی (۱۴/۵ ٪) را در تیمار شاهد از خود نشان داد (شکل ۱) و اختلاف معنی‌داری بین شاهد و تیمارهای مختلف آتش وجود داشت ($P>0/0001$). تیمار دود باعث افزایش حدود ۲ برابری جوانه‌زنی گردید و آن را به ۲۶ درصد افزایش داد. تیمارهای $120^{\circ}C$ و خاکستر باعث کاهش جوانه‌زنی در این گونه شدند و بین تیمارهای $60^{\circ}C$ و $80^{\circ}C$ با شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. گونه *A. susianus* درصد جوانه‌زنی بالایی (حدود ۹۵/۵ درصد) را در تیمار شاهد داشت (شکل ۱). تجزیه واریانس، اختلاف معنی‌داری بین شاهد و کلیه تیمارها نشان داد ($P>0/0001$). ولی همه تیمارهای آتش باعث کاهش جوانه‌زنی و یا از بین رفتن بذرها در مقایسه با شاهد شدند.

### میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT)

میانگین زمان جوانه‌زنی تیمارهای مختلف برای گونه‌های موردمطالعه در جدول ۳ آمده است. میانگین زمان جوانه‌زنی تیمار شاهد برای گونه‌های *A. Adscendens*، *A. verus* و *A. susianus* به‌ترتیب برابر ۸/۸۲، ۸/۸۹ و ۱۳/۷۳ روز بود. نتایج نشان داد که هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف آتش با شاهد در این ۳ گونه وجود نداشت.

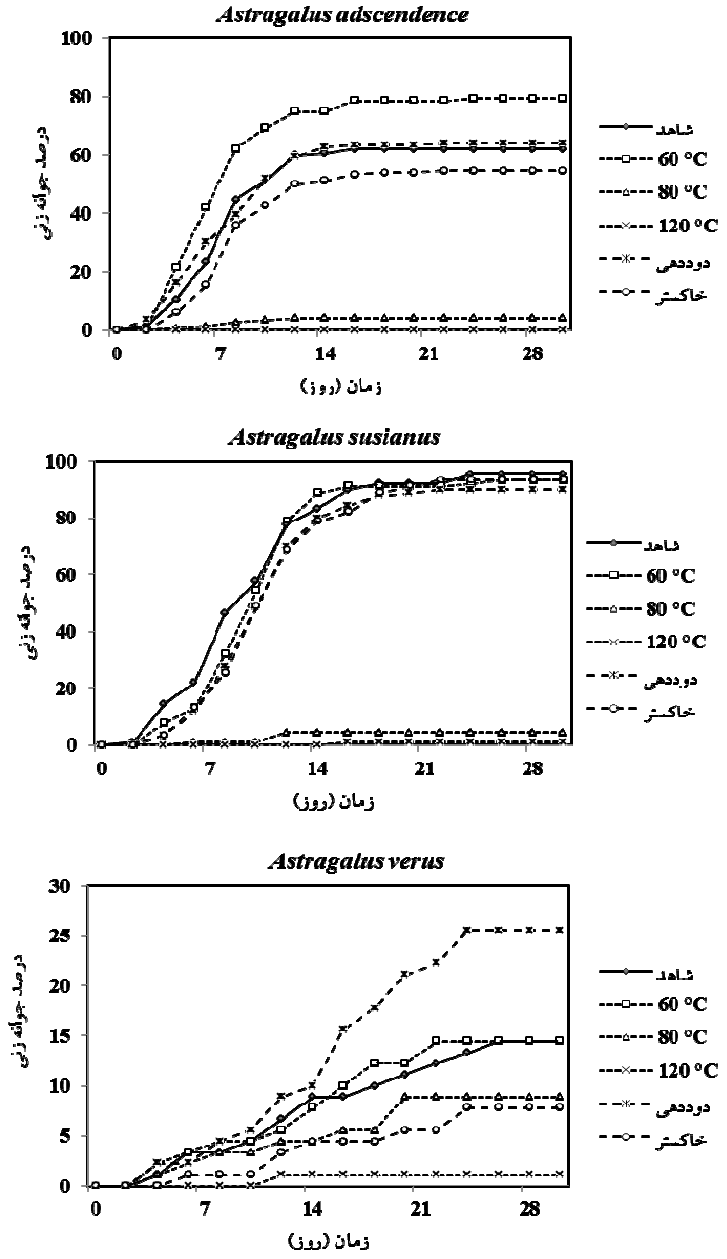
### توزیع زمانی جوانه‌زنی

جوانه‌زنی در گونه *A. Adscendens* از روز دوم شروع شد و تقریباً اکثر بذرها در هفته اول جوانه زدند و پس از این زمان به‌صورت پراکنده جوانه‌زنی اتفاق افتاد. در گونه *A. susianus*

**جدول ۳. اثر تیمارهای مختلف محصولات آتش بر میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT) بذر گونه‌های گون غالب در مراتع نیمه‌استپی شهرستان فریدن. حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان دهنده اختلاف آماری میانگین (± اشتباه معیار) در سطح ۵٪ می‌باشند**

| گونه | تیمارها | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | شاهد | ۶۰°C | ۸۰°C | ۱۲۰°C | دوددهی | خاکستر |
| *A. adscendens* | ۸/۸۲±۰/۳۱$^{ab}$ | ۸/۳۸±۰/۲۹$^{b}$ | ۹/۱۱±۰/۴۸$^{ab}$ | – | ۸/۸۷±۰/۱۷$^{ab}$ | ۹/۶۶±۰/۳۱$^{a}$ |
| *A. susianus* | ۱۰/۹۸±۰/۳۸$^{a}$ | ۱۱/۳۲±۰/۱۶$^{a}$ | ۱۲±۰/۹۹$^{a}$ | – | ۱۱/۸۳±۰/۳۴$^{a}$ | ۱۲/۲۳±۰/۴۷$^{a}$ |
| *A. verus* | ۱۵/۷۳ ±۲/۲۸$^{a}$ | ۱۳/۸۴ ±۲/۴۶$^{a}$ | ۱۴/۵۵ ±۱/۸۱$^{a}$ | – | ۱۶/۲۴ ±۰/۳۸$^{a}$ | ۱۴/۷۸ ±۴/۲۵$^{a}$ |

توضیح: فقط تیمارهایی که در همه تکرارها جوانه‌زنی داشته‌اند، نمایش داده شده است




**شکل ۲. توزیع زمانی درصد جوانه‌زنی تجمعی گونه‌های مورد بررسی در تیمارهای مختلف آتش و شاهد**

نیز جوانه‌زنی از روز دوم شروع شد ولی اغلب بذرها در ۲ هفته اول جوانه زدند و جوانه‌زنی حدود ۲۸ روز به طول انجامید. در گونه *As. verus*، شروع جوانه‌زنی از روز چهارم بود و حدود ۲۶ روز به‌طول انجامید.

## بحث

بذور گونه‌های گون موردمطالعه، در تیمارهای حرارت متوسط (۸۰°C) و زیاد (۱۲۰°C) کاهش یافته و یا کاملاً از بین رفتند. این موضوع ممکن است به‌علت پوسته نازک بذر باشد که توانایی محافظت جنین را در مقابل اثر کشنده چنین حرارت‌های بالایی ندارد. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که سطح معینی از دما می‌تواند برای برخی از گونه‌ها مضر باشد (۸).

از بین تیمارهای مختلف مرتبط با آتش که در *A. adscendens* اعمال شد، تنها تیمار ۶۰°C (حرارت کم) توانست جوانه‌زنی این گونه را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دهد. رفتار بذور *A. Adscendens* تحت این تیمار حرارتی (۶۰°C)، بیانگر این موضوع است که برخی از درجه‌حرارت‌ها در شکستن خواب فیزیولوژیکی بذر موثر می‌باشند (۶). تاثیر تیمارهای حرارتی بر افزایش جوانه‌زنی گونه‌های تیره Fabaceae به وفور در منابع مختلف به چشم می‌خورد (۵ و ۷).

از بین گونه‌های مورد مطالعه، تنها گونه *A. verus* به‌طور معنی‌داری به تیمار دود پاسخ داد. در این گونه، ظرفیت جوانه‌زنی بذرهای تحت تیمار دود تقریباً ۲ برابر بیشتر از تیمار شاهد بود. این نتایج با مطالعات گذشته که اختلاف زیادی را در پاسخ گونه‌ها نسبت به تیمار دود نشان دادند، مطابقت دارد (۳، ۷ و ۹). جوانه‌زنی بذر بسیاری از گونه‌ها معمولاً توسط دوددهی تحریک می‌گردد. مطالعات مختلف علت آن را وجود ماده butenolide در دود می‌دانند که این ماده باعث تحریک بذر و افزایش جوانه‌زنی می‌گردد (۹).

از آنجا که شواهد گذشته بیانگر تأثیر تیمارهای مختلف مرتبط با آتش (به خصوص حرارت و دود) بر جوانه‌زنی بذر گونه‌هایی از جنس گون (*Astragalus spp*) بود (۵ و ۱۵)؛ ما انتظار افزایش قابل توجهی در درصد جوانه‌زنی *A. susianus* پس از اعمال این تیمارها داشتیم. ولی نتایج به‌دست آمده با پیش‌بینی‌ها در تضاد بود. این موضوع می‌تواند به‌دلیل از بین رفتن خواب بذر این گونه (جوانه‌زنی ۹۵/۵ درصد در تیمار شاهد) بعد از حدود ۳ ماه ذخیره بذر تا زمان آزمایش باشد. به‌نظر می‌رسد که شکستن خواب بذر در *A. susianus* تنها نیازمند چند ماه ذخیره‌سازی بعد از رسیدن بذر است و بعد از آن خواب از بین می‌رود. البته مطالعات بیشتری برای درک بهتر از بین رفتن خواب در این گونه نیاز است.

تغییرات ایجاد شده در محیط بذر توسط تیمار خاکستر، اثر خنثی و یا منفی بر جوانه‌زنی ۳ گونه گون موردمطالعه داشت. بر خلاف دود، خاکستر قلیایی است و افزایش pH در محیط جوانه‌زنی می‌تواند مانع جوانه‌زنی گردد (۱۱). این موضوع در مورد گونه‌های دیگر نیز عنوان شده است (۱۱ و ۱۴).

تیمارهای مختلف مرتبط با آتش نه تنها بر میزان کل جوانه‌زنی اثر داشتند، بلکه میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT) را نیز تحت تأثیر قرار دادند. برای هر سه گونه گون، تأخیر در جوانه‌زنی در اثر تیمار دود مشاهده گردید؛ ولی این میزان برای گونه‌های موردمطالعه معنی‌دار نبود. به هر حال این موضوع می‌تواند به‌عنوان یک نقطه ضعف برای این گونه‌ها در رقابت با سایر گیاهان سریع‌الرشد منطقه به‌حساب بیاید.

این‌که بعضی از تیمارها اثری بر جوانه‌زنی نداشته و یا اثر منفی داشته است را نمی‌توان با صراحت بیان نمود. این موضوع با نیازهای خاص یک گونه از نظر سطح و زمان تیمارهای به‌کار گرفته شده مرتبط می‌باشد. بنابراین پیشنهاد می‌گردد که این گونه‌ها و هم‌چنین گونه‌های دیگر موجود در منطقه تحت تنش‌های مختلف حرارتی و غلظت‌های مختلف دود و خاکستر قرار گیرند تا بتوان در مورد پاسخ جامعه گیاهی به آتش بحث نمود.

## نتیجه‌گیری

اگر چه مطالعات متعددی در نقاط مختلف دنیا، اثرات تیمارهای

مرتبط با آتش را بر درصد و سرعت جوانه‌زنی مورد بررسی قرار داده‌اند، این مقاله اولین مطالعه‌ای است که اثر این تیمارها را در مراتع نیمه‌استپی زاگرس مرکزی مورد ارزیابی قرار می‌دهد. تیمارهای مرتبط با آتش (حرارت، دود و خاکستر) می‌تواند برای مدیریت و احیا مراتع نیمه‌استپی کشور سودمند باشد. البته قبل از اینکه تیمارهای مرتبط با آتش به‌عنوان یک ابزار مدیریتی در این مناطق به‌طور گسترده‌ای استفاده شود، نیازمند بررسی وآزمون این روش‌ها در طبیعت می‌باشد. زیرا عوامل مختلف موجود در طبیعت مانند خاک، سن بذر و . ممکن است با این تیمارها اثر متقابل داشته باشند و باعث تولید نتایج متفاوتی در جوانه‌زنی گردد. بنابراین مدیران مرتع باید هنگام استفاده از این تیمارها مراقب اثرات ناخواسته آنها بر گونه‌های مختلف موجود در منطقه باشند. به‌هرحال، مطالعات بیشتری برای ارزیابی نقش تیمارهای مرتبط با آتش بر گونه‌های منطقه و هم‌چنین درک بهتر از پویایی این جوامع گیاهی پس از آتش‌سوزی نیاز است.

## سپاسگزاری

از جناب آقایان مهندس مصطفی نوروزی عضو هیئت علمی و مهندس فیضی کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان که ما را در انجام هر چه بهتر این تحقیق و به خصوص جمع‌آوری بذر گونه‌های گیاهی یاری کردند تشکر می‌کنیم.

## 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. *فصلنامه مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)* ۶۴ (۲): ۱۹۸-۱۸۷.

۲. ناصری، ح. ر.، م. جعفری، س. ع. صادقی سنگدهی، ه. محمدزاده خانی و م. صفاری‌ها. ۱۳۹۰. اثر شوری بر جوانه‌زنی و رشد گونه قره‌داغ (*Nitraria schoberi*). *مجله مرتع* ۵ (۱): ۹۰-۸۱.

3. Brown, N., J. Van Staden, T. Johnson, M. Daws, R. Smith, J. Dickie, S. Linington, H. Pritchard and R. Probert. 2003. A summary of patterns in the seed germination response to smoke in plants from the Cape Floral Region. Seed conservation: turning science into practice. London: The Royal Botanical Gardens:564-574.
4. Buhk, C. and I. Hensen. 2006. "Fire seeders" during early post-fire succession and their quantitative importance in south-eastern Spain. *Journal of Arid Environments* 66(2):193-209.
5. 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.
6. Clarke, P. J., E. A. Davison and L. Fulloon. 2000. Germination and dormancy of grassy woodland and forest species: effects of smoke, heat, darkness and cold. *Australian Journal of Botany* 48(6):687-699.
7. Crosti, R., P. G. Ladd, K. W. Dixon and B. Piotto. 2006. Post-fire germination: The effect of smoke on seeds of selected species from the central Mediterranean basin. *Forest Ecology and Management* 221(1-3):306-312.
8. Dayamba, S. D., L. Sawadogo, M. Tigabu, P. Savadogo, D. Zida, D. Tiveau and P. C. Oden. 2010. Effects of aqueous smoke solutions and heat on seed germination of herbaceous species of the Sudanian savanna-woodland in Burkina Faso. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 205(5):319-325.
9. Dayamba, S. D., M. Tigabu, L. Sawadogo and 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. Fenner, M. and K. Thompson. 2005. The Ecology of Seeds. Cambridge University Press, United Kingdom, 260 p.
11. 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.
12. Gómez-González, S., A. Sierra-Almeida and L. A. Cavieres. 2008. Does plant-derived smoke affect seed germination in dominant woody species of the Mediterranean matorral of central Chile? *Forest Ecology and Management* 255(5-6):1510-1515.

13. Guevara, J., C. Stasi, C. Wuilloud and O. Estevez. 1999. Effects of fire on rangeland vegetation in south-western Mendoza plains (Argentina): composition, frequency, biomass, productivity and carrying capacity. *Journal of Arid Environments* 41(1):27-35.
14. Henig-Sever, N., A. Eshel and G. Ne'eman. 1996. pH and osmotic potential of pine ash as post-fire germination inhibitors. *Physiologia Plantarum* 96(1):71-76.
15. Jefferson, L. V., M. Pennacchio, K. Havens, B. Forsberg, D. Sollenberger and J. Ault. 2008. Ex situ germination responses of midwestern USA prairie species to plant-derived smoke. *The American Midland Naturalist* 159(1):251-256.
16. Keeley, J. E. and W. J. Bond. 1997. Convergent seed germination in south African fynbos and Californian chaparral. *Plant Ecology* 133:153-167.
17. Keeley, J. E. and C. Fotheringham. 2000. Role of fire in regeneration from seed. *The ecology of Regeneration in Plant Communities* 2:311-330.
18. 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.
19. Noymeir, I. 1995. Interactive effects of fire and grazing on structure and diversity of Mediterranean grasslands. *Journal of Vegetation Science* 6(5):701-710.
20. Pierce, S., K. Esler and R. Cowling. 1995. Smoke-induced germination of succulents (mesembryanthemaceae) from fire-prone and fire-free habitats in south Africa. *Oecologia* 102:520-522.
21. Read, T., S. Bellairs, D. Mulligan and D. Lamb. 2000. Smoke and heat effects on soil seed bank germination for the re-establishment of a native forest community in New South Wales. *Austral Ecology* 25(1):48-57.
22. 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.
23. Zuloaga-Aguilar, S., O. Briones and A. Orozco-Segovia. 2011. Seed germination of montane forest species in response to ash, smoke and heat shock in Mexico. *Acta Oecologica* 37(3):256-262.