Research Article

Iranian Journal of Forest and Range Protection Research DOI: 10.22092/ijfrpr.2024.364568.1609
Vol. 22, No. 1, Page 126-140 (2024)

The effect of bushland fire on the amount and changes of vegetation type in the summer rangelands in Farakash, Lorestan province

Reza Siahmansour[1*], Nadia Kamali[2] and Ali Mohammadian[3]

1*- Corresponding author, Associate Prof., Forests and Range Lands Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran. Email: siahmansour191@gmail.com
2- Assistant Professor, Research institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
3- Assistant Professor, Forests and Range Lands Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran.

Received: 28.01.2024 Accepted: 10.03.2024

Abstract

Background and Objectives: Fire is a destructive phenomenon in natural areas, affecting large parts of forests and rangelands annually with both quantitative and qualitative impacts. One of the most significant consequences is its negative impact on soil conservation, at least in the short term. The average annual area affected by fire in the world's forests is estimated at four million square kilometers, leading to the destruction of vegetation, global warming, air pollution, loss of biodiversity, and intensified desertification.

Methodology: Given the importance of this issue, the effects of fire on soil surface cover were studied in the Farakash shrubland habitat in Lorestan province in 2017, 2018, and 2019. This site is located at geographical coordinates 33° 29' 33" to 33° 30' 12" N latitude and 48° 38' 57" to 48° 40' 56" E longitude, covering an area of 500 hectares, with an average elevation of 2050 meters above sea level. The statistical population consisted of 4 transects of 200 meters, each with 10 plots of 1 square meter spaced every 20 meters, totaling 40 plots in the treatment area. This was repeated exactly in the control field, resulting in a total of 240 plots studied. In these plots, the canopy cover was assessed using vertical images of species on the ground, along with amounts of bare soil, litter, and stones. The range condition was determined using Parker's four-factor method, suitable for rangelands in semi-arid areas, and the condition trend was assessed by scoring the condition of the soil and vegetation. Pairwise comparisons and multivariate data averages were analyzed using a T-test, one-way ANOVA, and Duncan's comparison method.

Results: The results showed a significant difference at the one percent level ($P \leq 0.01$) between the average values of the canopy, litter, and soil in the two areas over the statistical years. The percentage of vegetation and litter in the burnt field decreased significantly, while bare soil increased. This effect was so strong that it reduced the total plant canopy from 52.54% to 41.44%, causing a negative slope in the burned area compared to the control up to nine years after the fire. It was also found that fire led to the reduction of woody plants and the increase of grasses, changing the vegetation type from Astragalus adscendens-Daphne mucronata-Agropyron trichophorum to Agropyron trichophorum-Annual grasses. The results indicate that fire increases bare soil and erosion. This destruction is caused by quantitative changes such as the reduction of canopy, litter, and natural mulch, and qualitative changes such as alterations in plant composition, vegetative form, structure, age classes, soil seed bank, phenology, and moisture levels. Overall, fire influences the stages of soil erosion by changing vegetation type.

Conclusion: Given the current conditions in fire-affected areas, management programs such as implementing short and medium-term enclosures, determining appropriate stocking rates, seeding, and mulching with fire-resistant species compatible with the climatic and edaphic conditions of these areas can help preserve and restore vegetation and prevent erosion. Finally, due to the common ownership of Iran's natural areas and the lack of a coherent reclamation plan for burnt areas, controlled fires are not recommended in these regions.

Keywords: Fire, Natural resources, Condition, Soil, Trend, Erosion.

اثر حریق بوته‌زار بر میزان و نوع تغییرات پوشش‌گیاهی در مراتع تابستانه فراکش استان لرستان

رضا سیاه منصور[۱*]، نادیا کمالی[۲] و علی محمدیان[۳]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران، پست‌الکترونیک: siahmansour191@gmail.com

۲- استادیار، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰

چکیده

سابقه و هدف: آتش‌سوزی یکی از پدیده‌های مخرب عرصه‌های طبیعی است که هر ساله بخش وسیعی از جنگل‌ها و مراتع را با اثرهای کمی و کیفی دربرمی‌گیرد. یکی از مهمترین تبعات آن، تأثیر منفی در حفاظت خاک حداقل در کوتاه‌مدت است. میانگین سطح حریق سالانه در جنگل‌های جهان، چهار میلیون کیلومتر مربع تخمین زده شده است و این آتش‌سوزی‌ها به نابودی پوشش گیاهی، گرم شدن کره زمین، آلودگی هوا، نابودی تنوع زیست محیطی و تشدید پدیده بیابان‌زایی می‌انجامد.

مواد و روش‌ها: با توجه به اهمیت موضوع، برای تعیین اثرهای آتش بر پوشش سطح خاک، گون‌زار فراکش در استان لرستان طی سالهای ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ بررسی شد. این سایت با مختصات جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه و ۳۳ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه و ۱۲ ثانیه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۳۸ دقیقه و ۵۷ ثانیه تا ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه و ۵۶ ثانیه طول شرقی و به مساحت ۵۰۰ هکتار، با ارتفاع متوسط ۲۰۵۰ متر از سطح دریا واقع شده است. جامعه آماری در این پژوهش، مشتمل بر ۴ عدد ترانسکت ۲۰۰ متری با ۱۰ پلات ۱ مترمربعی با فاصله ۲۰ متر بر روی آن و تعداد کل ۴۰ پلات در منطقه تیمار و تکرار آن عیناً در عرصه شاهد می‌باشد. با احتساب ۲ تیمار و ۳ تکرار، در نهایت ۲۴۰ پلات مطالعه شد. در این پلاتها تاج‌پوشش با تصویر عمودی گونه بر روی زمین، مقادیر خاک لخت، لاشبرگ و سنگ و سنگریزه با درصد اشغال شده از سطح پلات، وضعیت مرتع با روش چهارفاکتوره پیشنهادی پارکر (مناسب با مراتع مناطق نیمه‌خشک) و گرایش وضعیت با استفاده از روش امتیازدهی به چگونگی وضعیت خاک و پوشش گیاهی با جمع جبری امتیازات کسب شده تعیین گردید. سپس با استفاده از آزمون T مقایسات زوجی و مقایسه میانگین داده‌های چند متغیره با استفاده از آزمون یکطرفه (ANOVA) آنالیز و روش مقایسه Duncan انجام شد.

نتایج و یافته‌ها: مقایسات میانگین مقادیر تاج پوشش گیاهی، لاشبرگ و خاک لخت در عرصه‌های شاهد و آتش‌سوزی نشان داد در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P\leq 0.01$). در اثر حریق، پوشش گیاهی و لاشبرگ در عرصه سوخته به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش و درصد خاک لخت افزایش یافته است. این اثر آنقدر شدید است که مجموع تاج پوشش گیاهان را از ۵۴/۵۲ به ۴۴/۴۱ کاهش داده و با بیش از ۱۰ درصد نزول تاج‌پوشش زنده باعث وجود شیب منفی در عرصه سوخته نسبت به عرصه شاهد تا ۹ سال پس از رخداد حریق در رویشگاه شده است. آتش‌سوزی با کاهش بوته‌ها و افزایش گندمیان باعث شد، تیپ از *Astragalus adscendens – Daphne mucronata – Agropyron trichophorum* به Annual grasses- *Agropyron trichophorum* تغییر یابد. در واقع آتش‌سوزی در گراسلندهای مراتع ییلاقی و بوته‌زارها به نفع گندمیان تمام می‌شود. هرچند، نمی‌توان نقش گیاهان همراه در بوته‌زارها را نادیده گرفت. نتایج بیان می‌کنند که آتش باعث افزایش خاک لخت و افزایش فرسایش می‌شود. این تخریب با سازوکار تغییرات کمی، مانند کاهش تاج‌پوشش، لاشبرگ و مالچ طبیعی و تغییرات کیفی از قبیل تغییرات ترکیب گیاهی، فرم رویشی، حجم گیاهان متأثر از تغییر فرماسیون، تغییر ساختار طبقات سنی گیاهان، تغییرات بانک بذر خاک، تغییر در فنولوژی، تغییر رنگ خاک و تغییرات حرارتی و رطوبتی آن می‌شود. در مجموع با تغییر تیپ گیاهی باعث افزایش سرعت هدررفت خاک از طریق اثرگذاری بر مراحل فرسایش خاک می‌شود.

نتیجه‌گیری: با در نظر گرفتن مجموع شرایط موجود حاکم بر وضعیت مناطق سوخته، اجرای قرق‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت، تعیین میزان دام‌گذاری مناسب و بذرپاشی و کپه‌کاری با گونه‌های مرتعی مقاوم به آتش‌سوزی و سازگار با شرایط اقلیمی در عرصه سوخته را می‌توان راهکاری مناسب برای کمک به حفظ و احیاء پوشش گیاهی و جلوگیری از فرسایش پس از وقوع آتش‌سوزی در نظر گرفت. درنهایت با توجه به نحوه مالکیت اغلب مشاعی در عرصه‌های طبیعی ایران و نبود برنامه منسجم برای احیای مناطق سوخته، موکداً آتش‌سوزی حتی به شکل کنترل شده در این عرصه‌ها توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: آتش‌سوزی، منابع طبیعی، وضعیت، خاک، گرایش، فرسایش.

مقدمه

جنگل‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک در اثر عوامل تخریب و ازجمله حریق مکرر، اگر به اراضی زراعی تبدیل نشوند به اراضی مرتعی تبدیل خواهند شد. این مراتع با توجه به اثرهای اقلیمی و قدرت انتقالی گونه‌ها تیپ‌های متفاوت گیاهان را دربرمی‌گیرند و بوته‌زارها نیز یکی از تیپ‌های محتمل پساآتش به‌شمار می‌روند. آتش‌سوزی در اکوسیستم‌های طبیعی پدیده‌ای شبیه برف است، این پدیده در مجموع یکسان به نظر می‌آید، اما وقتی آتش‌سوزی دقیقاً بررسی شود مشخص می‌شود که هیچ دو آتش‌سوزی اثر یکسانی بر محیط نداشته است. هرچند آتش‌سوزی تحت شرایط خاص برای رسیدن به اهداف دلخواه استفاده می‌شود (Trollope, 1989). اما آتش‌سوزی فقط در مناطقی که دارای پوشش غالب از گیاهان خاردار و خشبی هستند قابل توجیه است (Safifian & Shukri, 1988). Lashanizand و siahmansour (۲۰۱۶) تأکید داشتند، آتش‌سوزی با حذف پوشش گیاهی نه‌تنها کارکرد اکوسیستم را تا مدت‌ها مختل می‌نماید، بلکه با انتشار دود ناشی از سوختن آن، همچنین کاهش اثر انعکاسی و افزایش جذب نور، گرمای زمین را تشدید می‌کند. اما، Lesica و Martin (۲۰۰۳) گزارش کردند آتش‌سوزی با سوختن بوته‌ها و استقرار گندمیان باعث افزایش تولید دام‌ها می‌شود. با وجود این، نقش آتش در حفظ مراتع توسط عموم مردم نادیده گرفته شده است. آتش‌سوزی کنترل شده ابزاری مؤثر برای کنترل گونه‌های گیاهی ناخواسته و نامطلوب و افزایش بهره‌وری دام می‌باشد. آتش‌سوزی کل اکوسیستم جنگلی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد، تا جایی که نتایج Mohammadzadeh (۲۰۱۷)، نشان داد که بین تمامی متغیرهای شیمیایی خاک در زیر و خارج تاج پوشش در نخستین سال آتش‌سوزی و در چهار منطقه تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P\leq 0.05$). با وجود این مطلب، استفاده نامناسب از آتش‌سوزی می‌تواند منجر به از بین رفتن علوفه و تهدیدی جدی برای زندگی انسان، اموال جامعه، کیفیت هوا و ارزش‌های مرتع مانند آب، چوب و تنوع زیستی شود. این اثرهای نامطلوب ممکن است در نتیجه کمبود اطلاعات کافی و لازم در آتش‌سوزی کنترل شده در طبیعت باشد (Mapiye, 2008). Asadian و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند، گونه‌هایی مانند گون زرد یا (*Astragalus verus*)، گون سفید (*Astragalus gossypinus*)، گون گزی (*Astragalus adscendens*) و برخی دیگر از گونه‌های چوبی به آتش‌سوزی حساس هستند. از سویی گونه‌هایی مانند ورک (*Rosa persica*) به دلیل وجود ریشه‌های ریزومی و زیرزمینی گسترده به آتش‌سوزی بسیار مقاوم می‌باشند. البته استفاده از آتش برای بهبود زیستگاه دام و حیات‌وحش می‌تواند مقرون به صرفه باشد. این در حالی است که Moslehi و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که تغییرات در خصوصیات فیزیکی (تخریب ساختار و تخلخل خاک، افزایش رواناب و فرسایش)، شیمیایی (کاهش مواد آلی، تبخیر کاتیون‌ها، تغییر در ذخایر عناصر غذایی و چرخه آنها) و بیولوژیکی خاک (کاهش در گونه‌های میکرو و ماکروفون‌ها و تغییر جمعیت میکربی) توسط آتش می‌تواند سبب تغییر در پوشش و فعالیت‌های گیاهی گردد.

آتش‌سوزی‌های شدید در جنگل، با ایجاد ترکیبات آلی با خاصیت آب‌گریزی در خاک منجر به کاهش نفوذپذیری آب شده و بازده چرخه هیدرولوژیکی را کاهش می‌دهد. خاک، آب و موجودات زنده از عوامل مؤثر در تعادل و پایداری اکوسیستم جنگلی هستند که هرسه آن تحت تأثیر آتش‌سوزی‌های شدید تخریب می‌گردد، بنابراین آتش‌سوزی جنگل بر حفاظت خاک که در نگهداشت سلامت اکوسیستم مؤثر است، اثرهای منفی شدید و پیش‌بینی نشده دارد (Munthali & Banda, 1992). زوال عرصه‌های طبیعی منجر به کاهش تنوع زیستی، فقر، بیکاری و دیگر فشارهای اقتصادی می‌شود (Trollope, 1989). Siahmansour و Ramak (۲۰۱۹) معتقدند که آتش‌سوزی‌های عمدی و غیرعمدی، آثار زیادی بر کمیت و کیفیت پوشش گیاهی دارد و زندگی بهره‌برداران و سایر افراد جامعه را متأثر می‌کند. گسترش دامنه آتش‌سوزی، باعث کاهش رطوبت و افزایش دما و تغییر اقلیم می‌شود. تداوم آتش‌سوزی‌ها تأثیرات نامطلوب و جبران‌ناپذیری را بر همه افراد جامعه خواهد داشت.

Alizadeh Aliabadi و Siahmansour (۲۰۲۳)، گزارش کردند که میانگین سطح حریق سالانه در جنگل‌های جهان چهار میلیون کیلومتر مربع تخمین زده شده است و این آتش‌سوزی‌ها به نابودی پوشش گیاهی، گرم شدن کره زمین، آلودگی هوا، نابودی تنوع زیست محیطی و تشدید پدیده بیابان‌زایی می‌انجامد. عوامل مختلف طبیعی و انسانی (تعمدی و غیرتعمدی) در وقوع و گسترش آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع مؤثر هستند. بنابراین آتش‌سوزی یکی از عوامل مهم ایجاد اختلال در اکوسیستم‌های طبیعی است و به‌عنوان یک آشفتگی بر ساختار و تجدید حیات گونه‌های گیاهی تأثیرگذار است (Karimi & Pourbabaei, 2017). همچنین Eskandari و همکاران (۲۰۲۳) و Darvishi و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند، آتش‌سوزی یکی از پدیده‌های مخرب عرصه‌های طبیعی است که طی سال‌های اخیر بخش وسیعی از جنگل‌ها و مراتع را نابود کرده است، آنان معتقدند بین وسعت آتش‌سوزی و میانگین بارندگی فصلی، رابطه معنی‌دار منفی در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود دارد و نتایج رابطه مکانی نشان می‌دهد، میانگین حداکثر درجه حرارت فصلی، میانگین بارندگی فصلی و میانگین رطوبت نسبی فصلی بیشترین اهمیت را در وقوع آتش‌سوزی استان گیلان در گستره مکانی داشته‌اند. هرچند Azizi و همکاران (۲۰۲۱)، همبستگی آتش‌سوزی و عوامل فصلی را در جنگل‌های زاگرس ۹۸ درصد می‌دانند. اینکه آتش باعث کاهش تاج‌پوشش و اندام‌های هوایی بوته‌ای‌ها و گیاهان چوبی می‌شود قطعی است و نهایتاً این کاهش نیز در فراوانی و تراکم آنها دیده می‌شود، درنتیجه محیطی مناسب را برای توسعه و استقرار گروه‌های چندساله به‌دلیل کاهش رقابت برای نور و عناصر غذایی قابل دسترس فراهم می‌کند (Pelaez *et al.*, 2003).

گیاهان چوبی باعث تمرکز منابع و یا تقویت آنها در اطراف خود می‌شوند، این منابع پس از آتش‌سوزی می‌توانند عاملی مؤثر در استقرار و پیدایش محیطی با پوشش گیاهی غیر یکنواخت شوند. علاوه بر این، در زیر تاج پوشش آنها با افزایش مواد آلی خاک، نیتروژن، کربن و مواد قابل اشتعال برای بالا بردن دما در هنگام آتش‌سوزی را به گونه‌های چوبی نسبت می‌دهند (Boyd & Davies، 2010). تحقیقات نشان می‌دهند که آتش‌سوزی‌های فصلی بیشتر در جاهایی اتفاق می‌افتد که گیاهان بهم فشرده شده و جوامع متراکمی را تشکیل می‌دهند (Eric *et al.*, 2009). در حالی که کاهش تراکم بوته‌زارها و آتش‌سوزی باعث کاهش یا حذف رقابت بین نهال‌های گندمیان چندساله و بومی شده که در اثر افزایش قابلیت دسترسی به مواد غذایی و خاک حادث می‌شود (Prevey *et al.*, 2010). در نتیجه افزایش پوشش و بیوماس در گراسهای چند ساله مشاهده می‌گردد (Boyd & Svejcar، 2011). همچنین عدم رشد دوباره خیلی از بوته‌ای‌ها پس از آتش‌سوزی و طولانی بودن استقرار دوباره نهالهای بذری آنها، در این افزایش مؤثر است (Baker, 2006).

دخالت انسان در بسیاری از اکوسیستم‌های طبیعی با افزایش فرسایش آبی و بادی همراه می‌باشد. این اثرها بیشتر

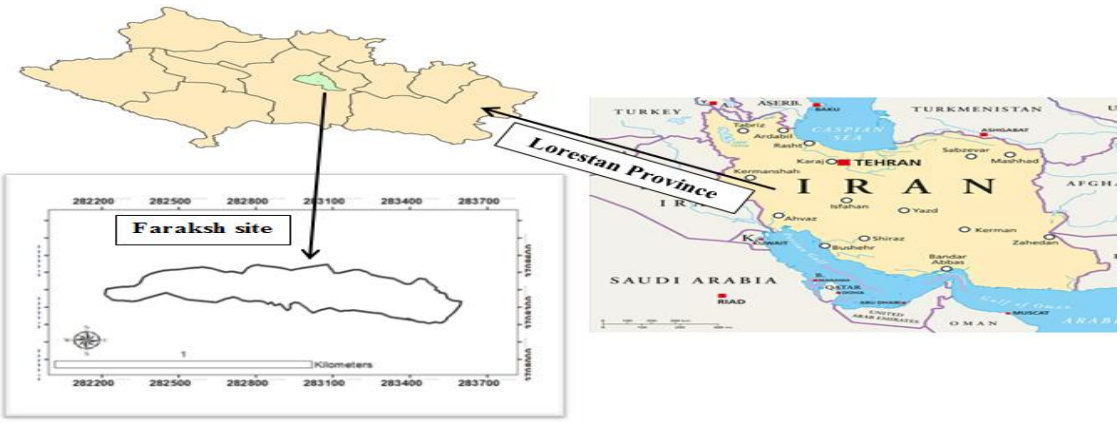
منفی، گسترده و پایدار هستند (Prevey *et al.*, 2003). واکنش به آتش‌سوزی طیف وسیعی دارد. برخی از عناصر در تنوع زیستی نسبت به تغییرات انعطاف‌پذیرتر و برخی دیگر به شدت و فاصله آتش‌سوزی حساسند (Garnier *et al.*, 2002).

یکی از مهمترین اثرهای غیر مستقیم آتش‌سوزی، فرسایش است. این اثر تخریب خاک و پوشش گیاهی را آسان می‌کند (Siahmansour & Kamali، 2023). آتش‌سوزی یک فرایند مهم زیست محیطی و مدیریتی در مراتع است. عملیات اصلاح مراتع و بوته‌زارها بوسیله آتش در قرن گذشته به تکرار و به‌شدت افزایش یافته است، در نتیجه آن فرسایش خاک افزایش و کیفیت آب کاهش پیدا کرده است (Kenneth *et al.*, 2004). پوشش گیاهی یکی از حیاتی‌ترین عوامل در کاهش فرسایش خاک است. به‌طورکلی افزایش تاج پوشش از خاک و زمین حفاظت می‌کند و فرسایش خاک را کاهش می‌دهد (Siahmansour *et al.*, 2001). بر اثر آتش‌سوزی، لاشبرگ و مواد آلی کاهش پیدا می‌کنند، بنابراین خاک در معرض آب‌گریزی، فرسایش بادی و انرژی جنبشی قطرات باران قرار می‌گیرد. پوشش گیاهی، فرسایش خاک را کاهش می‌دهد، از خاک در مقابل سقوط قطره‌های باران حفاظت می‌کند، میزان نفوذ آب در خاک را افزایش می‌دهد، سرعت رواناب در سطح خاک را کاهش می‌دهد، باعث اتصالات مکانیکی خاک می‌شود، زبری سطح خاک را حفظ می‌کند و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را بهبود می‌بخشد، ولی این کارایی حداقل در سال‌های اول پس از آتش‌سوزی کاهش می‌یابد (Siahmansour, 2022). آتش‌سوزی تأثیر مهمی بر روی غلظت مواد خاک مانند مجموع ازت (ازت کل)، کربن آلی، کلسیم و منیزیم و سدیم قابل تبادل دارد، اما pH خاک در تیمار کوتاه‌مدت کمی افزایش می‌یابد (Abiodun *et al.*, 2008). لایه آلی خاک تا حد زیادی تعیین‌کننده تنظیمات فیزیکی و حرارتی برای تنوع گیاهی، تجزیه و تعادل و تبادل کربن در این مکان است. به‌طور ویژه و مؤثر، حفظ لایه‌های مواد آلی عمیق، چرخه حرارتی و غذایی را حفظ می‌کند (Schillinger, 2022). تغییرات زیاد دمای هوا (Krupnik & Jolli, 2002)، دمای خاک (Clow & urban, 2002)، توازن آب (Lentz & Sojka, 1994) در مناطق مرطوب و ذخیره زیاد کربن ممکن است به طرق مختلف باعث شود تا آتش‌سوزی به شکلی بی‌سابقه افزایش یابد (Clow & urban، 2002). این پدیده منجر به نابودی افق‌های سطحی خاک می‌شود (Jennifer *et al.*, 2006).

مواد و روش‌ها

این بررسی در سایت فراکش با مختصات جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه و ۳۳ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه و ۱۲ ثانیه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۳۸ دقیقه و ۵۷ ثانیه تا ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه و ۵۶ ثانیه طول شرقی و به مساحت ۵۰۰ هکتار، با ارتفاع متوسط ۲۰۵۰ متر از سطح دریا انجام شد (شکل ۱). این سایت توسط روستاییان (ثابت و چکنه‌ای) و عشایر (کوچرو) بهره‌برداری می‌شود. سطحی در حدود ۵۰۰ هکتار از این گون‌زار با تیپ گیاهی *Astragalus adscendens – Daphne mucronata – Agropyron* در سال ۱۳۹۰ در آتش سوخت. این تیپ بیش از ۱۰۰۰۰ هکتار از مراتع استان را دربرمی‌گیرد و به‌طور مکرر در سالهای مختلف دچار آتش‌سوزی می‌شود. جامعه آماری در این پژوهش، مشتمل بر ۴ عدد ترانسکت ۲۰۰ متری با ۱۰ پلات ۱ مترمربعی با فاصله هر ۲۰ متر بر روی آن و تعداد کل ۴۰ پلات در منطقه تیمار و ۴ عدد ترانسکت ۲۰۰ متری در منطقه شاهد با ۴۰ پلات در عرصه شاهد در هر سال بود. این رویشگاه طی سالهای ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ بررسی شد. در هر عرصه تعداد ۴۰ کوادرات ۱ مترمربعی در ۳ سال و در نهایت ۲۴۰ پلات مطالعه گردید. تاج‌پوشش با تصویر عمودی گونه بر روی زمین، مقادیر خاک لخت، لاشبرگ و سنگ و سنگریزه با درصد اشغال شده از سطح پلات، وضعیت مرتع با استفاده از روش چهارفاکتوره (روش پیشنهادی پارکر متناسب با مراتع مناطق نیمه‌خشک) و گرایش وضعیت با استفاده از روش امتیازدهی به چگونگی وضعیت خاک و پوشش گیاهی با جمع جبری

امتیازات کسب شده تعیین گردید. سپس با استفاده از آزمون T مقایسات زوجی و مقایسه میانگین داده‌های چند متغیره با استفاده از آزمون یکطرفه (ANOVA) آنالیز و روش مقایسه Duncan انجام شد (McCune & Grace، 2002; Valizadeh & Moghadam, 2004).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی سایت گون‌زار فراکش

Figure 1: Geographical location of Farakash shrubbery site

نتایج

اثرهای آتش‌سوزی بر فاکتورهای مورد بررسی طی سال‌های آماربرداری در سایت فراکش

براساس نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس مشخص گردید که به‌طورکلی طی سال‌های آماربرداری بین مقادیر میانگین پارامترهای تاج پوشش، تراکم، لاشبرگ و میزان خاک دو عرصه آتش‌سوزی شده و شاهد در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. نتایج تجزیه واریانس دو عرصه آتش‌سوزی و شاهد طی سال‌های آماربرداری در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس مقایسات میانگین فاکتورهای مورد بررسی عرصه‌های سوخته و شاهد در سال‌های بررسی

Table 1. Variance analysis of average comparisons of the investigated factors of burned and control fields in the years of investigation

Sources of variation	df	Average of squares			
		Canopy cover	Litter	Soil cover	Stone and gravel
Treatment	5	470.98**	26.32**	376.44**	15.52ns
Test error	66	67.86	2.22	79.57	6.95
Total	71				

ns = عدم وجود اختلاف معنی‌دار ** = اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

مقادیر و مقایسات میانگین پارامترهای مؤثر در حفاظت خاک شامل: تاج پوشش، لاشبرگ، سنگ و سنگریزه و میزان خاک لخت در دو عرصه آتش‌سوزی و شاهد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جدول (۲) ارائه شده است.

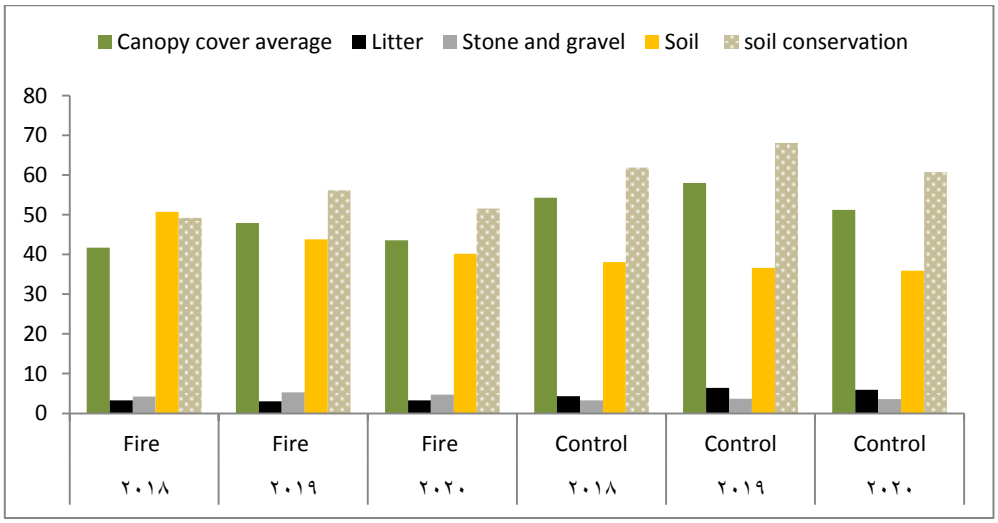
جدول ۲- مقایسه میانگین فاکتورهای مورد بررسی با آزمون چند دامنه‌ای دانکن بین عرصه آتش‌سوزی و شاهد

Table 2. Comparison of the mean of the studied factors with Duncan's multiple range test between the fire area and the control

Treatment and year	Characteristic (standard error ± mean)			
	Canopy cover (%)	Litter(%)	Soil cover (%)	Stone and gravel (%)
Fire area 2018	41.75 ± 2.92 b	3.25 ± .35 bc	50.75 ± 2.71 a	**4.25 ± .79 ab**
Control are 2018	54.33 ± 2.62 ab	4.33 ± .46 b	38.08 ± 2.45 b	**3.25 ± .97 ab**
Fire area 2019	47.91 ± 2.22 bc	3 ± .32 c	43.83 ± 2.56 ab	**5.25 ± .91 a**
Control are 2019	58 ± 1.89 a	6.41 ± .52 a	36.66 ± 2.11 b	**2.58 ± .49 b**
Fire area 2020	43.58 ± 2 c	3.25 ± .3 bc	40.16 ± 3.04 b	**4.75 ± .76 ab**
Control are 2020	51.25 ± 2.38 ab	5.91 ± .54 a	35.91 ± 2.46 b	**2.58 ± .46 b**

حروف غیر مشترک نشان‌دهنده تفاوت بین مقادیر میانگین‌ها می‌باشد.

آتش‌سوزی تغییرات اساسی را در پوشش خاک سطحی رقم می‌زند. این مطلب که آتش با سوختن پوشش گیاهی، لاشبرگ و بقایای آلی و تغییر در لایه طبیعی حفاظت خاک باعث می‌شود تا خاک حداقل در دوره اول بارندگی در معرض فرسایش پاشمانی (Splash erosion) قرار گیرد، یک موضوع اثبات شده است. سایت فراکش نیز پس از سوختن از این قاعده مستثنا نبوده و لایه حفاظت خاک آن براساس مقادیر میانگین ارائه شده در جدول شماره (۲) دچار تغییرات معنی‌داری شده است. مقایسه مقادیر حفاظت خاک در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲- مقایسه اثر آتش‌سوزی بر فاکتورهای پوشش لایه سطحی و حفاظت خاک در تیمارها به تفکیک زمان آماری

Figure 2. Comparison of the effect of fire on the factors of surface layer coverage and soil conservation in fire and control according to the years of statistical collection

در مبحث ارتباط بین پوشش گیاهی، نوع گیاه، چینش، تعداد و ابعاد آن هم اهمیت ویژه‌ای دارد. این خصوصیات معمولاً در فرم رویشی گیاهان تجلی می‌یابند. برای مشخص کردن این مطلب، گیاهان رویشگاه فراکش در قالب فرم رویشی طبقه‌بندی شده و مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفتند، نتایج این اقدام در جدول شماره (۳) به‌طور کمی بیان شده است.

جدول ۳- تجزیه واریانس مقایسات میانگین فاکتورهای حفاظت خاک براساس فرم رویشی بین دو عرصه آتش‌سوزی و شاهد در سایت فراکش طی سال‌های آماربرداری

Table 3. Variance analysis of mean comparisons of soil conservation factors based on vegetative form between the two areas of fire and control in Farakash site during the years of statistics

Sources of variation	df	Average of squares					
		Density of grasses	Density of forbs	Density of shrubs	Canopy of grasses	Canopy of forbs	Canopy of shrubs
Treatment	5	110.71**	6.40ns	19.70**	1086.66**	306.89**	30.19**
Test error	66	905.45	8.79	5.25	106.44	55.64	4.82
Total	71						

ns = عدم وجود اختلاف معنی دار ** = اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

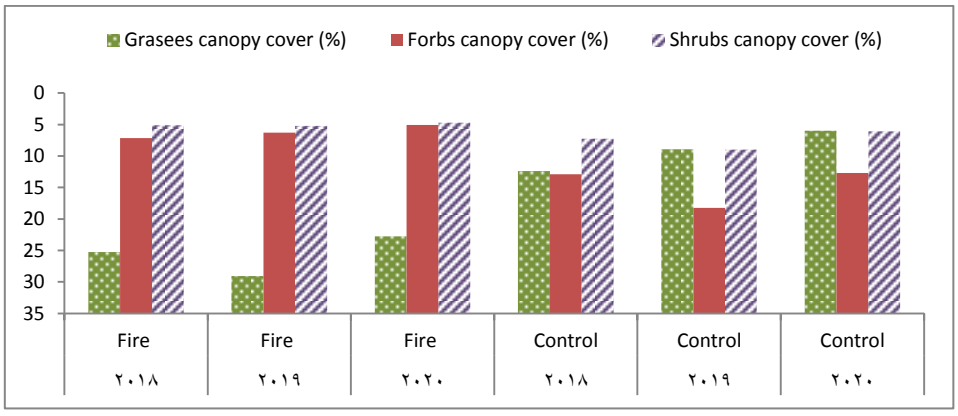
مقایسات آماری میانگین پارامترهای مورد بررسی نشان می‌دهد که بین مقادیر آنها در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P\leq 0.01$). این مقایسه در جدول شماره (۴) ارائه شده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین براساس فرم رویشی با آزمون چند دامنه دانکن در عرصه‌های شاهد و آتش‌سوزی

Table 4. Average comparison based on vegetative form with Duncan's multiple range tests in control and fire areas

Treatment and year	Characteristic (standard error ± mean)					
	Density of grasses (n/m^2)	Density of forbs (n/m^2)	Density of Shrubs (n/m^2)	Canopy of Grasses (%)	Canopy of Forbs (%)	Canopy of Shrubs (%)
Fire area 2018	19.53 ± 1.13 a	7.26 ± 1.02 a	4.07 ± .69 bc	25.25 ± 3.92 a	7.14 ± 1.14 bc	5.10 ± .62 c
Control are 2018	15.45 ± .91 b	5.17 ± .56 a	6.04 ± .65 ab	12.4 ± 2.28 b	ab۲12.9 ± 1.6	7.27 ± .61 ab
Fire area 2019	14.15 ± 1.47 bc	5.86 ±092 a	5.45 ± .80 abc	29.08 ± 3.46 a	6.28 ± .75 c	5.25 ± .59 c
Control are 2019	11.34 ± 1.06 c	6.20 ± .83 a	7.1 ± .68 a	8.95 ± 1.83 b	18.15 ± 4.24 a	9.0 ± .73 a
Fire area 2020	12.6 ± 1.66 bc	5.46 ± .88 a	3.6 ± .42 c	22.75 ± 3.75 a	5.05 ± .57 c	4.74 ± .54 c
Control are 2020	11.87 ± .99 bc	6.3 ± .83 a	5.02 ± .63 abc	6.01 ± 1.77 b	12.68 ± 2.21 ab	6.1 ± .67 bc

❋ حروف غیر مشترک نشان‌دهنده اختلاف بین میانگین‌ها می‌باشند.



شکل ۳- مقایسه مقادیر میانگین تاج‌پوشش براساس فرم رویشی در تیمار و زمان

Figure 3. Comparison of the average crown coverage values based on vegetative form in treatment and time

اولین مرحله از مراحل فرسایش، کنده شدن است و عامل اصلی مؤثر در آن، انرژی جنبشی قطره‌های باران می‌باشد. همچنین مهمترین فاکتوری از پوشش‌گیاهی زنده که در این زمینه ایفای نقش می‌نماید، تاج‌پوشش آن است. به همین منظور در شکل شماره (۳) مقدار میانگین درصد تاج پوشش براساس فرم رویشی نشان داده شده است.

شرایط عمومی و سلامت تیپ گیاهی قبل و پس از وقوع آتش‌سوزی

به جرأت می‌توان گفت، نمود کلی اثرهای هر آشفتگی محیطی در شرایط عمومی و سلامت تیپ گیاهی پدیدار می‌شود و آتش‌سوزی نیز به‌عنوان یک آشفتگی در رویشگاه از این قاعده مثتثنا نیست. در همین راستا، شرایط عمومی گون‌زار مورد بررسی در جدول شماره (۵) ارائه شده است.

جدول ۵- شرایط عمومی و سلامت تیپ گیاهی قبل و پس از وقوع آتش‌سوزی

Table 5. General conditions and health of vegetation before and after the fire

Area	Dominant plant type	Site condition		condition trend		Comments
		Class	Score	Class	Score	
Before burning (control)	*Astragalus adscendens – Daphne mucronata – Agropyron trichophorum*	Medium	37	Positive	17	Appropriate and without problems
After burning (treatment)	*Ag.trichophorum-Annual grasses*	Medium	33	Positive	12	Sensitive and fragile with precision in operation

بررسی نوسانهای بارندگی و تغییرات تاج پوشش سایت فراکش

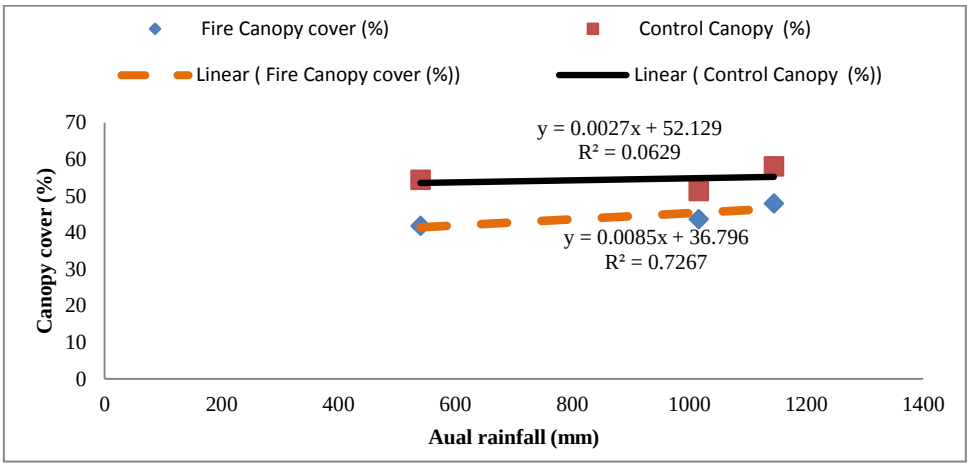
با توجه به وضعیت تیپ گیاهی در عرصه شاهد با غالبیت گونه *A. adscendens* و تیپ گیاهی عرصه آتش‌سوزی شده با گونه غالب *A. trichophorum*، نتایج رگرسیون بین متغیرهای وابسته با متغیر مستقل (تغییرات بارندگی) به‌صورت روابط زیر حاصل گردید. روابط رگرسیونی تغییرات تاج پوشش و بارش به ترتیب در عرصه‌های شاهد و آتش‌سوزی روابط ۱ و ۲ می‌باشد.

رابطه (۱) $Y = 0.0027x + 52.129$

$R^2 = 0.0629$

رابطه (۲) $Y = 0.0085x + 36.796$

$R^2 = 0.727$



شکل ۴- رابطه رگرسیونی تغییرات مقادیر تاج پوشش با توجه به نوسانهای بارش در عرصه آتش‌سوزی و شاهد

Figure 4. Regression relationship of changes in canopy values according to precipitation fluctuations in the field of fire and control

هر چند برای دستیابی به مقدار R بالاتر در این روابط می‌بایست ۵ سال یا بیشتر از آن تکرار آماری داشته باشیم، اما با این وصف مقدار R، ۰/۷۲۷ نیز همبستگی مناسبی بین تاج پوشش و بارندگی محسوب می‌گردد. بنابراین این معادلات (شکل ۴)، به‌منظور دستیابی به تغییرات تاج پوشش با توجه به نوسانهای بارندگی قابل توصیه و کاربردی می‌باشد.

بحث

آتش‌سوزی از مهمترین عوامل اکولوژیکی مؤثر بر چرخه زیستی گیاهان در رویشگاه‌های طبیعی است و نقش کلیدی در ساختار و عملکرد آن ایفا می‌کند. نتایج تجزیه واریانس مقایسات میانگین پوشش سطح خاک نشان داد که بین میانگین مقادیر تاج پوشش گیاهی، لاشبرگ و خاک لخت دو عرصه شاهد و آتش‌سوزی شده طی سال‌های آماربرداری، در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P\leq 0.01$). به‌طوری‌که درصد پوشش گیاهی و لاشبرگ در عرصه سوخته به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش و درصد خاک لخت افزایش یافته است، این مطلب با یافته‌های Ozesmi و Bauer (۲۰۲۲) و Ahmadaali و همکاران (۲۰۲۱) کاملا مطابقت دارد. بنابراین آتش‌سوزی یکی از عوامل مهم و اثرگذار بر فاکتورهای پوشش سطحی خاک در سایت فراکش بوده و می‌تواند به سرعت تغییرات قابل توجهی را در سطح زمین ایجاد نماید. نتایج تحقیقات Naghipoor Borj (۲۰۱۹) نیز با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. کاهش معنی‌دار درصد تاج پوشش گیاهی به‌ویژه در تیپ‌های گیاهی بوته‌زار و گون‌زار نسبت به عرصه شاهد نتیجه اثر مستقیم آتش بر رویشگاه مورد مطالعه است. Tizon و همکاران (۲۰۱۰) و Reinwald (۲۰۱۳) تأثیر آتش در کنترل گیاهان بوته‌ای و خشبی را کاملاً موثر گزارش کرده‌اند که با نتایج این پژوهش همراستا می‌باشد.

افزایش میزان خاک لخت در عرصه سوخته در مقایسه با شاهد ناشی از حذف لاشبرگ و بقایای آلی و پوشش گیاهی سبز اولیه بوسیله آتش است. علاوه بر این، آتش‌سوزی نه تنها به روش‌های مختلف به بذر و جوانه‌های رویشی گیاهان چندساله‌ای که روی سطح خاک و یا نزدیک سطح خاک قرار دارند آسیب می‌رساند، بلکه باعث حذف گیاهان و در نتیجه افزایش خاک لخت در فصل رویش بعدی نیز می‌گردد. این مطلب اثرهای مخرب کوتاه‌مدت و میان‌مدت آتش‌سوزی بر فرسایش خاک در عرصه‌های طبیعی را توجیه می‌نماید، هرچند فعالیتهای انسانی هم افزایش دامنه و هم عمق تخریب را گسترده‌تر می‌کند. Obiahu و همکاران (۲۰۲۰) نیز یافته‌ای مشابه را گزارش کرده‌اند.

در کل نتایج بیان می‌کنند که آتش باعث افزایش خاک لخت و افزایش فرسایش می‌شود. این تخریب با سازوکار تغییرات کمی مانند کاهش تاج‌پوشش، لاشبرگ و مالچ طبیعی از یکسو و تغییرات کیفی از قبیل تغییرات ترکیب گیاهی، فرم رویشی، حجم گیاهان مترتب از تغییر فرماسیون، تغییر در ساختار طبقات سنی گیاهان، تغییرات بانک کمی و کیفی بذر در خاک، تغییر در فنولوژی با تغییر رنگ خاک که منجر به تغییرات حرارتی و رطوبتی آن می‌شود و در مجموع با تغییر تیپ گیاهی از سوی دیگر باعث افزایش سرعت هدررفت خاک از طریق اثرگذاری بر مراحل فرسایش خاک می‌شود. اگر مراحل فرسایش را کنده‌شدن، انتقال و رسوب‌گذاری بدانیم، مهمترین مرحله پیشگیری و کنترل فرسایش، کنده‌شدن است و مهمترین عامل کاهنده آن نیز پوشش سطح خاک است و پراهمیت‌ترین عامل بازدارنده پوشش گیاهی زنده به‌شمار می‌رود. با این وصف آتش با حذف مهمترین عامل بازدارنده و تغییرات ساختاری در خاک و پوشش گیاهی، خاک را در معرض تخلیه انرژی جنبشی و ثقلی قطره‌های باران قرار داده و مراحل فرسایش را با پاشمان خاک‌دانه‌ها در خاک فعال می‌کند، این مطالب را Yao و همکاران (۲۰۱۸) و Foroumadi و Vaezi (۲۰۲۰) نیز با نتایج مشابه تأیید می‌نمایند.

علاوه بر اثرهای منفی یادشده، آتش‌سوزی در رویشگاه

گون‌زار فراکش که در مناطق سردسیر و با فیزیوگرافی ناهموار و کوهستانی واقع شده است، باعث می‌شود تا بازدهی بهره‌گیری از بارش هم شیب نزولی داشته باشد. این مطلب در شکل (۴) با بررسی رابطه رگرسیونی کوتاه‌مدت اثر آتش با بارندگی و تغییرات تاج‌پوشش بوضوح مشاهده می‌گردد. این اثر آنقدر شدید است که مجموع تاج پوشش گیاهان را از ۵۴/۵۲ به ۴۴/۴۱ کاهش داده و با بیش از ۱۰ درصد تقلیل مالچ زنده باعث وجود شیب منفی در عرصه سوخته نسبت به عرصه شاهد تا ۹ سال پس از رخداد حریق در رویشگاه شده است.

براساس نتایج آتش‌سوزی باعث کاهش معنی‌دار پوشش گیاهان بوته‌ای می‌گردد و این کاهش با گذشت بیش از ۹ سال پس از وقوع آتش‌سوزی همچنان در سایت فراکش مشاهده می‌گردد. گیاهانی که جوانه رویشی آنها بالاتر از سطح زمین است نسبت به گیاهانی که جوانه آنها در زمان آتش‌سوزی هم سطح زمین و یا داخل خاک قرار گرفته‌اند، حساسیت بیشتری به آتش‌سوزی نشان می‌دهند. جوانه‌های رویشی بیشتر بوته‌ای‌ها در انتها و یا امتداد ساقه‌ها قرار دارند. بنابراین آتش‌سوزی اندام‌های هوایی می‌تواند سبب تضعیف بوته‌ای‌ها گردد، در این راستا Tizon و همکاران (۲۰۱۰) کاهش شدید گیاهان چوبی و افزایش گراس‌ها در اثر آتش‌سوزی را گزارش کردند.

کوتاه بودن میانگره‌های پایینی ساقه، داشتن امکان رشد رویشی از طریق ریزوم یا استولون و قرار داشتن جوانه‌های مریستمی در قاعده ساقه، سبب محافظت این گیاهان در برابر آتش‌سوزی می‌شود. ازجمله گندمیان چندساله در سایت فراکش که در برابر آتش‌سوزی مقاومت مناسبی از خود نشان داده‌اند، می‌توان به *Festuca ovina* ،*A. trichophorum* و *Poa bulbosa* اشاره کرد. Syman (۲۰۰۴) و Siahmansour (۲۰۲۲) نیز در مطالعات مشابه این مطلب را گزارش کرده‌اند. بررسی نتایج نشان می‌دهد که در سایت مورد مطالعه گندمیان چندساله در اولویت قرار دارند، در واقع می‌توان گفت، آتش‌سوزی در گراسلندهای مراتع ییلاقی و بوته‌زارها به نفع گراس‌ها تمام می‌شود. البته در این مورد نمی‌توان نقش گیاهان همراه در بوته‌زارها را نادیده گرفت و از آنجا که مهمترین گیاه همراه و موجود در تیپ شاهد در این سایت گونه *A. trichophorum* بوده است با حذف بوته‌ای‌ها عرصه برای تکثیر و استقرار گونه مذکور فراهم شده است. همچنین Chou و همکاران (۲۰۱۲) در نتایج تحقیق خود در مورد نقش آتش‌سوزی در مراتع بر ترکیب و فرم رویشی گونه‌ها، افزایش آگروپایرون را در اثر حذف بوته‌ای‌ها، گزارش کرده‌اند.

نتیجه‌گیری

آتش‌سوزی قدیمی‌ترین روشی است که به وسیله بشر برای کنترل و از بین بردن گیاهان نامرغوب استفاده شده است و از هجوم بوته‌ها به علفزارها جلوگیری می‌کند. بررسی آمار و نتایج بدست آمده در مورد اثرهای آتش‌سوزی در سایت فراکش نشان داد که با توجه به تیپ گیاهی غالب در سایت مذکور، آتش‌سوزی موجب کاهش چشم‌گیر بوته‌ای‌هایی مانند گون گزی و دافنه شده و موجبات افزایش گراس‌ها را پس از وقوع آتش فراهم می‌نماید. کاهش بوته‌ها و افزایش گندمیان در حدی است که تیپ گیاهی رویشگاه، از *A. adscendens – D. mucronata* به *A. trichophorum – A. trichophorum- A. grasses* تغییر یافته است. اثرگذاری آتش باعث کاهش سطح امتیازی طبقه وضعیت و گرایش آن شده و تیپ را به مرحله نزول به طبقات پایین‌تر نزدیک نموده است.

قدرت و سازوکار انتشار و پراکنش بذر برخی از گونه‌های مرتعی می‌تواند از عوامل تأثیرگذار در حفظ بقاء و حضور گونه‌ها در عرصه‌های سوخته باشد. مثلاً در فراکش می‌توان به گونه‌هایی مانند کاهوی وحشی (*Scariola orientalis*) و شنگ (*Tragopogon pratensis*) اشاره کرد که با توجه به نوع انتشار بذر آن توسط باد از عرصه شاهد به عرصه آتش‌سوزی شده قابلیت انتقال و رویش دارد. آتش باعث کاهش قابل ملاحظه گونه‌های چوبی شده و با کاهش یا حذف آنها گونه‌های گندمی و پهن‌برگ علفی خوشخوراک جایگزین می‌شوند. در واقع تغییر ارزش رجحانی علوفه

موجب جلب توجه دام‌ها و انتقال فشار چرای دام‌ها از مناطق مجاور به عرصه‌های سوخته می‌شود. به علاوه آتش‌سوزی با افزایش حساسیت خاک به فرسایش، موجبات تضعیف و تخریب بیشتر را فراهم می‌کند. بنابراین با توجه به در نظر گرفتن مجموع شرایط موجود حاکم بر وضعیت مناطق آتش‌سوزی شده، اعمال برنامه‌های مدیریتی مانند اجرای قرق‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت، تعیین میزان دام‌گذاری مناسب و بذرپاشی و کپه‌کاری با گونه‌های مرتعی مقاوم و سازگار با شرایط اقلیمی و ادافیکی چنین مناطقی، می‌توان راهکاری مناسب برای کمک به حفظ و احیاء پوشش گیاهی و جلوگیری از فرسایش در این مناطق پس از وقوع آتش‌سوزی در نظر گرفت. در صورت اتخاذ تصمیمات مدیریتی نادرست و غیر کارشناسی برای دوره‌های پساآتش در عرصه‌های طبیعی، به‌ویژه با توجه به تشدید خشکسالی‌ها در سالیان اخیر، موجب تسریع در رشد قهقرایی وضعیت منابع طبیعی خواهد شد. درنهایت با توجه به نحوه مالکیت اغلب مشاعی در عرصه‌های طبیعی ایران و نبود برنامه منسجم برای احیای مناطق سوخته، موکداً آتش‌سوزی حتی به شکل کنترل شده در این عرصه‌ها توصیه نمی‌شود.

سپاسگزاری

از مسئولان محترم مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان که زمینه انجام این تحقیق را فراهم کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

– Abiodun, F., Oluwole, J., Sambo, M., and Sikhalazo, D., 2008. Long- term effects of different burning frequencies on the dry Savanna grassland in South Africa. African Journal of Agriculture Research Vol. 3(2): pp: 147-153.
– Ahmadaali, K., Eskandari Damaneh, H., Ababaei, B., Eskandari Damaneh, H., 2021. Impact of drought on rain fall use efficiency in different climatic zones and land uses in Iran, Arabian Journal of Geosciences, 14(2), 1-15.
– Alizadeh Aliabadi, A., Siahmansour, R., 2023. 'An analysis of the fires in forests and pastures in Iran Goals, consequences and ways of prevention', Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 20(2), pp. 283-288. doi: 10.22092/ijfrpr.2023.359879.1550
– Asadian, G., Azimnejad, Z., Bahramloo, R., 2021. 'The effect of fire on some biodiversity indicators and determining fire-resistant plant species in Solan rangelands in Hamedan city', Iran Nature, 6(3), pp. 61-74. (In Persian).
– Azizi, M., Khosravi, M., Pourreza, M., 2021. 'Time Series model of fires forests and rangelands of Kermanshah province using MODIS data from 2002 to 2018', Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 19(2), pp. 279-296.
– Baker, W, L., 2006. Fire and restoration of sagebrush ecosystems. Wildlife Society Bulletin 34:177–185.
– Boyd, C, S. and Davies, K. W. 2010. Shrub microsite influences post-fire perennial grass establishment. Rangeland Ecology & Management 63:248-252.
– Boyd, C. S. and T, J, Svejcar., 2011. The influence of plant removal on succession in Wyoming big sagebrush. Journal of Arid Environments 75:734-741.
– Clow, G, D., and urban, F, E., 2002. Large permaforest warming in northern Alaska during the 1990 determine from GTN-P borehole temperature measurements. EOS transaction AGU, 23, abstract B11E-04.
– Chou, Y.F., Cox, R,D and Waster, D, B., 2012. Smoke water and heat shock influence germination of short grass prairie species. Rangeland Ecology Management, 65 (3), 260-267.
– Darvishi, L., Ghodskhah, M., Gholami, V., 2013. 'A regional model for forest fire hazard zonation in forests of Dorud city (Case Study: Babahar region)', Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 11(1), pp. 10-20. doi: 10.22092/ijfrpr.2013.106396
– Eric, E., Knapp. L., Becky, E., and Skinner, C, N., 2009. Ecological Effects of Prescribed Fire Season: A Literature Review and Synthesis for Managers. United States. Department of Agriculture.Forest Service.Pacific Southwest.Research Station.General Technical Report PSW-GTR-224.81 p,chapter 4.85 p (29-32).
– Eskandari, S., Ahmadloo, F., Pourghasemi, H. R., Ahangaran, Y. and Rezapour, Z., 2023. 'Temporal and Spatial Analysis of the Relationship Between Climate Parameter Changes and Fire in the Forests and Rangelands in the Province of Gilan', *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 21(1), pp. 164-186. doi: 10.22092/ijfrpr.2023.361993.1577.

provience', *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 23(2), 65-80 pp. doi: 10.22069/jwfst.2017.11192.1585
– Moslehi, M., Habashi, H. and Ahmadi, A. 2013. 'Effect of fire on physical, chemical and biological properties of soil in forest ecosystems', *Human & Environment*, 11(27), pp. 31-41. (In Persian).
– Munthali, S.M. and Banda. H.M., 1992. Distribution and abundance of the common ungulates of Nyika National Park, Malawi . African Journal of Ecology 80: 203-212.
– Obiahu, O. H., Kalu, A. I., and Uchechukwu, N. 2020. Effect Of Tectona Grandis Biochar on Soil Quality Enhancement and Yield Of Cucumber (Cucumis Sativus L) In Highly-Weathered Nitisol, Southeastern Nigeria, Journal of Wastes and Biomass Management (JWBM), 2(2), 41-48.
– Naghipoor Borj A. 2019. Predicting of fire occurrence using Bayesian belief network in Chaharmahal and Bakhtiari province. Journal of Rangeland, 13(1):90-100.
– Ozesmi, S. L., and Bauer, M. E. 2002. Satellite remote sensing of wetlands. Wetlands ecology and management. 10(5), 381-402.
– Pelaez, D.V., Boo, R.M. and Mayor, M.D. 2003. El Fuego y la Vegetaciondel Sur del Caldenal. In: Kunst, C.R., Bravo, S. y Panigatti,Fire influence on the Caldenal vegetation.J.L. (Eds.). Fuego en los Ecosistemas Argentinos, pp. 71-78. Ediciones.INTA. 332 pp.
– Prevey, J. S., Germino, M. J., Huntly, N. J. and. Inouye, R. S. 2010. Exotic plants increase and native plants decrease with loss of foundation species in sagebrush steppe. Plant Ecology 207:39-51.
– Reinwald, A.D. 2013. Effects of disturbing restoration treatments on native grass revegitation and soil seed bank composition in chaetgrass-invaded sagebrush-steppe ecosystems. all Graduate Theses and Dissertations.1-21.119.
– Safifian, N. and Shukri, M., 1988, The role of fire as an ecological factor in grassland ecosystems, Iranian Journal of Natural Resources, 15 (2): 53-61. (In Persian).
– Schillinger, W.F. 2001. Minimum and delayed conservation tillage for wheat-fallow farming. Soil Sci. Soc. Am. J. 65: 1203-1209.
– Siahmansour, R. and kamali, N. 2023. Changes in vegetation parameters due to fire (Case study: woody rangelands of Veysian site in Lorestan province). Journal of Rangeland, 16(4):830-845.
– Siahmansour, R. and Ramak, P., 2019. Fire management in the national arenas of Iran, with an emphasis on rangelands, requires a change in approach, comprehensive management and national determination. Iran Nature, 4(3): 21-26. (In Persian).
– Siahmansour, R., 2022. The effect of fire on
– Foroumadi, M. and Vaezi, A, R., 2020. Effect of surface slope on the selectivity of particles in splash erosion in different soils. Applied Soil Research, 8(2): 99-111.
– Garnier, L,K, Durand, J. and Dajoz, I., 2002. Limited seed dispersal and microspatial population structure of an agamospermous grass of West African savannahs, Hyparrhenia diplandra (Poaceae). 2002 Nov;89(11):1785-91.
– Jennifer, w., Horden, Kristen, L., Manies, M., Turetsky, R. and Neff, C., 2006. Effects of wildfire and permafrost on soil organic matter and soil climate in interior Alaska, global change biology. 12, 1-13.
– Karimi, S. and Pourbabaei, H. 2017. 'The effect of fire on structure and regeneration of woody species in the central Zagros forests ecosystem, case study: Bazazkhaneh Strait forest area in Kermanshah province.', *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 14(2), pp. 122-135. doi: 10.22092/ijfrpr.2017.109527
– Kenneth, E., S., Frederick, B., Pierson, C. and Moffet, A. 2004. Hydrology, Erosion, Plant and Soil Relation ship after Rangeland wildfire. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1, 62- 68.
– Krupnik, I. and Jolly, D. 2002. The earth is faster now. Indigenous Observations Of Arctic Environmental Change. Arctic pesearch consortium of the united states, 376pp.
– Lal, R., Sobecki, T.M., livari, T. and Kimble, J.M. 2003. Soil Degradation In The United States: Extent , Severity and Trends. Lewis Publication , Boca Raton, Florida, USA.
– Lashanizand, M. and Siahmansour, R., 2016. Determining effects and potential of biological operations of watershed management in Carbon sequestration to modify climatic changes (Lorestan). Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, 8 [Spl issue 1]: 01-07.
– Lentz, R.D. and Sojka, R.E. 1994. Field results using polyacrylamide to manage furrow erosion and infiltration. Soil Sci. 158: 274-282.
– Lesica, P., and Martin, B. 2003. Effects of prescribed fire and season of burn on recruitment of the invasive exotic plant, Potentilla recta, in a semiarid grassland. Restoration Ecology. 11(4): 516–523.
– Mapiye, C., Mwale, M., Chikumba, N. and Chimonys, M. 2008. fire as a Rangeland management tool in the savan's of southern Africa. Tropical and sub-tropical Agro ecosystems 8:116-124.
– McCune, B., and Grace, J.B. 2002. Analysis Of Ecological Communities, publhshed by MjM Software design, 300 p.
– Mohammadzadeh, A. 2017. 'Investigation of natural regeneration of Shisham reservery in Khuzistan

rangelands qualitative and quantitative indicators and determine resistant plant species to fire in order to rangeland reclamation in critical centers, Iranian, Research Institute of Forests and Rangelands, PRN 0-59-90-95-960698, 319 PP (In Persian).

– Siahmansour, R., Jafari, M., Khademi, K., and Shahkarami, A. 2001. Investigating the relationship between vegetation and rainfall with soil losses. Research and construction, 14(1) (50) in natural resources), 45-49. SID. https://sid.ir/paper/18699/fa

– Syman, H.A., 2004. Short- term response in productirity following on unplanned fire in a semi-arid rangeland of south Africa. J.Of Arid Envirsnment . 56: 465- 485.

– Tizon, F. R., Pelaez, D.V. and Elia, O. 2010. The influence of controlled fires on a plant community in the south of the Caldenal, and its relationship with a regional state and transition model. Fyton, 79, 141-146.

– Trollope, W.S.W., 1989. Veld burning as a management practice in livestock production In: J.E. Danckwerts and Teague. W.R. (eds). Veld management in the Eastern Cape. Departement of Agriculture and Water Supply, Eastern Cape Region, South Africa. Pp. 4930: 67-73.

– Valizadeh, M. and Moghadam, M. 2004. Experimental Design In Agriculture. Parivar Public. 395p.

– Yao, J.J., Cheng, J.H., Zhou, Z.D., Sun, L. and Zhang, H.J. 2018. Effects of herbaceous vegetation coverage and rainfall intensity on splash characteristics in northern China. Catena. 167: 411-421.