تاریخ دریافت ۱۴۰۰/۰۱/۲۶
تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۰۴/۱۰

DOI: 10.22092/irm.2021.354597

نامه‌علمی

بررسی اثر آتش‌سوزی بر برخی شاخص‌های تنوع زیستی و تعیین گونه‌های مقاوم به آتش در مراتع سولان شهر همدان

قاسم اسدیان[1*]، زهرا عظیم‌نژاد[2] و رضا بهراملو[3]

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات آتش‌سوزی بر تنوع گونه‌ای و پوشش گیاهی مراتع، یک منطقه آتش‌سوزی و یک منطقه بدون آتش‌سوزی (شاهد) که به‌صورت یکنواخت بود، در مراتع سولان همدان انتخاب شد. چهار ترانسکت به طول ۲۰۰ متر به روش تصادفی سیستماتیک انتخاب و روی هر ترانسکت به فاصله ۲۰ متر، ۱۰ کوادرات یک مترمربعی پیاده شد. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی طی سه سال و در سال‌های ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ انجام شد. شاخص‌های تنوع زیستی مانند غنای مارگالف و منهینیک و ناهمگنی سیمپسون، شانون وینر و برگر–پارکر محاسبه شد. نتایج نشان داد، گونه‌هایی مانند گون زرد (*Astragalus verus*)، گون سفید (*Astraga-lus gossypinus*)، کلاه میرحسن (*Acantholimon olivieri*)، (*Acantholimon bromifolium*) و چوبک (*Acanthophyllum crassifolium*) به آتش‌سوزی حساس هستند و گونه‌هایی مانند ورک (*Rosa persica*) به‌دلیل وجود ریشه‌های ریزومی و زیرزمینی گسترده نسبت به آتش‌سوزی بسیار مقاوم هستند. همچنین نتایج بررسی شاخص‌های تنوع زیستی نشان داد، آتش‌سوزی در سال اول سبب تغییر در تنوع گیاهی منطقه آتش‌سوزی شد. پس از آتش‌سوزی تنوع گونه‌ای این منطقه، کاهش و غنای گونه‌ای آن افزایش یافت. در منطقه آتش‌سوزی، در سال‌های دوم و سوم اختلاف معنی‌داری ازنظر شاخص‌های تنوع مشاهده نشد که نشان‌دهنده احیای این منطقه، دو سال پس از آتش‌سوزی بود.

واژه‌های کلیدی: آتش‌سوزی، مرتع، تنوع زیستی، مقاوم به آتش، سولان

The effect of fire on some biodiversity indicators and determining fire-resistant plant species in Solan rangelands in Hamedan city

Gh. Assadian[*1], Z. Azimnejad [2] and R. Bahramloo[3]

Abstract

A burned area and a homogeneous area without fire (control) were selected in Solan, Hamadan province, to investigate the effects of fire on vegetation and rangeland species diversity. Four transects with a length of 200 m were established using a systematically random method, and ten plots of one square meter were installed on each transect at a distance of 20 m. Vegetation sampling was done for three years in 2018, 2019, and 2010. Biodiversity indicators such as Margalef, Menhinick, Simpson, Shannon Wiener, and Berger-Parker were calculated. The results showed that species such as *Astragalus gossypinus*, *Astragalus verus*, *Acantholimon bromifolium*, and *Acanthophyllum crassifolium* were sensitive to fire. On the other hand, species like *Rosa persica* were very resistant to fire due to their rhizome and extensive underground roots. Also, the comparison of biodiversity indicators between control and burned areas showed that the fire in the first year caused a change in plant diversity in the burned area. In this region, after the fire, the diversity of species decreased, and the species richness increased. Moreover, in the second and third years after the fire, there was no significant difference in terms of diversity indicators between control and burned area, which indicates the revival of the burned area after two years.

Keywords: Fire, fire resistant, biodiversity, rangeland, Solan.

۱*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.
پست الکترونیک: assadian42@yahoo.com
۲- پژوهشگر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.
۳- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.
*1- Corresponding author, Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Hamedan, Iran. E-mail: assadian42@yahoo.com
2- Researcher, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Hamedan, Iran.
3- Associate Prof., Agricultural Engineering Research Institute Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Hamedan, Iran.

● مقدمه

امروزه خشک‌سالی، فعالیت‌های شهری، کشاورزی و آتش‌سوزی جزو فراگیرترین عوامل تخریب‌کننده بوم‌سازگان‌های طبیعی به شمار می‌روند (Yin *et al.*, 2004; Reinhard *et al.*, 2005). آتش‌سوزی روی پوشش گیاهی، خاک، حیات‌وحش و منابع آب حوزه‌های آبخیز تأثیرگذار است (Neary, 2004)، آتش‌سوزی می‌تواند ترکیب جوامع گیاهی و پویایی آن را در بسیاری از زیستگاه‌ها یا اکوسیستم‌های طبیعی تحت تأثیر قرار دهد (ابراهیمی‌رستاقی، ۱۳۸۲). به‌عبارت‌دیگر آتش، موجب سوزاندن گیاهان، تغییر الگوی توالی و تغییر منابع گیاهی در اکوسیستم‌های طبیعی می‌شود (Haubensak *et al.*, 2009). بااین‌حال آتش‌سوزی می‌تواند بر اجزای تشکیل‌دهنده اکوسیستم اثرات منفی یا مثبت داشته باشد که در مدیریت منابع طبیعی حائز اهمیت است (DeByle, 1976). اثرات مثبت و منفی آتش‌سوزی بر اکوسیستم مرتع به عوامل مختلفی ازجمله فصل (یا زمان) رشد، فنولوژی و وضعیت مرتع و خاک بستگی دارد (جنگجو، ۱۳۸۸). برای مثال استفاده مناسب از آتش، کیفیت و کمیت گیاهان علوفه‌ای را برای علف‌خواران بهبود می‌بخشد و در کنترل هجوم بوته‌ها به مراتع اهمیت دارد (Sabiiti *et al.*, 1992). از طرفی آتش‌سوزی یک عامل تخریب‌کننده و اثرگذار بر تنوع زیستی اکوسیستم‌های جهان ازجمله مراتع است (Bowman *et al.*, 2009). تنوع زیستی و اکولوژیکی موجود در اکوسیستم مرتع به‌طور مستقیم تحت تأثیر ویژگی‌های رویشی و تنوع گونه‌های گیاهی آن قرار دارد و علاوه‌بر زنجیره غذایی اصلی، به‌عنوان سپر حفاظتی، همواره پایداری این اکوسیستم را تضمین می‌کنند (اسلامی و همکاران، ۱۳۸۶). در رابطه با اثر آتش‌سوزی بر پوشش گیاهی و تنوع زیستی مراتع، مطالعات متعددی در ایران و خارج از ایران انجام شده است. حمزه و همکاران (۱۳۹۹) اثر آتش‌سوزی بر شاخص‌های تنوع گونه‌های گیاهی ایستگاه تحقیقاتی سیراچال را بررسی و اشاره کردند، بین تیمارهای مختلف در بخش‌های سوخته و نسوخته ازنظر تعداد افراد و شاخص غنای منهینیک (Menhinick) و تا حد زیادی شاخص تنوع شانون تفاوت معنی‌داری وجود دارد. رفیعی و همکاران (۱۳۹۳) تنوع گیاهی را پس از آتش‌سوزی در یک مرتع بررسی کردند و نشان دادند، آتش‌سوزی سبب افزایش شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی شد. نتایج تحقیقات شکری و همکاران (۱۳۸۱) با هدف بررسی پیامدهای آتش‌سوزی و تغییراتی که طی روند توالی بوم‌شناختی بعد از هر آتش‌سوزی در ساختار پوشش گیاهی مناطق آتش‌گرفته به‌وجود می‌آید، نشان داد، درصد پوشش تاجی و توده گیاهی بالای سطح خاک در منطقه حریق با منطقه شاهد تفاوت معنی‌داری دارد، درحالی‌که در میزان تنوع گیاهی دو منطقه، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج محاسبه شاخص‌های تنوع گیاهی در مناطق آسیب‌دیده پارک ملی گلستان در مطالعه زارع مایوان و معماریانی (۱۳۸۱) نشان داد که پوشش علفی در نواحی سوخته نسبت به مناطق اطراف آن دارای تنوع بیشتری است و برخی گونه‌های علفی در محدوده آتش‌سوزی از تراکم بیشتری برخوردار هستند. در این مطالعه گراس دائمی *Festuca drymeia* پس از آتش‌سوزی خود را ترمیم کرد، به‌طوری‌که در نواحی سوخته، تراکم و پوششی مشابه مناطق اطراف داشت. در مطالعه اثر آتش‌سوزی بر دینامیک و تنوع پوشش گیاهی مدیترانه‌ای مشخص شد، آتش‌سوزی تأثیری در غنای گونه‌ای نداشته است (Capitanio & Carcaillet, 2008).

Sanghoon و همکاران (۱۹۹۷) نیز افزایش شاخص‌های غنا و یکنواختی را یک سال پس از آتش‌سوزی گزارش کردند.

منابع طبیعی از اصلی‌ترین و باارزش‌ترین سرمایه‌های ملی هر کشوری محسوب می‌شود. حفظ و گسترش این منابع با توجه به نقش مهم آنها در حیات اقتصادی و اجتماعی انسان‌ها، جزو ضروریات برنامه‌ریزی در هر کشوری است (Beverly & Martell, 2005). با توجه به وقوع آتش‌سوزی در اکوسیستم‌های مرتعی و جنگلی در سطح کشور، مطالعه تغییرات ایجاد شده در اثر آتش‌سوزی در اجزای مختلف اکوسیستم، برای مدیریت پس از آتش‌سوزی ضروری است. متأسفانه، در ایران، کمبود جدی در داده‌های کمی درموردتأ ثیر رفتار آتش بر اجزای مختلف اکوسیستم وجود دارد. درصورتی‌که در استرالیا و آمریکا مطالعات زیادی درمورد رفتار آتش انجام شده و مدل‌های ریاضی پیچیده‌ای را برای پیش‌بینی رفتار آتش طراحی کرده‌اند، تا از آتش‌سوزی‌های کنترل‌شده به‌منظور اصلاح مراتع استفاده کنند (Trollope *et al.*, 2002). طی ۱۰ سال گذشته بیش از ۳۶۰۷/۳۸ هکتار از مراتع استان همدان حداقل برای یک بار در معرض آتش‌سوزی قرار گرفته و آسیب دیده‌اند. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی اثر آتش‌سوزی بر پوشش گیاهی و برخی شاخص‌های تنوع زیستی مرتع در منطقه سولان همدان گرفت.

● مواد و روش‌ها

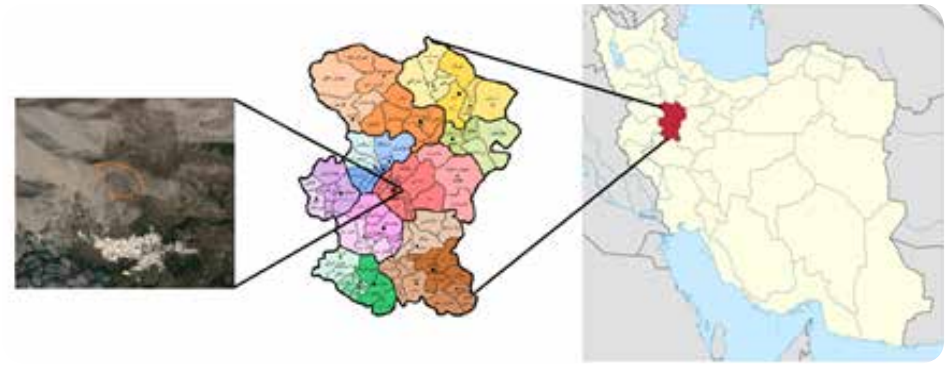
منطقه پژوهش

مراتع منطقه موردمطالعه حدود ۵ هکتار بوده و در محدوده الوند غربی واقع در دهستان سولان قرار دارد. سولان با مساحتی حدود ۳۵۰ هکتار واقع در ۱۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان همدان با مختصات جغرافیایی "۴۸°۴۱'۵ و "۴۸°۴۳'۱۷ طول شرقی و "۳۴°۴۱'۳۴ و "۳۴°۴۲'۱۶ عرض شمالی بوده و بخشی از حوزه آبخیز قره‌چای است (شکل ۱). براساس آمار ایستگاه هواشناسی همدان، میزان متوسط بارش سالانه این حوزه، حدود ۳۲۰ میلی‌متر است. معمولاً، ریزش نزولات آسمانی از اواسط آبان آغاز شده و تا اواخر اردیبهشت ادامه دارد. دوره خشک‌سالی از اواسط خرداد ماه تا اواسط آبان است. حداقل مطلق دما حدود ۲۸- درجه و حداکثر مطلق آن حدود ۴۱ درجه سانتی‌گراد است. همچنین طول دوره یخ‌بندان طی ۱۰ سال گذشته حدود ۷۰ روز بوده است.

● شیوه اجرای پژوهش

آتش‌سوزی در مرداد ماه سال ۱۳۹۷ اتفاق افتاد. منطقه موردمطالعه در دو سایت الف- آتش‌سوزی شده و ب- شاهد (بدون آتش‌سوزی)، متجانس، همگن و در مجاورت هم انتخاب شد. این منطقه دارای تیپ‌های گیاهی عمده رویشگاه‌های استان است، گونه‌های غالب آن دارای فرم رویشی بوته‌ای، گندمیان و پهن‌برگان علفی هستند و کاربری مرتعی دارند که می‌تواند به‌عنوان متوسطی از شرایط خاک، پوشش گیاهی و توپوگرافی رویشگاه عمده استان همدان

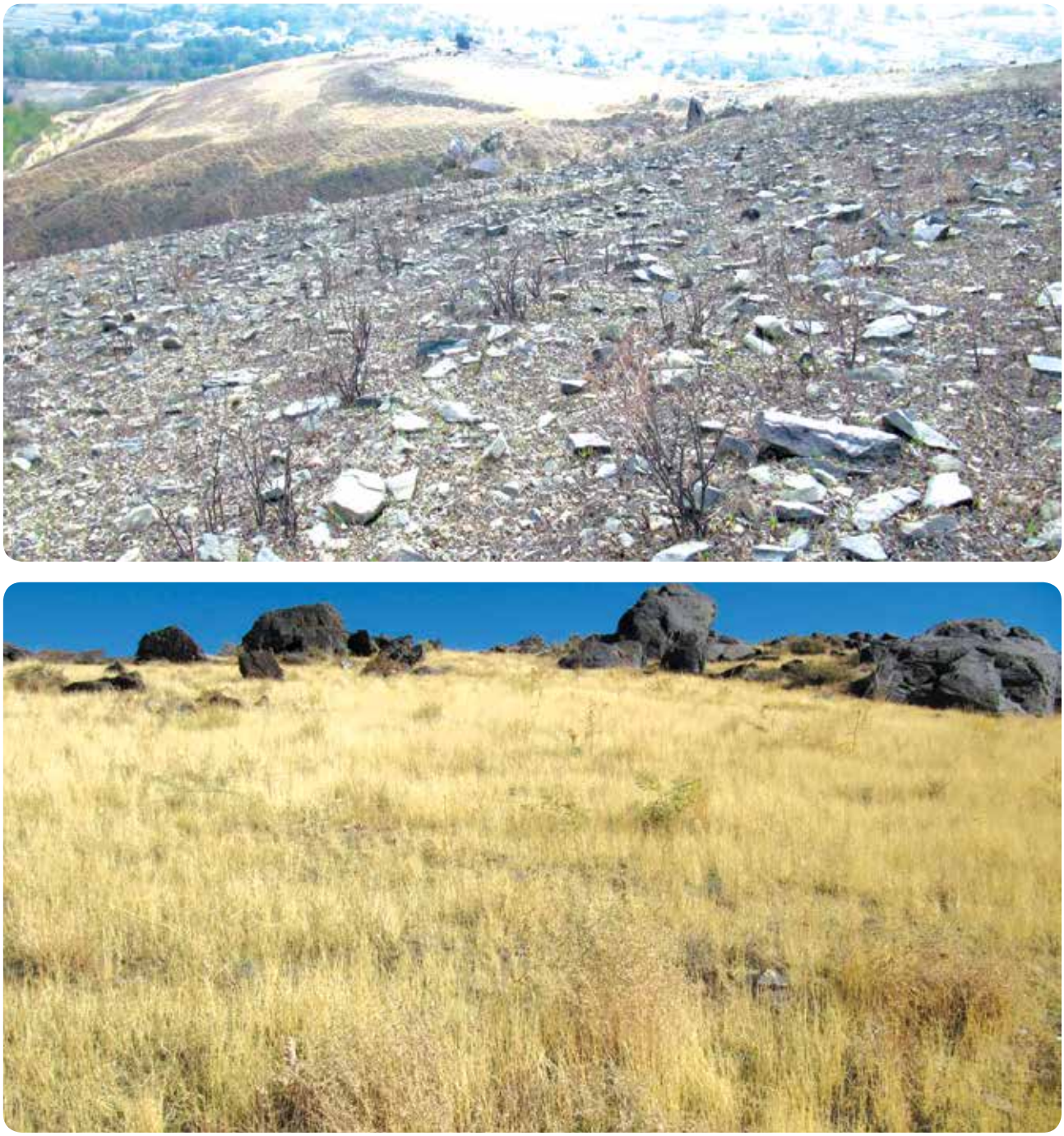
قلمداد شود (شکل ۲). نمونه‌برداری با استفاده از ترانسکت‌های دائمی و ثابت به طول ۲۰۰ متر با پلات‌هایی به فاصله ۲۰ متر از یکدیگر و به روش تصادفی سیستماتیک در سال های ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ انجام شد. در هر سایت، چهار ترانسکت و روی هر ترانسکت با استفاده از روش حداقل سطح، ۱۰ کوادرات ثابت یک مترمربعی بررسی شد (ارزانی، ۱۳۷۶). ذکر این نکته لازم است که موقعیت هر پلات در دستگاه GPS ثبت و محل آن با استفاده از پیکه چوبی مشخص و علامت‌گذاری شد. در سایت آتش‌سوزی، ۴ ترانسکت و در سایت شاهد نیز ۴ ترانسکت انتخاب شد. نمونه‌های گیاهی توسط گیاه‌شناسان مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی و براساس فلور ایرانیکا (Rechinger, 1963-2015) شناسایی شدند. جهت تعیین شکل زیستی گیاهان از روش طبقه‌بندی رانکایر استفاده شد. در این روش طبقه‌بندی گیاهان با استفاده از نحوه گذراندن فصل نامساعد و محل قرار گرفتن جوانه‌های مولد رشد در سال بعد، طبقه‌بندی می‌شوند (Raunkiaer, 1934). همچنین برای تعیین حساسیت گونه‌ها به آتش‌سوزی، براساس طبقه‌بندی کیفی طیف لیکرت، میزان حساسیت به‌ترتیب، مقاوم، نیمه‌مقاوم، متوسط، نیمه‌حساس و حساس تعیین و ملاک قرار گرفتن در هر طبقه، رشد مجدد پاییزه و رشد بهاره در نظر گرفته شد. با توجه به فرم رویشی گونه‌های گیاهی و طبقه‌بندی رانکایر بر مبنای جوانه‌ها، شروع رشد سیستم ریشه گیاهان و مصون ماندن از خسارت آتش‌سوزی، قدرت جوانه‌زنی و رشد مجدد به‌صورت بذر، جوانه‌های زیرسطحی، جوانه‌های سطحی و جوانه‌های مولد کمتر از سطح ۲۵ سانتی‌متر سطح زمین و جوانه‌های مولد بالای ۲۵ سانتی‌متری سطح زمین، یا جست‌های متنوع از محل یقه گیاهان، طبقه‌بندی شد. علاوه‌براین برای تعیین میزان تأثیرپذیری هر گونه تعداد گونه های نیم‌سوخته و زنده در عرصه آتش‌سوزی در



شکل ۱- موقعیت منطقه موردمطالعه واقع در دهستان سولان استان همدان.

پلات‌ها، مشخص و گونه‌های نیم‌سوخته و مرده هم شمرده شدند، تا مشخص شود میزان مقاومت گونه در چه حد بوده است. میزان خسارت و سوختگی در هر گونه به درصد تعیین شد تا حد تحمل گیاه با دقت تعیین شود. این روش، اولویت گونه‌های مقاوم در سایت‌ها را به تفکیک تعیین کرد. درصد جوانه‌زنی گونه‌ها، نیز در دوره رویشی پاییزه سال اول و براساس محاسبه نسبت بین بذور ریخته شده در واحد سطح به بذور جوانه‌زده، همچنین جوانه‌زنی گیاهان چندساله محاسبه شد.

در اکوسیستم‌های مرتعی مناطق استپی و نیمه‌استپی، آتش‌سوزی یکی از پدیده‌های مهم اکولوژیکی است که در تنوع بیولوژیکی و ناهمگنی‌های مکانی و زمانی اثرگذار است (Collins & Smith, 2006). شاخص‌های تنوع زیستی بر حسب استفاده به سه نوع غنای گونه‌ای، یکنواختی و ناهمگنی تقسیم می‌شود. از شاخص‌های غنای گونه‌ای می‌توان به مارگالف و منهینیک اشاره کرد. این دو از شاخص‌هایی هستند که براساس تعداد کل گونه‌ها و تعداد کل افراد درمورد تمام گونه‌ها، به اندازه‌گیری می‌پردازند (مصداقی، ۱۳۸۰). از شاخص‌های



شکل ۲- تصویر عرصه آتش‌سوزی (تصویر بالا) و شاهد (تصویر پایین) منطقه موردمطالعه.

ناهمگنی، می‌توان به شاخص‌های سیمپسون (Simpson)، شانون وینر (Shannon Wiener) و برگر- پارکر (Berger-Park-er) اشاره کرد. شاخص سیمپسون و شانون وینر از معروف‌ترین شاخص‌های ناهمگنی هستند. شاخص سیمپسون به گونه‌های غالب در نمونه توجه می‌کند. شاخص برگر- پارکر نیز براساس فراوانی نسبی غالب‌ترین گونه‌ها محاسبه می‌شود (Maguran, 1995). در این پژوهش، بررسی تنوع زیستی با محاسبه شاخص‌های غنای مارگالف (Margalef, 1957) و منهینیک (Menhinick, 1969) و شاخص‌های ناهمگنی سیمپسون (Magurran, 1988)، شانون وینر (Shannon, 1948) و برگر- پارکر (McDonald *et al.*, 2010) و کاربرد درصد پوشش تاجی (شکری و همکاران، ۱۳۸۱) انجام شد.

● تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های آماری از نرم‌افزارهای SAS Ver. 9.4 و PAST 4.03 استفاده شد. نرمالیته داده‌ها، با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov)، بررسی و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون انجام شد. به‌منظور بررسی معنی‌داری یا عدم معنی‌داری اختلاف میانگین متغیرها بین دو منطقه، از آزمون t استیودنت و روش تجزیه‌وتحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) در سطح یک و پنج درصد استفاده شد.

● نتایج

گونه‌های شناسایی‌شده در منطقه

براساس برداشت‌های میدانی گونه‌های موجود در محدوده مطالعه، حدود ۷۵ گونه شامل ۹ گونه بوته‌ای، ۳۷ گونه پهن‌برگ چندساله، ۱۳ گونه پهن‌برگ یک‌ساله، ۱۲ گونه گندمی چندساله و ۴ گونه گندمی یک‌ساله هستند. در بررسی تعداد گونه‌های مربوط به شکل‌های زیستی رانکایر نیز مشخص شد که ۸ گونه فانروفیت، ۴۸ گونه ژئوفیت و ۱۹ گونه از ترفیت‌ها هستند (جدول ۱).

جدول ۱- فهرست گونه‌های موجود در سایت سولان

گونه	خانواده	طیف زیستی	فرم جوانه‌زنی	فرم گیاه	حضور گونه		مقاومت به آتش در منطقه آتش‌سوزی
					شاهد	آتش‌سوزی	
Acantholimon bromifolium Boiss. ex Bge. var. *bromifolium*	Plumbaginaceae	P	Phan	بوته	❋	-	حساس
Acantholimo olivieri (Jaub. and Spach) Boiss.	Plumbaginaceae	P	Phan	بوته	❋	-	حساس
Amygdalus lycioides	Rosaceae	P	Phan	بوته	❋	❋	نیمه‌حساس
Acanthophyllum crassifolium Boiss.	Caryophyllaceae	P	Phan	بوته	❋	❋	نیمه‌حساس
Agrostis gigantean (Roth)	Poaceae	P	Geo	گ-چ	❋	❋	نیمه‌مقاوم
Alyssum lanigerum DC.	Brassicaceae	A	Thero	پ-ی	❋	❋	نیمه‌حساس
Anchusa italica Retz. var. *Kurdica gusuleac*	Boraginaceae	P	Geo	پ-چ	❋	❋	نیمه‌حساس
Astragalus verus Olivier	Fabaceae	P	Phan	بوته	❋	-	حساس
Astragalus gossypinus	Fabaceae	P	Phan	بوته	❋	-	حساس
Asyneuma persicum (A.DC.) Bornm.	Campanulaceae	P	Geo	پ-چ	❋	❋	نیمه‌مقاوم
Berula angustifolia (L.) Koch.	Apiaceae	P	Geo	پ-ج	❋	❋	نیمه‌حساس
Bothriochloa ischaemum (L.) Keng.	Poaceae	P	Geo	گ-چ	❋	❋	مقاوم
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv.	Poaceae	P	Geo	گ-چ	❋	❋	نیمه‌مقاوم
Bromus pumilio (Trin.) P.M.Sm.	Poaceae	P	Geo	گ-چ	❋	-	حساس
Bromus tectorum L.	Poaceae	P	Geo	گ-ی	❋	-	حساس
Bromus dantonia	Poaceae	A	Thero	گ-ی	❋	-	حساس

Bromus tomentellus Boiss.	Poaceae	P	Geo	گ–چ	❊	❊	نیمه‌حساس
Bupleurum falcatum L.	Apiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Cardamine uliginosa M.B.	Brassicaceae	A	Thero	پ–ی	❊	❊	نیمه‌حساس
Cardaria draba (L.) Desv.	Brassicaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Carthamus oxyacantha M.Bieb	Apiaceae	A	Thero	پ–ی	❊	❊	نیمه‌حساس
Centaura virgata Lam.	Asteraceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Centaurea solstitialis L.	Asteraceae	A	Thero	پ–ی	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Cerasus microcarpa (C. A. Mey.) Boiss.	Rosaceae	P	Phan	بوته	❊	❊	مقاوم
Cirsium arvense L.	Asteraceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Cirsium leucocephallum (M. Bieb.) Fisch.	Asteraceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Cousinia sp.	Asteraceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Echinophora platyloba DC.	Apiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Elymus hispidus (Opiz) Melderis var. *podperae* (Nabelk) Assadi	Poaceae	P	Geo	گ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Elymus repens subsp. *elongatiformis* (Drobow) Melderis	Poaceae	P	Geo	گ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Eryngium billardieri Delar.	Apiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Euphorbia cheiradenia Boiss. and Hohen.	Euphorbiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Festuca ovina L.	Poaceae	P	Geo	گ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Galium verum L.	Rubiaceae	A	Thero	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Geum urbanum L.	Rosaceae	A	Thero	پ–ی	❊	❊	نیمه‌حساس
Gundelia tournefortii	Apiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	مقاوم
Heteranthelium piliferum (Sol.) Hochst. ex Jaub. and Spach.	Poaceae	A	Thero	گ–ی	❊	–	حساس
Hordeum bulbosum L.	Poaceae	P	Geo	گ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Hypericum scabrum L.	Clusiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Lathyrus pratensis Burkart.	Fabaceae	A	Thero	پ–ی	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Lophanthus laxiflorus (Benth.) Levin.	Lamiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Lotus corniculatus L.	Fabaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Marrubium astracanicum Jacq.	Lamiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Melica persica Kunth.	Poaceae	P	Geo	گ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Mentha longifolia (L.) Hudson.	Lamiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	مقاوم
Myosotis alpestris Schmidt.	Boraginaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Myosotis palustris (L.) Nath.	Boraginaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Nepeta macrosiphon Boiss.	Lamiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	مقاوم

Nepeta straussii Hausskn. and Bornm.	Lamiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	مقاوم
Pedicularis sibthorpii Boiss.	Scrophulariaceae	A	Thero	پ–ی	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Phlomis anisodontha Boiss.	Lamiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.	Poaceae	P	Geo	گ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Poa bulbosa L.	Poaceae	P	Geo	گ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Potentilla reptans L.	Rosaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Ranunculus constantinopolitanus (DC.) d'Urv	Ranunculaceae	A	Thero	پ–ی	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Rosa persica	Rosaceae	P	Phan	بوته	❊	❊	بسیار مقاوم
Rhabdosciadium aucheri Boiss.	Apiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Rumex angustifolius	Polygonaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Scorzonera sp.	Asteraceae	A	Thero	پ–ی	❊	❊	مقاوم
Scutellaria nepetifolia Benth.	Lamiaceae	A	Thero	پ–ی	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Sisymbrium loeselii L.	Brassicaceae	A	Thero	پ–ی	❊	–	حساس
Sium sisarum L.	Apiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	مقاوم
Solenanthus stamineus (Desf.) Wettst.	Boraginaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	مقاوم
Starchys setifera C. A. Mey.	Lamiaceae	A	Thero	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Stellaria media (L.) Vill.	Caryophyllaceae	A	Thero	پ–ی	❊	–	حساس
Stipa barbata Desf.	Poaceae	P	Go	گ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Taeniatherum caput-medusae (L.) Nevski	Poaceae	A	Thero	گ–ی	❊	–	حساس
Tanacetum parthenium (L.) Sch. Bip.	Asteraceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Tanacetum polycephalum Sch. Bip.	Asteraceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Teucrium orientale L.	Lamiaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Thymus fallax Fisch. and C. A. Mey.	Lamiaceae	P	Geo	بوته	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Trifolium pratense L.	Fabaceae	A	Thero	پ–ی	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Urtica dioica L.	Urticaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Veronica anagalis-aquatica L.	Scrophulariaceae	A	Thero	پ–ی	❊	❊	نیمه‌مقاوم
Verbascum Thapsus	Scrophulariaceae	P	Geo	پ–چ	❊	❊	نیمه‌مقاوم

پ–چ= پهن‌برگ چندساله، پ–ی= پهن‌برگ یک‌ساله، گ–پ= گندمی چندساله و گ–ی= گندمی یک‌ساله

A= یک‌ساله و P= چندساله

Geo= ژئوفیت، Thero= تروفیت و Phan= فانروفیت

❊ حضور و – عدم حضور

شکل۳- رویش مجدد گونه‌های گیاهی در منطقه آتش‌سوزی تصویر بالا، گونه *Asteragalus verus* و تصویر پایین، گونه *Asteragalus gossypinus*

● تنوع زیستی

مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی با استفاده از آزمون t نشان داد، در سال اول بین دو منطقه شاهد و آتش‌سوزی، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد، در کلیه شاخص‌ها به‌استثنای شاخص برگر- پارکر وجود دارد. همچنین، نتایج مقایسه میانگین‌های شاخص‌های تنوع زیستی، اختلاف معنی‌داری را بین دو منطقه شاهد و آتش‌سوزی در سال‌های دوم و سوم آماربرداری نشان نداد (جدول ۲).

● تغییرات تنوع زیستی در مناطق شاهد و آتش‌سوزی طی سال‌های نمونه‌برداری

نتایج تحلیل واریانس یک طرفه شاخص‌های تنوع گونه‌ای در منطقه شاهد طی سه سال متوالی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین سه سال اختلاف معنی‌داری ازنظرشاخص‌های تنوع وجود ندارد. همچنین، نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه شاخص‌های تنوع گونه‌ای در منطقه آتش‌سوزی نشان داد که بین سه سال، اختلاف معنی‌داری ازنظر شاخص‌های مارگالف و منهینیک در سطح یک درصد وجود دارد (جدول ۴).

مقایسه میانگین شاخص‌های مارگالف و منهینیک با استفاده از آزمون دانکن در منطقه آتش‌سوزی نشان داد، بیشترین مقدار این دو شاخص در سال اول و کمترین مقدار آن در سال دوم بوده است. بین دو سال دوم و سوم، اختلاف معنی‌داری ازنظر این دو شاخص مشاهده نشد (شکل‌های ۴ و ۵).

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع زیستی دو منطقه شاهد و آتش‌سوزی طی سه سال

شاخص‌های تنوع زیستی	میانگین سال اول		معنی‌داری	میانگین سال دوم		معنی‌داری	میانگین سال سوم		معنی‌داری
	شاهد	آتش‌سوزی		شاهد	آتش‌سوزی		شاهد	آتش‌سوزی	
شانون وینر	۱/۴۷۱	۱/۲۷۷	۰/۰۰۲**	۱/۴۷۶	۱/۳۷۰	۰/۴۱۱	۱/۴۰۱	۱/۳۶۹	۰/۷۴۸
سیمپسون	۰/۷۴۳	۰/۶۷۰	۰/۰۰۴**	۰/۷۳۷	۰/۶۸۳	۰/۴۲۱	۰/۶۹۸	۰/۶۹۷	۰/۹۹۱
مارگالف	۱/۰۶۰	۱/۳۳۱	۰/۰۰۲**	۱/۰۶۶	۱/۰۷۱	۰/۹۲۰	۱/۰۶۹	۱/۰۷۵	۰/۷۹۲
منهینیک	۰/۷۵۷	۱/۱۱۰	۰/۰۰۲**	۰/۷۶۵	۰/۷۷۲	۰/۹۱۸	۰/۷۷۰	۰/۷۷۸	۰/۷۹۱
برگر- پارکر	۰/۳۷۲	۰/۴۵۳	۰/۰۹۶	۰/۴۱۰	۰/۴۵۰	۰/۶۸۲	۰/۴۷۰	۰/۴۴۸	۰/۷۳۷

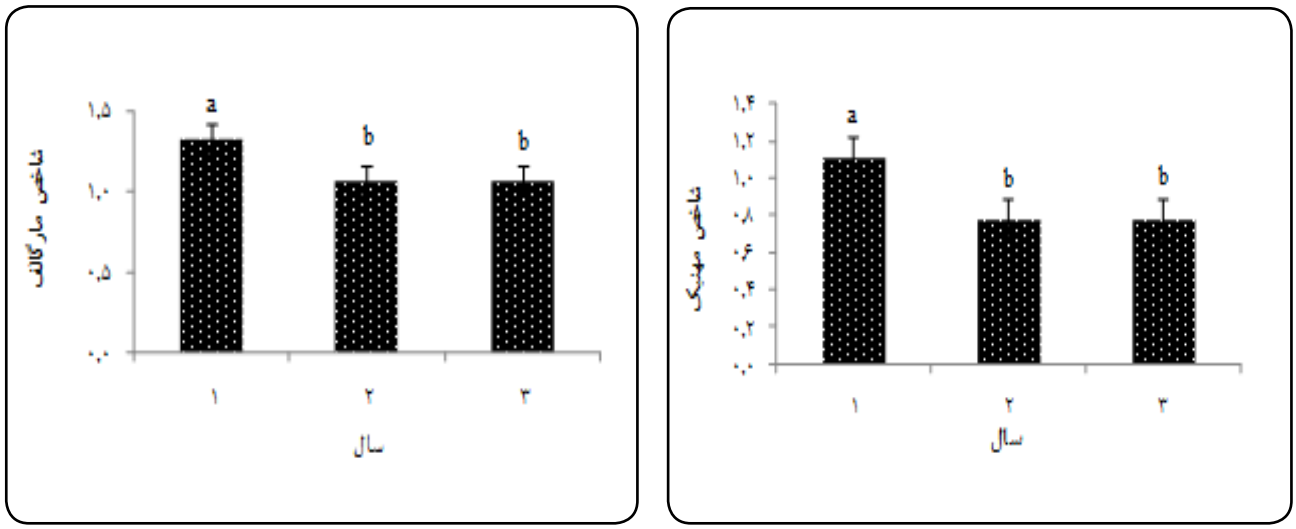
معنی‌داری در سطح یک درصد**

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع زیستی منطقه شاهد در سه سال متوالی

شاخص تنوع زیستی	منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
شانون وینر	درون‌گروهی	۲	۰/۰۰۷	۱/۵۶۰	۰/۲۶۲
	بین گروهی	۹	۰/۰۰۴		
	کل	۱۱			
سیمپسون	درون‌گروهی	۲	۰/۰۰۲	۲/۰۴۸	۰/۱۸۵
	بین گروهی	۹	۰/۰۰۱		
	کل	۱۱			
مارگالف	درون‌گروهی	۲	۰/۰۰۰	۰/۱۰۸	۰/۸۹۹
	بین گروهی	۹	۰/۰۰۱		
	کل	۱۱			
منهینیک	درون‌گروهی	۲	۰/۰۰۰	۰/۱۱۹	۰/۸۸۹
	بین گروهی	۹	۰/۰۰۱		
	کل	۱۱			
برگر- پارکر	درون‌گروهی	۲	۰/۰۱۰	۲/۹۶۰	۰/۱۰۳
	بین گروهی	۹	۰/۰۰۳		
	کل	۱۱			

جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع زیستی منطقه آتش‌سوزی در سه سال متوالی

شاخص تنوع زیستی	منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
شانون وینر	درون‌گروهی	۲	-۰/۰۱۱	۰/۴۲۸	۰/۶۶۴
	بین گروهی	۹	۰/۰۲۷		
	کل	۱۱			
سیمپسون	درون‌گروهی	۲	۰/۰۰۱	۰/۱۱۹	۰/۸۸۹
	بین گروهی	۹	۰/۰۰۶		
	کل	۱۱			
مارگالف	درون‌گروهی	۲	۰/۰۸۸	۱۲/۳۰۷	۰/۰۰۳
	بین گروهی	۹	۰/۰۰۷		
	کل	۱۱			
منهینیک	درون‌گروهی	۲	۰/۱۵۰	۱۲/۴۷۳	۰/۰۰۳
	بین گروهی	۹	۰/۰۱۲		
	کل	۱۱			
برگر- پارکر	درون‌گروهی	۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۹۹۸
	بین گروهی	۹	۰/۰۱۵		
	کل	۱۱			



شکل‌های ۴ و ۵- مقایسه میانگین شاخص‌های غنای مارگالف و منهینیک در سه سال متوالی منطقه آتش‌سوزی

بحث

آتش‌سوزی همچون پوشش گیاهی جزئی از مؤلفه طبیعی یک مرتع محسوب می‌شود. گونه‌های گیاهی پس از آتش‌سوزی رشد کرده و خود را سازگار می‌کنند (Bai-ley, 1988). در بررسی اثر آتش‌سوزی بر مراتع، اطلاعات مناسبی در ارتباط با پاسخ واقعی گونه‌های گیاهی به آتش، همچنین احیای آنها به دست نمی‌آید (Vinton *et al*., 1993). بنابراین، ضروری است گونه‌های گیاهی را به تفکیک بررسی کرد (Sarmiento, 1992). نتایج بررسی‌های میدانی و جمع‌آوری اطلاعات و گذشت سه سال نشان داد، بزرگ‌ترین گونه گیاهی موجود در منطقه گونه تنگرس (*Amygda-lus lycioides*) با قطر متوسط تاج‌پوشش ۷۰ سانتی‌متر و ارتفاع متوسط ۷۵ سانتی‌متر است که فراوانی آن در قطعات نمونه و سطح

مرتع، کمتر از ۵ درصد بود. تاج‌پوشش باز این گونه موجب می‌شود آتش بتواند بوته تنگرس را در برگیرد و درنتیجه سبب سوختن بخشی از آن شود. اندام‌های هوایی که سالم می‌مانند، قابلیت رویش مجدد را خواهند داشت. به‌عبارت‌دیگر، درصورتی‌که تنها بخشی از اندام گیاهی نزدیک به زمین سوخته باشد، به‌دلیل دارا بودن ریشه‌های عمیق و قوی، توانایی بهبود و رشد مجدد را در فصول پاییز و بهار خواهد داشت، به‌طوری‌که در منطقه موردمطالعه، حدود ۴۰درصد این گونه، رویش مجدد داشته است. گونه *Cerasus microcarpa* پس از آتش‌سوزی به‌طور کامل از بین نرفت و در سال بعد از طریق پاجوش و جوانه‌های پایینی شروع به رشد مجدد کرد. حمزه و همکاران (۱۳۹۹) نیز اشاره کردند گونه *Cerasus microcarpa* آتش را به خوبی تحمل و بلافاصله پس از آتش‌سوزی رشد می‌کند، که با نتیجه این پژوهش مطابقت دارد. گون زرد (*Astragalus verus*) و گون سفید (*Astragalus gossypinus*) نیز از بوته‌ای‌های مراتع هستند، وجود کثیرا در استوانه مرکزی ساقه و اندام هوایی، همچنین سرشاخه و ساقه خشبی آنها سبب می‌شود در اثر شعله‌ور شدن، به سهولت و به‌طور کامل بسوزند. این گونه‌ها جزو گیاهان فانروفیت هستند و جوانه‌های مولد آنها در ارتفاع بالای ۲۵ سانتی‌متری است، بنابراین، به‌هیچ‌عنوان جست و جوانه جانبی، یا رشد مجدد از اندام زیرزمینی ندارند و پس از سوختن کامل اندام هوایی، به‌دلیل تراکم و پیوستگی سرشاخه‌ها به هم، به‌طور کامل می‌سوزند و دیگر رشد نمی‌کنند. بااین‌حال با بررسی سطح کامل منطقه تنها یک بوته گون سفید، در سال اول و یک بوته گون زرد در سال دوم بعد از آتش‌سوزی از محل یقه، دوباره رشد کردند. این موضوع تاکنون در سطح مراتع آتش‌سوزی، مشاهده و گزارش نشده است. طهماسبی (۱۳۹۲) نیز در مطالعه خود در مراتع نیمه‌استپی استان چهارمحال و بختیاری گزارش کرد، گونه‌هایی از جنس گون مانند *Astragalus verus* به شکل معنی‌داری قادر به احیای خود یک سال پس از آتش‌سوزی نیستند و دلیل آن را متراکم بودن تاج‌پوشش این گونه و درنتیجه شدت بیشتر سوختگی آن دانست. گونه کلاه میرحسن (*Acantholimon olivieri*) و چوبک (*Acanthophyllum crassifolium*) در اثر آتش‌سوزی به‌طور کامل سوخته و از بین رفتند و هیچ موردی از رشد مجدد این گونه‌ها مشاهده نشد. گونه ورک (*Rosa persica*) که در مراتع تخریب‌شده، قابلیت گسترش فراوانی دارد (Brooks *et al*., 2016)، به‌دلیل خشبی

بزرگ‌ترین گونه گیاهی موجود در منطقه گونه تنگرس (*Amygdalus lycioides*) با قطر متوسط تاج‌پوشش ۷۰ سانتی‌متر و ارتفاع متوسط ۷۵ سانتی‌متر است که فراوانی آن در قطعات نمونه و سطح مرتع، کمتر از ۵ درصد بود. تاج‌پوشش باز این گونه موجب می‌شود آتش بتواند بوته تنگرس را در برگیرد و درنتیجه سبب سوختن بخشی از آن شود.

و باریک بودن، به‌طور کامل، درآتش سوخت و تمام اندام‌های هوایی آن آسیب دید و اگرچه، از این نواحی، قابلیت ترمیم نداشت، اما به‌دلیل داشتن ریشه‌های ریزومی و زیرزمینی گسترده و وسیع در پاییز و بهار مجدد رشد کرد و از بین نرفت. به‌طورکلی، تداوم تکثیر این گونه از طریق جست و جوانه زیرزمینی (ژئوفیت) بوده و تا حدودی آتش‌سوزی موجب کاهش رقابت و رشد بهتر آنها می‌شود.

نتایج نشان داد گونه‌های پهن‌برگ چندساله مانند: *Kurdica gusuleac*، *Berula angustifolia*، *Asyneuma persicum*، *Cardaria draba*، *Bupleurum falcatum*، *Scutellaria nepetifolia*، *Hypericum scabrum*، *Euphrbia cheiradenia*، *Mentha longifolia*، *Marrubium astracanicum*، *Eryngium billardieri*، *Phlomis anisodontha*، *Teucrium orientale*، *Tanacetum polycephalum*، *Tanacetum parthenium*، *Myosotis palustris*، *Nepeta macrosiphon*، *Lotus corniculatus*، *Rumex angustifolius*، *Solenanthus stamineus*، *Galium verum*، *Ranunculus constantinopolitanus*، *Potentilla reptans*، *Starchys setifera*، *Verbascum thapsus*، *Echinophora platyloba*، *Rhabdosciadium aucheri*، *Cousinia* sp.، *Urtica dioica*، *Sium sisarum*، *Cirsium leucocephallum*، *Cirsium arvense*، *Lophanthus laxiflorus*، *Centaura virgata* و *Gundelia tournefortii* ازجمله گیاهانی هستند که بیشتر تا پایان آبان ماه، سبز هستند. اندام آنها دارای ۴۰ تا ۸۵ درصد آب و رطوبت بوده و در مواقع آتش‌سوزی به سهولت نمی‌سوزند و تا حدودی مانع گسترش آتش می‌شوند. هرچند بافت سلولی آنها به‌شدت آسیب می‌بیند و پس از آتش‌سوزی قادر به فتوسنتز نخواهند بود، در حین آتش‌سوزی و پس از آتش‌سوزی ریزش کرده و گیاه فاقد برگ می‌شود، بااین‌حال با توجه به ذخیره مواد گلوسیدی در اندام زیرین گیاه و توان مستعد ریشه‌دوانی مطلوب، قادر به ایجاد جوانه‌های مولد از نقاط مختلف و یقه گیاه هستند. این گونه‌ها علی‌رغم سوختن، به‌دلیل دارا بودن اندام زیرزمینی گسترده و گاه عمیق پس از گذشت دوره آتش‌سوزی در فصل پاییز و بهار مجدد رشد می‌کنند و تقریباً بیش از ۸۰ درصد این تیپ گیاهان، زنده‌مانی قابل‌قبولی دارند. گل‌ها متناسب با فصل و نوع گونه، در اثر آتش‌سوزی به‌طور کامل می‌سوزند و بذری تولید نمی‌کنند. بذور گونه‌هایی که دارای غلاف، کپسول و پوشینه خشبی هستند و پوسته آنها خشک است تا حدود ۹۵ درصد روی گیاه می‌سوزند. بذوری که روی زمین

افتاده، متناسب با مقدار ماده سوختنی و شدت آتش‌سوزی تا حدودی قابلیت رشد دارند. برخی هم که نیم‌سوز شده و جنین آنها سالم مانده و اندوسپرم آنها به مقدار کمی دچار خسارت شده است، می‌توانند دوباره سبز شوند. به‌طورکلی گونه‌های پهن‌برگ چندساله در سال اول پس از آتش‌سوزی، زادآوری طبیعی بسیار محدود و کمی دارند و گاه که آتش‌سوزی شدید است، اصلاً زادآوری طبیعی از طریق بذر انجام نمی‌گیرد و تکثیر به‌صورت مجاورتی، غیرجنسی و از طریق جست است.

از گونه‌های پهن‌برگ یک‌ساله نیز *Pedicularis sibthorpii*، *Scutellaria nepetifolia*، *Scorzonera* sp.، *Cardamine uliginosa*، *Alyssum lanigerum*، *Geum urbanum*، *Stellaria media*، *Veronica anagallis-aquatica* و *Sisymbrium loeselii* در اثر آتش‌سوزی از بین می‌روند. این گونه‌ها از طریق اندام هوایی که نیم‌سوز شده تا حدودی می‌توانند به رشد خود ادامه دهند. بذور این گیاهان که روی زمین ریخته، به‌ویژه آنهایی که ازنظر اندازه ریز هستند، دوام بیشتری دارند، کمتر خسارت می‌بینند و در سال بعد شروع به رشد می‌کنند.

به‌طورکلی گیاهانی که پس از آتش‌سوزی قابلیت جوانه‌زنی دارند، گونه‌های یک‌ساله و دارای بذور ریز هستند و بانک بذر با دوامی را تشکیل می‌دهند (Gonzalez and Ghermandi, 2004).

نتایج نشان داد که از گندمیان چندساله، گونه‌های: *Agrostics gigantean*، *Bothriochloa ischaemum*، *Elymus hispidus*، *Festuca ovina*، *Poa bulbosa*، *Brachypodium Melica persica*، *Elymus repens*، *Bromus sylvaticum*، *Bromus pumilio*، *Bromus tomentellus*، *Hordeum bulbosum* و *Stipa barbata*، *Phragmites australis* در اثر آتش سوزی به شدت می‌سوزند و علاوه‌بر اندام هوایی، بذور آنها نیز روی گیاه می‌سوزد. برخی از بذور آنها که روی زمین ریخته و به‌طور کامل نسوخته‌اند، می‌توانند مجدداً رشد کنند، زیرا دارای پوشینه (گلوم و گلومل) بوده و چنانچه جنین و بخشی از اندوسپرم آنها سالم باشد، در فصل پاییز رشد می‌کنند. ازآنجایی‌که بذور این گیاهان دارای بانچ هستند، به‌صورت مجاورتی و جست جانبی در بهار، پس از آتش‌سوزی به‌خوبی رشد کرده و جایگزین می‌شوند، آن بخش از اندام ریشه گیاه که در اثر فرسایش خاک بیرون زده، دچار آسیب می‌شود، سایر اندام ریشه‌ای که توسط خاک پوشیده شده سالم می‌ماند و رشد می‌کند. فقط زادآوری طبیعی و از طریق بذر این گیاهان، در سال بعد از آتش‌سوزی دچار مشکل می‌شود. مطالعات نشان داده است، در سال‌های پس از آتش‌سوزی گندمیان چندساله بیشتر خواهند شد، به‌دلیل موقعیت جوانه‌های رویشی این گیاهان که در سطح یا زیر خاک قرار دارند (Haubensak *et al.*, 2009) ، همچنین کوتاه بودن میان‌گره‌های پایینی ساقه و تکثیر غیرجنسی از طریق ریزوم یا استولون و جوانه‌های مریستمی در قاعده ساقه (Erkovan *et al.*, 2016) در برابر آتش‌سوزی مقاومت می‌کنند. گندمیان یک‌ساله نیز مانند *Bromus dantonia*، *Bromus tectorum*، *Taeniatherum caput-medusae* و *Heteranthelium piliferum* در اثر آتش‌سوزی به‌طور کامل سوخته و از بین رفتند، درنتیجه گونه‌هایی حساس به شمار می‌روند. ۳۰ درصد بذوری که روی زمین ریخته و سالم مانده، یا بخشی از آنها که نیم‌سوز شده‌اند، مجدداً در فصل پاییز رشد کردند. بااین‌حال در سال بعد از آتش‌سوزی تراکم و فراوانی آنها دچار نقصان و کاهش شدید شد.

به‌طور کلی آتش‌سوزی سبب جوان‌سازی و افزایش کیفیت و کمیت گونه‌های گیاهی مناسب، همچنین افزایش غنا و تنوع گیاهان می‌شود و نقش مثبتی را برای برخی از گیاهان، که به‌طور مستمر مورد چرا و بهره‌برداری قرار می‌گیرند، دارد. بنابراین، با آتش‌سوزی مدیریت‌شده می‌توان هم فرصتی به مرتع داد و هم با اعمال مدیریت بیولوژیکی در بهبود شرایط آن اقدام کرد.

نتایج نشان داد، در سال اول بین دو منطقه شاهد و آتش‌سوزی اختلاف معنی‌داری ازنظر شاخص‌های تنوع شانون وینر و سیمپسون و شاخص‌های غنای مارگالف و منهینیک وجود دارد. به‌طوری‌که شاخص‌های تنوع سیمپسون و شانون وینر در منطقه شاهد و شاخص‌های غنای مارگالف و منهینیک در منطقه آتش‌سوزی بیشتر بود. در سال دوم و سوم اختلاف معنی‌داری ازنظر شاخص‌های موردبررسی مشاهده نشد. آتش‌سوزی در سال اول، باعث تغییر در پوشش گیاهی و کاهش تنوع گیاهی در منطقه آتش‌سوزی شد. نتایج نشان داد، بین سال‌های مختلف پس از آتش‌سوزی، اختلاف معنی‌داری ازنظر شاخص‌های غنای گونه‌ای مارگالف و منهینیک وجود دارد و آتش‌سوزی موجب افزایش غنای گونه‌ای شد. Collins and Collins (1987)، Fensham (1999)، Gibson (1990) Anguy (2010) ، شهلایی و همکاران (۱۳۹۱)، قربانی و همکاران (۱۳۹۰)، صدیقی و همکاران (۱۳۹۰) و جمشیدی باختر و همکاران (۱۳۹۲) بر افزایش غنای گونه‌ای پس از آتش‌سوزی اشاره کردند که علت آن می‌تواند به کاهش رقابت بین گونه‌های مهاجم و کلاس III و سرعت رشد گونه‌های گندمی کلاس II و پهن‌برگان یک‌ساله و چندساله مرتبط باشد. کاهش رقابت در اثر حذف گونه‌های بوته‌ای، خشبی و چندساله پهن‌برگ، سریع‌الرشد بودن گندمیان یک‌ساله و چندساله، رشد پاییزه با بارش حداقل در عرصه‌های مرتعی، همچنین تعداد زیاد بذر تولیدی، کوچکی سطح و حجم بذور تولیدی، مصون ماندن این بذور در لابه‌لای خاک و سنگ‌ریزه‌ها و داشتن ماده سوختنی ناچیز

از عوامل مهم پایداری و بقای این گونه‌ها با استفاده از بانک بذر اکوسیستم‌های مرتعی مناطق نیمه‌استپی است. بنابراین، آتش‌سوزی در اثر حذف بوته‌ای‌ها و جایگزین شدن گندمیان و پهن‌برگان علفی موجب افزایش تعداد گونه در واحد سطح شده و درنتیجه موجب افزایش غنای گونه‌ای می‌شود. بررسی شاخص‌های تنوع گونه‌ای و کاهش شاخص‌های سیمپسون و شانون وینر نیز نشان‌دهنده این بود که آتش‌سوزی موجب کاهش تنوع گونه‌ای شده است. آتش‌سوزی روی تنوع گونه‌ای اثر دارد و باعث می‌شود که پوشش گیاهی از بین برود و تنوع گونه‌ای کاهش یابد (غلامی‌باغی، ۱۳۸۸). Capita-nio و Carcaillet (۲۰۰۸) نیز بیان کردند، شاخص یکنواختی و شاخص تنوع شانون در بین سایت‌های مختلف اختلاف معنی‌داری دارد، به‌طوری‌که در سایت‌های با کمتر از مدت زمان شش سال پس از آتش‌سوزی، کمتر و برای سال‌های بیشتر از این مدت زمان، بیشتر بود. نتایج نشان داد، از سال دوم بین دو منطقه شاهد و آتش‌سوزی، اختلاف معنی‌داری ازنظر شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای مشاهده نشد. این موضوع نشان می‌دهد که در منطقه موردمطالعه احیای پوشش گیاهی پس از یک دوره دو ساله ممکن خواهد بود.

● نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، آتش‌سوزی در منطقه موردمطالعه سبب کاهش تراکم و فراوانی گونه‌های خاردار و مهاجم در منطقه شد. بنابراین آتش‌سوزی کنترل شده می‌تواند یک عامل مدیریتی در کنترل گونه‌های مهاجم و گونه‌هایی که جزو کلیماکس منطقه نیستند، باشد. وجود بانک بذر طبیعی در اکوسیستم‌های مرتعی، به‌دلیل وجود حشرات و سایر موجوداتی که از بذور گیاهان مرتعی برای تغذیه، یا پوشش مأوای خود استفاده می‌کنند، بذوری که توسط فضولات دام‌ها محافظت می‌شوند، بذوری که توسط تردد دام در سطح مراتع پراکنده می‌شود و بذوری که در زیر سنگ‌ریزه‌ها و سنگ‌های کوچک، یا خاک مدفون می‌شوند، همگی موجب شده تا از گزند آتش‌سوزی در امان مانده و بتوانند پس از ریزش نزولات آسمانی در اثر کاهش رقابت، حذف اشکوب فوقانی و باز شدن فضای مناسب، شروع به رشد و افزایش تراکم و انبوهی خود کنند و سیمایی یک‌دست و یکنواخت را از گونه‌های مرتعی، که گونه‌های مهمی در سیر توالی هستند، به وجود آورند، همچنین، غنای گونه‌های باارزش در مراتع را افزایش دهند و تنوع را بهبود بخشند. به‌طورکلی آتش‌سوزی سبب جوان‌سازی و افزایش کیفیت و کمیت گونه‌های گیاهی مناسب، همچنین افزایش غنا و تنوع گیاهان می‌شود و نقش مثبتی را برای برخی از گیاهان، که به‌طور مستمر مورد چرا و بهره‌برداری قرار می‌گیرند، دارد. بنابراین، با آتش‌سوزی مدیریت‌شده می‌توان هم فرصتی به مرتع داد و هم با اعمال مدیریت بیولوژیکی در بهبود شرایط آن اقدام کرد.

● منابع

ارزانی، ح.، ۱۳۷۶. دستورالعمل طرح ارزیابی مراتع مناطق مختلف آب‌وهوایی ایران. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۶۵ صفحه.

اسلامی، ا.، زارع، ح.، امینی اشکوری، ط.، اجتهادی، ح. و جعفری گرزین، ب.، ۱۳۸۶. بررسی و مقایسه تنوع گونه‌ای گیاهان دو عرصه تحت چرا و قرق مرتع کهنه لاشک نوشهر. نشریه پژوهش و سازندگی، ۲۰(۲): ۳۷-۴۶.

جمشیدی باختر، ع.، مروی مهاجر، م.ر.، ثاقب طالبی، خ.، نمیرانیان، م. و معروفی، ح.، ۱۳۹۲. تغییرات تنوع گونه‌ای پس از آتش‌سوزی در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی جنگل‌های مریوان). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱(۳): ۵۲۹-۵۴۱.

جنگجو،م.، ۱۳۸۸ اصلاح و توسعه مرتع. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ۲۳۹ صفحه.

حمزه، ب.، خوشنویس، م.، عشوری، پ.، مظفریان، و. و روانبخش، ه.، ۱۳۹۹. اثر آتش‌سوزی بر شاخص‌های تنوع گونه‌های گیاهی، مطالعه موردی: ایستگاه تحقیقاتی سیراچال. یافته‌های نوین در علوم زیستی، ۷(۱): ۹۲-۱۰۵.

رفیعی، ف.، اجتهادی، ح. و جنگجو، م.، ۱۳۹۳. بررسی تنوع گیاهی در زمان‌های مختلف پس از آتش‌سوزی در یک مرتع نیمه‌خشک. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۲۷(۵): ۸۵۴-۸۶۴.

زارع مایوان، ح. و معماریانی، ف.، ۱۳۸۱. بررسی روند احیا طبیعی پوشش گیاهی در مناطق آسیب‌دیده پارک ملی گلستان بعد از آتش سوزی‌های سال ۱۳۷۴. نشریه پژوهش و سازندگی، ۱۵(۱): ۳۴-۳۹.

شکری، م. صفائیان ن.ا. و اترکچالی، ع. ن.، ۱۳۸۱ .بررسی پیامد آتش بر پوشش گیاهی تختی ییلاق پارکملی گلستان. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۵(۲): ۲۷۳-۲۸۲.

شهلایی، ا.، جوادی، س.ا.، ساعدی، ک. و آفریدگان، ا.، ۱۳۹۱. آثار آتش‌سوزی عمدی بر روی پوشش گیاهی مراتع اطراف سنندج (مطالعه موردی کوه آبیدر و منطقه حسن آباد). سومین همایش ملی دانشجوی مرتع، آبخیز و بیابان، کرج، ۹ اسفند ۱۳۹۱، ۵ صفحه.

صدیقی، م.، قدس خواه دریایی، م.، حیدری، م. و فرهی ا.، ۱۳۹۰. تأثیر آتش‌سوزی بر روی تنوع گونه‌های گیاهی زیراشکوب در جنگل‌های استان گیلان، مطالعه موردی منطقه سراوان. همایش بین‌المللی آتش‌سوزی در گرگان، ۷ صفحه.

طهماسبی، پ.، ۱۳۹۲. بررسی آثار تخریبی و پتانسیل‌های استفاده از آتش به‌عنوان ابزار مدیریتی پوشش گیاهی مراتع نیمه‌استپی. مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۶(۲): ۲۸۷-۲۹۸.

غلامی باغی، ن.، ۱۳۸۸. تحلیلی بر تنوع گیاهی و روش‌های مطالعه آن. فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، ۷(۲۶): ۵۶.

قربانی، ج.، منصوری، ع.ر.، صفائیان، ن.ا. و تمراش، ر.، ۱۳۹۰. مسیر تغییرات پوشش گیاهی پس از آتش‌سوزی در مراتع نیمه‌خشک. نخستین همایش بین‌المللی آتش‌سوزی در عرصه‌های منابع طبیعی ایران، گرگان.

مصداقی، م.، ۱۳۸۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی. دکترمارتین کنت، دکتر پدی کاکر (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ۲۸۷ صفحه.

Anguy, A. G., 2010. Effect of fire frequency on plant species diversity and composition in queen Elizabeth national park, southwestern Uganda. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the award of the degree of master of science in environment and natural resources of Makerere university.

Bailey, A.W., 1988. Understanding fire ecology for range management. In Tueller, P.T. (ed.), Vegetation science applications for rangeland analysis and management; handbook of vegetation science, vol. 14. Springer, Dordrecht, pp. 527-557.

Beverly, J.L. and Martell, D.L., 2005. Characterizing extreme fire and weather events in the boreal shield Ecozone of Ontario. Agricultural and Forest Meteorology, 133: 5-16.

Brooks, M.L., Brown, C.S., Chambers, J.C., D'Antonio, C.M., Keeley J.E. and Belnap, G., 2016. Exotic

Annual Bromus Invasions: Comparisons among species and ecoregions in the Western United States. Pp. 11-60, In: Germino M. J., J. C. Chambers and C. S. Brown, (Eds.), Exotic Brome-Grasses in Arid and Semiarid Ecosystems of the Western US, Springer Series on Environmental Management.

Bowman, D.M., Balch, J.K., Artaxo, P., Bond, W.J., Carlson, J.M., Cochrane, M.A., D'Antonio, C.M., DeFries, R.S., Doyle, J.C., Harrison, S.P. and Johnston, F.H., 2009. Fire in the Earth system. science, 324(5926): 481-484.

Capitanio, R., and Carcaillet, C., 2008. Post-fire Mediterranean vegetation dynamics and diversity: A discussion of succession models. Forest Ecology and Management, 255: 431–439.

Collins, S.L. and Smith, M.D., 2006. Scale dependent interaction of fire and grazing on community heterogeneity in tallgrass prairie. Journal of Ecology, 87: 2058-2067.

Collins, S.L., 1987. Interaction of disturbances in tallgrass prairie: a field experiment. Ecology, 68: 1243-1250.

Collins, S.L., and Gibson, D.J., 1990. Effects of fire on community structure in tallgrass and Mixed-Grass Prairie. In: Collins, s.l., and Wallace, l.l. (Eds.), Fire in North American tallgrass prairies. First Edition. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, USA.

DeByle, N.V., 1976. Fire, logging and debris disposal effects on soil and water in northern coniferous forests. In: 1976 Proc. XVI IUFRO World Congr., International Union of Forest Research Organizations Div. I Oslo, Norway. College of Life Sciences and Agriculture, Orono, Maine: 201-212.

Erkovan, S., Koc, A., Gullap, M.K., Erkovan H.I. and Bilen, S., 2016. The effect of fire on the vegetation and soil properties of ungrazed shortgrass steppe rangeland of the Eastern Anatolia region of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40: 290-299.

Fensham, R.J., 1999. Interactive effects of fire frequency and site factor in tropical Eucaliptus forest. Australian Journal of Ecology, 15(3):65-72.

Gonzalez, S. and Ghermandi, L., 2004. Postfire seed bank dynamics in semiarid grassland. Plant Ecology, 199(2): 175-185.

Guevara, J.C., Stasi, C.R., Wuillod, C.F. and Estevez, O.R., 1999. Effects of fire on rangeland vegetation in south-western Mendoza plains (Argentina): composition, frequency, biomass, productivity and carrying capacity. Journal of Arid Environments, 41: 27–35.

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.

Magurran, A.E., 1995. Measuring biological diversity, Oxford, Blacwell Publishing, 256 p.

Magurran, A.E., 1988. Ecological Diversity and its Measurement, Princeton University Press, New Jersey, 179 p.

Margalef, R., 1957. Diversidad de species en las commondades natural publiciones del insituto de biological aplicate, 6: 59-72.

McDonald, C., Smith, R. and Dic, J., 2010. Using indices to measure bio diversity change through time, International Workshop on spatio-Temporal Modelling, Santiago de Compostela.

Menhinick, E.F., 1969. A comparison of some species individual diversity indices applied to samples of field insects, Ecology, 45: 839-861.

Neary, D.G., 2004. Fire Effects on Soils. Rocky Mountain Research Station, Flagstaff, Arizona, Southwest Hydrology. Plant Ecology, 187: 234-246.

Raunkiaer, C., 1934. The life forms of plants and statistical geographical. Oxford. Clarendon Press, 632 p.

Rechinger, K.H., (ed.). 1963-2015. Flora Iranica, vols. 1-174. Akademische Druck- u. Verlagsanstalt, Graz; vol. 175. Akademische Verlagsgesellschaft, Salzburg; vols. 176-181. Naturhistorisches Museum, Wien.

Reinhard, M., Rebetezl, M. and Schlaepfer, R., 2005. Recent climate change: Rethinking drought in the context of Forest Fire research in Ticino, South of Switzerland, Theor. Appl. Climtol., 82: 17–25.

Sabiiti, E., Wamara, J., Ogen-Odoi, A. and Wein, R., 1992. The Role of Fire in Pasture and Rangeland Manage ment. Nomadic Peoples, 31: 107-110.

Sanghoon, C., Woen, K. and Che, S., 1997. Comparison of Plant community structures in cut and uncut areas at burned area of Mt. Gumo-San. Journal of Kor. Forestry Soc, 86: 509-520.

Sarmiento, G., 1992. Adaptive strategies of perennial grasses in South American savannas. Journal of Vegetation Science, 3: 325-336.

Shannon, C.E., 1948. A mathematical theory of communication, Bell system Technical Journal, 27: 379-423, 623-656.

Trollope, W.S.W., Trollope, L.A. and Hartnett, D.C., 2002. fire behavior a key factor in the fire ecology of African grasslands and savannas, Forest Fire research and Wildland Fire Safety, Viegas (ed.), 15p.

Vinton, M.A., Hartnett, D.C., Finck, E.J. and Briggs, J.M., 1993. Interactive effects of fire, bison (Bison bison) grazing, and plant community composition in tallgrass prairie. American Midland Naturalist, 129: 10–18.

Yin, H.W., Kong, F.H. and Li, X.Z., 2004. RS and GIS-based forest fire risk zone mapping in Dahinggan Mountains. Chinese Geographical Science, 14 (3): 251-257.