علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره پنج، مرداد ماه ۹۹

تغییرات گروه‌های عملکردی گیاهان در اثر آتش‌سوزی در مراتع نیمه استپی استان چهارمحال و بختیاری

الهام بنی‌هاشمی [۱*]
banihashemi.elham.m71@gmail.com
علی اصغر نقی پور برج [۲]

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۲۱ **تاریخ پذیرش:۹۷/۳/۲**

چکیده

زمینه و هدف: درک چگونگی پاسخ گیاهان به آتش‌سوزی برای پیش‌بینی ویژگی‌ها و پراکنش بسیاری از زیست بوم‌ها ضروری است. هدف این تحقیق شناسایی، طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل صفات عملکردی گیاهان است که بتوانند به عنوان وسیله‌ای برای شناسایی تغییرات جوامع گیاهی در اثر آتش‌سوزی در فواصل زمانی مختلف مورد استفاده قرار گیرند.

روش بررسی: مطالعه حاضر در منطقه کرسنک در شهرستان بن و در استان چهارمحال و بختیاری انجام یافته است. تعداد ۶ سایت با سابقه آتش‌سوزی یک‌ساله و پنج ساله انتخاب و نمونه‌برداری به روش تصادفی طبقه‌بندی شده انجام یافت. در هر پلات پس از شناسایی گونه‌های موجود، درصد پوشش هریک از گونه‌ها تخمین زده شد و صفات گیاهی اندازه‌گیری شدند.

یافته ها: نتایج نشان داد که صفات گیاهی همچون ارتفاع گیاه، تولید، شاخص سطح برگ SLA، مساحت و وزن خشک برگ، درصد ترکیب گونه‌های گندمی، علفی و بوته‌ای، درصد ترکیب گیاهان با خوشخوراکی کلاس II و III، درصد ترکیب گونه‌های با اشکال زیستی همی‌کریپتوفیت و کامفیت در دو منطقه آتش‌سوزی و شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند ($Sig \leq ۰/۰۵$). طبق نتایج تحلیل مولفه‌های اصلی، تأثیرپذیرترین صفات به ترتیب عبارت از شاخص سطح برگ SLA، خوشخوراکی کلاس II، طول برگ، درصد ترکیب همی‌کریپتوفیت، درصد ترکیب پهن‌برگان علفی و مساحت برگ بودند که ارتباط مستقیمی با آتش‌سوزی پنج‌ساله و آتش‌سوزی یک‌ساله داشتند.

بحث و نتیجه گیری: بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که صفات گیاهی نقش مهمی در تعیین پاسخ گونه‌های گیاهی به آشفتگی‌های محیطی دارند و از این رو می‌توانند بر سیر توالی ثانویه مرتع نیمه استپی پس از آتش‌سوزی تأثیرگذار باشند.

واژه‌های کلیدی: آتش‌سوزی، صفات عملکردی گیاهی، مرتع نیمه استپی، کرسنک.

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی مرتع دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد، ایران. *(مسوول مکاتبات)
۲- استادیار گروه مهندسی طبیعت دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.5, July, 2020

Variation of Plant Functional Groups in Relation to Fire in Semi-Steppe Rangelands of Chaharmahal Va Bakhtiari Province

Elham Banihashemi [1*]
banihashemi.elham.m71@gmail.com
Ali Asghar Naghipour [2]

Admission Date:May 23, 2018 Date Received: February 10, 2018

Abstract

Background and Objective: Understanding of how plants respond to a fire is essential to predict the characteristics and distribution of many ecosystems. This research is aimed at identifying, classifying and analyzing plant functional traits that can be used as a means for determining changes in plant communities through the fire at various time intervals.

Method: The present study was conducted in the Karsanak region in Chaharmahal Va Bakhtiari province. Six sites with one and five years after the last fire were selected. A stratified random sampling was used. In each plot, after identifying the existing species, the percentage of the cover of each species was estimated and the plant characteristics were measured.

Findings: The results showed that vegetative traits such as plant height, production, SLA leaf area index, leaf area and leaf dry weight, composition of Gramineae species, herbaceous plants and shrub, the percentage of plants with class of II and III palatability, percentage of species composition with form of Hemicryptophyte and chamaephyte had a significant difference in fire and control areas. According to Principal Component Analysis, the most effective of trait were SLA leaf area index, palatability of class II, the leaf length, Hemicryptophytes, forbs and long of the leaf which had a direct relationship with five-year fire and one year fire.

Discussion and Conclusion: Therefore, it can be concluded that plant traits play an important role in determining the response of plant species to environmental disturbances and hence can influence the process of the post-fire rangeland secondary sequence.

Keywords: Fire, Plant Functional Traits, Semi-Steppe Rangeland, Karsanak.

1- Ph.D. Student, Rangeland Sciences, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Iran * (Corresponding Authors)

2- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Iran

مقدمه

درک چگونگی پاسخ گیاهان به آتش‌سوزی برای پیش‌بینی ویژگی‌ها و پراکنش بسیاری از زیست بوم‌ها ضروری است (۱ و ۲). گونه‌های گیاهی دارای طیف وسیعی از راهبردهایی هستند که به آنها اجازه می‌دهد تحت انواع مختلف رژیم‌های آتش‌سوزی، به ویژه در رابطه با شدت و تکرار آتش‌سوزی باقی بمانند (۳، ۴ و ۵). گروه‌های عملکردی گیاهان (PFTs)، گروه‌هایی با رفتارهای اکولوژیک مشابهند که به عوامل محیطی و کنترل‌های زیستی پاسخ مشابهی می‌دهند و آثار مشابهی در فرآیندهای اصلی زیست بوم دارند (۶ و ۷). گروه‌های عملکردی با استفاده از صفات عملکردی تعیین می‌شوند. ویژگی‌هایی از گیاهان که بیشترین همبستگی را با واکنش پوشش به عوامل محیطی دارند، به عنوان صفات عملکردی در نظر گرفته می‌شود. مزیت استفاده از صفات به جای گونه‌ها این است که انواع پوشش گیاهی مختلف یا حتی فلورهای مختلف را می توان با صفات مقایسه کرد و گرایش‌های کلی آنها را نشان داد. به عبارت دیگر با وجود واگرایی فلورستیکی، با مطالعه صفات و گروه‌های عملکردی می‌توان همگرایی در پویایی پوشش گیاهی را مشاهده کرد (۸). اطلاعات صفات گیاهی برای درک تکامل گیاهی، پویایی پوشش‌گیاهی و پاسخ آن به آشفتگی و مدیریت ضروری است (۹).

آتش‌سوزی نیز یکی از مهمترین آشفتگی‌هایی است که باعث تغییر ساختار پوشش‌گیاهی و عملکرد زیست بوم می‌شود (۱۰، ۱۱ و ۱۲). آتش‌سوزی می‌تواند نقشی کلیدی در ساختار و عملکرد زیست بوم‌های مرتعی داشته باشد. تغییر در ساختار و ترکیب پوشش‌گیاهی یکی از بارزترین آثار آتش‌سوزی بر زیست بوم‌های طبیعی می‌باشد (۱۳). آتش‌سوزی‌های مکرر می‌تواند باعث غالب شدن گونه‌های محدودی با خاصیت عملکردی نزدیک به هم شود (۱۴). آتش سوزی تأثیر معنی‌داری بر تغییر مقادیر زیتوده، صفات گیاهی و تغییر ترکیب گروه‌های عملکردی مرتع دارد. آتش‌سوزی می‌تواند مقدار زیتوده بالای سطح زمین را تغییر دهد، به طوری که می تواند آن را کاهش داده (۱۵) و یا بی‌تأثیر بر آن باشد (۱۶).

آتش‌سوزی با کاهش معنی‌دار گیاهان چوبی، خشبی و بوته‌ای زمینه مساعدی را برای رشد و گسترش گیاهان اشکوب تحتانی که اغلب گندمیان هستند، فراهم می‌کند (۱۷، ۱۸ و ۱۹)، به طوری‌که در سال‌های بعد از آتش‌سوزی، گندمیان چند ساله بیشتر خواهند شد، زیرا به دلیل موقعیت جوانه رشد در سطح یا زیر خاک در برابر آتش‌سوزی مقاومت می‌کنند (۲۰ و ۲۱). Garsia (۲۲)، در پارک ملی دونانا در اسپانیا به این نتیجه رسید که در سال‌های سوم و چهارم بعد از آتش‌سوزی، گیاهان بوته‌ای افزایش می‌یابند. وی همچنین مشابهت ساختاری پوشش‌گیاهی مورد مطالعه را با مرحله کلیماکس زیست بوم مدیترانه‌ای بیان نمود. همچنین Vivn و Cary (۲۳)، در بررسی ارتباط بین صفات برگ و راهبرد پاسخ به آتش‌سوزی در گونه‌های درختچه‌ای در منطقه کوهستانی جنوب شرق استرالیا عنوان کردند که صفات برگی بین گروه‌های پاسخ به آتش‌سوزی مقاوم بودند و تفاوتی بین بذرافشان‌ها و پاجوش‌دارها مشاهده نشد. پاجوش‌داری یک راهبرد سریع به منظور رقابت با گونه‌هایی که هم پاجوش‌دار و یا بذرافشان هستند، می باشد. شریعتمداری (۲۴)، در مقایسه صفات گیاهی مرتبط با آتش‌سوزی در مراتع خشک و نیمه خشک بزنگان نتیجه گرفت که آتش‌سوزی دراین مراتع سبب افزایش ژئوفیت‌ها، تروفیت‌ها و همی‌کریپتوفیت‌ها، ولی کاهش شکل‌های رویشی بوته‌ای و گندمیان یک‌ساله شد.

در اثر آتش‌سوزی علفزارهای کوهستانی، سطح ویژه برگ (SLA) گیاهان افزایش می‌یابد که این افزایش احتمالاً به دلیل غنی‌شدن و حاصلخیزی خاک (۲۵) و تجزیه بهتر مواد آلی خاک می‌باشد (۲۶). همچنین ممکن است تولید علوفه (گندمیان و پهن‌برگان علفی) در سال اول و دوم پس از آتش‌سوزی کاهش یابد (۲۷ و ۲۸)، ولی در سال‌های بعد افزایش خواهد یافت (۱۳ و ۲۹). از طرف دیگر، آتش‌سوزی سبب تولید علوفه تازه و خوشخوراک می شود (۳۰).

با وجود اینکه هر ساله هزاران هکتار از مراتع نیمه‌استپی کشور طعمه حریق می‌گردد، در این مورد تحقیقات بسیار کمی انجام

گرفته و تأثیر آتش بر مراتع ایران، کاملاً شناخته شده نیست. همچنین در مورد اثر آتش‌سوزی بر تغییرات گروه‌های عملکردی گیاهان در مراتع نیمه استپی کشور، تاکنون تحقیق جامعی صورت نگرفته است. به همین دلیل تحقیق حاضر جدید بوده و به سبب بررسی این تغییرات، نوآور می‌باشد.

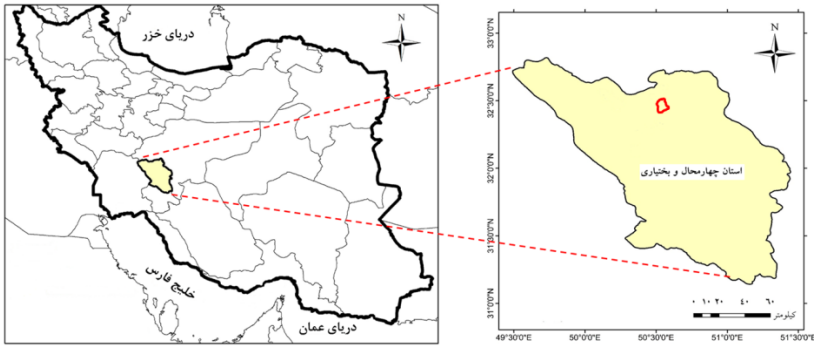
هدف اصلی این تحقیق، شناسایی، طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل صفات عملکردی گیاهان است که بتوانند به عنوان وسیله‌ای برای شناسایی تغییرات جوامع گیاهی در اثر آتش‌سوزی در فواصل زمانی مختلف و هم چنین در مقایسه با سایت های شاهد، مورد استفاده قرار گیرند.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

مطالعه حاضر در منطقه کرسنک در شهرستان بن و در استان چهار محال و بختیاری انجام یافته است. موقعیت جغرافیایی آن بین ″۲۹ ′۳۰ °۳۲ تا ″۳۳ ′۳۲ °۳۲ عرض شمالی و ″۴۴ ′۲۷ °۵۰ تا ″۰۹ ′۲۹ °۵۹ طول شرقی در فاصله ۶۷ کیلومتری شمال غربی شهرکرد واقع شده است و ۶۰۰ هکتار وسعت دارد (شکل ۱). حداکثر ارتفاع آن از سطح دریا ۳۱۰۰ متر و حداقل ارتفاع آن ۲۲۵۰ متر بوده و متوسط شیب منطقه حدود ۳۰ – ۲۰٪ می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه این منطقه ۴۲۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن ۱۲ درجه سانتی گراد است. این منطقه جزء مناطق نیمه‌استپی زاگرس مرکزی به حساب آمده و یکی از مراتع خوب استان چهار محال و بختیاری است (۳۱).

آتش‌سوزی طی سال‌های گذشته در قسمت‌های مختلف این مراتع اتفاق افتاده است و از این رو می توان اثر آتش‌سوزی را مورد بررسی قرار داد. به همین منظور، تعداد ۶ سایت با آتش‌سوزی یک‌ساله و پنج‌ساله انتخاب شدند. در انتخاب این سایت‌ها دقت شد که این مناطق در تمام خصوصیات مثل توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع)، نوع خاک و مقدار بارندگی شبیه هم باشند. تیپ گیاهی این مناطق، بوته‌زار با غالبیت گون (*Astragalus sp*) بود. برای هر یک از مناطق تعیین شده که آتش‌سوزی در آن رخ داده، در مجاورت آن یک منطقه شاهد که در آن آتش‌سوزی اتفاق نیفتاده، مشخص گردید. تعیین مناطق مورد مطالعه، با استفاده از اطلاعات و آمار بخش حفاظت اداره کل منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، افراد محلی و بهره‌برداران انجام یافت.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان چهارمحال و بختیاری

Figure 1. Studied region location in Chaharmahal Va Bakhtiari Province, Iran

پس از شناسایی مقدماتی و تعیین حدود سایت‌های مرتعی نیمه استپی مورد بررسی، برای مطالعه پارامترهای پوشش‌گیاهی از روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده (Stratified random sampling) استفاده شد. در هر سایت مرتعی، تعداد ۲۰ پلات ۴ متر مربعی مستقر شد که ۱۰ پلات در منطقه حریق و ۱۰ پلات در منطقه شاهد اجرا شد (۳۲). به طور کلی

۱۲۰ واحد نمونه‌برداری در منطقه مستقر شد. در هر واحد نمونه‌برداری پس از شناسایی گونه‌های موجود، درصد پوشش هر یک از گونه‌ها تخمین زده شد. پس از شناسایی ۳۳ گونه‌ی گیاهی غالب در جامعه گیاهی بر اساس درصد تاج‌پوشش، اندازه‌گیری تمامی صفات بر روی ۵ پایه‌ی گیاهی به صورت تصادفی در سطح جامعه گیاهی صورت گرفت. نام گونه‌های مورد اندازه‌گیری به شرح زیر است:

Agropyron intermedium Rchb., *Alyssum heterotrichum* Boiss., *Asperula arvensis* L., *Astragalus adscendens* Boiss. & Hausskn., *Astragalus angustifolius* Lam., *Astragalus gossypinus* Fisch., *Astragalus siliquosus* Boiss., *Astragalus rhodosemius* Boiss. & Hausskn., *Astragalus susianus* Boiss., *Astragalus verus* Olivier, *Boissiera squarrosa* (Sol.) Nevski, *Bromus danthoniae* Trin. ex C.A.Mey., *Bromus tectorum* L., *Bromus tomentellus* Boiss., *Carex stenophylla* Wahlenb., *Centaurea ustulata* DC., *Cousinia cylindracea* Boiss., *Eremopoa persica* (Trin.) Roshev., *Eryngium billardierei* F.Delaroche., *Euphorbia boissieriana* (Woronow) Prokh., *Fritillaria imperialis* L., *Geranium tuberosum* L., *Lactuca serriola* L., *Mentha longifolia* L., *Phlomis olivieri* Benth., *Poa bulbosa* L., *Psathyrostachys fragilis* (Boiss.) Nevski., *Ranunculus arvensis* L., *Scariola orientalis* (Boiss.) Soják, *Silene arbuscula* Fenzl ex Boiss., *Stipa haussknechtii* Boiss., *Taraxacum syriacum* Boiss., *Veronica biloba* L.

صفات مورد بررسی شامل دو دسته صفات کیفی (شکل رویشی، عمر رویشی، شکل زیستی، کلاس‌های خوشخوراکی) و صفات کمی (ارتفاع گیاه، طول برگ، عرض برگ، سطح برگ، وزن برگ، تولید، زیتوده گیاهی، وزن کل گیاه و سطح ویژه‌ی برگ) بودند.

صفات کیفی با بررسی فهرست گونه‌های گیاهی و طبقه‌بندی رانکایر مشخص گردید. ارتفاع گیاه هر پایه که فاصله بین بالاترین سطح بافت فتوسنتز کننده و سطح زمین می‌باشد، اندازه‌گیری شد (۳۳). برای اندازه‌گیری تولید از روش قطع و توزین استفاده گردید (۳۲). بدین صورت که با جداسازی قسمت‌های تولید سال جاری از قسمت‌های باقی‌مانده سال قبل در گونه‌های چندساله عمدتاً بوته‌ای‌ها، تولید پایه‌های گیاهی وزن گردید. برای اندازه‌گیری (وزن کلی گیاه) زیتوده گیاهی بالای سطح زمین، از روش نمونه‌گیری مضاعف استفاده شد. برای تعیین سطح ویژه برگ (SLA[1]) تمامی برگ‌های موجود در پایه‌های برداشت شده از گیاه جدا شدند و برگ‌ها اسکن شدند و با استفاده از نرم افزار Image J 1032 طول، عرض و سطح برگ آن‌ها تعیین شد. برگ‌های اندازه‌گیری شده در هوای آزاد خشک شدند و سپس وزن هر برگ با استفاده از ترازوی با دقت سه صفر (میلی‌گرمی) اندازه‌گیری شدند (وزن خشک). سپس با استفاده از رابطه (۱) سطح ویژه برگ به‌دست آمد:

رابطه (۱)

$$\text{سطح ویژه برگ} = \frac{\text{سطح برگ (میلی متر مربع)}}{\text{وزن خشک برگ (میلی گرم)}}$$

به‌منظور مقایسه صفات عملکردی جوامع گیاهی در آتش‌سوزی یک‌ساله با منطقه شاهد و آتش‌سوزی پنج‌ساله با شاهد آن پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون T مستقل در محیط نرم‌افزاری SPSS 23 استفاده شد. همچنین به‌منظور بررسی اثر چرای دام بر صفات عملکردی جوامع گیاهی در طول گرادیان، آنالیز تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA[2]) با استفاده از نرم‌افزار Canoco 4.5، انجام گرفت.

نتایج

به‌منظور بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین صفات گیاهی مورد بررسی در مناطق مختلف از لحاظ آتش‌سوزی یک‌ساله و پنج ساله از آزمون T دو نمونه مستقل استفاده شد. نتایج مربوط به مقایسه صفات گیاهی در دو منطقه آتش‌سوزی و شاهد یک‌ساله نشان داد بین صفات ارتفاع گیاه، تولید، وزن کلی گیاه، طول و عرض برگ، شاخص سطح برگ SLA، مساحت و وزن خشک برگ، درصد ترکیب گونه‌های با شکل رویشی گندمی، علفی و

1- Specific Leaf Area
2- Principal Component Analysis

بوته‌ای، درصد ترکیب گیاهان با خوشخوراکی کلاس II و III، درصد ترکیب گونه‌های اشکال زیستی ژئوفیت، همی کریپتوفیت، کامفیت و فانروفیت اختلاف معنی‌داری بین مناطق وجود دارد (جدول ۱) (Sig ≤۰/۰۵) و در سایر صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری بین دو منطقه یاد شده وجود نداشت. هم چنین از بین صفات کمی و کیفی مورد بررسی صفات وزن کلی گیاه، طول و عرض برگ، شاخص سطح برگ SLA، وزن برگ، درصد ترکیب گونه‌های با شکل رویشی گندمی، علفی و بوته‌ای، درصد ترکیب گیاهان با خوشخوراکی کلاس I و III، درصد ترکیب گونه‌های اشکال زیستی همی‌کریپتوفیت و کامفیت دارای اختلاف معنی‌داری بین دو منطقه آتش‌سوزی پنج ساله و شاهد آن، بودند (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج آزمون T دو نمونه مستقل، میانگین صفات عملکردی گیاهان در اثر آتش‌سوزی یک‌ساله در منطقه کرسنک

Table 1.T-test results of Independent two-samples, mean of plants functional traits due to one-year fire in the Karsanak region

صفت	تیمار (میانگین± اشتباه معیار)		درجه آزادی	t	Sig (2-tailed)
	آتش سوزی	شاهد			
ارتفاع گیاه (cm)	۳۲/۹ ± ۱/۲۷	۴۶/۷۹ ± ۱/۵	۵۸	-۷/۰۰	۰/۰۰۰**
عرض برگ (cm)	۰/۹۴ ± ۰/۰۶	۰/۵۲ ± ۰/۰۲	۳۶/۲۷	۵/۸۶۳	۰/۰۰۰**
شاخص سطح برگ	۱۰/۷۷ ± ۰/۳۶	۸/۱۳ ± ۰/۳۳	۵۸	۵/۲۸۲	۰/۰۰۰**
گیاهان چند ساله	۰/۸۸ ± ۰/۰۱۵	۰/۸۹ ± ۰/۰۱۳	۵۸	-۰/۵۳۶	۰/۵۹۴n.s
گیاهان یکساله	۰/۱۱ ± ۰/۰۱۵	۰/۱۰ ± ۰/۰۱۳	۵۸	۰/۵۳۶	۰/۵۹۴n.s
وزن کلی گیاه (gr)	۱۸/۲۹ ± ۰/۷۱	۲۲/۰۴ ± ۱/۰۳	۵۸	-۲/۹۷۷	۰/۰۰۴**
وزن خشک برگ(mgr)	۲۴۸/۸۸ ± ۳۹/۲۴	۸۶/۵۰ ± ۱۲/۲۴	۳۴/۵۹۳	۳/۹۵	۰/۰۰۰**
تولید (gr)	۱۱/۶۹ ± ۰/۴۵	۱۳/۱۱ ± ۰/۳۵	۵۸	-۲/۴۶	۰/۰۱۷*
سطح برگ (mm2)	۸۱۲/۸۲ ± ۵۲/۴۲	۴۲۹/۳۵ ± ۲۴/۰۱	۴۰/۶۶۱	۶/۶۵	۰/۰۰۰**
طول برگ (cm)	۱۰/۳۶ ± ۰/۳۶	۷/۳۲ ± ۰/۲۸	۵۸	۶/۶۳	۰/۰۰۰**
گیاهان کلاس کلاس I	۰/۳۴ ± ۰/۰۴	۰/۲۶ ± ۰/۰۳	۵۳/۷۷۸	۱/۴۳۶	۰/۱۵۷n.s
گیاهان کلاس کلاس II	۰/۳۷ ± ۰/۰۳	۰/۲۳ ± ۰/۰۴	۵۸	۲/۲۳۸	۰/۰۱۴*
گیاهان کلاس کلاس III	۰/۲۷ ± ۰/۰۳۲	۰/۴۹ ± ۰/۰۳۱	۵۸	-۴/۸۴	۰/۰۰۰**
گندمیان	۰/۴۴ ± ۰/۰۵	۰/۳۱ ± ۰/۰۳	۴۹/۶۶۵	۱/۹۳۸	۰/۰۵۸*
پهن‌برگان علفی	۰/۳۴ ± ۰/۰۳	۰/۱۳ ± ۰/۰۱	۳۹/۵۴۲	۵/۳۸۵	۰/۰۰۰**
بوته ای	۰/۲۰ ± ۰/۰۳۷	۰/۵۴ ± ۰/۰۳۳	۵۸	-۶/۹۹۲	۰/۰۰۰**
تروفیت	۰/۱۱۲ ± ۰/۰۱۵	۰/۱۱۶ ± ۰/۰۱۳	۵۸	-۰/۲۰۱	۰/۸۴۲n.s
ژئوفیت	۰/۲۱ ± ۰/۰۳	۰/۰۶ ± ۰/۰۱	۳۶/۱۳۱	۴/۲۰۹	۰/۰۰۰**
همی کریپتوفیت	۰/۴۶ ± ۰/۰۲۸	۰/۲۷ ± ۰/۰۲۴	۵۸	۵/۱۷۵	۰/۰۰۰**
کامفیت	۰/۲۰ ± ۰/۰۳۷	۰/۵۴ ± ۰/۰۳۳	۵۸	-۶/۹۹۲	۰/۰۰۰**
فانروفیت	۰/۰۰۵ ± ۰/۰۰۱	۰/۳۷ ± ۰/۰۳	۲۹/۱۴۹	-۱۱/۹۳۴	۰/۰۰۰**

** اختلاف معنی دار آماری در سطح یک درصد * اختلاف معنی دار آماری در سطح پنج درصد **n.s** عدم اختلاف معنی‌دار آماری

جدول ۲- نتایج آزمون T دو نمونه مستقل، میانگین صفات عملکردی گیاهان در اثر آتش‌سوزی پنج ساله در منطقه کرسنک

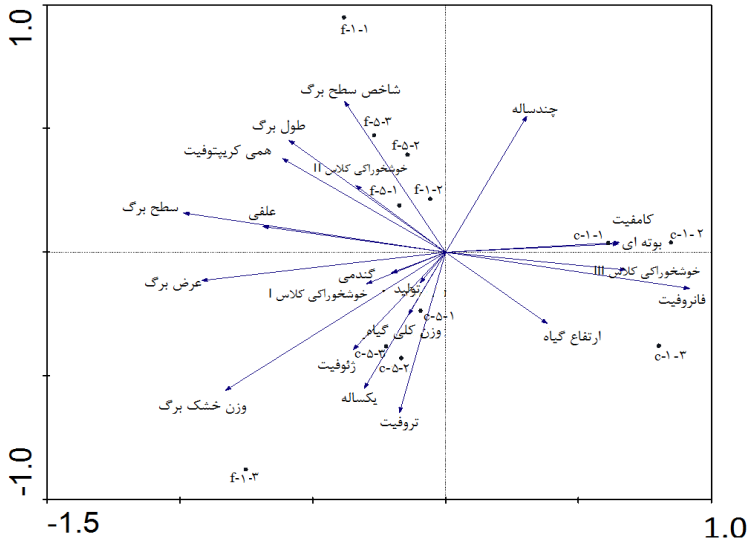
Table 2. T-test results of Independent two-samples, mean of plants functional traits due to five-year fire in the Karsanak region

صفت	تیمار (میانگین± اشتباه معیار)		درجه آزادی	t	Sig (2-tailed)
	آتش سوزی	شاهد			
ارتفاع گیاه (cm)	۴۷/۰۲ ± ۱/۲۰	۴۶/۲۹ ± ۰/۵۳	۴۰/۲۰۲	۰/۵۵۳	n.s ۰/۵۸۳
عرض برگ (cm)	۰/۸۵ ± ۰/۰۲	۱/۰۰۳ ± ۰/۰۴	۴۸/۳۹۱	-۳/۱۳	** ۰/۰۰۳
شاخص سطح برگ	۹/۵۸ ± ۰/۱۸	۷/۳۴ ± ۰/۱۵	۵۸	۹/۴۱۲	** ۰/۰۰۰
گیاهان چند ساله	۰/۸۹ ± ۰/۰۰۷	۰/۸۷ ± ۰/۰۱	۵۸	۱/۳۱۴	n.s ۰/۱۹۴
گیاهان یکساله	۰/۱۰ ± ۰/۰۰۷	۰/۱۲ ± ۰/۰۱	۵۸	-۱/۳۱۴	n.s ۰/۱۹۴
وزن کلی گیاه (gr)	۲۷/۴۹ ± ۰/۸۷	۳۹/۸۶ ± ۰/۸۱	۵۸	-۱۰/۳۱۸	** ۰/۰۰۰
وزن خشک برگ(mgr)	۱۸۸/۵۵ ± ۷/۴۲	۲۵۷/۹۱ ± ۱۱/۴۱	۴۹/۸۱۱	-۵/۰۹۲	** ۰/۰۰۰
تولید (gr)	۱۶/۶۹ ± ۰/۳۳	۱۷/۱۹ ± ۰/۲۴	۵۸	-۰/۹۰۷	n.s ۰/۳۶۸
سطح برگ (mm2)	۷۶۱/۳۱ ± ۲۲/۸۷	۷۱۳/۶۷ ± ۲۰/۲۹	۵۸	۱/۵۵۸	n.s ۰/۱۲۵
طول برگ (cm)	۱۲/۴۵ ± ۰/۳۱	۱۰/۱۵ ± ۰/۲۱	۵۸	۶/۰	** ۰/۰۰۰
گیاهان کلاس کلاس I	۰/۶۰ ± ۰/۰۱۹	۰/۳۸ ± ۰/۰۱۷	۵۸	۸/۵۸۷	** ۰/۰۰۰
گیاهان کلاس کلاس II	۰/۲۱۹ ± ۰/۰۰۹	۰/۲۱۴ ± ۰/۰۱۱	۵۸	۰/۳۶۲	n.s ۰/۷۱۸
گیاهان کلاس کلاس III	۰/۱۷۵ ± ۰/۰۲	۰/۴۰ ± ۰/۰۱	۵۸	-۷/۷۸۹	** ۰/۰۰۰
گندمیان	۰/۶۲ ± ۰/۰۲	۰/۳۶ ± ۰/۰۱	۵۸	۹/۷۱۹	** ۰/۰۰۰
پهن‌برگان علفی	۰/۱۹ ± ۰/۰۰۸	۰/۲۶ ± ۰/۰۱	۵۸	-۴/۷۸۵	** ۰/۰۰۰
بوته ای	۰/۱۸ ± ۰/۰۲	۰/۳۷ ± ۰/۰۱	۵۸	-۷/۳۳۷	** ۰/۰۰۰
تروفیت	۰/۱۰۶ ± ۰/۰۰۷	۰/۱۲۳ ± ۰/۰۱۰	۵۸	-۱/۳۱۴	n.s ۰/۱۹۴
ژئوفیت	۰/۰۹ ± ۰/۰۱۰	۰/۰۷ ± ۰/۰۱۱	۵۸	۱/۴۲۱	n.s ۰/۱۶۱
همی کریپتوفیت	۰/۶۱ ± ۰/۰۲	۰/۴۳ ± ۰/۰۱	۵۸	۵/۶۴۲	** ۰/۰۰۰
کامفیت	۰/۱۸ ± ۰/۰۲	۰/۳۶ ± ۰/۰۱	۵۸	-۷/۱۶۷	** ۰/۰۰۰
فانروفیت	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۶	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۵	۵۸	۱/۳۶۸	n.s ۰/۱۷۶

** اختلاف معنی دار آماری در سطح یک درصد * اختلاف معنی دار آماری در سطح پنج درصد **n.s** عدم اختلاف معنی‌دار آماری

نتایج آنالیز مولفه های اصلی نشان می دهد که مولفه‌های اول تا چهارم در توجیه تغییرات صفات عملکردی موثر هستند. دیاگرام دو بعدی محور اول و دوم که درصد بیشتری از تغییرات را توجیه می کنند در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود سایت‌های نمونه‌برداری واقع در مناطق آتش‌سوزی یک‌ساله و پنج‌ساله در ربع دوم نمودار و سایت‌های نمونه برداری شاهد پنج ساله در ربع سوم و شاهد یک‌ساله در ربع اول و چهارم دیاگرام قرار دارند. لذا گونه‌های گیاهی با صفات شاخص سطح برگ SLA، خوشخوراکی کلاس II، طول برگ، همی کریپتوفیت، پهن‌برگ علفی و مساحت برگ به ترتیب ارتباط مستقیمی با آتش‌سوزی پنج ساله و آتش‌سوزی یک‌ساله دارند که صفت شاخص سطح برگ SLA بیشترین همبستگی را با آتش‌سوزی یک‌ساله و پنج‌ساله دارد. در حالی‌که صفات تروفیت، یک‌ساله، وزن کلی گیاه، ژئوفیت، تولید، وزن برگ، گندمی، خوشخوراکی کلاس I و عرض برگ به ترتیب ارتباط و همبستگی بیشتری با شاهد پنج‌ساله دارند و

صفات کامفیت، بوته‌ای، خوشخوراکی کلاس III، فانروفیت، ارتفاع و چندساله در ربع اول و چهارم بیشترین میزان واریانس را برای مجموعه سایت‌های نمونه‌برداری در منطقه شاهد یک ساله دارند.



شکل۲- دیاگرام تحلیل PCA با دو محور ۱ و ۲ در مناطق آتش‌سوزی یک ساله و پنج ساله و شاهد یک‌ساله و پنج‌ساله (۱-f: منطقه آتش‌سوزی یک ساله سایت یک، ۲-۱-f: منطقه آتش‌سوزی یک ساله سایت دو، ۳-۱-f: منطقه آتش سوزی یک ساله سایت سه، ۱-۱-c: منطقه شاهد یک‌ساله سایت یک، ۲-۱-c: منطقه شاهد یک‌ساله سایت دو، ۳-۱-c: منطقه شاهد یک‌ساله سایت سه، ۱-۵-f: منطقه آتش سوزی پنج ساله سایت یک، ۲-۵-f: منطقه آتش‌سوزی پنج‌ساله سایت دو، ۳-۵-f: منطقه آتش‌سوزی پنج‌ساله سایت سه، ۱-۵-c: منطقه شاهد پنج‌ساله سایت یک، ۲-۵-c: منطقه شاهد پنج‌ساله سایت دو، ۳-۵-c: منطقه شاهد پنج ساله سایت سه)

Figure 2. Diagrams of the Principal Components Analysis (PCA) in one year fire, five-year fire, one year control and five-year control regions explained by first and second axes. (f-1-1) the region of one year fire in the site 1 (f-1-2) the region of one year fire in site 2 (f-1-3) the region of one year fire in site 3 (c-1-1) the region of one year control in site 1 (c-1-2) the region of one year control in site 2 (c-1-3) the region of one year control in site 3 (f-5-1) the region of five-year fire in site 1 (f-5-2) the region of five-year fire in site 2 (f-5-3) the region of five-year fire in site 1 (c-5-1) the region of five-year control in site 1 (c-5-2) the region of five-year control in site 2 (c-5-3) the region of five-year control in site 3

بحث

صفات مختلف گیاهی پاسخ‌های متفاوتی به آتش‌سوزی و زمان-های پس از آن نشان دادند؛ به‌طوری‌که با تغییر زمان پس از آتش‌سوزی بعضی از صفات خاص، افزایش یا کاهش یافتند. آتش‌سوزی با کاهش گیاهان چوبی و بوته‌ای، توانایی و قابلیت آن‌ها را در رقابت با گیاهان علفی برای جذب نور، رطوبت و مواد غذایی خاک کاهش می‌دهد و زمینه مساعدی را برای رشد و گسترش گندمیان فراهم می کند (۳۰ و ۳۴). نتایج این تحقیق نشان داد که در منطقه درصد ترکیب گونه‌های با شکل رویشی بوته‌ای در اثر آتش‌سوزی کاهش معنی‌داری داشتند و گندمی و چندساله نسبت به منطقه شاهد روند افزایشی را نشان دادند. دلیل اصلی ماندگاری و افزایش گندمیان و چندساله و مقاومت آن‌ها در برابر آتش‌سوزی به قرار گرفتن جوانه رشد آنها در سطح یا زیرزمین است (۳۵)، اما در بوته‌ای‌ها که جوانه رشد آن‌ها بالاتر از سطح زمین است، در مقابل آتش بیشتر آسیب

می بینند و چوبی بودن ساقه نیز بر شدت و حرارت سوخته شدن آنها می‌افزاید و آسیب پذیری آنها را بیشتر می‌کند. این تغییر همچنین به دلیل قرارداشتن جوانه‌های رویشی اکثر بوته-ها و درختچه‌ای‌ها در انتها یا امتداد ساقه‌ها می‌باشد، و سبب تضعیف بوته‌ای‌ها و فانروفیت‌ها و افزایش همی‌کریپتوفیت‌ها در اثر آتش‌سوزی اندام‌های هوایی شده است. این نوسان می‌تواند به دلیل در معرض بودن تاج پوشش گیاه با آتش و ازدیاد گیاهان پاجوش‌دار و استولون‌دار و دارای برگ‌های روزتی باشد (۳۶ و ۳۷).

آتش‌سوزی همچنین در ترکیب گیاهی منطقه تعادل نسبی برقرار کرده است، به طوری‌که جمعیت گونه‌های بوته‌ای کاهش و در مقابل گیاهان خوشخوراک مرتعی افزایش داشتند که با نتایج شکری و همکاران (۳۸) مطابقت دارد. یک‌ساله‌ها نیز در سال‌های اولیه پس از آتش‌سوزی افزایش را نشان داده‌اند، در حالی که آنها فقط از طریق بذر تکثیر می‌شوند. بنابراین احتمال می‌رود آتش‌سوزی در فصل رشد انجام نگرفته باشد که مطالعه ما با تحقیقات رفیعی و همکاران (۳۹) و هم چنین مطالعات Bock و Bock (۴۰) که نشان دادند آتش‌سوزی سبب افزایش یک‌ساله‌ها می‌شود، مطابقت دارد. دلیل افزایش یک‌ساله‌ها به سبب مساعد بودن شرایط برای رشد بیشتر و فرصت‌طلب بودن آن‌ها با دوره زندگی کوتاه که برای رشد به شرایط خاصی نیاز ندارند و به سرعت رشد کرده و به مرحله تولید بذر می‌رسند، مربوط می‌شود (۴۱). تولید علوفه که بیشتر مربوط به گندمیان و پهن برگان علفی است در سال اول پس از آتش‌سوزی کاهش نشان داد، گرچه معنی‌دار نشد (۲۷) ولی در سال پنجم بیشتر از منطقه شاهد شد، برخی محققان نیز به نتایج مشابه نتیجه ما رسیدند (۲۷ و ۴۲). فتاحی و طهماسبی (۴۳) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که آتش‌سوزی تولید علوفه، تراکم گندمیان چندساله را به طور معنی‌دار افزایش داده است و درصد پوشش بوته‌ای‌ها و یک ساله‌ها کاهش معنی‌دار داشت که با نتایج ما همخوانی دارد. صفات برگ تحت تأثیر آتش‌سوزی تغییر می‌کنند (۴۴)، نتایج به‌دست آمده نشان داد که بین دو منطقه آتش سوزی یک ساله و پنج ساله سطح ویژه برگ (SLA) بطور معنی‌داری افزایش یافت (۴۵)، که این افزایش احتمالاً به افزایش مواد مغذی خاک بر می‌گردد (۲۵). افزایش سطح ویژه برگ به دلیل افزایش سطح و کاهش وزن خشک برگ صورت میگیرد که سطح برگ عامل تعیین کننده نفوذ نهایی نور در گیاه می‌باشد که بر فتوسنتز، تعرق و تجمع ماده خشک اثر دارد (۴۶). آتش‌سوزی سبب کاهش ارتفاع گیاهان شد که با نتایج Shryock و همکاران (۳۴) تطابق دارد. شاخص سطح برگ SLA بیشترین همبستگی را با آتش‌سوزی یک‌ساله و پنج‌ساله دارد که احتمالاً به راهبرد گیاهان به احیای پس از آتش‌سوزی مربوط می‌شود که در سال اول کاهش و سپس افزایش می‌یابد که رشد پس از آتش‌سوزی با افزایش نرخ فتوسنتز و افزایش سطح ویژه برگ همراه است (۴۵).

نتایج این تحقیق نشان داد که آتش تأثیر یکسانی بر صفات گیاهان ندارد که ممکن است به دلیل پاسخ متفاوت اشکال زیستی و شکل رویشی گیاهان متفاوت به آتش باشد. آتش-سوزی همچنین می‌تواند سبب تغییر ترکیبات گیاهی و نسبت بین بوته‌ای‌ها، علفی‌ها و گندمیان شود (۴۷).

Reference

1. Smith, T. M., Shugart, H. H., Woodward, F. I., (eds.) 1997. Plant functional types – their relevance to ecosystem properties and global change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
2. Lavorel, S., Cramer, W., (eds.) 1999. Special feature: plant functional types and disturbance. Journal of Vegetation Science, 10(5):603–730.
3. Cary, G. J., Morrison, D. A., 1995. Effects of fire frequency on plant species composition of sandstone communities in the Sydney region – combinations of inter-fire intervals. Australian Journal of Ecology, 20(3): 418–426.
4. Iwasa, Y., Kubo, T., 1997. Optimal size of storage for recovery after

unpredictable disturbances. Evolutionary Ecology, 11(1): 41–65.

5. Gill, A. M., Allan, G., 2008. Large fires, fire effects and the fire-regime concept. International Journal of Wildland Fire, 17(6): 688–695.
6. Lavorel, S., Garnier, E., 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. Functional Ecology, 16(5): 545-556.
7. Kelly, C. K., Bowler, M. G., 2002. Coexistence and relative abundance in forest trees species. Science, 417: 437-440.
8. Kahmen, S., Poschlod, S., 2008. Effects of grassland management on plant functional trait composition. Agriculture, Ecosystems and Environment, 128(3): 137–145.
9. Paula, S., Arianoutsou, M., Kazanis, D., Tavsanoglu, Ç., Lloret, F., Buhk, C., Ojeda, F., Luna, B., Moreno, J., Rodrigo, A., 2009. Fire-related traits for plant species of the Mediterranean Basin. Ecology, 90(5): 1420-1420.
10. Bond, W. J., Wilgen, B. W., 1996. Fire and Plants. Springer Netherlands, Dordrecht. (Chapman & Hall: London), 263.
11. Spasojevic, M. J., Aicher, R. J., Koch, G. R., Marquardt, E. S., Mirotchnick, N., Troxler, T. G., Collins, S. L., 2010. Fire and grazing in a mesic tallgrass prairie: impacts on plant species and functional traits. Ecology: 91(6), 1651-1659.
12. Keeley, J. E., Pausas, J. G., Rundel, P. W., Bond, W. J., Bradstock, R. A., 2011. Fire as an evolutionary pressure shaping plant traits. Trends in Plant Science: 16(8), 406-411.
13. Guevara, J. C., Stasi, C. R., Wuilloud, C. F., Estevez, O. R., 1999. Effects of fire on rangeland vegetation in south-western Mendoza plains Argentina: composition, frequency, biomass, productivity and carrying capacity. J. of Arid Environments, 41(1): 27-35
14. Cianciaruso, M. V., Silva, I. A., Batalha, M. A., Gaston, K. J., Petchey, O. L., 2012. The influence of fire on phylogenetic and functional structure of woody savannas: Moving from species to individuals. Perspect. Plant Ecol. 14(3): 205-216.
15. Martins, F. d. S. R. V., Xaud, H. A. M., dos Santos, J. R., Galvão, L. S., 2012. Effects of fire on above-ground forest biomass in the northern Brazilian Amazon. Journal of Tropical Ecology, 28(6): 591-601.
16. Burnett, S. A., Hattey, J. A., Johnson, J. E., Swann, A. L., Moore, D. I., Collins, S. L., 2012. Effects of fire on belowground biomass in Chihuahuan desert grassland. Ecosphere, 3(11): 1-13.
17. McPherson, G. R., 1995. The role of fire in desert grasslands. Pages 130–151 in: M.P. McClaran and T.R. van Devender, editors. The desert grassland. University of Arizona Press, Tucson, USA.
18. Morgan, J. W., Lunt, I. D., 1999. Effects of time-since-fire on the tussock dynamics of a dominant grass in a temperate Australian grassland. J. of Biological Conservation, 88(3): 379-386.
19. Provencher, L., Forbis, T. A., Frid, L., Medlyn, G., 2007. Comparing alternative management strategies of fire, grazing and weed control using spatial modeling. Journal of Ecological Modeling, 209(2): 249-263.

20. Carleton, S. W., Loftin, S. R., 2000. Response of 2 semiarid grasslands to cool-season prescribed fire. J. Range Manage., 53:52-61.
21. Haubensak, K., Antonio, C. D., 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(6): 643-650.
22. Garcia, N., 1977. The effects of fire on the vegetation of Donana national park. Journal of Spain. Tech. Rep, 3(1): 318-325.
23. Vivan, L. M., Cary, G. J., 2011. Relationship between leaf traits and fire response strategies in shrub species of a mountainous region of southeastern Australia. Annals of Botany, available online at www.aob.oxfordjournals.org, 1-12.
24. Shariatmadari, H., 2011. Effect of fire on Plant functional type in two arid and semi-arid rangeland (Bazangan and Jowzak). M.Sc. thesis, Ferdowsi University, Mashhad, Iran, 130p. (In Persian).
25. Apaza-Quevedo, A., Lippok, D., Hensen, I., Schleuning, M., Both, S., 2015. Elevation, Topography, and Edge Effects Drive Functional Composition of Woody Plant Species in Tropical Montane Forests. Biotropica 47(4): 449-458.
26. Reich, P. B., Peterson, D. W., Wedin, D. A., Wrage, K., 2001. Fire and Vegetation Effects on Productivity and Nitrogen Cycling Across a Forest–Grassland Continuum. Ecology, 82(6): 1703-1719.
27. Dale, G., Brockway, A., Gatewood, R. G., 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. J. Environmental Management, 65(2):135-152.
28. Snyman, H. A., 2004. Estimating the short-term impact of fire on rangeland productivity in a semi-arid climate of South Africa. Journal of arid environments, 59: 685-697.
29. Jones, B., Stanley, F. F., Leslie, D. M., Engle, D. M., Lochmiller, R. L., 2000. Herpetofaunal responses to brush management with herbicide and fire. Journal of Range Management, 53: 154-158.
30. Kristofer, R. B., 2006. Soil physiochemical changes following 12 years of annual burning in humid-subtropical tall grass prairie: a hypothesis. Acta Ecologica, 30: 407-413.
31. Omidzadeh Ardali, E., Zare Chahouki, A. M., Arzani, H., Ebrahimi, A. Tahmasebi, P., 2016. Comparison of Performance of three the multi-scale plots for evaluation of plant diversity in Karsanak Rangeland of Shahrekord. Plant Research, 30(1): 1-15. (In Persian)
32. Arzani, H., Abedi, M., 2015. Rangeland assessment: Vegetation measurement. University of Tehran press, 304pp. (In Persian)
33. Cornelissen, J. H. C., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D. E., Reich, P. B., Ter Steege, H., Morgan, H. D., Van der Heijden, M. G. A., Pausas, J. G., Poorter, H., 2003. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits

worldwide. Australian Journal of Botany, 51(4): 335-380.

34. Shryock, D. F., DeFalco, L. A., Esque, T. C., 2014. Life-history traits predict perennial species response to fire in a desert ecosystem. Ecology and evolution, 4(15): 3046-3059.
35. Ortman, J., Beran, D. D., 2008. Grassland management with prescribed Fire. Nebraska cooperative extension. EC, 148: 122-132.
36. Rafiee, F., Jankju, M., Ejtehadi, H., 2015. Investigation on tolerant, adapted and sensitive plant traits to chronological wildfires. Iranian Journal of Range and Desert Research, 22(1): 73-85. (In Persian)
37. Mirzaei Mossivand, A., Keivan Behjou, F., Zandi Esfahan, E., Ghorbani, A., 2015. Assessment of Fire Effects on Surface Cover Changes and Forage Production (Case Study: Delfan County, Lorestan Province, Iran). Journal of Rangeland Science, 5(1): 60-71. (In Persian)
38. Shokri, M., Safaian, N., Atrakchali, A., 2002. Investigation of the effects of fire on vegetation ariations in Takhti Yeylagh-Golestan national park. Iranian J. of Natural Recourse, 55(2): 273. (In Persian)
39. Rafiee, F., Jankju, M., Ejtehadi, H., 2015. Plant functional groups (PFTs) semi-arid rangelands marker to detect the secondary succession after fire. Iranian Journal of Applied Ecology, 38(8): 17-27. (In Persian)
40. Bock, J. H., Bock, C. E., 1992. Vegetation response to wildfire on native versus exotic Arizon grassland. Journal of Vegetation Science, 3:439-446.
41. Jankju, M., 2009. Range improvement and development. Academic Center for Education, Culture and Research, Mashhad, Iran, 225p. (In Persian)
42. Valizadeh, M., Moghadam, M., 1997. Experimental design in agriculture. Parivar Pub., 395 p. (In Persian).
43. Fatahi, B., Tahmasebi, A., 2010. The Effect of Fire on Vegetation Change in Mountain Zagros Mountain Rangelands (Case Study: Asadabad Neck Rocks, Hamedan Province 4 (2): 239-228. (In Persian)
44. Grootemaat, S., Wright, I. J., Bodegom, P. M., Cornelissen, J. H., Cornwell, W. K., 2015. Burn or rot: leaf traits explain why flammability and decomposability are decoupled across species. Functional Ecology DOI: 10.1111/1365-2435.12449.
45. Ripley, B., Visser, V., Christin, P. A., Archibald, S., Martin, T., Osborne, C., 2015. Fire ecology of C3 and C4 grasses depends on evolutionary history and frequency of burning but not photosynthetic type. Ecology, 96(10): 2679-2691.
46. Dwyer, L., Stewart, D., Hamilton, R., Houwing, L., 1992. Ear position and vertical distribution of leaf area in corn. Agronomy Journal, 84: 430-438.
47. Tahmasebi, P., 2013. Investigating the destructive effects and potential of fire use as a means of managing the vegetation of semi-steppe pastures. Range and Watershed Management, 66 (2): 287-298. (In Persian)