گروه‌های عملکردی گیاهی (PFTs) شاخصی برای بررسی توالی ثانویه مرتع نیمه‌خشک پس از آتش سوزی

فهیمه رفیعی[۱]، محمد جنگجو[۲*] و حمید اجتهادی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۸. ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۳۰)

چکیده

توالی ثانویه پس از آتش‌سوزی می‌تواند سبب تکامل یا قهقرای پوشش‌گیاهی شود. از گروه‌های عملکردی گیاهی می‌توان برای بررسی اثر آشفتگی‌های محیطی از جمله آتش‌سوزی بر جوامع گیاهی استفاده نمود. هدف اصلی ین تحقیق شناسایی، طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل گروه‌های عملکردی گیاهی طی توالی ثانویه در یک مرتع آتش‌سوزی شده بود. اندازه‌گیری‌ها در سه سایت شاهد (۱۳۸۹) و آتش‌سوزی شده در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۷ در مرتع جوزک در استان خراسان شمالی انجام شد. در هر سایت فهرست گونه‌های گیاهی ثبت و برای هر گونه گیاهی علاوه بر درصد پوشش، ۲۴ صفت مورفولوژیکی، فنولوژیکی و تولیدمثلی نیز اندازه‌گیری و ثبت شد. برای تعیین گروه‌های عملکردی (PFT) مرتبط با آتش‌سوزی، آنالیزهای طبقه‌بندی سلسله مراتبی و تابع تشخیص بر ماتریس‌های ۴۵ گونه × ۲۴ صفت در سه سایت ۸۹ و ۸۷ و ۸۳ توسط نرم‌افزار SPSS انجام شد. بر این اساس ۴ گروه عملکردی تعیین شد: صفات نسبت وزن تر برگ، شکل زیستی، محتوای رطوبتی ساقه (TDMC) به‌ترتیب بیشترین نقش را در تفکیک گروه‌های عملکردی داشتند. دو گروه عملکردی به‌عنوان گروه‌های سازگار به آتش‌سوزی و دو گروه عملکردی نیز حساس به آتش‌سوزی شناسایی شدند. براساس نتایج این تحقیق، کاهش همی-کریپتوفیت‌ها، ژئوفیت‌های چندساله و فورب‌های یک‌ساله و افزایش ارتفاع، اندازه و وزن بذر، سطح ویژه برگ و محتوای رطوبتی برگ و کاهش وزن ترساقه، برگ و محتوای رطوبتی ساقه، به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌های اثرگذاری بر توالی ثانویه پوشش مرتع جوزک محسوب می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: مرتع نیمه‌خشک، گروه‌های عملکردی گیاهی، آشفتگی، پویایی جامعه گیاهی، جوزک

۱. گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد
۲. دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:. mjankju@um.ir

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.8.2.2]

مقدمه

آتش‌سوزی به‌عنوان یک عامل موثر بر الگوی چشم‌انداز و ترکیب پوشش‌گیاهی، می‌تواند سبب حذف برخی گونه‌ها و جایگزینی برخی گونه‌های دیگر شود. گروه‌های عملکردی گیاهان (PFTs) گروه‌های گونه‌ای با رفتارهای اکولوژیک مشابه هستند که به عوامل محیطی و کنترل‌های زیستی پاسخی مشابه می‌دهند و دارای اثرات مشابهی بر فرایندهای اصلی اکوسیستم هستند (21). مطالعه گروه‌های عملکردی سبب افزایش آگاهی ما از مراحل مختلف توالی، نظیر تشکیل و پایداری اجتماعات گیاهی می‌شود که این اطلاعات برای پیش‌بینی واکنش گیاهان به عوامل محیطی به‌کار گرفته می‌شوند. ازاین‌رو، استفاده از این گروه‌ها معمولاً به‌عنوان یک پیشنهاد و دیدگاه مکمل استفاده از رده‌بندی برای مطالعه رفتار گیاهان در شرایط محیطی مطرح است (21). گروه‌های عملکردی با استفاده از صفات عملکردی تعیین می‌شوند. ویژگی‌هایی از گیاهان که بیشترین هم‌بستگی را با عکس‌العمل پوشش به عوامل محیطی دارند. به‌عنوان 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 می‌توان با صفات مقایسه کرد و گرایش‌های کلی آنها را نشان داد. به‌عبارت دیگر با وجود واگرایی فلوریستیکی با مطالعه صفات و گروه‌های عملکردی می‌توان همگرایی در پویایی پوشش گیاهی را مشاهده کرد (24). گروه‌های عملکردی پل ارتباطی خوبی بین فیزیولوژی گیاهی، اجتماع و فرایندهای اکوسیستم هستند؛ بنابراین، ابزار مناسبی برای تغییرات اقلیم فراهم می‌کند (17).

بررسی تغییرات در مراحل توالی ثانویه در یک منطقه جنگلی در آلمان نشان داد که مراحل اولیه توالی توسط گونه‌های مهاجم مشخص شدند، درحالی‌که با گذشت زمان گونه‌های در حال انقراض افزایش یافت. هم‌چنین تولیدمثل رویشی نسبت به جنسی افزایش یافت (19). گونه‌های پاجوش دار PFTهای مقاوم به آتش از جنوب به شمال در استرالیا، افزایش یافتند و بذر افشان‌های اجباری در طول گرادیان آتش‌سوزی تولید کاهش یافتند (35). مقایسه تنوع گروه‌های عملکردی گیاهی در ارتباط با رژیم آتش و کاربری اراضی در جنگل‌های مدیترانه، نشان داد که در مجموع PFT های تجدید بذر و PFT های فرم رشد به آتش‌سوزی، بیشتر از کاربری اراضی حساس هستند (28). در جنگل‌های مناطق شمالی آمریکا PFTها در مقاومت در برابر آتش و زادآوری پس از آتش با هم متفاوتند. عوامل زیستی و غیرزیستی باعث تغییرات قابل پیش‌بینی در صفات گیاهی در امتداد گرادیان محیطی می‌شوند (15). در مطالعه‌ای در منطقه بهارکیش قوچان مشخص شد که این گروه‌ها پیش‌بینی تغییرات در اکوسیستم را مستقیماً از طریق تغییرات منعکس‌شده در ترکیب گونه‌های گیاهی در پاسخ به تغییرات شدت چرای دام امکان‌پذیر می‌کند (9). بررسی گروه‌های عملکردی در دو اقلیم خشک و نیمه‌خشک نشان داد، آتش‌سوزی در مرتع نیمه‌خشک مفید بوده و باعث افزایش پایداری اکوسیستم می‌گردد، در-حالی‌که در مرتع خشک به‌دلیل کاهش یکنواختی باعث کاهش پایداری می‌شود؛ لذا توصیه نمی‌گردد (3).

هدف اصلی این تحقیق، شناسایی، طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل گروه‌های عملکردی گیاهی است که بتوانند به‌عنوان وسیله‌ای برای شناسایی تغییرات جوامع گیاهی در اثر آتش‌سوزی در فواصل زمانی مختلف، مورد استفاده قرار گیرند. هم‌چنین تغییرات گروه‌های عملکردی گیاهی در سایت‌های شاهد و آتش‌سوزی شده در مراحل توالی ثانویه بررسی شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مرتع جوزک، ناحیه‌ای کوهستانی واقع در شمال غربی استان خراسان شمالی است، ارتفاعات شمالی آن ادامه کوه‌های کپه‌داغ است و ارتفاعات جنوبی ادامه البرز شرقی است که به رشته کوه‌های بینالود متصل می شوند (2). منطقه موردمطالعه در محدوده‌ی جغرافیایی ″06 ′26 °37 تا ″09 ′25 °37 عرض شمالی و ″49 ′40 °56 تا ″43 ′40 °56 طول شرقی واقع شده

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.8.2.2]

است(شکل1). ارتفاع منطقه موردمطالعه بین 1399 و 1423 متر از سطح دریا متغیر بود.

براساس آمار ایستگاه هواشناسی مانه و سملقان میانگین دمای حداقل در سردترین ماه سال (دی) 3/2 - و میانگین دمای حداکثر در گرم‌ترین ماه سال (تیر)، 32/4 درجه سانتی‌گراد است. میانگین بارش سالانه منطقه 481/5 میلی‌متر می‌باشد (37). اساس منحنی باران – دما در این منطقه 6 ماه خشک وجود دارد که از اوایل خرداد شروع شده و تا اوایل آبان ادامه می‌یابد و با توجه به اقلیم نمای آمبرژه، جزء اقلیم نیمه‌خشک قرار می‌گیرد.

مطالعات میدانی

در این منطقه سه سایت با وسعت تقریبی 45 هکتار در شیب شمالی انتخاب شد؛ سایت شاهد (دچار آتش‌سوزی نشده)، سایت آتش‌سوزی شده در سال 1387 (که از این پس سایت 87 نامیده می شود) و سایت آتش‌سوزی شده در سال 1383 (که از این پس سایت 83 نامیده می‌شود). اندازه‌گیری‌ها در بهار و تابستان 1389 انجام شد بنابراین سایت 2 و 3 به‌ترتیب توالی پوشش گیاهی را پس از 2 و 6 سال نشان می‌دادند، که با سایت شاهد مقایسه شدند. در هر سایت تعداد 10 واحد نمونه‌برداری یک متر مربعی در راستای گرادیان ارتفاعی به‌صورت سیستماتیک تصادفی مستقر شد. در هر پلات فهرست گونه‌های موجود همراه با برخی پارامترهای گیاهی از قبیل فراوانی، درصد پوشش و ارتفاع هر گونه یادداشت شد. صفات کیفی مرتبط با آتش‌سوزی شامل شکل زیستی، فرم رویشی، دوره زندگی، ساختار تاج‌پوشش، کرک و پرزداری، خارداری، انشعابداری، پوشش‌تاجی، فنولوژی برگ، روش تکثیر، انتشار بذر و نوع تولیدمثل نیز داخل عرصه، اندازه‌گیری و درون فرم‌های مخصوص یادداشت شد. تیپ پوشش گیاهی غالب این منطقه *Artemisia - Poa bulbosa - Astragalus sp kopetdaghensis* می‌باشد و گونه‌های اصلی و همراه این تیپ غالب عبارتند از (2):

Acanthophyllum sp - Acantholimon sp -Kochia prostrata - Agropyron sp - Phlomis cancellata – Onobrychis cornuta

بررسی‌های آزمایشگاهی

برای اندازه‌گیری صفات کمی از قبیل وزن تر ساقه و برگ، نسبت وزن خشک به تر، محتوای رطوبتی برگ و ساقه، سطح ویژه برگ، وزن تر ساقه و برگ، وزن بذر و اندازه بذر، از هر گونه تعداد 10 نمونه جمع‌آوری گردیده و جهت حفظ رطوبت داخل نایلون‌های پلاستیکی قرار داده شده سپس به آزمایشگاه منتقل گردید. برای اندازه‌گیری سطح تاج‌پوشش هر بوته، اندازه قطر بزرگ و قطر عمود بر آن ثبت شد (13). شناسایی نمونه‌ها با استفاده از منابع معتبر شناسایی گیاهان از جمله فلور ایرانیکا (36)، فلور رنگی ایران (6) و رستنی‌های ایران (7)، انجام شد.

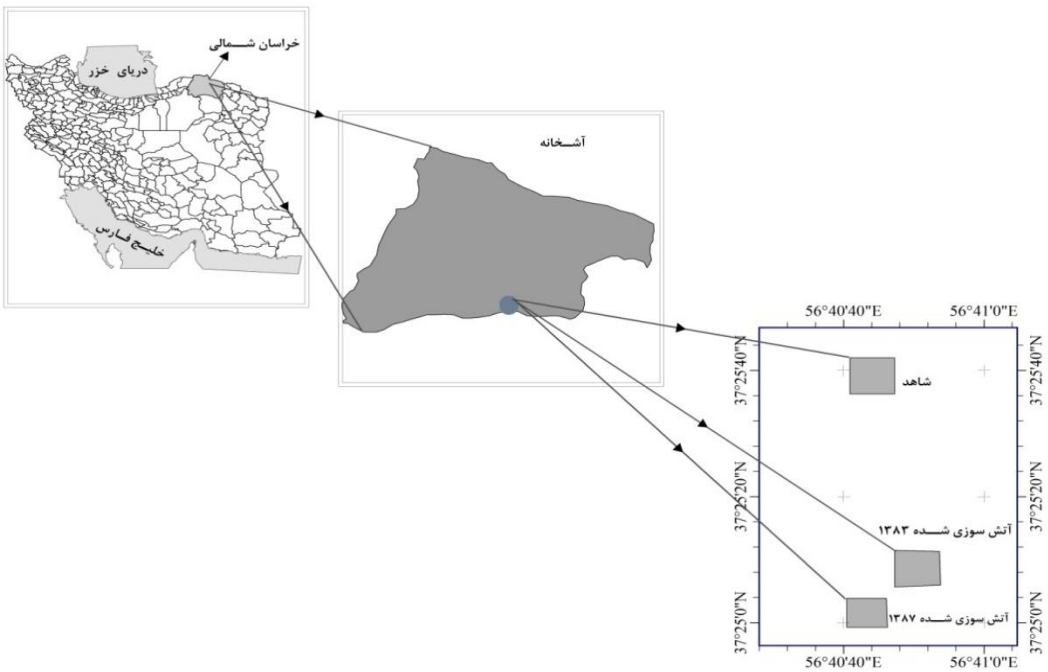
پردازش و آنالیز داده‌ها

برای تعیین گروه‌های عملکردی گیاهی ماتریس 45 گونه در 24 صفت در نرم‌افزار اکسل آماده شد. از 24 صفت موردمطالعه 14 صفت کیفی و 10 صفت کمی با توجه به هدف کار و نوع تخریب، به‌صورت کیفی و کمی انتخاب و براساس استانداردهای موجود (13) کدگذاری شدند. هنگامی که همه صفات کد داده شدند، اطلاعات به‌صورت ماتریس داده‌ها شامل t واحد برای n صفت مرتب شدند. برای جست‌وجوی حضور گروه‌های عملکردی و مشخص کردن پاسخ آنها به اثرات تخریبی آتش، طبقه‌بندی به روش سلسله‌مراتبی با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد (27 و 29). ماتریس 24 صفت در 45 گونه به‌طور جداگانه برای سه سایت شاهد، 87 و 83 تهیه شد.

برای تعیین PFT در امتداد گرادیان زمانی آتش‌سوزی و مشخص کردن تغییرات گروه‌های عملکردی در سایت‌های مختلف، طبقه‌بندی خوشه‌ای سلسله‌مراتبی تجمعی با فاصله اقلیدوسی به روش وارد (8) انجام شد. به‌منظور تعیین متغیرهایی که قدرت تفکیک‌کنندگی بهتری در بین گروه‌ها داشته‌اند آنالیز تابع تشخیص انجام گرفت. هم‌چنین جهت نمایش تغییرات PFT و صفات تعیین‌کننده گروه‌ها در امتداد گرادیان آتش‌سوزی فراوانی PFT و صفات در هر سایت با استفاده از نرم‌افزار اکسل مقایسه شده و نمودارها ترسیم گردید.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.8.2.2]



شکل۱. موقعیت منطقه موردمطالعه در نقشه ایران و شهرستان آشخانه، مقیاس نقشه (۱:۱۴۲۲۳۳۰).

نتایج

نتایج طبقه‌بندی سلسله مراتبی:

نتایج حاصل از طبقه‌بندی منجر به تعیین 4 گروه عملکردی اصلی متمایز شد. دندروگرام اصلی همراه با نام گونه‌های گیاهی منطقه در (شکل 2) ارائه شده است.

گروه عملکردی۱ (PFT1)

شامل گیاهان چندساله فانروفیت و فورب‌های چندساله همی‌کریپتوفیت با ساختار تاج پوشش افراشته، نیمه‌افراشته و خوابیده، دارای خار و بدون‌خار، تولیدمثل‌جنسی با بذر و رویشی با پاجوش، فنولوژی بیشتر از سه ماه، دارای انشعاب، رطوبت ساقه و برگ زیاد، ارتفاع و سطح ویژه برگ، سایز بذر، وزن بذر، وزن تر ساقه، ریزوم و برگ متوسط، محتوای رطوبتی برگ و ساقه کم می‌باشد. ازجمله برخی گونه‌های مهم این گروه عملکردی عبارتند از: *Onosma longilobum Cotoneaster esfandiarii Bunge., Teucrium polium* L. *khat., Ajuga orientalis* L,.

گروه عملکردی۲ (PFT2)

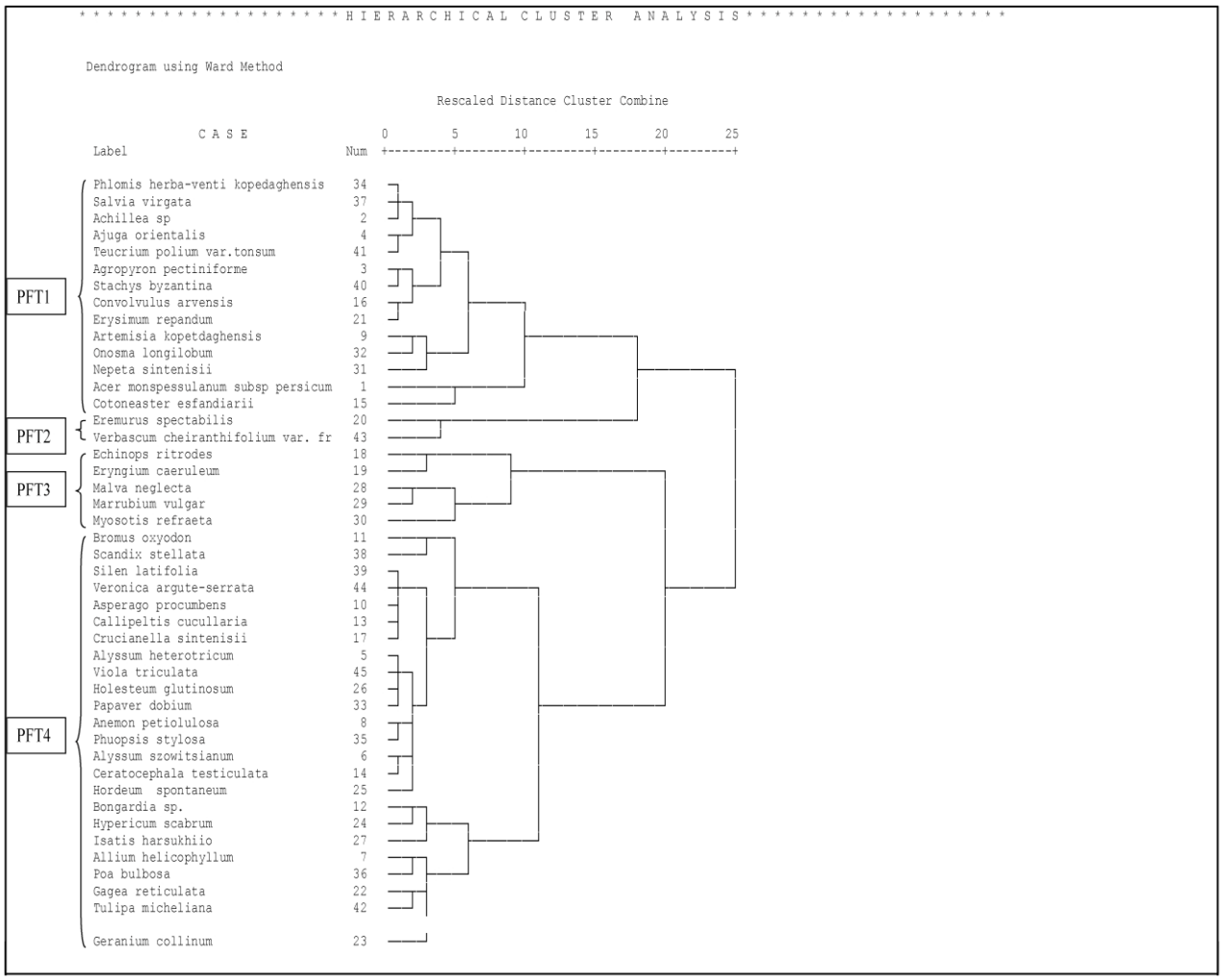
شامل همی‌کریپتوفیت‌ها و ژئوفیت‌های چندساله، افراشته، دارای برگ‌های گوشتی و روزت و کرک و پرز زیاد، فاقد انشعاب دارای سیستم برگ‌ساقه‌ای، تولیدمثل جنسی با بذر و رویشی با ریزوم، هم‌چنین ارتفاع، وزن تر ساقه و برگ و نسبت آنها، وزن بذر و سایز بذر زیاد، سطح ویژه برگ متوسط می‌باشد. از جمله گونه‌های مهم این گروه عملکردی عبارتست از: *Verbascum cheiranthifolium Boiss.*

گروه عملکردی۳ (PFT3)

شامل همی‌کریپتوفیت‌های چندساله خادار و فورب‌های یک‌ساله، ساختار تاج‌پوشش افراشته و نیمه‌افراشته و خوابیده، دارای سیستم برگ‌ساقه‌ای و برگ‌قاعده‌ای، فنولوژی برگ یک تا چهار ماه، دارای انشعاب و فاقد انشعاب، رطوبت برگ و ساقه متغیر، هم‌چنین اندازه بذر، سطح ویژه برگ، محتوای رطوبتی برگ و ساقه بالا، وزن بذر، وزن تر ساقه و برگ و نسبت وزن تر به خشک، کم می‌باشد. ازجمله برخی گونه‌های مهم این گروه عملکردی عبارتند از: *Marrubium vulgare* L.، *Malva neglecta Wallr.*.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.8.2.2]



شکل۲. دندروگرام حاصل از طبقه‌بندی سلسله‌مراتبی همراه با گونه‌های گیاهی

گروه عملکردی۴ (PFT4):

شامل تروفیت‌های کوتاه‌عمر فرصت‌طلب و فورب‌های چندساله ژئوفیت، با اندازه تاج‌پوشش و ارتفاع کم، دارای کرک و پرز و ارتفاع کم بدون خار، تولیدمثل جنسی با بذر و رویشی با ریزوم و پیاز، ساختار تاج‌پوشش افراشته و نیمه‌افراشته و خوابیده، دارای سیستم برگ‌ساقه‌ای و برگ‌قاعده‌ای، فنولوژی برگ محتوای رطوبتی ساقه و برگ، وزن تر برگ و ساقه، نسبت وزن تر به وزن خشک کم، سطح‌ویژه برگ، اندازه بذر و وزن بذر، زیاد می‌باشد. ازجمله برخی گونه‌های مهم این گروه عملکردی عبارتند از: *Gagea reticulate* pall. *Papaver dobium* L., *Ceratocephala testiculata (*crants.) , Roth دندروگرام حاصل از آنالیز خوشه‌ای به‌طور خلاصه در (شکل 3) نشان داده شده است.

نتایج آنالیز تابع تشخیص

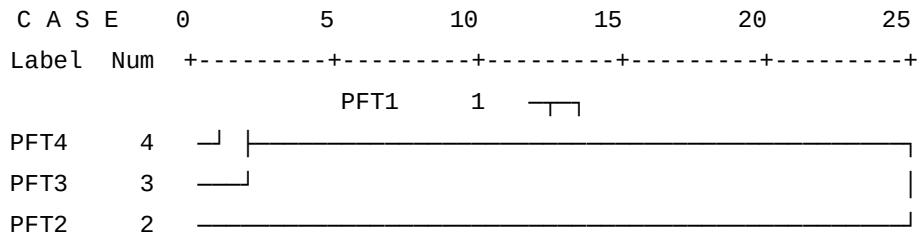
نتایج آنالیز تابع تشخیص نشان داد که در تفکیک گروه‌های عملکردی بین سایت شاهد(89) و سایت آتش‌سوزی شده در سال 87 و 83 صفات نسبت وزن تر برگ، فرم زیستی و (TDMC) نقش بیشتری داشتند (جدول 1).

مقادیر ویژه

مقادیر ویژه متضاد با بردارهای ویژه، مقادیری هستند که سهم نسبی هر مولفه در تبیین کل داده‌ها را ارائه می‌دهد.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.8.2.2]



شکل ۳. دندروگرام حاصل از آنالیز خوشه‌ای حاصل از مرکز ثقل داده‌ها

جدول ۱. ماتریس ساختار فاکتور صفات نشان‌دهنده اهمیت عوامل موثر در تفکیک گروه‌های عملکردی

	ریشه های تابع		
صفات	ریشه اول	ریشه دوم	ریشه سوم
وزن تر برگ	۰/۴۳۹*	-۰/۳۱۹	-۰/۰۸۴
پراکنش بذر	۰/۱۴۱*	-۰/۰۶۴	۰/۰۵۳
شکل زیستی	۰/۰۷۰	۰/۳۶۷*	-۰/۲۶۲
دوره زندگی	۰/۰۰۲	-۰/۳۳۶*	۰/۲۴
رطوبت برگ	۰/۰۵۵	-۰/۳۳۶*	۰/۱۶۲
فنولوژی برگ	-/۰۴۳	-۰/۲۸۷*	۰/۸۴
شکل رویشی	-۰/۰۲۷	-۰/۲۷۶*	۰/۱۸۹
وزن بذر	۰/۱۲۵	-۰/۱۸۹*	۰/۰۳۳
پوشش تاجی	۰/۰۲۰	-۰/۰۴۹*	-۰/۰۴۳
محتوای رطوبتی ساقه	-۰/۱۲۴	-۰/۱۲۸	-۰/۴۳۶*
مجموع محتوای رطوبتی برگ و ساقه	-۰/۱۱۴	-۰/۱۲۲	-۰/۴۱۹*
محتوای رطوبتی برگ	-۰/۰۴۶	-۰/۰۸۴	-۰/۲۵۲*
ارتفاع	۰/۰۹۹	-۰/۱۸۶	-۰/۲۰۰*
خارداری	۰/۰۷۱	۰/۱۴۱	-۰/۱۹۴*
سطح ویژه برگ	۰/۰۱۶	-۰/۰۳۹	-۰/۱۸۷*
رطوبت ساقه	-۰/۰۸۴	-۰/۱۰۶	-۰/۱۵۱*
وزن خشک به تر	-۰/۰۲۵	۰/۰۴۲	-۰/۱۴۸*
وزن تر ساقه	-۰/۰۵۶	-۰/۰۹۳	-۰/۱۲۲*
ساختار تاج پوشش	۰/۰۲۲	-۰/۰۶۵	-۰/۱۱۵*
انشعابداری	۰/۰۷۹	۰/۰۲۸	-۰/۰۹۱*
کرک داری	-۰/۰۳۰	۰/۱۷	-۰/۰۸۶*
روش تکثیر	-۰/۰۳۳	۰/۰۱۲	۰/۰۴۸*
نوع تولید مثل	۰/۰۴۷	-۰/۰۰۷	۰/۰۴۷*
اندازه بذر	-۰/۰۱۸	-۰/۰۰۶	۰/۰۴۷*

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.8.2.2]

برای هر مولفه یک مقدارویژه وجود دارد و اندازه مقدارویژه برای یک مولفه، نشان‌دهنده اهمیت مستقیم آن در تشریح کل تغییرات در داخل مجموعه داده‌هاست (8). مقایسه مقادیرویژه مربوط به محورهای پراکنش نقطه‌ای حاصل از آنالیز تابع تشخیص (جدول 2) نشان داد که ریشه اول (وزن تر برگ) بیشترین اطلاعات در مورد تفکیک گروه‌های عملکردی می‌دهد و ریشه دوم (فرم زیستی گیاهان) و ریشه سوم (TDMC) اهمیت کمتری نسبت به ریشه اول دارد. از کل تغییرات مشاهده شده، 56 درصد توسط ریشه اول، 27 درصد مربوط به ریشه دوم و کمتر از 16درصد متعلق به ریشه سوم بود.

تغییرات PFTs در طی توالی ثانویه پس از آتش‌سوزی فراوانی گروه عملکردی1 (PFT1) و گروه عملکردی4 (PFT4) با گذشت زمان پس از آتش‌سوزی کاهش یافت، درحالی‌که فراوانی گروه عملکردی2 (PFT2) و گروه عملکردی3 (PFT3) با گذشت زمان پس از آتش‌سوزی بیشتر شد (**شکل 4**).

تغییرات صفات موثر در تعیین گروه عملکردی (فرم زیستی، وزن تر برگ و محتوای رطوبتی ساقه) توالی ثانویه

فراوانی صفت وزن تر برگ گیاهان دو سال پس از آتش‌سوزی کاهش و شش سال بعد افزایش یافت. مقایسه فراوانی اشکال زیستی گیاهان نشان داد فانروفیت‌ها و کامفیت‌ها ابتدا کاهش و 6 سال بعد افزایش پیدا کردند. بررسی میانگین فراوانی همی‌کریپتوفیت‌ها، تروفیت‌ها، ژئوفیت‌ها و محتوای رطوبتی ساقه نشان داد این گیاهان در طی زمان کاهش یافتند (شکل 5).

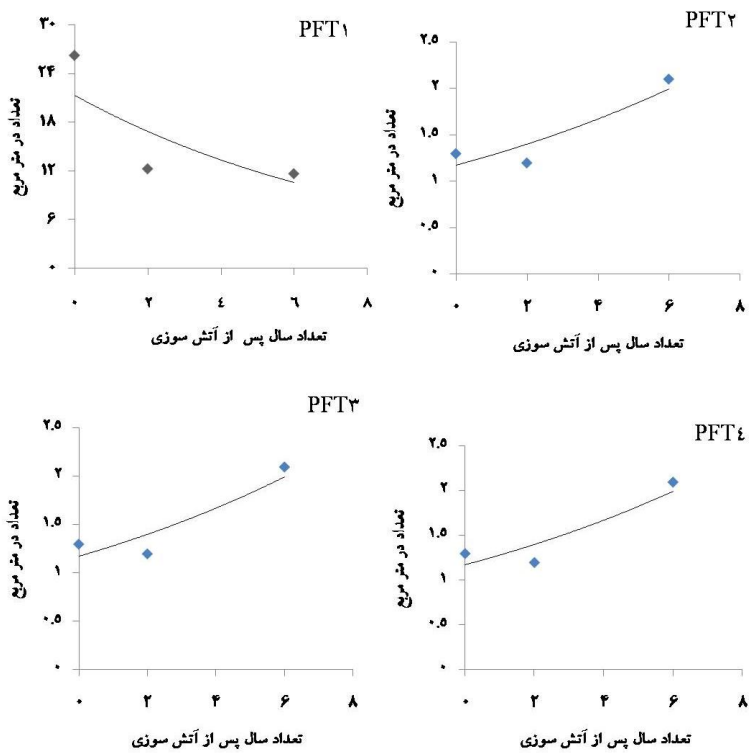
بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه گروه‌های عملکردی در جهت شناسایی شرایط زیستگاه و پی‌بردن به ساختار کلی پوشش‌گیاهی هر منطقه است. بسیاری از محققین (17، 18، 20 و 32)، در محیط‌های مختلف و برای بررسی تأثیر عوامل متفاوت بر پوشش گیاهی از روش تعیین گروه‌های عملکردی استفاده کرده‌اند. هدف این تحقیق شناسایی و طبقه‌بندی گروه‌های عملکردی و صفات عملکردی گیاهی در توالی ثانویه پس از آتش‌سوزی بود. با توجه به این هدف، با استفاده از آنالیز تابع تشخیص از بین 24 صفت مورد بررسی، صفات وزن تر برگ، فرم زیستی و محتوای رطوبتی ساقه به‌ترتیب مهم‌ترین نقش را در تفکیک گروه‌های عملکردی ایفا نمودند. به این‌ترتیب با انجام طبقه‌بندی خوشه‌ای سلسله‌مراتبی با استفاده از ماتریس 24 صفت در 45 گونه، 4 گروه عملکردی تعیین شد. PFT2 و PFT3 به‌عنوان گروه‌های عملکردی سازگار به آتش‌سوزی شناسایی شدند؛ فراوانی آنها با گذشت زمان افزایش یافت. PFT1 و PFT4 گروه‌های عملکردی حساس به آتش‌سوزی شناسایی شدند و با گذشت زمان کاهش یافتند.

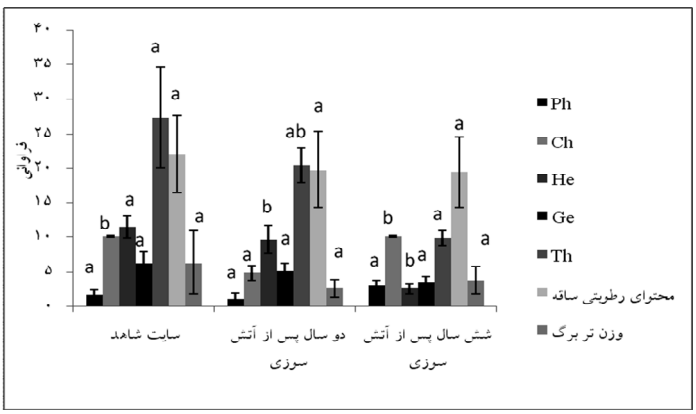
در این مقاله صفات تعیین‌کننده گروه‌های عملکردی، بیشترین ارتباط با آتش‌سوزی را نشان دادند زیرا فراوانی صفت وزن تر برگ گیاهان دو سال پس از آتش‌سوزی کاهش و شش سال بعد افزایش یافت؛ این نوسان می‌تواند به‌دلیل در معرض بودن تاج‌پوشش گیاه با آتش و ازدیاد گیاهان پاچوش‌دار و استولون‌دار و دارای برگ های روزت مانند *Eremurus spectabilis* Wendelbo و *Verbascum cheiranthifolium* باشد. مقایسه فراوانی اشکال زیستی گیاهان نشان داد فانروفیت‌ها و کامفیت‌ها ابتدا کاهش و 6 سال بعد افزایش پیدا کردند؛ این تغییر به‌دلیل قرارداشتن جوانه‌های رویشی اکثر بوته‌ها و درختچه‌ای‌ها در انتها یا امتداد ساقه‌ها می‌باشد، بنابراین آتش‌سوزی اندام‌های هوایی می‌تواند سبب تضعیف بوته‌ای‌ها و فانروفیت‌ها شود. بوته‌ها و درختچه‌هایی که توانایی ایجاد پاجوش و ریشه‌جوش را ندارند، مانند بوته درمنه و درختچه ارس، به‌راحتی توسط آتش صدمه دیده و از بین می‌روند. بعد از آتش‌سوزی گیاهان به سرعت از طریق رشد رویشی (ریزوم) تولیدمثل کرده تا بتوانند عرصه را اشغال کرده و به حالت اولیه برگردند (1). بررسی میانگین فراوانی همی‌کریپتوفیت‌ها، تروفیت‌ها و ژئوفیت‌ها نشان داد این گیاهان در طی زمان کاهش یافتند این کاهش ممکن است به‌دلیل فرایند رقابت در عرصه باشد که البته عوامل دیگری چون مدیریت مرتع، شرایط اقلیمی،

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.8.2.2]



شکل ۴. تغییرات فراوانی گروه‌های عملکردی گیاهی در طی زمان پس از آتش‌سوزی در مرتع جوزک



شکل۵. تغییرات صفات شکل زیستی، وزن تر برگ و محتوای رطوبتی ساقه در مراحل توالی ثانویه.

خشکسالی و چرای کنترل نشده دام نیز می‌تواند باعث آسیب گیاهان پس از آتش‌سوزی باشد. مقایسه میانگین فراوانی محتوای رطوبتی ساقه گیاهان نشان داد که محتوای رطوبتی ساقه گیاهان در طی زمان کاهش یافت، برخی از این گیاهان به‌دلیل داشتن جوانه‌های رویشی در انتها یا امتداد ساقه‌ها از قبیل *Teucrium polium* L. *Artemisia kopetdaghensis* Krasch. و *Stachys byzantina* K. Koch نسبت به گیاهانی که جوانه آنها در زمان آتش‌سوزی هم‌سطح زمین و یا در داخل خاک قرار گرفته‌اند، حساسیت بیشتری به آتش‌سوزی نشان می‌دهند (1) و بنابراین محتوای رطوبتی ساقه آنها کاهش یافت.

آتش‌سوزی با کاهش گیاهان چوبی و بوته‌ای توانایی و قابلیت آنها را در رقابت با گیاهان علفی برای جذب نور،

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.8.2.2]

رطوبت و موادغذایی خاک کاهش داده و زمینه را برای رشد و گسترش گندمیان فراهم می‌سازد (12،16، 26، 30 و 31). بررسی‌های مختلف مانند پژوهش ما نشان داده است که پوشش گندمیان چندساله به‌تدریج پس از آتش‌سوزی افزایش می‌یابد. در مرتع خشک آتش سبب افزایش تروفیت‌ها و همی-کریپتوفیت‌ها، ولی باعث کاهش فرم‌های رویشی بوته‌ای و گندمیان یک‌ساله شد (4). درصد پوشش بوته‌ها نیز پس از آتش‌سوزی به‌تدریج افزایش می‌یابد ولی بااین‌حال از سایت شاهد کمتر خواهد بود (5،12،14، 23، 26 و 30). در بررسی که توسط کاهمن و پوشکولد در سال 2008 صورت گرفت، آتش باعث افزایش یک‌ساله‌ها شد. فراوانی یک‌ساله‌های تابستانه در علفزارهای بیابانی و نیمه‌بیابانی چی‌هواهوان به‌دنبال آتش‌سوزی افزایش یافت (10 و11). فراوانی یک‌ساله‌های زمستانه نیز در این مناطق افزایش یافت که با نتایج حاصل از بررسی‌ها در منطقه جوزک هم‌خوانی دارد. فراوانی یک‌ساله‌ها در بیابان‌های سوناران براساس یافته‌های پاتن و کیو (32) پس از آتش‌سوزی کاهش یافت. در بررسی که توسط کاهمن و پوشولد (24) صورت گرفت، نتایج نشان داد SLA تفاوت معناداری نسبت به آتش نشان نداد که با یافته‌های حاصل از پژوهش ما مطابقت دارد. در بررسی اقلیم مدیترانه‌ای، نتایج نشان داد گونه‌هایی که پس از آتش‌سوزی به‌سرعت از طریق بذر احیا می‌شوند، LDMC کمتر و محتوای رطوبت نسبی بالاتری را نسبت به غیر بذرافشان‌ها نشان می‌دهند (36). پاجوش‌دار شدن یک مکانیسم، مقاومتی در اکوسیستم‌های حساس به آتش و خشکی است. گیاهان با این مکانیسم (پاجوش‌دار شدن) پتانسیل رطوبتی برگ و ساقه بالاتری دارند. غیر پاجوش‌دار شونده‌ها پتانسیل بالاتری برای مقاومت ساختاری به خشکی دارند (33) این نتایج با یافته‌های منطقه جوزک هم‌خوانی دارد. در بررسی انجام شده در پارک ملی گلستان (5) مشخص شد که گونه‌های چوبی در اثر آتش‌سوزی کاهش و گیاهان علفی خصوصا یک‌ساله‌ها افزایش نشان می‌دهند. از مطالعات روی پوشش گیاهی که توسط گارسیا نوآ (22) در پارک ملی دونانا صورت گرفت نیز همین نتایج حاصل شد که با یافته‌های حاصل از منطقه جوزک هم‌خوانی دارد. در بررسی روی ساواناهای حاره‌ای و نیمه‌حاره‌ای آفریقا مشخص شد که آتش‌سوزی باعث کاهش ارتفاع گیاهان می‌گردد (25).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این تحقیق از گروه‌های عملکردی می‌توان به عنوان شاخص حساسیت یا سازگاری مرتع در برابر آتش‌سوزی استفاده کرد، به‌طوری‌که در صورت غالب بودن گروه‌های عملکردی 2 و3 (PFT2 و PFT3) مرتع در برابر آتش‌سوزی مقاوم است ولی در صورت غالب بودن گروه‌های عملکردی 1و 4 (PFT1 و PFT4) حساسیت مرتع به آتش‌سوزی بالا است. در این تحقیق مشخص شد که آتش‌سوزی بیشترین تاثیر منفی را بر گیاهان چوبی مرتع دارد، زیرا در این گیاهان محتوی رطوبت برگ و ساقه کمتر است و آتش‌پذیرتر هستند، از طرف دیگر قرار داشتن جوانه رویشی در بالاتر از سطح خاک باعث آسیب‌پذیری بیشتر این گیاهان می‌شود. از دیدگاه مدیریت مرتع آتش‌سوزی در منطقه جوزک با کاهش گیاهان چوبی خاردار و اسانس‌دار و افزایش تروفیت‌های یکساله، فورب‌ها و گندمیان باعث افزایش دسترسی دام‌ها به علوفه و پایداری اکوسستم مرتع می‌شود. امّا بیشتر شدن گیاهان یک‌ساله (تروفیت‌ها) به‌عنوان یک اثر منفی آتش‌سوزی در این منطقه تلقی می‌شود، که بایستی با اجرای برنامه مدیریتی مناسب از جمله آتش‌سوزی در زمان مناسب یا اجرای سیستم‌های چرای ویژه، فراوانی آنها در کنترل در آید. نتایج این پژوهش می‌تواند در پروژه‌های بنیادی یا پروژه‌های اجرایی مورد استفاده قرار گیرد، به دلیل‌این‌که PFTها شدت و جهت تغییرات اکوسیستم را در نتیجه عوامل محیطی به‌خوبی نشان می‌دهد و در درک فرایندهای اکولوژیکی نظیر تشکیل توالی و پایداری اجتماعات به ما کمک می‌کند. هم‌چنین ازگروه‌های عملکردی گیاهی به‌عنوان ابزار مدیریتی برای ارزیابی اثرات تخریب براکوسیستم‌های طبیعی استفاده نمود.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.8.2.2]

سپاسگزاری

هزینه‌های اجرایی این طرح از محل اعتبار پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب پایان نامه کارشناسی ارشد خانم فهیمه رفیعی (پروپوزال شماره 558- مورخه 88/8/17) تامین گردیده است. اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی در آزمایشگاه اکولوژی دانشکده علوم و آزمایشگاه گیاه‌شناسی مرتع دانشکده منابع طبیعی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد، لذا از کلیه کارشناسان آزمایشگاه سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. جنگجو، م. 1388. اصلاح و توسعه مرتع. جهاد دانشگاهی مشهد، 240 ص.
2. شاد، ق.ع. 1380. تیپ‌های گیاهی منطقه آشخانه ،وزارت جهاد کشاورزی. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع، 72 ص.
3. شریعتمداری، ح. 1390. بررسی تاثیر آتش‌سوزی بر گروه‌های عملکردی گیاهی در دو اقلیم خشک و نیمه خشک. رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
4. شریعتمداری، ح.، م. جنگجو، ح. اجتهادی، ج. واعظی و ف. رفیعی. 1390. مقایسه صفات گیاهی مرتبط با آتش‌سوزی در مراتع خشک و نیمه‌خشک. همایش بین‌المللی آتش‌سوزی در گرگان ،ایران. 4-6 آبان، 62 ص.
5. شکری، م.، ن. صفائیان و ع. اترک چالی. 1381. بررسی پیامد آتش بر پوشش گیاهی تخت ییلاق پارک ملی گلستان. *مجله منابع طبیعی ایران* 55: 273-281.
6. قهرمان، ا. 1380. فلور رنگی ایران. جلد 1، موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع، 146 ص.
7. مبین، ص. 1364. رستنی‌های ایران: فلور گیاهان آوندی. 4 جلد، انتشارات دانشگاه تهران، 504 ص.
8. مصداقی، م. 1380. توصیف وتحلیل پوشش گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، 287 ص.
9. نیکان، م. 1389. بررسی تاثیر چرای دام بر گروه‌های عملکردی گیاهان در منطقه بهارکیش قوچان. رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
10. Ahlstrand, B. M. 1982. Response of Chihuahuan Desert mountain shrub vegetation to burning. *Journal of Range Management* 35:62-65.
11. Bock, J. H. and C. E. Bock. 1992. Vegetation response to wildfire on native versus exotic Arizon grassland. *Journal of Vegetation Science* 3:439-446.
12. Carleton, S. W. and S. R. Loftin. 2000. Response of 2 semiarid grasslands to cool-season prescribed fire. *Journal of Range Management* 53:52-61.
13. Cornelissen, J. H. C., S. Larovel, E. Garnier, N. Diaz, N. Buchman, D. E. Gurrich, P. B. Reich, N. ter Steege, H. D. Morgan, M. G. A. Vander Heijden, J. G. Pausas and H. Poorter. 2003. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Journal of Botany* 51: 335-380.
14. Dale, G., R. G. Brockway, R. Gatewood and R. B. Paris. 2002. Restoring fire as an ecological process in short grass prairie ecosystems: initial effects of prescribed burning during the dormant and growing seasons. *Journal of Environmental Management* 65:135-152.
15. De Groot, W. J., P. M. Bothwell, D. H. Carlsson and K. Logan. 2003. Simulating the effects of future fire regimes on western Canadian boreal forests. *Journal of Vegetation Science* 14: 355-364.
16. Decastro, E. A. and J. B. Kauffman. 1998. A vegetation gradient of above ground biomass, root and consumption by fire. *Journal of Tropical Ecology* 14(3): 263-283.
17. Diaz, S. and M. Cabido. 1997. Plant functional types and ecosystems functional in relation to global change: a multiscale approach. *Journal of Vegetation Science* 8: 463-474.
18. Diaz, S., J. Cabido, M. Zak Martinez, E. Carretero and J. Aranibar. 1999. Plant functional types, ecosystem structure and land use history along a climate gradient in central-western Argentina. *Journal of Vegetation Science* 10: 651-660.
19. Doll, M., M. Bernhatdt-ro, A. Parth and W. Schmidt. 2008. Changes in life history trait composition during undisturbed old-field succession. *Flora* 203: 508–522.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.8.2.2]

20. Domingues, T. F., L. A. Martinelli and J. R. Ehleringer. 2007. Ecophysiological traits of plant function groups in forest and pasture ecosystems from eastern Amazonia, Brazil. *Plant Ecology* 193: 101-112.
21. Duckworth, J. C., M. Kent and P. M. Ramsay. 2000. Plant functional types: an alternative to taxonomic plant community description in biogeography?. Progress in Physical Geography 24: 515-542.
22. Novo, F. G. 1977. The effects of fire on the vegetation of Donana National Park (Spain), in Mooney, H. A. and Conrad, C. E., Symposium on the Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems. Palo Alto, CA. USDA Forest Service, Washington Office, Washington, DC. p. 318-325, General Technical Report WO-3. 3(1): 318-325.
23. Guevara, J. C., C. R. Stasi, C. F. Wuillod and O. R. Estevez. 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.
24. Kahmen, S. and S. Poschlod. 2008. Effects of grassland management on plant functional trait composition. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 128: 137–145.
25. Kennan, T. C. D. 1972. The effects of fire on two vegetation types in Matopos, Rhodesia, Proceedings Annual [11th] Tall Timbers Fire Ecology Conference: fire in Africa. Tallahassee, FL. Tall Timbers Research, Inc., Tallahassee, FL. p. 53-98.
26. Kristofor, R. B. 2006. Soil physiochemical changes following 12 years of annual burning in humid-subtropical tall grass prairie: a hypothesis. *Acta Ecologica Sinica* 30:407-413.
27. Lavorel, S., S. McIntyre, J. Landsberg and D. Forbes. 1997. Plant functional classification: from general groups to specific groups based on response to disturbance. *Trends in Ecology and Evolution* 12:474-478.
28. Lloret, F. and M. Vila. 2003. Diversity patterns of plant functional types in relation to fire regime and previous land use in Mediterranean woodlands. *Journal of Vegetation Science* 14: 387-398.
29. Mcintyre, S., S. Diaz, S. Lavorel and W. Gramer. 1999. Plant functional types and disturbance dynamics-introduction. *Journal of Vegetation Science* 10: 604-698.
30. McPherson, G. R. 1995. The role of fire in desert grassland. Desert grassland. PP. 130-151. *In*: McClaran, M.P.,Van Devender, T.R.(Eds), the Desert Grassland. University of Arizona press, Tucson .
31. Navarroa, T., C. l. Aladosb and B. Cabezudoa 2006. Changes in plant functional types in response to goat and sheep grazing in two semi-arid shrublands of SE Spain. *Journal of Arid Environment* 64: 298-322.
32. Patten, D. T. and G. H. cave. 1984. Fire temperatures and physical characteristic of a controlled burn in the Upper Sonoran Desert. *Journal of Range Management* 37:277-280.
33. Paula, S. and J .G. Pausas. 2006. Leaf traits and resprouting ability in the Mediterranean basin. *Functional Ecology* 20: 941-947.
34. Pausas, J. G. and R. A. Bradstock. 2007. Fire persistence traits of plants along a productivity and disturbance gradient in Mediterranean shrublands of south-east Australia. *Global Ecology and Biogeography* 16: 330–340.
35. Saura-Mas, S., S. Paula, J.G. Pausas and F. Lloret . 2010. Fuel loading and flammability in the Mediterranean Basin woody species with different post-fire regenerative strategies. *International Journal of Wildland Fires* 19(6): 783-794.
36. Unknown, 2010. Meteorological data of Bojnurd climatology station. WWW.weather.ir. Site visited on 17.01.10

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.24763128.1393.3.8.2.2]