Research Article

Iranian Journal of Range and Desert Research
Vol. 31, No. 2, Page 186-203 (2024)

DOI: 10.22092/ijrdr.2024.131791
:

Effects of fire on some vegetation characteristics in Khelichian, Hasan abad and Haft asiab rangelands of Sanandaj

K. Tavakoli[1], P. Karami[2*], H. Joneidi Jafari[3] and B. Gholinejad bodag[4]

1- MSc. in Rangeland Management, University of Kurdistan, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Iran
2*- Corresponding author, Assistant professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan; Board Member of Department of Zrewar Lake Environmental Research, Kurdistan Studies Institute, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. E-mail: p.karami@uok.ac.ir
3- Associate professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan; Board Member of Department of Zrewar Lake Environmental Research, Kurdistan Studies Institute, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
4-Assistant professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan; Board Member of Department of Zrewar Lake Environmental Research, Kurdistan Studies Institute, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

Received: 09/07/2023 Accepted: 07/17/2024

Abstract

Background and Objective

Fire is a significant ecological factor that influences rangeland ecosystems, particularly in arid and semi-arid regions, where it plays a crucial role in plant species' growth, development, and evolution. Historically, controlled burning of vegetation in natural ecosystems has been one of the simplest methods for altering and enhancing habitats and eliminating pests, diseases, and undesirable plants while also modifying vegetation cover. Understanding the effects of fire on the characteristics of rangeland vegetation is essential for effective post-fire management. Therefore, this study aims to investigate the impact of fire on specific vegetation characteristics and to analyze vegetation responses to fire to improve the management of the Sanandaj rangelands.

Methodology

For this study, three areas were selected: Khalichian, Hasanabad, and Haft Asiab, located around Sanandaj and affected by fires one to three years prior. Following field surveys and sampling, the flora of these areas was identified using available resources. Vegetation types were determined through the physiognomic-floristic method. Six sites were established for vegetation sampling: three burned and three control sites. Each pair of burned and control sites was matched based on topographic conditions, including elevation, slope percentage, and slope direction, to minimize the effects of environmental gradients and focus on the impact of fire. Next to each fire site, a site was chosen as a control site to minimize the effect of environmental gradients and only investigate the role and effect of fire in the changes that occurred. In each site, two transects (along the slope and perpendicular to the slope) and 15 plots were established along each transect (12 transects and 180 plots in total). Within the plots, vegetation characteristics were estimated, including the percentage of canopy cover of plant species, bare soil, stones and gravel, and litter. The shannon-

Copyright: © 2024 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by Research Institute of Forests and Rangelands (http://ijrdr.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License(http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Weiner index was used to calculate diversity and homogeneity, and the Margaloff index was used for richness. Independent t-test was used to compare the mean of plant characteristics.

Results

Our study revealed significant changes in the vegetation characteristics of the fire-affected sites. The crown cover of bushes decreased significantly, while other vegetative forms, such as annual and perennial grasses, and both annual and perennial forb plants and broadleaf, increased significantly. Total canopy cover, percentage of bare soil, production, and species richness in all three regions also increased significantly due to fire, while litter decreased significantly. The total production of rangelands in all three studied areas in the fire site of the region was more than the control site and its increase was statistically significant ($P<0.01$). The results showed that fires in Khalichian, Hassan Abad, and Haft Asyab regions have increased rangeland production by 26.48, 26.48, and 40.14 percent, respectively. The species diversity index of the Shannon-Weiner index was not significant in the Khalichian region, but species diversity increased significantly in other regions. By comparing the species richness index of Margalef, it was found that the fire in all three regions caused an increase in species richness, and this difference and increase was significant at the ($p\leq001$). The species uniformity index has increased significantly in the Hassan Abad and Haft-Asib regions but did not show a significant difference in the Khalichian region. Investigating the plant composition of the studied areas showed that the fire caused a decrease in woody species and increased herbaceous plants.

Conclusion

This study concluded that fire generally increases live vegetation cover, reduces litter, and increases bare soil. Additionally, fire alters plant composition, favoring herbaceous plants over woody species. Therefore, it is recommended that controlled burning be implemented in grasslands where plant composition has shifted, and woody species have proliferated. Such practices should be considered alongside other economic, social, and environmental factors to enhance rangeland conditions.

Keywords: Fire, rangeland, life forms, production, species diversity.

اثرهای آتش‌سوزی روی برخی از خصوصیات پوشش گیاهی مراتع خلیچیان، حسن‌آباد و هفت‌آسیاب سنندج

کامبیز توکلّی[۱]، پرویز کرمی[۲*]، حامد جنیدی جعفری[۳] و بهرام قلی‌نژاد بداغ[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان، عضو گروه پژوهشی مطالعات محیطی دریاچه زریوار، پژوهشکده کردستان‌شناسی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران، پست‌الکترونیک: p.karami@uok.ac.ir

۳- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان، عضو گروه پژوهشی مطالعات محیطی دریاچه زریوار، پژوهشکده کردستان‌شناسی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۴- استادیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان، عضو گروه پژوهشی مطالعات محیطی دریاچه زریوار، پژوهشکده کردستان‌شناسی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۷

چکیده

سابقه و هدف

آتش‌سوزی یکی از عوامل بوم‌شناختی مهم و مؤثر بر اکوسیستم‌های مرتعی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد و نقش بسزایی در رشد، توسعه و تکامل گیاهان دارد. از گذشته‌های دور، آتش‌زدن کنترل شده پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های طبیعی یکی از ساده‌ترین روش‌های تغییر و اصلاح رویشگاه بوده است، همچنین برای از بین بردن آفات، بیماری‌ها و گیاهان نامرغوب و تغییر پوشش گیاهی استفاده می‌شده است. شناسایی اثرهای آتش‌سوزی بر خصوصیات پوشش گیاهی اکوسیستم‌های مرتعی برای مدیریت پس از آتش‌سوزی دارای اهمیت ویژه‌ای است؛ در همین راستا، این تحقیق به منظور بررسی اثرهای آتش‌سوزی روی برخی خصوصیات پوشش گیاهی و آگاهی از رفتار پوشش گیاهی در واکنش به آتش‌سوزی برای مدیریت مراتع سنندج انجام شده است.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، سه منطقه خلیچیان، حسن‌آباد و هفت‌آسیاب در اطراف سنندج که به‌ترتیب از ۱ تا ۳ سال قبل در آنها آتش‌سوزی اتفاق افتاده بود، در نظر گرفته شد. پس از پیمایش صحرایی و نمونه‌برداری، فلور مناطق با کمک منابع موجود شناسایی گردید. تیپ‌های گیاهی نیز به روش فیزیونومیک – فلورستیک مشخص شدند. برای نمونه‌برداری از پوشش گیاهی، ۶ واحدکاری یا سایت (۳ سایت آتش‌سوزی و ۳ سایت شاهد) انتخاب شد. انتخاب هر جفت سایت آتش‌سوزی و شاهد به صورت متناظر و با رعایت کلیه شرایط توپوگرافی مانند ارتفاع، درصد شیب، جهت شیب و ... بود. در واقع در کنار هریک از سایت‌های آتش‌سوزی یک سایت به عنوان سایت شاهد انتخاب گردید تا تأثیر گرادیان‌های محیطی به حداقل برسد و فقط نقش و اثر آتش در تغییرات به وجود آمده بررسی شود. در هریک از سایت‌ها ۲ ترانسکت (در راستای شیب و عمود بر شیب) و در امتداد هر ترانسکت ۱۵ پلات مستقر شد (در کل ۱۲ ترانسکت و ۱۸۰ پلات). در داخل پلات‌ها خصوصیات پوشش گیاهی شامل درصد تاج پوشش گونه‌های گیاهی، خاک لخت، سنگ و سنگریزه و لاشبرگ برآورد گردید. برای محاسبه تنوع و یکنواختی از شاخص شانون – واینر و برای غنا از شاخص مارگالف استفاده گردید. برای مقایسه میانگین خصوصیات گیاهی از آزمون t مستقل استفاده شد.

نتایج

نتایج نشان داد در سایت‌های آتش‌سوزی پوشش تاجی بوته‌ای‌ها کاهش معنی‌داری داشته و سایر فرم‌های رویشی گندمیان و پهن‌برگان یکساله و چندساله به صورت معنی‌داری افزایش یافته است. پوشش تاجی کل، درصد خاک لخت، تولید و غنای گونه‌ای در هر سه منطقه در اثر آتش‌سوزی دارای افزایش معنی‌داری بوده ولی لاشبرگ در اثر آتش‌سوزی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. تولید کل مرتع در هر سه منطقه مورد مطالعه در سایت آتش‌سوزی منطقه بیشتر از سایت شاهد بوده است و افزایش آن از لحاظ آماری معنی‌دار بوده

است (P< ۰/۰۱). نتایج نشان داد آتش‌سوزی به ترتیب در منطقه خلیچیان، حسن‌آباد و هفت‌آسیاب باعث افزایش ۲۶/۴۸، ۲۶/۴۸ و ۴۰/۱۴ درصدی تولید مرتع شده است. اختلاف شاخص تنوع گونه‌ای شاخص شانون – واینر در منطقه خلیچیان معنی‌دار نبود اما در سایر مناطق تنوع گونه‌ای افزایش معنی‌داری داشت. با مقایسه شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، مشخص شد آتش‌سوزی در هر سه منطقه باعث افزایش غنای گونه‌ای شده و این اختلاف و افزایش در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. شاخص یکنواختی گونه‌ای در مناطق حسن‌آباد و هفت‌آسیب افزایش معنی‌داری داشته است ولی در منطقه خلیچیان تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. بررسی ترکیب گیاهی مناطق مورد مطالعه نشان داد آتش‌سوزی موجب کاهش گونه‌های چوبی و افزایش گیاهان علفی شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد در مجموع آتش‌سوزی باعث افزایش پوشش گیاهی زنده، کاهش لاشبرگ و افزایش خاک لخت شده است. از سویی آتش‌سوزی باعث تغییر ترکیب گیاهی به نفع گیاهان علفی شده است. ازاین‌رو، توصیه می‌شود در مراتع علفزار که ترکیب گیاهی تغییر کرده و گونه‌های چوبی در آنها زیاد شده است با بهره‌گیری از آتش‌سوزی کنترل شده و در نظر گرفتن سایر مسائل اقتصادی – اجتماعی و زیست محیطی اقدام به اصلاح مرتع شود.

واژه‌های‌کلیدی: آتش‌سوزی، مرتع، فرم‌های رویشی، تولید، تنوع گونه‌ای.

مقدمه

آتش‌سوزی از عوامل اکولوژیکی مؤثر بر چرخه زیستی گیاهان در اکوسیستم‌های مرتعی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (Mirzay & Stoof *et al*., 2010; Shaiday *et al*., 2019; Musavand, 2020) که نقش مهمی در رشد، توسعه و تکامل گیاهان دارد (Baskin & Baskin, 1989). آتش‌زدن کنترل شده پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های طبیعی از قدیمی‌ترین و ساده‌ترین روش‌های تغییر و اصلاح رویشگاه بوده که برای از بین بردن آفات، امراض و گیاهان مهاجم و نامرغوب و تغییر پوشش گیاهی استفاده می‌شود (Mesdaghi., Moghadam, 2001; Ruthven *et al*., 2003; 2004). آتش‌سوزی از ابزارهای مدیریتی قوی و در عین حال کنترل شده و ارزان در مدیریت پوشش گیاهان مرتعی است و آگاهی از اثرهای آتش‌سوزی بر خصوصیات پوشش گیاهی یک اکوسیستم مرتعی برای مدیریت پس از آتش‌سوزی حائز اهمیت است (Moghadam, 2001; Mirzay musavand, 2020). شناخت اثرهای عوامل محیطی مانند آتش در ترکیب و ساختار جامعه‌های گیاهی می‌تواند پیش‌بینی تغییرات جامعه گیاهی را ساده‌تر کرده و این امکان را به انسان بدهد تا با مدیریت و دخالت در روند پویایی جوامع گیاهی از ایجاد وضعیت‌های نامطلوب در پوشش گیاهی جلوگیری کند (Pivello & Ramos –Neto, 2000). اهمیت و نقش آتش بر پوشش گیاهی در تمامی کشورها به‌ویژه کشورهای با عرض جغرافیایی معتدل و گرمسیری تقریباً شناخته شده است (Moghadam, 2004). در اثر آتش‌سوزی در مراتع سمیرم اصفهان که به‌عنوان یکی از روشهای کنترل بوته‌ای اعلام شده، گیاهان بوته‌ای کاهش یافته‌اند، در نتیجه شرایط توسعه و گسترش گونه‌های علف گندمیان فراهم شده است (Khoda Gholi *et al*., 2001). به همین دلیل در بیشتر اکوسیستم‌ها به‌ویژه مراتع و علفزاهای طبیعی، آتش‌سوزی باعث ایجاد ترکیب و ساختار معینی از پوشش گیاهی می‌شود (Bond & Midgly, 2003). در سال‌های بعد از آتش‌سوزی، علف گندمیان چندساله به دلیل موقعیت جوانه رشد در سطح خاک یا زیر خاک در برابر آتش‌سوزی مقاومت کرده و بیشتر می‌شوند (Mirzay musavand, 2020). در اثر آتش‌سوزی گیاهان خشبی و بوته‌ای با کاهش معنی‌داری زمینه را برای رشد و گسترش گیاهان اشکوب تحتانی که بیشتر پهن‌برگان علفی و علف گندمیان هستند فراهم می‌کند (Ratajcak *et al*., 2018; Provencher *et al*., 2007; Haubensaklel, 2009).

آتش‌سوزی درصد خاک لخت را افزایش داده (Dale *et al*., 2002; Shaidai *et al*., 2019) و باعث افزایش

خوشخوراکی، ارزش غذایی، کیفیت و مقدا تولید علوفه شده است (Beran & Ortman, 2008). این افزایش تولید در مراتع آتش‌سوزی شده اوکلاهامای مرکزی ۵۷٪ بیشتر از سایت شاهد بوده است (Svejcar, 1989). نتایج آتش‌سوزی در مدت ۸ سال در فصول پائیز، زمستان و بهار در علفزارها نشان داد که پهن‌برگان علفی چندساله افزایش یافتند (Towne & Kemp, 2003) و با اجرای آتش‌سوزی دیرموقع میزان تولید در علف گندمیان کاهش یافته و باعث افزایش تولید پهن‌برگان علفی در کوتاه‌مدت می‌شود (Engle *et al*., 1998). همچنین آتش‌سوزی در مراتع شنی نبراسکا باعث کاهش درصد ترکیب جگن‌ها و افزایش پهن‌برگان علفی شده است (Connot & Volesky, 2000). در درمنه‌زارهای جنوب آیداهو در اثر آتش‌سوزی، تولید علف گندمیان چندساله دو برابر شده و تولید پهن‌برگان علفی چندساله ۲۵ درصد بیشتر شده و کل علوفه قابل دسترس ۹۳ – ۶۴ درصد افزایش یافته است (Valentine, 1989). آتش به عنوان یک عامل محیطی باعث افزایش تنوع، تولید، جمعیت، پویایی و قدرت رویش گراسلندها می‌شود و سبب تکامل بسیاری از گونه‌ها می‌گردد. نظر به اینکه آتش باعث افزایش علف گندمیان (Menk, 1992; Mirzay; musavand, 2020) و گونه‌های یکساله و کاهش گونه‌های چوبی می‌شود می‌توان به عنوان عامل بازدارنده در سازوکار تکامل اکوسیستم به سوی کلیماکس دانست (Shokri *et al*., 2002). Steel و همکاران (۲۰۱۹) در مورد مقاومت اکولوژیکی و تغییرات پوشش گیاهی در مقابله با آتش‌سوزی‌های متوالی، مطالعاتی انجام دادند و نتیجه گرفتند در سیرانوادا آتش‌سوزی مکرر با شدت کم باعث سازگاری گونه‌های مقاوم به آتش‌سوزی و تغییر ترکیب جنگل به سمت گونه‌های مقاوم به آتش‌سوزی و افزایش یکنواختی شده است. آتش‌سوزی در فصل خواب باعث افزایش غنا و تنوع گونه‌ای شده و در فصل رشد باعث کاهش تنوع گونه‌ای می‌شود (Dale *et al*., 2002). آتش معمولاً برای از بین بردن بقایای محصولات زراعی در ایران استفاده می‌شود، در حالی که اطلاعات کمی در مورد اثرهای آن بر ویژگی‌های پوشش‌گیاهی، به‌ویژه مراتع در دسترس است (Molavi *et al*., 2009). نظر به اینکه مراتع جزو اکوسیستم‌های طبیعی و پویا بوده و بیشترین سطح خشکی‌ها را به خود اختصاص می‌دهد، برای مدیریت و بهره‌برداری بهینه باید شناخت دقیقی از اجزای اکوسیستم داشت و واکنش آنها در مقابله با دخالت و تغییرات گوناگون مانند آتش‌سوزی مطالعه شود (Emani & Sharifi, 2006).

این تحقیق، به منظور بررسی اثرهای آتش‌سوزی روی برخی خصوصیات پوشش گیاهی و آگاهی از رفتار پوشش گیاهی در واکنش به آتش‌سوزی برای مدیریت مراتع سنندج انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه:

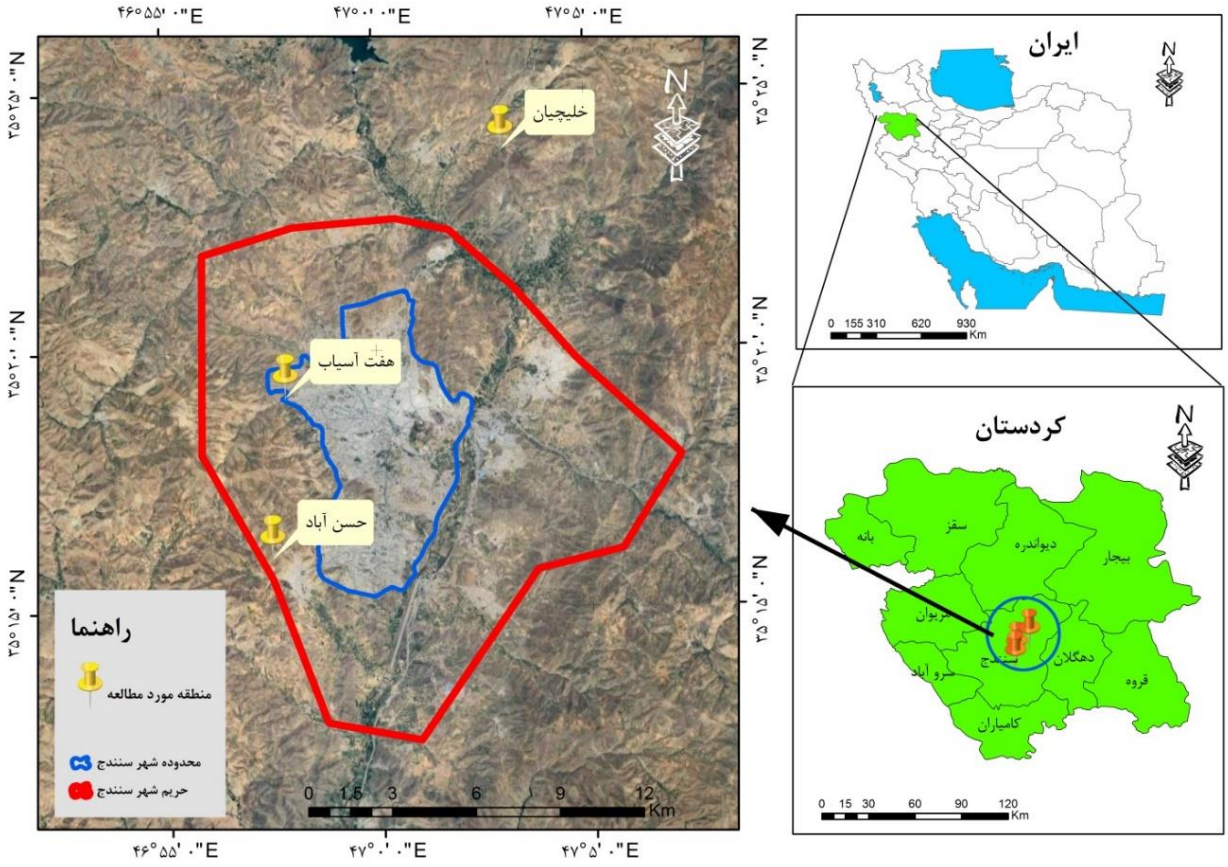
این تحقیق در مراتع کوهستانی شهرستان سنندج و در محدوده ´۲۶ °۴۶ تا ´۱۸ °۴۷ طول شرقی و ´۳ °۳۵ تا ´۳۸ °۳۵ عرض شمالی، انجام شده است. میانگین بارندگی سالیانه منطقه برابر ۴۵۸/۴ میلی‌متر است و اقلیم منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش دومارتن جزو مناطق نیمه‌خشک سرد به حساب می‌آید. از لحاظ درجه وضعیت پوشش گیاهی، منطقه جزء مراتع متوسط می‌باشد.

برای نمونه‌برداری، در مجموع ۶ سایت (سه سایت آتش‌سوزی و سه سایت شاهد) در سه منطقه در نظر گرفته شد. در هر منطقه با پیمایش صحرایی و با استفاده از نرم‌افزار Google earth، نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و دستگاه GPS map 76CSx سایت‌های آتش‌سوزی به شرح ذیل مشخص گردید. در هر منطقه محدوده سایت‌ها بر روی نقشه توپوگرافی مشخص شد.

۱- منطقه خلیچیان با مختصات جغرافیایی ً۴۹ ´۲۳ °۳۵ عرض شمالی و ً۵۹ ´۲ °۴۷ طول شرقی (مرکز محل نمونه‌برداری) با گونه‌های غالب *Heteranthelium Xerathemum - piliferum – Taeniatherum crinitum squarrosum* و تیپ *Annual grass– Xerathemum squarrosum* و آتش‌سوزی عمدی به مساحت ۷ هکتار اتفاق افتاده است.

۲- منطقه حسن‌آباد با مختصات جغرافیایی ″۵۹ ′۱۵ °۳۵ عرض شمالی و ″۲۶ ′۵۷ °۴۶ طول شرقی (مرکز محل نمونه‌برداری) با گونه‌های غالب *Acanthophyllum microcephallum - Heteranthelium piliferum* – *Astragalus sp* و تیپ *Acanthophyllum microcephallum - Heteranthelium piliferum* و آتش‌سوزی عمدی در مساحت ۱۰ هکتار رخ داده است.

۳- منطقه هفت آسیاب با مختصات جغرافیایی ″۵ ′۱۹ °۳۵ عرض شمالی و ″۴۸ ′۵۷ °۴۶ طول شرقی (مرکز محل نمونه‌برداری) با گونه‌های غالب – *Picris strigosa* *Crupina crupinastrum* – *Astragalus* sp. و تیپ *Picris strigosa* – *Crupina crupinastrum* و آتش‌سوزی عمدی در مساحت ۵ هکتار حادث شده است. به صورت متناظر (با رعایت کلیه شرایط توپوگرافی مانند ارتفاع، درصد شیب، جهت شیب و ...) در کنار هریک از سایت‌های آتش‌سوزی یک سایت به عنوان سایت شاهد انتخاب شد تا تأثیر گرادیانهای محیطی به حداقل برسد و فقط نقش و اثر آتش در تغییرات به وجود آمده بررسی شود. در نهایت تغییرات بین شاهد و آتش‌سوزی برای هر منطقه شامل خلیچیان (یکسال پس از آتش‌سوزی)، حسن‌آباد (دو سال پس از آتش‌سوزی) و هفت‌آسیاب (سه سال پس از آتش‌سوزی) بررسی شد. براساس بررسی‌های به‌عمل آمده کشاورزان و باغداران منطقه عمداً مراتع نزدیک زمین‌های کشاورزی خود را آتش می‌زنند و بعد شخم می‌زنند و در آن دخل و تصرف می‌کنند.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در شهرستان سنندج، استان کردستان و ایران

Figure 1- Geographical location of the studied area in Sanandaj city, Kurdistan province, Iran

پوشش با نرم‌افزار Ecological Methodology (Krebs, 2009) و Excel محاسبه شد. برای مقایسه درصد پوشش گیاهی، تولید، غنا و یکنواختی بین سایت‌های شاهد و آتش‌سوزی و مقایسه میانگین‌ها از آزمون t مستقل (Hurteau, 2019)در نرم‌افزار آماری SPSS استفاده گردید.

نتایج

الف: نتایج حاصل از مطالعه پوشش

گونه‌های گیاهی موجود در سایت‌های مورد مطالعه با دقت شناسایی شد و سهم هر گونه در ترکیب گیاهی تعیین گردید که نتایج آن در جدول ۱ درج شده است.

۱- نتایج مقایسه پوشش تاجی فرم‌های رویشی در سایت‌های آتش‌سوزی و شاهد

از مقایسه پوشش تاجی گندمیان یکساله و چندساله بین دو سایت آتش‌سوزی و شاهد برای مناطق خلیچیان، حسن‌آباد و هفت‌آسیاب (یک، دو و سه سال پس از آتش‌سوزی) تحت آزمون t مستقل، چنین استنباط شد که آتش‌سوزی درصد پوشش گندمیان یکساله و چندساله را افزایش داد که از لحاظ آماری اختلاف مشاهده شده گندمیان یکساله در منطقه خلیچیان (یکسال پس از آتش‌سوزی) در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است (P< ۰/۰۵)؛ در صورتی که گندمیان یکساله در مناطق حسن‌آباد و هفت‌آسیاب (دو و سه سال پس از آتش‌سوزی) در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (P< ۰/۰۱) و اختلاف گندمیان چندساله بین سایت آتش‌سوزی و شاهد در تمامی مناطق (خلیچیان، حسن‌آباد و هفت‌آسیاب) در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (P< ۰/۰۱). همچنین آتش‌سوزی درصد پوشش پهن‌برگان علفی یکساله و چندساله را نیز افزایش داد و این اختلاف در تمامی مناطق در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده (P< ۰/۰۱) و بوته‌ای‌ها نیز در سایت آتش‌سوزی نسبت به سایت شاهد کاهش معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند (P< ۰/۰۱) (شکل‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶).

روش نمونه‌برداری

پس از پیمایش صحرایی و نمونه‌برداری، فلور منطقه با کمک منابع موجود (Ghahreman, 1978-2008; Mahmodi & Mozafarian, 2006; Asgari, 2001) شناسایی شد. اجتماعات و تیپ‌های گیاهی نیز به روش فیزیونومیک - فلور ستیک مشخص شدند (Atri, 1997; Asri, 1995). نمونه‌برداری از پوشش گیاهی به روش تصادفی - سیستماتیک انجام گردید (Moghadam, Mesdaghi,2004,2001; 2004; 2004، Moghadam, 2001; 2001). اندازه پلات با توجه به نوع و اندازه و نحوه پراکنش گونه‌های گیاهی یک مترمربع انتخاب (Mesdaghi, 2004) و تعداد پلات‌ها نیز به روش آماری (Fattahi *et al*., 2009؛ Mesdaghi, 2004؛ Moghadam, 2001) تعیین شد. در هریک از سایت‌ها ۲ ترانسکت ۵۰ متری (در راستای شیب و عمود بر شیب) و در امتداد هر ترانسکت ۱۵ پلات مستقر گردید (در مجموع ۱۲ ترانسکت ۵۰ متری و ۱۸۰ پلات برای کل مناطق). فاصله بین پلات و ترانسکت‌ها با توجه به خصوصیات پوشش گیاهی، عوامل اکولوژیکی، وضعیت فیزیوگرافی و توپوگرافی و طول و مساحت واحد کاری در نظر گرفته شد (Asri, 1995; Atri, 1997; Fattahi, *et al*., 2009; Hurteau, 2019).

اطلاعات مربوط به فهرست گیاهان، درصد تاج پوشش گونه‌های گیاهی، درصد لاشبرگ، خاک لخت و سنگ و سنگریزه در پلات‌ها یادداشت شد. تولید به روش نمونه‌گیری مضاعف یا دوبل Mesdaghi (۲۰۰۴) اندازه‌گیری شد. در هر منطقه ۶۰ پلات مستقر گردید، به‌طوری‌که در ۲۰ پلات قطع و توزین در کل ۶۰ پلات تخمین انجام شد.

روش تحلیل آماری

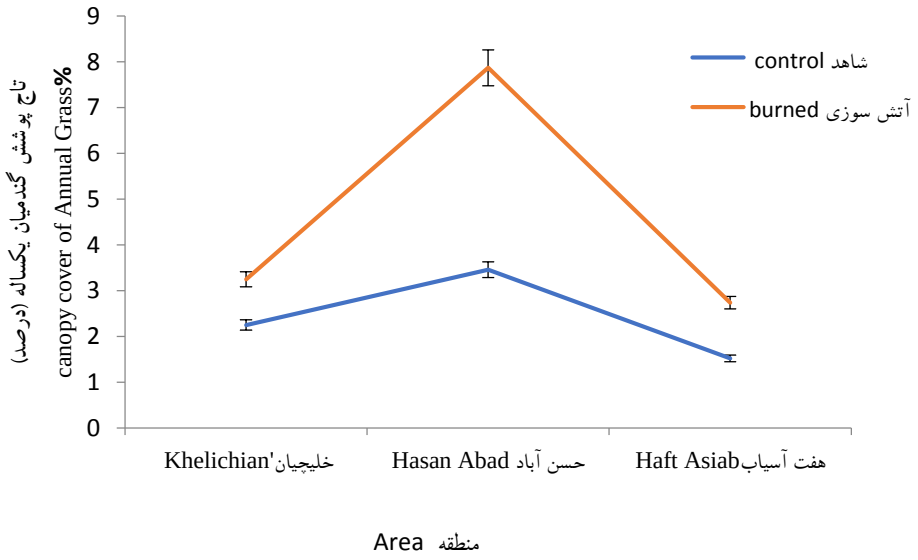
برای اندازه‌گیری تنوع و یکنواختی سایت‌های شاهد و آتش‌سوزی از شاخص شانون – واینر استفاده شد (Azarnivand & Zare chahouki, 2010؛ Mesdaghi, 2004) و غنا نیز به روش مارگالُف و با استفاده از درصد

جدول ۱- گونه‌های گیاهی شناسایی شده و سهم آنها در ترکیب گیاهی سایت‌های شاهد و آتش‌سوزی به تفکیک منطقه

Table 1- Identified plant species and their portion in the vegetation composition of the control and burned sites

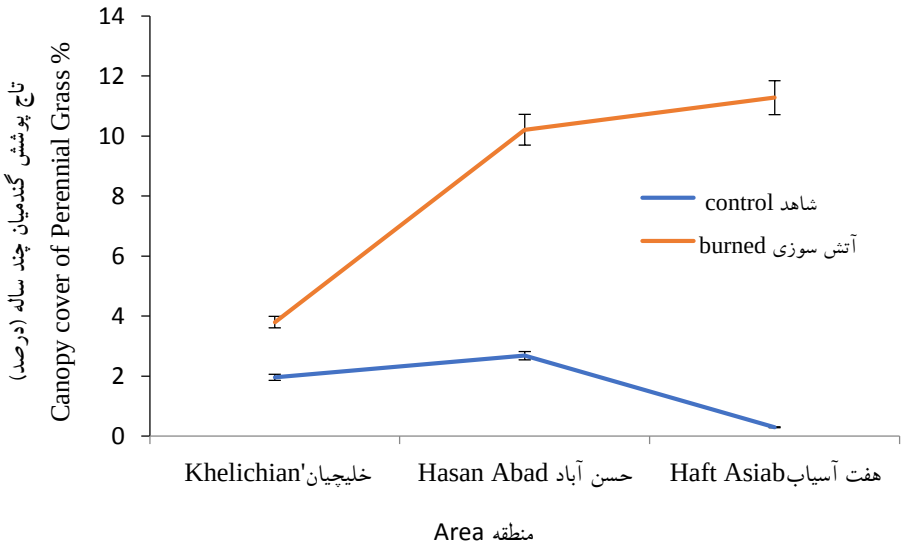
Plant species	Study areas					
	Khelichian		Hasan abad		Haft asiab	
	Control	Burned	Control	Burned	Control	Burned
	The proportion of species in the plant composition (%)					
Acanthophyllum microcephalum Boiss.	0.00	0.00	14.51	6.94	8.79	2.62
Aegilops triuncialis L.	5.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Astragalus mollis M. Bieb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29
Astragalus sp.	0.00	0.00	13.36	0.00	19.67	0.00
Avena sativa L.	1.64	1.53	0.96	1.06	1.22	6.04
Boissiera squarrosa (Banks & Sol.)	0.00	0.00	2.34	16.01	0.58	1.12
Bromus danthoniae Trin.	0.00	0.00	0.00	0.00	1.05	0.00
Bromus tectorum L.	9.68	10.78	0.14	0.44	1.05	0.29
Celsia aucheri Boiss.	0.68	0.16	0.28	0.15	0.70	0.67
Centaurea virgata Lam.	1.35	0.00	4.13	5.97	0.00	1.19
Cousinia archibaldii Rech.f.	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
Crepis quercifolia Bornm. & Gauba	1.64	8.84	0.14	0.52	8.39	7.83
Crupina crupinastrum (Moris) Vis.	0.00	7.31	2.93	2.04	15.37	21.71
Daucus littoralis Sm.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00
Echinops persicus Steven ex DC.	0.68	0.52	0.00	0.00	0.28	0.00
Eryngium billardieri F.	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00
Euphorbia cheiradenia Boiss. & Hohen.	0.00	0.00	0.08	0.00	0.58	0.00
Euphorbia geniculata Ortega	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00
Gondelia tornefortii L.	4.05	6.00	5.10	3.00	0.86	1.05
Gypsophila virgata Boiss.	3.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74
Heteranthelium **p***iliferum* (Banks & Sol.) Hochst.	2.27	11.16	11.43	11.93	2.45	4.77
Hordeum bulbosum L.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00
Hypericum lysimachioides Boiss. & Noë	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96
Lathyrus aphaca L.	0.23	0.13	0.15	0.15	0.16	0.18
Lens culinaris	2.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lotus gebelia Vent.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45
Medicago rigidula (L.) All.	1.06	16.74	2.25	4.03	2.50	6.94
Medicago radiata L.	0.00	0.00	2.25	4.02	0.00	0.29
Melica persica Kunth.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00
Phlomis persica Boiss.	10.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Picris strigosa M. Bieb.	0.00	0.00	0.91	0.19	17.30	19.47
Poa bulbosa L.	7.65	9.36	8.64	17.07	0.00	0.00
Salvia palaestina Benth.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36
Scabiosa calocephala Boiss.	1.64	1.42	8.95	0.87	0.75	1.63
Scandix stellata Banks & Sol.	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	2.01
Scariola orientalis (Boiss.) Soják.	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Plant species	Study areas					
	Khelichian		Hasan abad		Haft asiab	
	Control	Burned	Control	Burned	Control	Burned
Silene dichotoma Ehrh.	2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74
Sonchus asper (L.) Hill.	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00
Stachys inflata Benth.	0.00	0.36	0.00	0.00	0.10	0.00
Taeniatherum crinitum (Schreb.) Nevski	6.30	9.63	5.65	2.77	9.08	6.94
Tanacetum parthenium (L.) Sch. Bip.	13.73	3.88	11.06	6.26	4.66	8.66
Trigonella monantha C.A. Mey.	1.13	2.68	3.07	6.99	0.00	2.31
Velezia rigida L.	7.56	2.53	0.55	1.50	0.00	0.00
Vulpia myuros (L.) C.C. Gmel.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.74
Xeranthemum squarrosum Boiss	13.35	6.47	0.96	8.11	0.00	0.00
Total	100	100	100	100	100	100



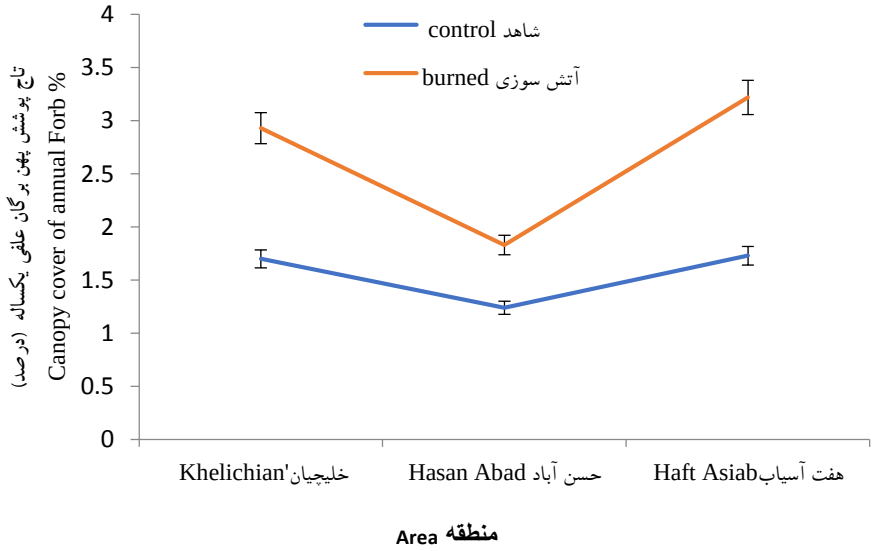
شکل ۲– مقایسه درصد پوشش تاجی گندمیان یکساله بین دو سایت شاهد وآتش‌سوزی به تفکیک منطقه

Figure 2- Comparison of the canopy cover in annual Grass between the control and burned sites



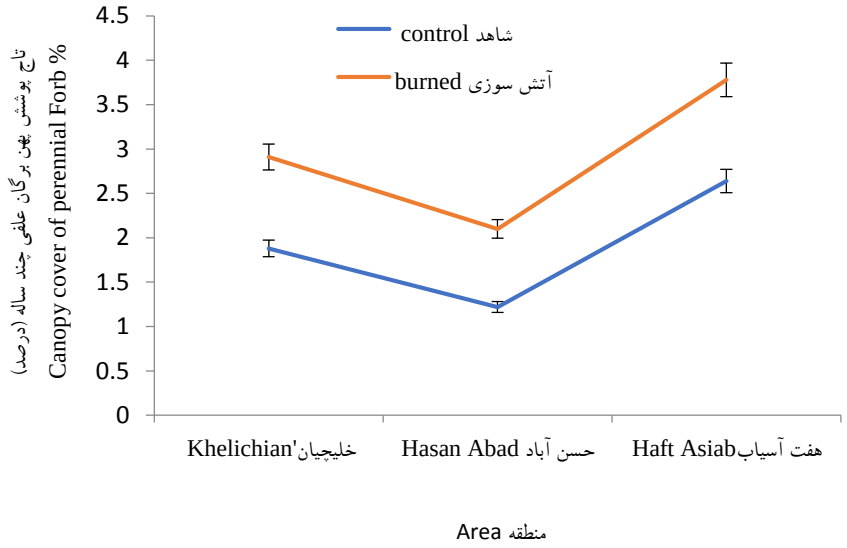
شکل ۳- مقایسه درصد پوشش تاجی گندمیان چندساله بین دو سایت شاهد وآتش‌سوزی به تفکیک منطقه

Figure 3- Comparison of the canopy cover in Perennial Grass between the control and burned sites



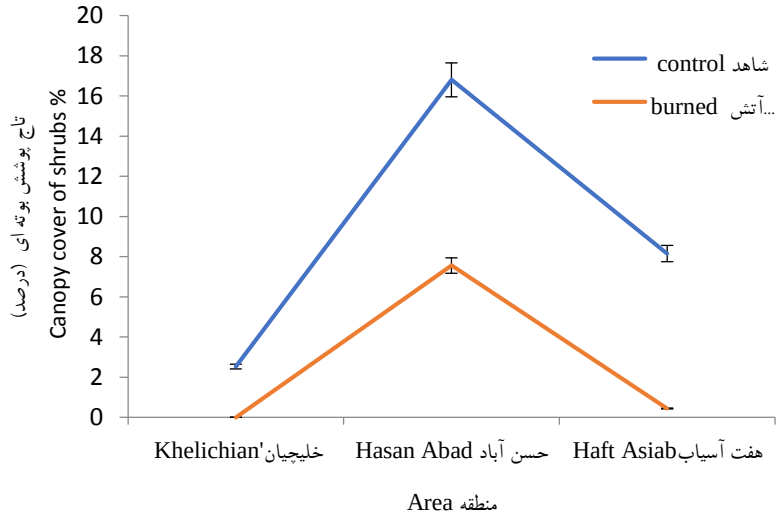
شکل ۴- مقایسه درصد پوشش تاجی پهن‌برگان علفی یکساله بین دو سایت شاهد وآتش‌سوزی به تفکیک منطقه

Figure 4- Comparison of the canopy cover in annual Forb between the control and burned sites



شکل ۵- مقایسه درصد پوشش تاجی پهن‌برگان علفی چندساله بین دو سایت شاهد وآتش‌سوزی به تفکیک منطقه

Figure 5- Comparison of the canopy cover in perennial Forb between the control and burned sites



شکل ۶- مقایسه درصد پوشش تاجی بوته‌ای‌ها بین دو سایت شاهد وآتش‌سوزی به تفکیک منطقه

Figure 3- Comparison of the canopy cover in shrubs between the control and burned sites

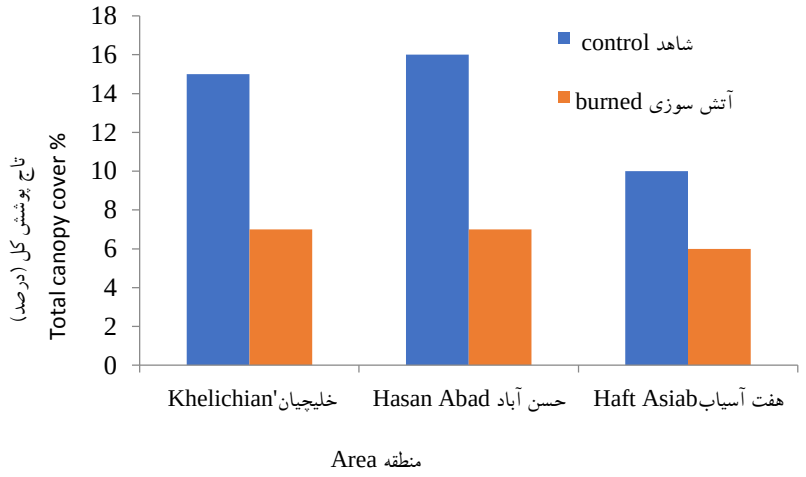
مشاهده شده در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (P< ۰/۰۱). در سایت آتش‌سوزی منطقه حسن‌آباد ۹۰/۷۳ درصد بوده که بیشتر از سایت شاهد با ۷۴/۲۰ درصد است که از لحاظ آماری اختلاف مشاهده شده در سطح ۱ درصد معنی‌دار است (P< ۰/۰۱). در سایت آتش‌سوزی منطقه هفت‌آسیاب

۲- نتایج حاصل از پوشش تاجی کل

درصد تاج پوشش کل بین دو سایت آتش‌سوزی و شاهد مقایسه شد و نتایج نشان داد درصد تاج پوشش کل در سایت آتش‌سوزی منطقه خلیچیان ۶۴/۵۶ درصد بوده و بیشتر از منطقه شاهد با ۵۱ درصد است که از لحاظ آماری اختلاف

درصد معنی‌دار بود (P< ۰/۰۱) (شکل ۷).

۹۰/۷۶ درصد بوده که بیشتر از سایت شاهد با ۷۲/۷۰ درصد است که از لحاظ آماری اختلاف مشاهده شده در سطح ۱



شکل ۷- مقایسه درصد تاج پوشش کل بین دو سایت شاهد و آتش‌سوزی به تفکیک منطقه

Figure 7- Comparison of the percentage of the total canopy cover between the control and burned sites

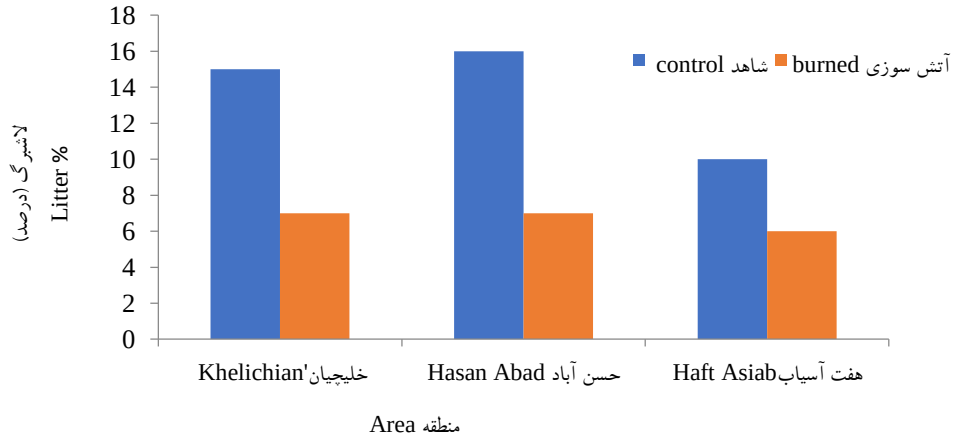
۳

بیشتر از سایت آتش‌سوزی با ۷ درصد است و در سایت شاهد منطقه هفت‌آسیاب ۱۰ درصد بوده که بیشتر از سایت آتش‌سوزی با ۶ درصد است، به‌نحوی‌که اختلافات مشاهده شده در هر سه منطقه از لحاظ آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار است (P< ۰/۰۱) (شکل ۸).

- نتایج حاصل از مطالعه پوشش لاشبرگ و خاک لخت

- مقایسه درصد لاشبرگ:

نتایج نشان داد آتش‌سوزی باعث کاهش درصد لاشبرگ شده است. درصد لاشبرگ در سایت شاهد منطقه خلیچیان ۱۵ درصد بوده که بیشتر از سایت آتش‌سوزی با ۷ درصد است و در سایت شاهد منطقه حسن‌آباد ۱۶ درصد بوده که



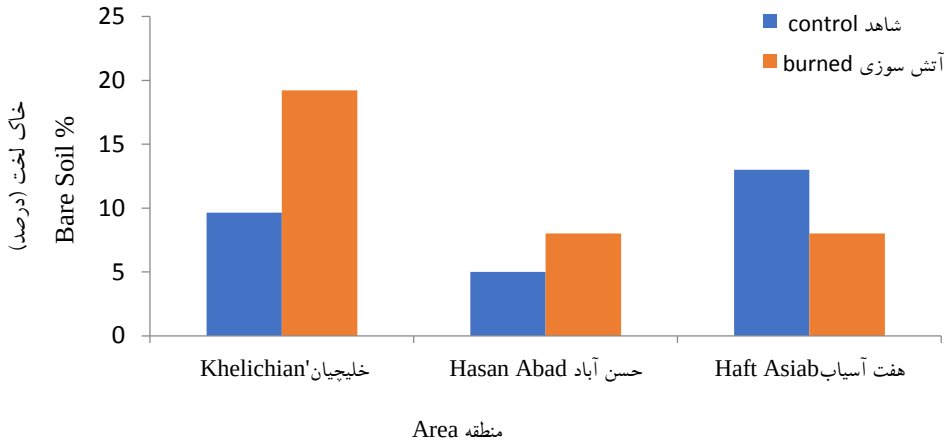
شکل ۸- مقایسه درصد لاشبرگ بین دو سایت شاهد وآتش‌سوزی به تفکیک منطقه

Figure 8- Comparison of the percentage of litter between the control and burned sites

منطقه حسن‌آباد ۸ درصد بوده و بیشتر از سایت شاهد با ۵ درصد است و درصد خاک لخت در سایت آتش‌سوزی منطقه هفت‌آسیاب ۱۳ درصد بوده و بیشتر از سایت شاهد با ۸ درصد می‌باشد که این اختلاف در سطح ۱ درصد معنی‌دار است (P< ۰/۰۱) (شکل ۹).

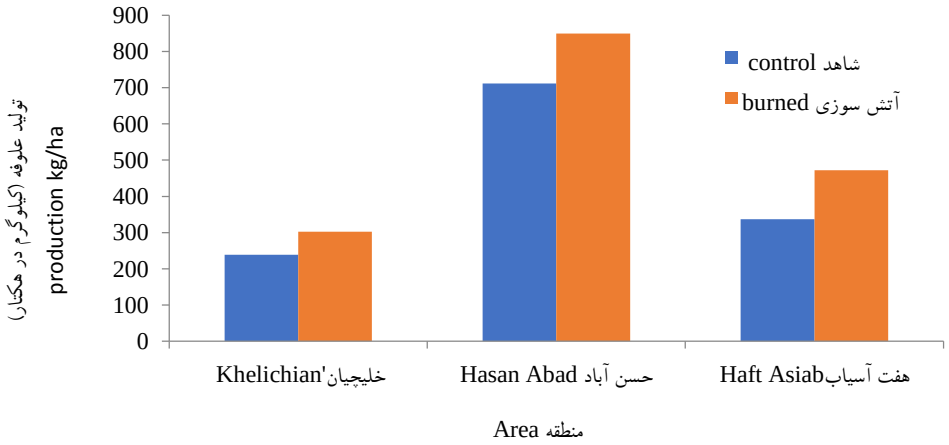
– مقایسه درصد خاک لخت:

آتش‌سوزی باعث افزایش خاک لخت در مناطق مورد مطالعه شده است. درصد خاک لخت در سایت آتش‌سوزی منطقه خلیچیان ۱۹ درصد بوده که بیشتر از سایت شاهد با ۱۰ درصد است و درصد خاک لخت در سایت آتش‌سوزی



شکل ۹– مقایسه درصد خاک لخت بین دو سایت شاهد و آتش‌سوزی به تفکیک منطقه

Figure 9- Comparison of the percentage of bare soil between the control and burned sites



شکل ۱۰– مقایسه تولید علوفه بین دو سایت شاهد وآتش‌سوزی به تفکیک منطقه

Figure 10- Comparison of production between the control and control sites

شاهد با ۲۳۹ کیلوگرم در هکتار است و از لحاظ آماری اختلاف مشاهده شده در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است (P< ۰/۰۱). تولید در سایت آتش‌سوزی منطقه حسن‌آباد ۸۴۹/۷ کیلوگرم در هکتار بوده که بیشتر از سایت شاهد با

ب) نتایج حاصل از مطالعه تولید

تولید بین دو سایت آتش‌سوزی و شاهد به تفکیک منطقه مطالعه شد. تولید در سایت آتش‌سوزی منطقه خلیچیان ۳۰۲/۳ کیلوگرم در هکتار بوده که بیشتر از سایت

ج: نتایج حاصل از مطالعه تنوع

با بررسی نتایج حاصل از تنوع گونه‌ای با استفاده از شاخص شانون –واینر مشخص شد هر چند در سایت شاهد منطقه خلیچیان میانگین شاخص تنوع ۰/۹۰ و در سایت آتش‌سوزی ۰/۹۷ بوده امّا این اختلاف معنی‌دار نبوده است (P=۰/۱۸۲) ولی در مناطق حسن‌آباد و هفت‌آسیاب آتش‌سوزی باعث افزایش معنی‌داری در مقدار شاخص تنوع شده است (P< ۰/۰۱) (جدول ۲).

۷۱۲ کیلوگرم در هکتار است که از لحاظ آماری اختلاف مشاهده شده در سطح ۱ درصد (P< ۰/۰۱) معنی‌دار است. تولید در سایت آتش‌سوزی منطقه هفت‌آسیاب ۴۷۲/۳ کیلوگرم در هکتار بوده که بیشتر از سایت شاهد با ۳۳۷ کیلوگرم در هکتار است که از لحاظ آماری اختلاف مشاهده شده در سطح ۱ درصد (P< ۰/۰۱) معنی‌دار است (شکل ۱۰).

جدول ۲- مقایسه شاخص تنوع گونه‌ای بین دو سایت شاهد و آتش‌سوزی به تفکیک منطقه

Table 2- Comparison of the species diversity index between the two control and burned sites

Sig.	Species diversity index in the burned site	Species diversity index in the control site	Sampling areas based on the year they burned
P=0.182^{ns}	0.97	0.90	Khelichian
P<0.01**	0.96	0.85	Hasan Abad
P<0.01**	1.08	0.90	Haft Asiab

**The difference is significant at the 1% level; ns: no significant difference

آتش‌سوزی در هر سه منطقه باعث افزایش غنای گونه‌ای شده و این اختلاف و افزایش در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد (P< ۰/۰۱) (جدول ۳).

د: نتایج حاصل از مطالعه غنای گونه‌ای

با استفاده از شاخص مارگالُف غنای گونه‌ای در سایت آتش‌سوزی و شاهد مطالعه شد و نتایج نشان داد که

جدول ۳- مقایسه غنای گونه‌ای براساس شاخص مارگالُف بین دو سایت شاهد و آتش‌سوزی به تفکیک منطقه

Table 3- Comparison of species richness based on Margalof index between two control and burned sites

Sig.	Species richness index in the burned site	Species richness index in the control site	Sampling areas based on the year they burned
P<0.01**	7.07	6.12	Khelichian
P<0.01**	6.54	5.63	Hasan abad
P<0.01**	8.44	7.16	Haft asiab

**The difference is significant at the 1%

است (P=۰/79) ولی در مناطق حسن‌آباد و هفت‌آسیاب از لحاظ آماری دارای افزایش معنی‌داری در سطح ۱ درصد می‌باشند (P< ۰/۰۱) (جدول ۴).

هـ: نتایج حاصل از مطالعه یکنواختی گونه‌ای

براساس نتایج بررسی یکنواختی در دو سایت آتش‌سوزی و شاهد، مشخص گردید که یکنواختی در منطقه خلیچیان کاهش یافته و این کاهش از لحاظ آماری معنی‌داری نبوده

جدول ۴- مقایسه شاخص یکنواختی گونه‌ای بین دو سایت شاهد و آتش‌سوزی به تفکیک منطقه

Table 4- Comparison of the species evenness index between the two control and burned sites

Sig.	Evenness index in the burned site	Evenness index in the control site	Sampling areas based on the year they burned
P=0.79^{ns}	0.86	0.87	Khelichian
P<0.01**	0.86	0.81	Hasan abad
P<0.01**	0.89	078	Haft asiab

**The difference is significant at the 1% level; ns: no significant difference

بحث

براساس نتایج این پژوهش، در مجموع آتش‌سوزی باعث افزایش پوشش گیاهی زنده، کاهش لاشبرگ و افزایش خاک لخت شده است. بررسی نتایج به‌دست آمده از مطالعات پوشش گیاهی در این پژوهش نشان می‌دهد که آتش‌سوزی درصد پوشش تاجی گندمیان (یکساله و چندساله) و پهن‌برگان علفی (یکساله و چند ساله) را افزایش داده است ولی درصد پوشش تاجی بوته‌ای‌ها کاهش یافته است. علت این یافته‌ها را می‌توان چنین بیان کرد که روند پویایی جوامع گیاهی اگر با وضعیت‌های نامطلوب مواجه شوند پوشش گیاهی بوته‌ای و خشبی غالب می‌شوند (Ramos –Neto, 2004; Banihashemi & Pivello, 2020) و بوته‌ای‌ها به علت داشتن اندام‌های هوایی بیشتر و ساختمان خشبی سوخت مناسبی را برای آتش‌سوزی ایجاد می‌کنند و زودتر و بهتر می‌سوزند (Emani & Sharifi, 2006) و با کاهش بوته‌ها زمینه برای رشد و گسترش گیاهان اشکوب تحتانی که بیشتر پهن‌برگان علفی و گندمیان هستند فراهم می‌شود و گندمیان چندساله به علت موقعیت جوانه رشد در سطح خاک یا زیر خاک در برابر آتش‌سوزی مقاومت بیشتری دارد (Provencher *et al.*, 2007; Haubensaklel, 2009; Banihashemi, 2020). از سوی دیگر، جوانه رشد در بوته‌ها در روی شاخه‌ها می‌باشد، به همین دلیل و نیز به دلیل رشد کندتر بوته‌ای‌ها نسبت به گیاهان علفی و گندمی باعث می‌شود که بوته‌ای‌ها در رقابت رشد دوباره با گیاهان علفی و گندمی حداقل در چند سال اول بعد از آتش‌سوزی ضعیف‌تر عمل کنند. Cook و همکاران (۱۹۹۴) مطالعه‌ای در مورد اثر آتش بر گونه‌های علفی انجام دادند و نتیجه گرفتند که آتش‌سوزی باعث افزایش تولید گونه‌های علفی می‌شود و دلیل آن را توانایی گونه‌های علفی در سرعت استقرار آنها بعد از آتش‌سوزی می‌دانند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. Banihashemi و همکاران (۲۰۲۰) تحقیقاتی در مورد تغییرات گروه‌های عملکردی گیاهان در اثر آتش‌سوزی در مراتع نیمه استپی استان چهارمحال و بختیاری انجام دادند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که درصد ترکیب گونه‌های با شکل رویشی گندمی، علفی و بوته‌ای، درصد ترکیب گیاهان با خوشخوراکی افزایش معنی‌داری در مناطق آتش‌سوزی داشته است. Ratajczak و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی اثرهای ترکیبی موج گرما و آتش‌سوزی در پوشش گیاهی علفزار و چمن‌زارها، نتیجه گرفتند که آتش‌سوزی باعث جلوگیری از گسترش گونه‌های خشبی و چوبی شده و باعث افزایش گونه‌های علفی می‌شود.

Hurteau و همکاران (۲۰۱۹) تحقیقاتی در مورد بازخورد مناطق سوخته شده و کاهش مناطق بدون پوشش گیاهی و اثرهای تغییرات آب و هوایی انجام دادند و نتیجه گرفتند که آتش‌سوزی باعث کاهش مناطق بدون پوشش گیاهی یا مناطق با پوشش کم می‌شود. Shokri و همکاران (۲۰۰۱) در بررسی پیامد آتش‌سوزی بر پوشش گیاهی پارک ملی گلستان، نتیجه گرفتند که آتش‌سوزی باعث افزایش معنی‌داری در میزان پوشش تاجی گیاهان شده است، همچنین باعث افزایش معنی‌دار پوشش تاجی گونه‌های علفی شده که با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت دارد. Ruthven و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی که بر روی پاسخ پوشش گیاهان چوبی به رژیم سوزاندن مختلف در مراتع بومی در دشت‌های غربی و جنوبی ایالت تگزاس انجام دادند، نتیجه گرفتند که آتش‌سوزی سبب افزایش پهن‌برگان چندساله و بقولات می‌شود، این یافته همسو با نتایج این تحقیق است. Rogers و همکاران (۲۰۰۴) تحقیقاتی روی پاکسازی گیاهان بوته‌ای با روش سوزاندن در بوته‌زارهای جنوب ایالت تگزاس انجام دادند و چنین نتیجه گرفتند که استفاده از آتش‌سوزی یکی از روش‌های کم هزینه در اصلاح و احیاء بوته‌زارها می‌باشد و آن را به عنوان یک درمان نگهدارنده در بوته‌زارها پیشنهاد کرده‌اند، همچنین اظهار کردند که آتش‌سوزی باعث افزایش تولید در گراس‌ها و فورب‌ها می‌شود و شادابی گیاهان را افزایش می‌دهد. Jonathan و همکاران (۲۰۰۸) مطالعه‌ای در مورد جانشینی با اجرای آتش در دشت‌های بزرگ درمنه‌زار در استپ‌های شرق اورگان واقع در غرب ایالات متحده، که مورد آتش‌سوزی قرار گرفته بودند انجام دادند و بیان کردند که در همه پلات‌های سوخته شده، پوشش گیاهی

و محصول سرپا بیشتر از پلات‌های شاهد است. Scheintaub و همکاران (۲۰۰۹) تحقیقاتی در مورد پاسخ و واکنش جامعه گیاهی فورب‌های چندساله استپی به آتش‌سوزی در مراتع نیمه‌خشک دشت‌های تحت قرق در شمال کلرادو آمریکا در سالهای ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ انجام دادند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که آتش‌سوزی باعث تغییرات جامعه گیاهی می‌شود، در این تغییرات جامعه گیاهی فورب‌های چندساله پس از آتش‌سوزی افزایش یافته است. این نتایج نشان می‌دهد که تغییرات پس از آتش‌سوزی در بهره‌وری در مراتع نیمه‌خشک منفی نیست بلکه مثبت می‌باشد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. براساس نتایج این تحقیق آتش‌سوزی باعث افزایش گراس‌های چندساله و کاهش گونه‌های بوته‌ای شده است. Ellsworth و Kauffman (۲۰۱۰) مطالعاتی در مورد اثرهای آتش‌سوزی بر گراس‌های چندساله بومی تحت قرق در درمنه‌زارهای اکوسیستم کوهستانهای شمال‌غربی کالیفرنیای آمریکا انجام دادند. نتایج تحقیق آنان نشـان داد که آتش‌سوزی باعث افزایش گراس‌های چندساله و کاهش گونه‌های بوته‌ای شده است. در نهایت نتایج نشان می‌دهد که تلاش‌های باروری و زنده ماندن گندمیان دسته‌ای بومی پاسخ مثبت به آتش‌سوزی داشته است و آتش‌سوزی باعث افزایش تجدید حیات آنها می‌شود که با نتایج این پژوهش مشابهت دارد. این نشان می‌دهد که آتش‌سوزی می‌تواند یک ابزار مهم برای بازسازی و حفاظت از گراس‌های چندساله سازگار به آتش‌سوزی باشد. در سایت آتش‌سوزی منطقه خلیچیان (یکسال پس از آتش‌سوزی) تنوع گونه‌ای نسبت به سایت شاهد افزایش ناچیزی داشته و معنی‌دار نبوده ولی در مناطق حسن‌آباد و هفت‌آسیاب (دو و سه سال پس از آتش‌سوزی) تنوع افزایش معنی‌داری داشته که این اختلاف در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و می‌توان آن را ناشی از افزایش گندمیان و پهن‌برگان علفی یکساله و چندساله دانسته و در منطقه هفت‌آسیاب (سه سال پس از آتش‌سوزی) با حضور دوباره گونه‌های بوته‌ای تنوع گونه‌ای بیشتر افزایش می‌یابد که با مطالعات (Shokri *et al*., 2002) مطابقت دارد. Dale و همکاران (۲۰۰۲) در مورد اثر آتش‌سوزی بر غنای گونه‌ای مطالعاتی انجام دادند و از نتایج حاصل از مطالعه غنای گونه‌ای مشخص شد که آتش‌سوزی در هر سه سال باعث افزایش غنای گونه‌ای شده و این افزایش معنی‌دار بوده که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. از مطالعه یکنواختی در سایت آتش‌سوزی و شاهد مشخص شد که یکنواختی در سال اول در اثر آتش‌سوزی کاهش یافت و این اختلاف معنی‌دار نبود ولی در سال‌های دوم و سوم یکنواختی افزایش معنی‌داری داشت. یکنواختی بعد از آتش‌سوزی عموماً به دلیل غلبه یک مجموعه گیاهان علفی و گندمی مقاوم و سازگار می‌باشد که به‌مرور زمان با بازگشت به کلیماکس از میزان یکنواختی کم می‌شود. در مجموع، براساس مطالعات انجام شده و نتایج بدست آمده ذکرشده، با کاهش گونه‌های چوبی و افزایش گیاهان علفی (گندمیان و پهن‌برگان علفی یکساله و چندساله)، می‌توان گفت که جایگزینی و تغییرات پوشش گیاهی که بر اثر آتش‌سوزی اتفاق می‌افتد، نشانه بازگشت اکوسیستم به مراحل پائین‌تر در سیر طبیعی و روند توالی اکولوژیکی است و می‌توان آتش را به عنوان متغیری بازدارنده در سازوکار تکاملی اکوسیستم‌های مرتعی به سوی کلیماکس معرفی کرد. بسیاری از بوم‌شناسان آتش را به عنوان یکی از ویژگی‌های ذاتی بوم‌نظام‌ها می‌شناسند که در احیاء و تکامل سیستم نقش فراوانی دارد و حتی آن را به عنوان یک ابزار مدیریتی برای احیاء بوم‌نظام‌هایی که آتش‌سوزی در آنها موجب تکامل گیاهان و جامعه آنها می‌شود نام می‌برند (Ramos –Neto, Pivello & 2004). اصولاً نتایج تحقیقات داخلی و خارجی نشان می‌دهند که گندمیان یکساله در سال اول بعد از آتش‌سوزی افزایش یافته و به‌تدریج دوباره کاهش می‌یابند، زیرا در ابتدا به عنوان گونه‌های اولیه یا پرستار وارد اکوسیستم شده و به‌تدریج در اثر رقابت با گیاهان علفی و گندمی چندساله کمرنگ‌تر می‌شوند. در مورد گندمیان چندساله نیز، اصولاً در سال اول حضور آنها کم و به‌مرور زمان افزایش می‌یابد، نتایج این تحقیق تأییدکننده این روند بود. اما در مورد علفی‌های یکساله، علفی‌های چندساله و بوته‌ای‌ها روند با آنچه انتظار می‌رود کاملا همسو نبود که دلیل این موضوع را باید در تفاوت ذاتی بین مکان‌های تحقیق جستجو کرد. در

نهایت می‌توان آتش را به عنوان یک ابزار مدیریتی برای افزایش گیاهان علفی در اکوسیستم‌های مناطق نیمه‌خشک در نظر گرفت.

منابع مورد استفاده:

– Asgari, T. and Mahmodi, A., 2001. Weed plants of rangelands and Farmlands of Iran, Gilan University Publication, 157 pp. (In Persian)
– Asri, Y., 1995. Phytosociology, Research Institute of Forests and Rangelands Pub. 285 pp. (In Persian)
– Atri, M., 1997. Phytosociology, Research Institute of Forests and Rangelands Pub. 384 pp. (In Persian)
– Azarnivand, H. and Zare chahouki, M.A., 2010. Rangeland Ecology. University of Tehran press, 345 pp.
– Banihashemi, E. & Naghipour, A., 2018. Variation of plant functional groups in relation to fire in semisteppe rangelands of chaharmahal va Bakhtiari Province. Journal of Environmental Science and Technology (JESTm, 22 (5): 99-110. Doi:10.22034/jest.2019.34185.4158
– Baskin, J. M and Baskin, C. C., 1989. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. In: Leck MA, Parker VT, and Simpson RL (eds) Ecology of soil seed banks. Pp: 53.66, Academic Press, San Diego, California.
– Bond, W. J and Midgly, J. J., 2003. The evolutionary ecology of sprouting in woody plants. International Journal of plant Science, 164:103-114. https://doi.org/10.1086/374191
– Cook, J. G., Hershey, T.J. & Irwin, L.L., 1994. Vegetation response to burning on Wyoming mountain-shrub big game ranges. Range Management, 47: 296- 302. Doi: 10.2307/4002550
– Dale, G., Brockway, R.G and Paris, R.B., 2002. Restoring fire as an ecological process in short grass prairie ecosystems: initial effects of prescribed burning during the dormant and growing seasons. Environmental Management, 65:135-152. DOI: 10.1006/jema.2002.0540
– Ellsworth, L. M. and Kauffman, J. B., 2010. Native bunchgrass response to prescribed fire in ungrazed mountain big sagebrush ecosystems. Natural Resources and Environmental Management, University of Hawaii at Manoa Fire Ecology 6, 3. https://doi.org/10.4996/fireecology.0603086
– Engle, D. M., Mitchell, R. L. and Stevens, R. L., 1998. Late growing season fire effects in mid successional tall grass prairies. Journal of Range Management, 51(1): 115- 121. Doi: 102307/4003573
– Fattahi, B., Aghabeigi Amin, S., Ildoromi, A., Maleki, M., Hasani J and Sabetpour, T., 2009. Investigation of some environmental factors effective on *Astragalus gossypinus* in Zagros mountainous rangelands. Iranian of Rangeland, 3(2): 216-230 pp. (In Persian). https://www.magiran.com/paper/showpdf/068cf1d5-2a36-4e38-aaec-9c2bc08f2db4?p=736690&m=5462.
– Garcia, N., 1977. The effects of fire on the vegetation of Donana national park. Journal of Spain, 3(1): 318-325 pp.
– Ghahreman, A., 1995. Cormophytes of Iran. Tehran University Press, Vol: 1-4. (In Persian)
– Ghahreman, A.,1978-2008. Flora of Iran. Vol: 1-21, Research Institute of Forests and Rangelands Pub. (In Persian)
– Haubensak, K., Antonio, C. D. and Wixon, D., 2009. Effect of fire and environmental variables and composition in grazed salt desert shrub lands of the Great Basin (USA). Journal of Arid Environments, 73: 643-650 pp. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2008.12.020
– Hurteau, M.D., Liang, S., Westerling, L and Wiedinmyer, Ch., 2019. Vegetation-fire feedback reduces projected area burned under climate change. Scientific Reports, 9: 28-38. https://doi.org/10.1038/s41598-019-39284-1
– Jonathan, D., Bates, E. and Rhodes, C., 2008. Post fire succession in big sagebrush steppe with livestock grazing. Rangeland Ecology and Management, 62(1): 98-110. https://doi.org/10.2111/08-096
– Khoda Gholi, M., Bagherzadeh, K., Eftekhari, M and Saeidfar, M., 2001. Rangeland Improvement and development by bush control research project Report, Livestock and Natural Resources Research Center Isfahan Province, 41pp. (In Persian)
– Krebs, C.J., 2009. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. 6th ed. Benjamin Cummings, San Francisco. 655 pp.
– Menk, J. W., 1992. Grazing and fire management for native perennial grass restoration. Journal of California Native Plant Society, 20 (2): 22-25
– Mesdaghi, M., 2001. Vegetation Description and Analysis. Publications Jihad Mashhad University, Pub, 287 (In Persian)
– Mesdaghi, M., 2004. Range Management in Iran. Astane ghods razavi Pub, 215 (In Persian)
– Mirzay Musavand, A., 2020. The effect of fire on the vegetation and some soil characteristics in the pastures of Lorestan province (Case study: North-East of Delfan County - Green Mountain Ranges).

range and Watershed (Natural Resources of Iran), 73: 649-661. Doi: 10.22059/jrwm.2020.251911.1231
- Moghadam, M.R., 2001. Range and range management. Tehran University Pub, 470 P. (In Persian)
- Moghadam, M.R., 2004. Ecology of terrestrial plants. Tehran University Pub, 700 P. (In Persian)
- Molavi, R., Baghernejad, M. and Adhami, E. 2009. Effects of Forest Burning and Slash Burn on Physico-Chemical Properties and Clay Minerals of Top Soil. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science, 13(49): 99-110. URL: http://jstnar.iut.ac.ir/article-979-1fa.html
- Mozafarian, V.A., 2006. A dictionary of Iranian plants name. Farhang Maser Pub., 765 PP. (In Persian)
- Ortman, J. and Beran, D.D., 2008. Grassland management with prescribed Fire. Nebraska cooperative extension, 148: 122-132 pp. https://digitalcommons.unl.edu/extensionhist
- Provencher, L., Forbis, T. A., Frid L. and Medlyn, G., 2007. Comparing alternative management strategies of fire, grazing and weed control using spatial modeling, Ecological Modeling, 209: 249-263. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.06.030
- Ramos –Neto, M. B. and Pivello, V. R., 2000. Lighting fires in a Brazilian Savanna National Park: rethinking management strategies Environmental Management, 26:675-684. https://doi.org/10.1007/s002670010124
- Ratajczak, Z., Churchill, A., Ladwig, L M., Taylor, j and Collins, S. 2019. The combined effects of an extreme heatwave and wildfire on tallgrass prairie vegetation. Journal of Vegetation Science. Journal of Vegetation Science. Volume 30, Issue 4 p. 687-697 https://doi.org/10.1111/jvs.12750
- Rogers, J. O., Timothy, E., Fulbright, D. and Ruthven, D.C., 2004. Vegetation and deer response to mechanical shrub clearing and burning, Journal of Range Management, 57: 41- 48. https://doi.org/10.2111/1551-5028(2004)057 [0041: VADRTM]2.0.CO;2.
- Ruthven, D. C., Braden, A. W., Knutson, H. J., Gallagher J. F and Synatzske, D. R., 2003. Woody vegetation response to various burning regimes in South Texas. Journal of Range Management. 56: 159-166. Doi:10.2307/4003900.
- Safayian, N and Shokri, M., 1998. Fire as an ecological factor in rangeland ecosystem. Natural Resources Iranian Journal, pp: 51- 53.
- Scheintaub, M.R., Derner, J.D., Kelly, E. F. and Knapp, A.K., 2009. Response of the shortgrass steppe plant community to fire, Journal of Arid Environments, 73, 1136 –1143. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.05.011
- Shaidai Karkaj, E., Jafari, A. and Jahdi, R., 2019. The effect of fire on some characteristics of grassland ecosystems in the southern part of Golestan National Park, Iran. Journal of Range and Watershed (Natural Resources of Iran,72: 755-767. https://doi.org/10.22059/jrwm.2019.245647.1185
- Sharifi, J. and Emani, A. A., 2006. An Evaluation of the effect of controlled firing on plant cover change and variety composition in semi-steppe rangelands of Ardebil Province. Iranian Journal of Natural Resourses, 59, 2.
- Shokri, M., Safaian, N and Atrakchali, A., 2002. Investigation of the effects of fire on vegetation variations in Takhti Yeylagh-Golestan national park. Iranian of Natural Recourse, 55(2): 273-281.
- Shokri, M., Safayian N. and Atrakchali, A., 2001. Fire effect on Golestan park vegetation. Natural Resources Iranian Journal, 55: 273-280.
- Steel, Z., Foster, D., Coppoletta, M., Lydersen, j M., Stephens, S., Paudel, A., Markwith, S.H., Merriam, K. and Collins, B.M., 2021. Ecological resilience and vegetation transition in the face of two successive large wildfires. Journal of Ecology, 109: 3340-3355. https://doi.org/10.1111/1365-2745.13764.
- Stoof, C.R., Wesseling, J.G. and Ritsema, C.J., 2010. Effect of fire and ash on soil water retention. Geoderma, 159: 276-285. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.08.002
- Svejcar, T. J.,1989. Animal performance and diet quality as influenced by burning on tallgrass prairie. Journal of Range Management, 42: 11-15. Doi: 10.2307/3899649
- Towne, E. G. and Kemp, K. E., 2003. Vegetation dynamics from annually burning tallgrass prairie in different seasons, Journal of Range Management, 56: 185- 192. Doi: 10.2307/4003903
- Valentine, J. F., 1989. Range development and improvements, Academic Press, INC., New York, 457pp.
- Volesky, J.D. and Connot, S.B., 2000. Vegetation response to late growing season wild fire on Nebraska Sandhills rangeland, Journal of Range Management, 53(4):421-426. 10.2307/400375410.2458/azu_jrm_v53i4_volesky