

تغییرات خرداقليمی گونه بالشتکی اسپرس تحت تأثیر آتش‌سوزی در علفزارهای پارک ملی گلستان

خدیجه بهلکه^۱، مهدی عابدی^{۲*}، قاسمعلی دیانتي تیلکی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

۲. استادیار گروه مرتع‌داری (نویسنده مسئول)، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

۳. دانشیار گروه مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

(تاریخ دریافت ۱۳۹۵/۰۸/۱۵؛ تاریخ تصویب ۱۳۹۵/۱۰/۰۵)

چکیده

گیاهان بالشتکی به‌عنوان گونه غالب مناطق کوهستانی، حضور گونه‌های اطراف خود را آسان می‌کنند. این مطالعه به‌دنبال بررسی تأثیر آتش‌سوزی بر بهبود خرداقليمی اسپرس در علفزارهای کوهستانی است. آتش‌سوزی در تابستان ۱۳۹۲ رخ داده است. بدین‌منظور از ۲۹ اسفند ۱۳۹۴ با استفاده از دماسنج تکمه‌ای در عمق نوسان دمای روزانه در زیربوتۀ شاهد و نیز زیربوتۀ سوخته اسپرس به مدت ۳۱ روز و با فواصل زمانی نیم ساعت ثبت شد. اختلاف متغیرهای مرتبط با دما در زیربوتۀها با استفاده از آزمون t غیرجفتی صورت گرفت. رطوبت خاک زیربوتۀ شاهد و بوتۀ سوخته با استفاده از دستگاه TDR در دو زمان متفاوت بررسی شد. برای تعیین مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر رطوبت خاک، از دو عامل آتش‌سوزی و زمان و برای اثر متقابل آنها از مدل خطی تعمیم‌یافته عمومی مدل خطی ترکیبی عمومی و برای مقایسه میانگین اثر آتش و زمان نیز از آزمون t غیرجفتی استفاده شد. بر اثر آتش‌سوزی به‌جز دمای کمینه، سایر متغیرها شامل میانگین دما، نوسان دمای روزانه و دمای بیشینه افزایش معنادار ($P \leq 0/01$) داشت. براساس نتایج به‌دست‌آمده نوسان دمای روزانه در بوتۀ سوخته $(2/5 - 14/5)$ درجه سانتی‌گراد) بیشتر از بوتۀ شاهد $(1/0 - 3/5)$ درجه سانتی‌گراد) بود. براساس نتایج مدل خطی ترکیبی عمومی به‌ترتیب زمان $(F = 22/4; P \leq 0/01)$ بیشترین تأثیر را بر رطوبت خاک داشتند. رطوبت خاک در هر دو منطقه آتش‌گرفته و شاهد کاهش یافت که این تغییر تنها در زمان نخست معنادار ($P \leq 0/05$) بود.

کلیدواژگان: بوتۀ پرستار، تسهیل، دما، رطوبت، مدل خطی ترکیبی عمومی.

مقدمه

بهبود خرداقلیم در علفزارهای کوهستانی به واسطه گیاهان بالشتکی صورت می‌گیرد. این گیاهان بر گونه‌های اطراف خود تأثیر مثبت یا منفی می‌گذارند. تسهیل به‌عنوان یکی از روابط مهم مثبت بین گیاهان [۱] و ابزاری برای پایداری پوشش گیاهی در شرایط سخت محیطی [۲] به‌ویژه احیا در مناطق خشک [۳] و یا به‌عنوان عامل کلیدی زیستگاه‌های آلپی محسوب می‌شود [۴]. به گونه‌هایی که موجب ایجاد تسهیل می‌شوند، بوته پرستار گویند. این گیاهان بیشتر تاج‌پوشش بزرگ و قد و قامت کوتاه و فشرده‌ای دارند [۵].

گیاهان پرستار فرایندهای مختلفی برای تسهیل دارند و شناخت آنها برای تحلیل چگونگی تأثیر گیاهان بوته‌ای بر کارکرد یک زیست‌بوم ضرورت دارد که برآیند همگی آنها بهبود خرداقلیمی است. بنابراین، گونه‌های بالشتکی می‌توانند تا حدودی شرایط محیطی را تغییر دهند و خرداقلیم جدیدی ایجاد کنند که توسط تاج‌پوشش بزرگ آنها از طریق ایجاد سایه، حفظ رطوبت، حفظ دما و بهبود حاصل‌خیزی خاک صورت می‌گیرد. سایه ایجادشده توسط تاج‌پوشش گیاهان بوته‌ای از نهال‌های سایر گونه‌ها در برابر دمای زیاد و کاهش فتوسنتز ناشی از نور زیاد حفاظت می‌کند و همچنین موجب کاهش تنش‌های دمایی و از دست‌دادن آب از طریق تعرق می‌شود [۶]؛ به‌طوری‌که استقرار بسیاری از گونه‌ها به‌طور عمده به مکان‌های سایه‌دار محدود شده است. شیب‌های مختلف محیطی (تابش، دما و نور) ایجادشده در زیر تاج‌پوشش گیاه موجب هم‌زیستی گونه‌های دیگر در آن محیط می‌شود [۷]. به‌علاوه، افزایش رطوبت خاک در زیر تاج‌پوشش گیاهان نیز بر بهبود خرداقلیمی مؤثر است، این حفظ رطوبت در طول فصل رشد، مرگ‌ومیر نونهال‌ها را در مناطقی کاهش می‌دهد که در معرض خشکی قرار دارند [۴]. رطوبت خاک عامل بسیار مهمی برای گیاهان [۸، ۹ و ۱۰] و یکی از دلایل رقابت گیاهان با یکدیگر است. گیاهان بالشتکی بیشتر سیستم ریشه‌ای عمیق دارند و با استفاده از جذب آب عمق‌های پایین و انتقال آن به عمق‌های سطحی، منبع آب را برای برخی گونه‌های سطحی مهیا و به این صورت از آنها حفاظت می‌کنند [۱۱]. علاوه بر آن، دما نیز عامل مهمی است [۱۲]. گیاهان پرستار در زیستگاه‌های کوهستانی موجب تعدیل دما می‌شوند و نوسان دما را کاهش می‌دهند [۱۳]. همچنین تسهیل با افزایش حاصل‌خیزی خاک بر کارکرد

جامعه گیاهی تأثیر می‌گذارد. خاک‌های زیر تاج‌پوشش گیاهان چندساله اغلب نسبت به خاک‌هایی غنی‌تر است که در فضای باز بدون پوشش قرار دارند [۱۴]. به‌طور کلی، گیاهان بالشتکی دما، رطوبت و نیز حاصل‌خیزی خاک را تغییر می‌دهند که برآیند همه این عوامل بهبود خرداقلیمی است که شرایط را برای استقرار و رشد گونه‌های دیگر مهیا می‌کنند [۱۵]. این روابط تحت تأثیر آشفتگی‌های محیطی مانند چرای دام، آتش‌سوزی، خشکسالی و غیره تغییر می‌کنند.

آتش به‌عنوان عاملی مهم به‌ویژه در زیست‌بوم‌های مدیترانه‌ای است و این عامل بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و به‌ویژه فعالیت بیولوژیکی خاک، جذب عناصر مهم مانند فسفر و پتاسیم تأثیر می‌گذارد [۱۶-۱۹]. در پارک ملی گلستان چون حفاظت در سطح بالایی انجام می‌شود در نتیجه بوته اسپرس رو به افزایش است، چون این گونه بالشتکی است، تأثیر زیادی بر پوشش گیاهی مراتع دارد و با ایجاد خرداقلیم جدید در زیر تاج خود موجب تغییر در ترکیب و ساختار جامعه گیاهی می‌شود. بنابراین، بررسی خرداقلیم بوته‌های بالشتکی اهمیت دارد که با توجه به اهمیت دما و رطوبت در بهبود خرداقلیمی، این دو متغیر بررسی شده است. مطالعات زیادی روی گیاهان بوته‌ای و اثر دما و رطوبت خاک صورت گرفته است [۲۰-۲۲]. در حال حاضر هیچ تحقیق مستندی در زمینه بررسی تغییر دما و رطوبت خاک بعد از آتش‌سوزی و شرایط خردزیستگاهی بوته‌ها تحت تأثیر آتش‌سوزی مشاهده نشده است. بنابراین، پژوهش حاضر در راستای دستیابی به هدف یادشده انجام پذیرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعه‌شده

نمونه‌برداری از منطقه آلمه‌قره‌تیکان واقع در پارک ملی گلستان در موقعیت جغرافیایی ۳۷° ۱۶' ۴۳" تا ۳۷° ۳۱' ۳۵" عرض شمالی و ۵۵° ۴۳' ۲۵" تا ۵۵° ۱۷' ۴۷" طول شرقی انجام پذیرفت. دمای متوسط سالانه بین ۵/۱۱ تا ۵/۱۷ درجه سانتی‌گراد متغیر است؛ ارتفاع متوسط این منطقه ۱۷۰۰ متر از سطح دریا و دارای سنگ و سنگ‌ریزه بیشتر و پوشش غالب آن بوته‌های اسپرس و گندمیان چندساله است [۲۳].

اثر بهبود خرد اقلیمی

این بخش از مطالعه در دو بخش اندازه گیری دما و رطوبت خاک در زیر بوته بالشتکی اسپرس و بوته سوخته صورت گرفته است:

اندازه گیری دما

برای بررسی اثر خرد اقلیمی با استفاده از دماسنج تکمه‌ای (Maxim, USThermochrons) دمای زیر بوته اسپرس و بوته^۱ [۲۴] سوخته ثبت شد. روش کار به این صورت بود که در ۲۹ اسفند ۱۳۹۴ در زیر بوته اسپرس به عنوان بوته شاهد در ۲ سانتی متری زیر خاک [۲۵] دماسنج قرار داده شد. این نوع دماسنج با توجه به دقت بسیار زیاد، تعداد تکرار و قابلیت تنظیم آن، انتخاب شد؛ به طوری که هر نیم ساعت و به مدت ۳۱ روز دمای خاک ثبت شد. با دقت اندازه گیری ± 1 درجه سانتی گراد و نیز ± 2 دقیقه در ماه که توانایی ثبت دما از -40 تا $+70$ درجه سانتی گراد را دارد.

برای بررسی اثر آتش، در همان زمان در زیر بوته سوخته نیز دماسنج قرار داده شد. با توجه به حساسیت این سنسورها به رطوبت خاک، این دماسنج‌ها در زیپ کیپ قرار داده شدند. این دماسنج به مدت ۳۱ روز و با فاصله هر نیم ساعت دمای خاک را ثبت کرد و در ۳۱ فروردین ۱۳۹۵ این دماسنج‌ها از خاک خارج شدند. سپس دماسنج‌ها در دستگاه دماخوان (DS1402D-DB8+ Blue Dot receptor) قرار گرفتند و بعد توسط نرم افزار (iButton reader cable) قرار گرفتند و بعد توسط نرم افزار (Thermodata Viewer with DS9490R key) داده‌های دما برداشت شد. دلیل انتخاب این بازه زمانی، اهمیت آن در جوانه زنی گونه‌های گیاهی است که طی اسفند تا اردیبهشت رخ می‌دهد و تغییرات رطوبتی و دمایی بر جوانه زنی و استقرار گونه‌ها مؤثر است.

اندازه گیری رطوبت خاک

برای مقایسه رطوبت خاک زیر بوته بالشتکی اسپرس و بوته سوخته اسپرس، طی دو بازه زمانی در اوایل فصل رشد گیاهان و اواسط فصل رشد رطوبت خاک با استفاده از دستگاه رطوبت سنج (Theta Probe Delta-T Devices Ltd, UK) اندازه گیری شد. عمق اندازه گیری رطوبت خاک ۵ سانتی متری خاک است. دقت این دستگاه بسیار زیاد است، به طوری که اگر سنسورهای آن کامل در خاک قرار نگیرد،

رطوبت اندازه گیری نمی‌شود. واحد اندازه گیری رطوبت (m3) (m-3) است. بدین منظور در هر دوره زمانی تعداد ۵ پایه بوته اسپرس به عنوان شاهد و ۵ پایه بوته سوخته برای بررسی اثر آتش بر رطوبت به صورت تصادفی انتخاب شد. انتخاب در منطقه مطالعه بوته‌ها و در سایت‌های مطالعه شده، به صورت تصادفی بود. پایه‌های تصادفی با پیمایش میدانی انتخاب شدند تا گویای جامعه مد نظر باشند (۲۶).

تحلیل داده‌ها

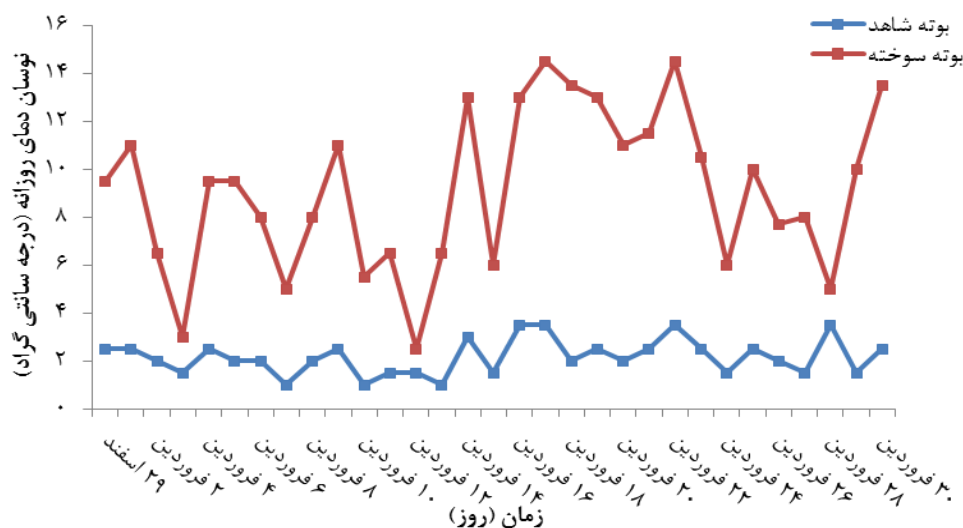
بعد از تهیه بانک اطلاعاتی داده‌ها در محیط اکسل، برای بررسی نوسان دمای روزانه^۲ ابتدا دمای شبانه روز محاسبه شد. سپس از تفاوت بیشینه و کمینه دما در طول روز و شب، شاخص دمای روزانه محاسبه شد [۲۷]. برای تعیین مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر رطوبت خاک در دو منطقه شاهد و آتش گرفته در زمان‌های مختلف، مدل خطی ترکیبی عمومی^۳ به کار گرفته شد. در مدل پلات‌ها به عنوان عامل تصادفی و اثر جهت و زمان به عنوان عامل اصلی بررسی شد و از توزیع گوسی و پیوند همانی^۴ در مدل استفاده شد. در نهایت، ارزیابی مدل بر اساس خروجی فیشر (F) تحلیل شد. برای مقایسه میانگین اثر آتش و زمان از آزمون t غیر جفتی استفاده شد. کلیه آزمون‌ها در نرم افزار R نسخه ۳،۲،۲ انجام شد (<https://cran.r-project.org>).

نتایج

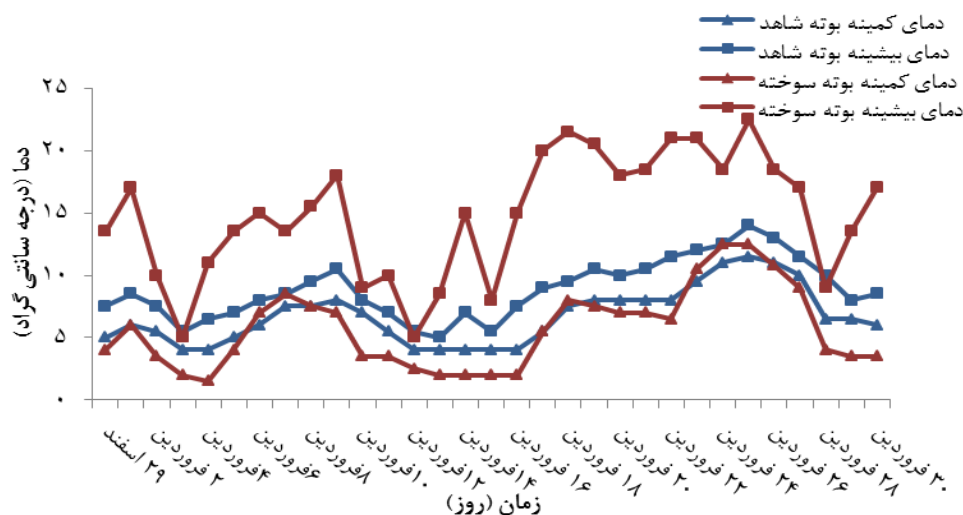
بر اساس شکل ۱، بوته اسپرس در منطقه شاهد (۱۷۰-۳/۵) درجه سانتی گراد)، کمترین نوسان دمای روزانه را دارد که در روزهای ۸، ۱۱ و ۱۴ فروردین کمترین نوسان دما و در روزهای ۱۷، ۱۸، ۲۳ و ۲۹ فروردین ۱۳۹۵ بیشترین نوسان دمای روزانه مشاهده شد. بوته سوخته در منطقه آتش گرفته (۲/۵-۱۴/۵) درجه سانتی گراد) بیشترین نوسان دمایی را دارد که در ۱۳ فروردین ۱۳۹۴ کمترین نوسان دمایی مشاهده شد و اختلاف دمای کمینه و بیشینه کمترین مقدار بود و در ۲۳ فروردین ۱۳۹۵ بیشترین نوسان دمای روزانه مشاهده شد.

2. Diurnal Temperature Fluctuation (DTF)
3. General Linear Mixed Model (GLMM)
4. Identity

1. Patch



شکل ۱. نوسان دمای روزانه در زیربوتۀ شاهد و زیربوتۀ سوخته



شکل ۲. دمای کمینه و بیشینه در زیربوتۀ اسپرس و زیربوتۀ سوخته

دمایی (۱/۹ - ۸/۵ درجه سانتی‌گراد) است. که پس از آتش افزایش معنادار ($P > 0/01$) داشته است. براساس جدول ۲ نتایج مدل خطی ترکیبی عمومی به ترتیب زمان ($F = 22/4P; < 0/01$)، آتش‌سوزی ($0/01$)، $F = 14/9P; < 0/05$) و اثر متقابل آنها ($F = 7/7P; < 0/05$) تأثیر زیادی بر رطوبت خاک داشتند که در میان آنها زمان بیشترین تأثیر را داشته است. به گونه‌ای که با توجه به جدول ۳ در منطقه شاهد در بازه زمان اول (۱۳/۳ درصد) رطوبت خاک اثر معنادار افزایشی داشته است.

براساس شکل ۲ مشاهده می‌شود که دمای کمینه و بیشینه بوتۀ شاهد طی دمای کمینه و بیشینه بوتۀ سوخته قرار دارد. به طوری که در زیربوتۀ شاهد تعدیل دما صورت گرفته است. کمترین و بیشترین دما در بوتۀ شاهد به ترتیب (۴ - ۱۴ درجه سانتی‌گراد) و در بوتۀ سوخته (۱/۵ - ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد) است. در نتیجه، بوتۀ شاهد موجب تعدیل دما (۲/۵ - ۸/۵ درجه سانتی‌گراد) شده است. براساس جدول ۱ در زیربوتۀ شاهد و زیربوتۀ سوخته به ترتیب میانگین دما (۷/۷ - ۱۰/۲ درجه سانتی‌گراد) و دمای بیشینه (۸/۹ - ۱۴/۸ درجه سانتی‌گراد) و نوسان

جدول ۱. مقایسه میانگین دما و دمای کمینه و بیشینه (درجه سانتی‌گراد) براساس آزمون t غیرجفتی در زیربوتۀ اسپرس و زیربوتۀ سوخته

منطقه	میانگین دما	دمای کمینه	دمای بیشینه	نوسان دمایی
شاهد	۷/۷±۰/۴ ^b	۷/۰±۰/۴ ^a	۸/۹±۰/۴ ^b	۱/۹±۰/۲ ^b
آتش	۱۰/۲±۰/۶ ^a	۶/۳±۰/۶ ^a	۱۴/۸±۰/۹ ^a	۸/۵±۰/۷ ^a

a به معنای نبود اختلاف معناداری و b به معنای اختلاف معناداری در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

جدول ۲. نتایج اثر یک‌جانبه و متقابل آتش و زمان بر رطوبت خاک زیربوتۀ اسپرس و بوتۀ سوخته با استفاده از مدل خطی تعمیم‌یافته عمومی

آماره F	سطح معناداری	درجه آزادی	
۱۴/۹	۰/۰۰۲		آتش
۲۲/۴	۰/۰۰۰	۱	زمان
۷/۷	۰/۰۲۰		آتش × زمان

جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین اثر آتش و زمان در زیربوتۀ در دو بازۀ زمانی بر رطوبت خاک

موقعیت	زمان اول	زمان دوم
شاهد	۱۳/۳±۱/۲Aa	۶/۳±۰/۴Ab
آتش	۷/۱±۰/۷Ba	۵/۳±۱/۲Aa

a به معنای نبود اختلاف معناداری و b به معنای اختلاف معناداری در سطح اطمینان ۹۵ درصد است. حروف بزرگ نشان‌دهنده مقایسه آتش در دو زمان و حروف کوچک نشان‌دهنده مقایسه دو بازۀ زمانی در هر دو منطقه شاهد و آتش‌گرفته است.

بحث

تأثیر بوتۀ‌های پرستار بر دمای خاک

روابط تسهیلی و رقابتی در جوامع کوهستانی بسیار مشهود هستند و تغییرات را به‌خوبی نشان می‌دهند زیرا شیب ارتفاعی با انواع تنش‌ها ترکیب می‌شود [۵]. بوتۀ‌های بالشتکی به‌عنوان پناهگاه زنده برای گونه‌های زیرآشکوب خود محسوب می‌شوند، به‌طوری که در برخی مناطق حضور گیاهان وابسته به این بوتۀ‌ها است و این بوتۀ‌ها با فرایندهای خاص خود موجب استقرار و رشد گونه‌های دیگر می‌شوند [۱۱]. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق کمترین نوسان دمایی داخل بوتۀ شاهد مشاهده شد. در مطالعه حاضر بوتۀ‌های بالشتکی به‌عنوان گونه پرستار عمل می‌کنند و با تنظیم دمای محیط، حفاظت در برابر باده‌ها، افزایش رطوبت خاک در شرایط سخت محیطی از گونه‌های دیگر حفاظت می‌کنند که این حفاظت به‌واسطه تاج‌پوشش بزرگ آنها صورت می‌گیرد و یافته‌های این تحقیق با مطالعات Arroyo [۲۸] و Akhalkatsi [۲۹] مطابقت دارد. همچنین با تحقیقات

انجام‌شده در زیستگاه‌های آلبی نیز هم‌خوانی دارد که تفاوت دما سبب بهبود شرایط منطقه‌ای توسط تغییرات کوچک در میکروتوپوگرافی و ایجاد مناطق مناسب برای جوانه‌زنی بذرها و استقرار نهال‌ها شده است [۳۰، ۲۸، ۱۵]. در این مطالعه تغییرات دما در طول ۱ ماه در ابتدای بهار بررسی شد که مهم‌ترین زمان برای جوانه‌زنی و استقرار اولیه نهال‌ها است و می‌تواند برای استقرار گونه‌ها عامل محدودکننده باشد [۳۱]. بدون شک این نوسانات و تغییرات در فصل تابستان بیشتر خواهد بود که در آن زمان با توجه به اینکه بیشتر گونه‌های این منطقه چندساله هستند و نهال‌ها تا آن زمان مستقر شده‌اند، آسیب‌پذیری کمتری دارند.

آتش به‌عنوان یک آشفتگی تأثیر زیادی بر جوامع گیاهی دارد و در نتایج داخل بوتۀ سوخته نوسان دمای روزانه بسیار زیاد است، می‌توان چنین گفت که به‌علت نبودن پناهگاه مانند گیاه بالشتکی تعدیل دما صورت نمی‌گیرد. بر اثر سوختن و نیز قرارگرفتن خاکستر روی سطح خاک، میزان جذب نور خورشید و نوسان دمای خاک افزایش می‌یابد و اختلاف دمای شبانه‌روز بسیار زیاد می‌شود [۳۲]. هنگام

سبب ایجاد رواناب و افزایش فرسایش می‌شود [۴۲]. طبق مطالعه Cavieres [۲۵] در زیربوتۀ پرستار شرایط استقرار برای نهال‌های دیگر از جمله علفی‌ها مهیا می‌شود. این کار با متعادل شدن دما و بهبود رطوبت خاک در زیربوته‌ها صورت می‌گیرد و در مناطقی که آتش وجود دارد میزان رطوبت عاملی مهم و محدودکننده به‌شمار می‌رود که در بررسی رطوبت، زمان عامل بسیار مهمی است. در مطالعه Sharrow و Wright [۴۳] مشاهده کردند که فصل آتش‌سوزی تأثیر زیادی بر رطوبت خاک دارد زیرا در فصل‌های خشک آتش شرایط محیطی را سخت‌تر می‌کند و گیاهان به‌شدت با یکدیگر رقابت می‌کنند. همچنین بوت‌ها از جریان ساقه‌ای می‌کاهند؛ این جریان ساقه‌ای بخشی از بارش است که از ساقه و شاخه گیاهان وارد خاک می‌شود [۲۲].

با توجه به اینکه مطالعه حاضر تغییرات دمای خاک را در طول یک ماه و نیز رطوبت را در دو بازه زمانی مهم برای استقرار گونه بررسی کرده است، پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده تغییرات دما و رطوبت در طول بازه زمانی بیشتری بررسی شود تا امکان پایش تغییرات رطوبت نیز فراهم باشد. همچنین در سایت آتش‌سوزی که تغییرات دمایی بیشتر است احتمال مرگ‌ومیر نهال‌ها بیشتر است؛ چنانچه در یک تحقیق زنده‌مانی نهال‌ها و نیز تغییرات رطوبت و دما در فصل‌های تابستان نیز پایش شود، می‌تواند اطلاعات بیشتری از تغییرات دما به‌دست آورد. همچنین آتش‌سوزی روی خصوصیات نفوذپذیری، آب‌گریزی و نیز فرسایش خاک تأثیر می‌گذارد و این پارامترها را می‌توان بررسی کرد. در یک جمع‌بندی کلی می‌توان گفت که بوت‌های پرستار با تاج‌پوشش بزرگشان در فصل‌های مختلف از گونه‌های زیرآشکوب خود حفاظت می‌کنند؛ این حفاظت به‌واسطه تعدیل دما و افزایش رطوبت خاک صورت می‌گیرد و در صورت تکرار آشفستگی‌هایی مثل آتش که بوتۀ پرستار حضور ندارد موجب افزایش رواناب و در نتیجه فرسایش خاک و با ایجاد نوسان دمایی زیاد شرایط برای استقرار گونه‌ها سخت می‌شود.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشکده منابع طبیعی بابت مساعدت در خرید دستگاه‌ها تشکر می‌شود. همچنین از مسئولان اداره کل استان گلستان و نیز پارک ملی گلستان

سوختن ماده آلی خاک سطحی می‌سوزد و از طرفی تثبیت نیتروژن افزایش می‌یابد [۱۶]. نوسان دما بر جامعه گیاهی بسیار مؤثر است به‌گونه‌ای که طبق تحقیقات Iverson [۳۳] بیشترین دمای روزانه در پلات‌هایی که آتش گرفته بودند مشاهده شد و در مطالعه Vermeire [۳۴] دمای خاک منطقه سوخته ۱ تا ۳ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر از منطقه شاهد بود که در منطقه مطالعه‌شده در پژوهش حاضر دمای خاک پس از آتش‌سوزی، ۶/۱ درجه سانتی‌گراد افزایش دما را نشان داد. این تغییر دما بر پوشش گیاهی آن منطقه تأثیر زیادی دارد و برخی گونه‌ها تأثیر مثبت و برخی ممکن است تأثیر منفی بپذیرند که می‌تواند به‌علت استراتژی متفاوت گونه‌ها به دما باشد. تأثیر مثبت ممکن است به‌واسطه شکست خواب بذر برخی گونه‌ها از جمله خانواده لگوم‌ها [۳۵]، جست‌زنی گیاهان چندساله و در برخی علفی‌های یک‌ساله و چندساله تحریک بانک بذر خاک به‌واسطه دود و حرارت ایجادشده از آتش باشد [۳۶]. همچنین آتش‌سوزی بر گونه‌های یک‌ساله طبق مطالعات Michalet [۳۷] اثر مثبتی به‌واسطه حذف بوتۀ بالشتکی دارد، به‌گونه‌ای که در زیربوتۀ شاهد یک‌ساله‌ها برای منابع غذایی، آب و نور رقابت می‌کنند و وقتی این بوت‌ها می‌سوزد عامل رقابت حذف و بر تعداد این یک‌ساله‌ها افزوده می‌شود.

تأثیر بوت‌های پرستار بر رطوبت خاک

با توجه به نتایج به‌دست آمده مشاهده می‌شود که رطوبت خاک پس از آتش‌سوزی کاهش معنادار و با یافته‌های Melgoza و همکارانش [۳۸] و Smith و Nowak [۳۹] مطابقت دارد. با کم‌شدن رطوبت خاک رقابت برای آب که برای رشد گیاهان ضروری است ممکن است افزایش یابد؛ ولی در برخی مواقع مانند دوران گلدهی گیاهان ممکن است مفید باشد زیرا بر اثر کاهش تراکم از میزان تبخیر و تعرق کاسته می‌شود [۳۳، ۴۰]. پوشش گیاهی نخستین مانع در مقابله با قطره آب است [۲۱]. تاج‌پوشش گیاهان بالشتکی از تولید رواناب جلوگیری کرده و گیاهان بوت‌های با ریشه عمیق خود از عمق آب استفاده می‌کنند و موجب تسهیل گیاهان علفی و یک‌ساله در سطح می‌شوند [۴۱ و ۶].

تأثیر منفی آتش به این صورت است که پس از آتش‌سوزی بقایای آن موجب افزایش آب و مواد مغذی در سطح می‌شود، در نتیجه مانع از نفوذ و هدایت آنها به اعماق و

- [11]. Pugnaire FI, Armas C, Maester FT. Positive plant interactions in the Iberian Southeast: mechanisms, environmental gradients, and ecosystem function. *Journal of Arid Environments*. 2011; 75(12): 1310-1320.
- [12]. Michalet R, Brooker RW, Lortie CJ, Maalouf JP, Pugnaire FI. Disentangling direct and indirect effects of a legume shrub on its understorey community. *Oikos*. 2015; 124(9), 1251-1262.
- [13]. Kos M, Poschlod P. Seeds use temperature cues to ensure germination under nurse-plant shade in xeric Kalahari savannah. *Annals of Botany*. 2007; 99(4): 667-675.
- [14]. Sher Y, Zaady E, Ronen Z, Nejdat A. Nitrification activity and levels of inorganic nitrogen in soils of a semi-arid ecosystem following a drought-induced shrub death. *European Journal of Soil Biology*. 2012; 53: 86-93.
- [15]. Cavieres LA, Quiroz CL, Molina-Montenegro MA, Muñoz AA, Pauchard A. Nurse effect of the native cushion plant *Azorellamonantha* on the invasive non-native *Taraxacum officinale* in the high-Andes of central Chile. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 2005; 7(3): 217-226.
- [16]. DeBano LF, Ritsema CJ, Dekker LW. The role of fire and soil heating on water repellency. Soil water repellency: occurrence, consequences and amelioration. 2003; 193-202.
- [17]. Neary DG, Klopatek CC, DeBano LF, Ffolliott PF. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest ecology and management*. 1999; 122(1): 51-71.
- [18]. Certini G. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia*. 2005; 143(1): 1-10.
- [19]. Thomaz EL, Fachin PA. Effects of heating on soil physical properties by using realistic peak temperature gradients. *Geoderma*. 2014; 230: 243-249.
- [20]. Jankju M. Role of nurse shrubs in restoration of an arid rangeland: effects of microclimate on grass establishment. *Journal of Arid Environments*. 2013; 89: 103-109.
- [21]. Kolahchi N, Mohseni Saravi M, Tavili A, Asadian G. Investigation of Interception and its Importance in Ecohydrology Studies in Rangeland Plants. *Journal of Ecohydrology*. 2014; 1(1): 1-10. [Persian].
- [22]. Yousefi S, Matinkhah SH, Rohani F, Nael N. *Anabasis aphylla* & *Pteropyrum aucherii* Canopy Cover Effect on Generating Stemflow in Arid Regions. *Journal of Ecohydrology*. 2014; 1(2): 133-142. [Persian].
- طی نمونه‌برداری و نیز محیط‌بانان گرامی صمیمانه تشکر می‌شود. همچنین از خانم محبوبه کیانی بابت ویراستاری ادبی مقاله تشکر می‌شود. همچنین از برنامه ICRP مرکز مطالعات و همکاری‌های علمی وزارت علوم و نیز طرح پژوهشی صندوق حمایت از پژوهشگران به شماره "۹۵۸۲۷۲۷۳" بابت حمایت مالی تشکر می‌شود

منابع

- [1]. Callaway RM, Brooker R, Choler P, Kikvidze Z, Lortie CJ, Michalet R, et al. Positive interactions among alpine plants increase with stress. *Nature*. 2002; 417(6891): 844-848.
- [2]. Bruno JF, Stachowicz JJ, Bertness MD. Inclusion of facilitation into ecological theory. *Trends in Ecology & Evolution*. 2003; 18(3): 119-125.
- [3]. Brooker RW, Maestre FT, Callaway RM, Lortie CL, Cavieres LA, Kunstler G, et al. Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. *Journal of Ecology*. 2008; 96(1): 18-34.
- [4]. Forbis TA. Seedling demography in an alpine ecosystem. *American Journal of Botany*. 2003; 90(8): 1197-1206.
- [5]. Cavieres LA, Badano EI, Sierra-Almeida A, Gómez-Gonzalez S, Molina-Montenegro MA. Positive interactions between alpine plant species and the nurse cushion plant *Laretia acaulis* do not increase with elevation in the Andes of central Chile. *New Phytologist*. 2006; 169(1): 59-69.
- [6]. Moro M, Pugnaire F, Haase P, Puigdefábregas J. Effect of the canopy of *Retama sphaerocarpa* on its understorey in a semiarid environment. *Functional Ecology*. 1997a; 11(4): 425-431.
- [7]. Moro M, Pugnaire F, Haase P, Puigdefábregas J. Mechanisms of interaction between a leguminous shrub and its understorey in a semi-arid environment. *Ecography*. 1997b; 20(2): 175-184.
- [8]. Abedi M, Bartelheimer M, Poschlod P. Effects of substrate type, moisture and its interactions on soil seed survival of three *Rumex* species. *Plant and soil*. 2014; 374(1-2): 485-495.
- [9]. Badano EI, Bustamante RO, Villarreal E, Marquet PA, Cavieres LA. Facilitation by nurse plants regulates community invisibility in harsh environments. *Journal of Vegetation Science*. 2015; 26(4), 756-767.
- [10]. Michalet R and Pugnaire FI. Facilitation in communities: underlying mechanisms, community and ecosystem implications. *Functional Ecology*. 2016; 30(1), 3-9.

- [23]. Akhiani H. Plant biodiversity of Golestan National Park, Iran. *Stapfia*. 1998; 53: 411p.
- [24]. Abedi M, Arzani H, Shahriary E, Tongway D, Aminzadeh M. Assessment of patches structure and function in arid and semi-arid Rangelands. *Environmental Studies*. 2007; 40: 117-126.[Persian].
- [25]. Cavieres LA, BadanoEI, Sierra-Almeida A, Molina-Montenegro MA. Microclimatic modifications of cushion plants and their consequences for seedling survival of native and non-native herbaceous species in the high Andes of central Chile. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*. 2007; 39(2): 229-236.
- [26]. Arzani H and Abedi M. Rangeland Assessment: Vegetation measurement. University of Tehran. 2015; Press,217p.[Persian].
- [27]. Kos M, Poschlod P. Seeds use temperature cues to ensure germination under nurse-plant shade in xeric Kalahari savannah. *Annals of Botany*. 2007; 99(4): 667-675.
- [28]. Arroyo M, Cavieres L, Penaloza A, Arroyo-Kalin M. Positive associations between the cushion plant *Azorellamonantha* (Apiaceae) and alpine plant species in the Chilean Patagonian Andes, *Plant Ecology*. 2003; 169(1): 121-129.
- [29]. Akhalkatsi M, AbdaladzeO, Nakhutsrishvili G, SmithWK. Facilitation of seedling microsites by *Rhododendron caucasicum* extends the *Betulalitwinowii* alpine treeline, Caucasus Mountains, Republic of Georgia. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*. 2006; 38(4): 481-488.
- [30]. Billings WD. Adaptations and origins of alpine plants. *Arctic and alpine research*. 1974; 129-142.
- [31]. Poschlod P, Abedi M, Bartelheimer M, Drobnik J, Rosbakh S, Saatkamp A. Seed ecology and assembly rules in plant communities In: Van der Maarel E and Franklin J, editors. *Vegetation ecology*. 2th. John Wiley & Sons, Ltd. 2013. pp. 164-202.
- [32]. Keeley JE, Bond WJ, Bradstock RA, Pausas JG, Rundel PW. *Fire in Mediterranean ecosystems: ecology, evolution and management*, Cambridge University: Press. 522 p. 2011.
- [33]. Iverson LR, Hutchinson TF. Soil temperature and moisture fluctuations during and after prescribed fire in mixed-oak forests, USA. *Natural Areas Journal*. 2002; 22: 296-304.
- [34]. Vermeire LT, Wester DB, Mitchell RB, Fuhlendorf SD. Fire and grazing effects on wind erosion, soil water content, and soil temperature. *Journal of Environmental Quality*. 2005; 34(5): 1559-1565.
- [35]. Luna B, Moreno J, Cruz A, Fernández-González F. 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*. 2007; 60(3): 324-333.
- [36]. Zaki E, Abedi M, Erfanzadeh, Naghinejad AR. Response of different plant functional groups to Aerosol and aqueous smokes treatments. *Plant researches*. 2106; 20. (In press).[Persian].
- [37]. Michalet R. highlighting the multiple drivers of change in interactions along stress gradients. *New Phytologist*. 2007; 173(1): 3-6.
- [38]. Melgoza G, Nowak RS, Tausch RJ. Soil water exploitation after fire: competition between *Bromus tectorum* (cheatgrass) and two native species. *Oecologia*. 1990; 83(1): 7-13.
- [39]. Smith SD, Nowak RS. Ecophysiology of plants in the Intermountain lowlands. In: Osmond CB, Pitelka LF and Hidy GM, editors. *Plant biology of the Basin and Range*. Springer-Verlag, New York, USA.. Springer Berlin Heidelberg. 1990. p. 179-241.
- [40]. Silva JS, Rego FC, Mazzoleni S. Soil water dynamics after fire in a Portuguese shrubland. *International Journal of Wildland Fire*. 2006; 15(1): 99-111.
- [41]. Mauchamp A, Janeau JL. Water funneling by the crown of *Flourensiacernua*, a Chihuahuan Desert shrub. *Journal of Arid Environments*. 1993; 25: 299-306.
- [42]. Stoof CR, Wesseling JG, Ritsema CJ. Effects of fire and ash on soil water retention. *Geoderma*. 2010; 159(3): 276-285.
- [43]. Sharrow SH, Wright HA. Effects of fire, ash, and litter on soil nitrate, temperature, moisture and tobosagrass production in the rolling plains. *Journal of Range Management*. 1977; 266-270.