مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۱۰/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۲۰

ص۸۳۵-۸۵۱

مقایسهٔ گروه‌های عملکردی گیاهی در اراضی دیم رهاشده و پوشش طبیعی مرتع

❖ **محمد جنگجو***؛ دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد
❖ **فریبا نوع‌دوست؛** مربی گروه زیست‌شناسی، دانشکدهٔ علوم پایه، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیای بهبهان
❖ **فهیمه رفیعی؛** کارشناس‌ارشد زیست‌شناسی، دانشکدهٔ علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

این تحقیق به منظور مقایسهٔ صفات و گروه‌های عملکردی گیاهی در مرتع شخم و رهاشده (پس از ۲۸ سال) و مرتع قرق در منطقهٔ بهارکیش قوچان در استان خراسان رضوی انجام شد. در دو سایت شخم‌خورده و شاهد چهل واحد نمونه‌برداری یک متر مربعی به روش سیستماتیک تصادفی مستقر شد. در هر پلات فهرست گونه‌های گیاهی، فراوانی، پوشش تاجی و بیست صفت رویشی، فنولوژیکی و تولیدمثلی اندازه‌گیری و ثبت شد. بر اساس آنالیز همبستگی پیرسون، با استفاده از نرم‌افزار R، نُه صفت- شکل زیستی، تاج گیاه، روش تولیدمثل، ساختار ذخیره‌ای، نوع ریشه، دورهٔ رویشی برگ، شکل رویشی، دورهٔ زندگی و روش تکثیر- صفات عملکردی انتخاب شدند. طبقه‌بندی و رسته‌بندی داده‌ها در ماتریس نُه صفت در ۱۱۲ گونه، با استفاده از نرم‌افزارهای CANOCO و TWINSPANS، به تفکیک پنج گروه عملکردی منجر شد. درصد پوشش کل دو گروه عملکردی در اراضی شخم‌خورده به طور معنی‌داری (۷۰ درصد) کاهش یافت، ولی درصد پوشش سه گروه عملکردی به طور نسبی (۱۰ ـ ۲۰ درصد) افزایش یافت. بر اساس نتایج این تحقیق، گیاهان یک‌ساله با صفات و شکل زیستی تروفیت، ژئوفیت، ریزوم‌دار در مقابل تخریب شخم مقاوم‌اند، ولی گیاهان چندساله (فانروفیت، کامفیت، همی‌کریپتوفیت) و گیاهانی که سیستم ریشه‌ای راست و تاج پوشش گسترده دارند در مقابل تخریب ناشی از شخم حساس‌اند.

واژگان کلیدی: اراضی دیم رهاشده، بهارکیش، تخریب فیزیکی، صفات عملکردی گیاهی، گراسلند.

* نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۵۱۳۸۸۰۵۴۶۱ دورنگار: ۰۵۱۳۸۸۸۷۸۰۵ Email: mjankju@um.ac.ir

۱. مقدمه

حدود سی میلیون هکتار از مراتع خشک و نیمه‌خشک استپ ایران برای کشت محصولات زراعی دیم شخم خورده است [۱۶]. با این حال، بسیاری از اراضی شخم‌خورده فقط چند سال پس از کشت اولیه رها می‌شوند، که عمدتاً به دلیل از دست دادن بهره‌وری، فرسایش زیاد و خشک‌سالی است [۷]. زمین‌های رهاشده پس از چند سال از گیاهان مهاجم پوشیده می‌شود [۹]. با توجه به وسعت بسیار زیاد اراضی مرتعی شخم‌خورده و رهاشده، شناسایی آثار تخریب اکوسیستم در پوشش گیاهی آن‌ها و یافتن شاخص‌های مناسب محیطی برای ارزیابی شدت و اثر تخریب به منظور احیا و مدیریت این مناطق ضروری است [۱۶].

در گذشته، محققان، برای بررسی آثار تخریب اکوسیستم، از گونه‌های گیاهی به عنوان شاخص محیطی استفاده می‌کردند، ولی پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که کاراییِ گروه‌های عملکردی گیاهان (PFTs)[1] در پاسخ به تغییرات محیطی (آتش‌سوزی، چرا، شخم، کاربری اراضی و قطع درختان) بیشتر از گونه‌هاست [۲]. گروه‌های عملکردی گیاهان (PFTs) گروه‌های گونه‌ای با رفتارهای اکولوژیک مشابه‌اند که به عوامل محیطی و کنترل‌های زیستی پاسخ مشابهی می‌دهند و آثار مشابهی در فرایندهای اصلی اکوسیستم دارند [۸، ۱۰]. این گروه‌ها پل ارتباطی خوبی بین فیزیولوژی گیاهی، اجتماع و فرایندهای اکوسیستم‌اند و، به منزلهٔ ابزاری مفید، تغییراتِ پوشش گیاهی و تنوع زیستی در اثر تغییرات محیطی و تخریب را در سطح منطقه و جهان پیش‌بینی می‌کنند و ارتباط بین پاسخ پوشش‌های گیاهی به تغییرات محیطی و آثار این تغییرات بر ویژگی‌های اکوسیستم و عملکرد آن‌ها را بررسی می‌کنند [۲۳]. با این حال، وضع قوانین مشخص برای طبقه‌بندی گونه‌ها به گروه‌های عملکردی یکی از مشکلات این روش به شمار می‌رود [۱۷]. در حال حاضر، طبقه‌بندی گروه‌های عملکردی گیاهی به طور عمده بر اساس صفات عملکردی گیاهان، از قبیل فرم رشد، تثبیت نیتروژن، تراکم چوب و اندازهٔ بذر، انجام می‌شود. اساس این نوع گروه‌بندی بر پایهٔ ارتباط غیرمستقیم بین صفات بیولوژیکی و عملکرد اکوسیستم است [۲، ۶، ۲۱، ۲۶]. در مقایسه با مطالعهٔ سنتی جوامع اکولوژیکی، این روش فرایندهای اکولوژیکی را از سطح فرد گیاه تا سطح اکوسیستم بهتر توضیح می‌دهد و برای اکولوژی زمین می‌تواند روشی جدید باشد [۱۵، ۲۵].

تغییرات گروه‌های عملکردی گیاهی و توالی ثانویهٔ زمین‌های شخم‌خورده و رهاشده در منطقهٔ تنریف اسپانیا نشان داد که در مناطق خشک غنای گونه‌ای افزایش و در مناطق مرطوب غنا کاهش یافت [۱۹]. بررسی تغییرات در ترکیب صفات تاریخچهٔ زندگی در زمین‌های رهاشده و تخریب‌شده در باغ گیاه‌شناسی آلمان نشان داد مراحل اولیهٔ توالی توسط گونه‌های مهاجم مشخص شد؛ در حالی که با گذشت زمان انقراض گونه‌ها افزایش یافت [۴]. همچنین، تولیدمثل رویشی، انتشار بذر با جانوران و میانگین وزن بذر به طور معنی‌داری افزایش یافت. مطالعهٔ پاسخ صفات عملکردی در ارتباط با تغییرات کاربری اراضی در مونتادوی امریکا نشان داد غنای گونه‌ای در

1. Plant Functional Types

زمین‌های رهاشده به‌شدت کاهش یافت. در پلات‌های چراشده با گذشت زمان تروفیت‌ها افزایش یافت و ارتفاع گیاه، محتوای رطوبتی برگ و انتشار بذر کاهش یافت؛ در حالی که سطح ویژهٔ برگ افزایش یافته بود. در پلات‌های رهاشده، کامفیت‌ها برای ۱۰ ـ ۲۰ سال غالب بود و نانوفانروفیت‌ها برای ۲۰ ـ ۳۰ سال کاهش یافت. ارتفاع گیاه، محتوای رطوبتی برگ و وزن بذر افزایش یافت؛ در حالی که سطح ویژهٔ برگ کاهش نشان داد [۱]. دربارهٔ تنوع الگوهای گروه‌های عملکردی گیاهی در ارتباط با رژیم آتش‌سوزی و کاربری اراضی گذشته در جنگل‌های مدیترانه پژوهش‌هایی انجام و مشاهده شد که در مجموع گروه‌های عملکردی تجدید بذر و فرم رشد به آتش‌سوزی بیش از کاربری اراضی حساس‌اند [۱۴]. بررسی گروه‌های عملکردی گیاهی در منطقهٔ بهارکیش قوچان نشان داد که در چرای شدید دام گروه‌های ۲، ۴ و ۵ و صفات عملکردی ژئوفیت‌ها، تروفیت‌ها، فورب‌های چندساله، سیستم ریشه‌ای راست و کرک زیاد افزایش یافت و صفات فانروفیت‌ها، کامفیت‌ها و ارتفاع کاهش یافت [۱۸].

در مرتع بهارکیش شهرستان قوچان بخشی از عرصه از سال‌های قبل از انقلاب برای کشت دیم محصولات زراعی شخم می‌شود. اما، از سال ۱۳۶۵ به بعد، مرتع تقریباً به صورت قرق مدیریت می‌شود. بررسی اولیه نشان‌دهندهٔ تفاوت زیاد پوشش گیاهی در مرتع شخم‌خورده و رهاشده با مرتع قرق‌شده در همان منطقه بود. بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی کارایی گروه‌های عملکردی گیاهی، به منزلهٔ شاخص‌های محیطی، در یک مرتع تخریب‌شده انجام شد. در این تحقیق فرض شد که گروه‌های عملکردی می‌توانند شاخص مناسبی برای بررسی تأثیر عوامل محیطی (در این تحقیق شخم) بر پوشش طبیعی باشند.

۲. روش‌شناسی

معرفی منطقه و سایت‌های مطالعاتی

این پژوهش در مراتع بهارکیش از توابع شهرستان قوچان در استان خراسان رضوی انجام شد. بهارکیش در شیب‌های شمالی کوه‌های بینالود است و ۲۰۰ کیلومتر از مرز ترکمنستان فاصله دارد. درجهٔ شیب از ۱۵ ـ ۴۵ درصد متغیر است. میانگین بارندگی سالیانه در این ناحیه در حدود ۳۶۰ میلی‌متر است و بخش عمدهٔ آن به صورت برف در طول ماه‌های زمستان است. تشکیلات زمین‌شناسی مخلوطی از کنگلومرا همراه با سنگ آهک و بافت خاک ترکیبی از خاک رس و شن با حداکثر عمق ۴۵cm است [۷].

مطالعات میدانی

در این منطقه دو سایت با وسعت تقریبی ده هکتار انتخاب شد. سایت شخم‌خوردهٔ رهاشده و سایت مرجع یا شاهد (شخم‌نخورده). سایت شخم‌خورده در مرتع گورخر و در محدودهٔ جغرافیایی "۱۷ '۴۱ °۵۸ طول شرقی و "۴۳ '۴۳ °۳۶ عرض شمالی با میانگین ارتفاع ۱۸۳۴ متر بالاتر از سطح دریا قرار دارد. این سایت در طول سال‌های ۱۳۵۴ ـ ۱۳۶۵ با تراکتور شخم خورده و تحت کشت دیم محصولات زراعی درآمده است. از سال ۱۳۶۵ سایت شخم‌خورده با درخت‌های بادام به صورت پراکنده کشت شده و هیچ نوع شخم و کشت و کار در آن انجام نشده است. اما، در برخی سال‌ها به وسیلهٔ دام‌های اهلی

چرای سبک می‌شود. سایت مرجع یا شاهد مرتع در آق- چشمه، در سه کیلومتری از سایت شخم‌خورده قرار دارد. این سایت در محدودهٔ جغرافیایی"۱۷ '۴۰ °۵۸ طول شرقی و " ۴۸ ' ۴۱ °۳۶ عرض شمالی با ارتفاع ۱۸۵۱ متر از سطح دریا قرار دارد. این سایت هرگز شخم نخورده است، اما در بعضی سال‌ها به وسیلهٔ دام‌ها چرای سبک می‌شود. پوشش گیاهی غالب کلیماکس مراتع استپی نیمه‌خشک، مخلوطی از بوته‌ها و گراس‌های چندساله است. با توجه به بررسی اولیه، به روش سطح، حداقل اندازهٔ مناسب پلات در سایت‌هایی که پوشش علفی غالب دارند یک مرتع مربع و در سایت‌هایی با غالبیت بوته‌ها دو متر مربع تعیین شد. بنابراین، به جهت یکنواختی در اندازه‌گیری و امکان‌پذیربودن محاسبات، در هر سایت بیست واحد نمونه‌برداری به ابعاد یک متر مربع انتخاب شد که با منابع موجود دربارهٔ ابعاد مناسب پلات در مراتع نیمه‌استپی همخوانی دارد [۹، ۱۶] و نمونه‌برداری به روش سیستماتیک تصادفی انجام شد.

انتخاب صفات

برای مشخص‌کردن پاسخ پوشش گیاهی به تخریب و تعیین گروه‌های عملکردی، صفاتی از گیاهان، که بیشترین ارتباط را با واکنش پوشش به عوامل محیطی دارند، انتخاب شد. در نتیجه، بیست صفت تولیدمثلی، رویشی، و فنولوژیکی با توجه به دستورالعمل بین‌المللی تعیین صفات عملکردی [۲] انتخاب شد. صفات به صورت کیفی و کمّی انتخاب شد و بر اساس استانداردهای موجود و امکانات آزمایشگاهی کُددهی (جدول ۱) شد [۲]. این صفات شامل سه ویژگی بود: ۱. صفات رویشی: شکل زیستی، شکل رویشی، ساختار تاج پوشش، کرک و پرزداری، خارداری، تاج پوشش، اندام ذخیره‌ای، نوع ریشه، خوش‌خوراکی، اسانس‌دار بودن، سطح ویژهٔ برگ[1]، اندازهٔ تاج پوشش، ارتفاع گیاه و وزن خشک برگ به ساقه؛ ۲. صفات فنولوژیکی: طول دورهٔ رویشی و دورهٔ زندگی؛ ۳. صفات تولیدمثلی: روش تکثیر، انتشار بذر، نوع تولیدمثل، و اندازهٔ بذر.

اندازه‌گیری صفات در عرصه

در هر پلات فهرست گونه‌های موجود همراه با برخی پارامترهای گیاهی، از قبیل فراوانی، درصد پوشش، و ارتفاع هر گونه، یادداشت شد. علاوه بر این، از هر گونه دَه پایه در هر سایت به طور تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع گیاهان، مرحلهٔ فنولوژیکی رشد برگ، ریزوم‌داربودن، غده‌داربودن، شکل رویشی، شکل زیستی، دورهٔ زندگی، تاج پوشش، اسانس‌داری، داشتن اندام ذخیره‌ای، افراشتگی کنوپی، و انتشار بذر در شرایط عرصه اندازه‌گیری شد. صفات خوش‌خوراکی، کلاسه‌های مختلف خوش‌خوراکی بر اساس مشاهدات فیلد، تجربهٔ مطالعاتی و مشاهداتی محققان از چرای دام در مرتع و نیز با ارجاع به کتب مرتع‌داری تعیین شد [۹، ۱۶]. روش تکثیر، نوع تولیدمثل، نوع ریشه (برای تعیین نوع ریشه از گیاهان علفی، چند نمونه از آن‌ها کاملاً از خاک درآورده شد، ولی برای گیاهان چوبی به حفر خاک در پای گیاهان اقدام شد) و خاردارربودن هم در فیلد هم از طریق بررسی منابع به‌ویژه در کتابچهٔ راهنمای عملی تعیین گروه‌های عملکردی [۲] صفات مرتبط با انواع تخریب‌ها (چرا، آتش‌سوزی، شخم، کاربری اراضی،

1. specific leaf area

معدن‌کاوی و غیره) ارائه شد. بر این اساس، نخست صفات مرتبط با شخم انتخاب شد. سپس، این صفات به سه گروه مورفولوژی، فنولوژیکی و تولیدمثلی تقسیم شد. سپس، این سه گروه کُددهی و اندازه‌گیری شد. صفات سطح ویژهٔ برگ، اندازهٔ بذر و وزن خشک برگ به ساقه در شرایط آزمایشگاه اندازه‌گیری و کُددهی شد (برای تهیهٔ بذر گیاهان از اردیبهشت تا آبان‌ماه در بازه‌های زمانی مختلف هشت بار بازدید انجام شد). برای تعیین تراکم و آرایش کرک، سطح برگ و ساقهٔ همهٔ گونه‌های گیاهی به دقت در شرایط آزمایشگاه در زیر لوپ بررسی شد. دارابودن اندام ذخیره‌ای در فیلد و آزمایشگاه بررسی و کُددهی شد. جدول ۱ لیست صفات گیاهی به همراه کلاسه‌های را نشان می‌دهد.

جدول ۱. صفات کیفی و کمّی مورد استفاده در آنالیز تعیین گروه‌های عملکردی

نام صفات	کلاسه‌های صفات
شکل زیستی	۱. فانروفیت، ۲. کامفیت، ۳. همی‌کریپتوفیت، ۴. ژئوفیت ریزوم‌دار، ۵. ژئوفیت پیازدار، ۶. ژئوفیت غده‌دار، ۷. تروفیت
شکل رویشی	۱. گرامینه‌های یک‌ساله، ۲. فورب‌های یک‌ساله، ۳. گرامینه‌های چندساله، ۴. فورب‌های چندساله، ۵. بوته‌ها
روش تکثیر	۱. بذر، ۲. پیاز و غده، ۳. ریزوم، ۴. پاجوش
اسانس	۱. فاقد اسانس، ۲. دارای اسانس
طول دورهٔ رویشی	۱. افمرال‌های کوتاه‌عمر، ۲. یک‌ساله‌های متوسط عمر، ۳. چندساله‌های کوتاه‌عمر، ۴. گراس‌های چندساله، ۵. بوته‌ها
خوش‌خوراکی	۱. خوش‌خوراک، ۲. کمی خوش‌خوراک، ۳. غیر خوش‌خوراک، ۴. غیر خوش‌خوراک سمی
دورهٔ زندگی	۱. یک‌ساله، ۲. چندساله
انتشار بذر	۱. باد، ۲. جانوران، ۳. باد و جانوران
خارداری	۱. خاردار، ۲. بدون خار
افراشتگی تاج پوشش	۱. خزنده، ۲. نیمه‌افراشته، ۳. افراشته، ۴. بالشتکی، ۵. دسته‌ای
اندام ذخیره‌ای	۱. ژئوفیت‌دار، ۲. فاقد ژئوفیت
نوع تولیدمثل	۱. بذر، ۲. رویشی و بذر
نوع ریشه	۱. راست، ۲. افشان
ساختار تاج پوشش	۱. برگ قاعده‌ای، ۲. برگ ساقه‌ای، ۳. هر دو
کرک‌داری	۱. فاقد کرک، ۲. کرک کم، ۳. کرک متوسط، ۴. کرک زیاد
سطح ویژهٔ برگ (cm^2)	۰٫۱۹ –۱۷۵۰
ارتفاع گیاه (cm)	۰٫۳–۲۲۰
اندازهٔ بذر (mm)	۰٫۷–۱۹
اندازهٔ تاج پوشش (cm^2)	۱٫۵–۴۰۰۰۰
وزن خشک برگ به ساقه	۰٫۰۰۱ –۳۹٫۵

تحلیل داده‌ها

داده‌های اندازه‌گیری‌شده در عرصهٔ طبیعت یا شرایط آزمایشگاه وارد برنامهٔ اکسل شد و پایگاه داده‌ها ایجاد شد. آنالیزهای پایه‌ای مانند تهیهٔ فهرست گونه‌های هر پلات به همراه فراوانی و درصد پوشش و ارتفاع گیاه و همچنین کُدبندی گیاهان از نظر بیست صفت تولیدمثلی، رویشی، و فنولوژیکی انجام شد و ماتریس بیست صفت در ۱۱۲ گونه آماده شد. برای تعیین دقیق‌تر صفاتی که بیشترین همبستگی را با تخریب داشتند، با استفاده از نرم‌افزار R، همبستگی پیرسون بین بیست صفت آنالیز شد. با توجه به نتایج جدول مقادیر ویژه و درصد تغییرات هر صفت استنباط می‌شود که رفتار گیاهان به شخم را نمی‌توان فقط بر اساس یک یا دو صفت تفسیر کرد، زیرا درصد تغییرات تجمعی بر اساس مؤلفهٔ اول و دوم فقط ۳۹ درصدِ تغییرات را نشان می‌داد. بنابراین، باید حداقل پنج مؤلفه در نظر گرفته می‌شد تا ۷۰ درصد تغییرات صفات را شامل می‌شد [۳]. بنابراین، آنالیز همبستگی بیست صفت با تخریب در پنج محور مشخص شد. در نتیجه، نُه صفت مؤثر در تفکیک گروه‌های عملکردی با تخریب شخم انتخاب شد که عبارت‌اند از: شکل زیستی، تاج پوشش، روش تولیدمثل، ساختار ذخیره‌ای، نوع ریشه، دورهٔ رویشی برگ، شکل رویشی، دورهٔ زندگی و روش تکثیر. نتایج حاصل از صفات کیفی، که به صورت کلاسه‌بندی بود، بدون تغییر، تحلیل آماری شد. اما صفات کمّی نخست لگاریتم گرفته شد تا از توزیع نرمال تبعیت کند، سپس آنالیز شد.

تعیین گروه‌های عملکردی گیاهی

پس از تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر در تخریب، ماتریس نُه صفت در ۱۱۲ گونه آماده شد و برای تعیین گروه‌های عملکردی گیاهی به نرم‌افزار TWINSPAN منتقل شد و کلاستر گروه‌های عملکردی بر اساس جدول دوطرفهٔ گونه‌های شاخص رسم شد. همچنین، برای تعیین تعداد و اهمیت نسبی هر یک از صفات و تفکیک گروه‌های عملکردی ماتریس نُه صفت در ۱۱۲ گونه به نرم‌افزار CANOCO منتقل شد و آنالیز PCA به منظور تعیین گروه‌های عملکردی استفاده شد. البته، از TWINSPANS (جدول دوطرفهٔ گونه‌ها) برای طبقه‌بندی گونه‌ها استفاده شد، ولی برای تعیین دقیق‌تر تعداد گروه‌ها از آنالیز PCA استفاده شد. بر این اساس، پنج گروه عملکردی تعیین شد. شایان ذکر است که جدول دو طرفهٔ گونه‌ها TWINSPAN و نمودار PCA هر دو به طبقه‌بندی گیاهان منجر می‌شود. هر دو نوع آنالیز با یک هدف و برای اطمینان بیشتر و تکمیل نتایج یکدیگر انجام شد.

بررسی تغییرات گروه‌های عملکردی گیاهی در دو سایت شاهد و شخم‌خورده

درصد پوشش هر گروه عملکردی گیاهی در هر پلات جداگانه محاسبه شد و میانگین آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS تعیین شد و دو سایت به روش آزمون T (غیرجفتی) مقایسه و نمودارهای مربوطه رسم شد.

۳. نتایج

نتایج مقادیر ویژه و درصد تغییرات

بر اساس آنالیز مؤلفه‌های اصلی بر روی بیست صفت بررسی‌شده در این تحقیق، بیشترین درصد تغییرات و درصد تجمعی تغییرات صفات در پنج مؤلفهٔ اصلی مشاهده شد (جدول ۱). جدول ۲ مقایسهٔ مقادیر ویژهٔ هر مؤلفهٔ اصلی، از بیشترین به کمترین، را نشان می‌دهد. بر این اساس، مؤلفهٔ اول حدود ۲۳ درصد و مؤلفهٔ پنجم فقط ۷ درصد تغییرات صفات را نشان می‌دهد.

جدول ۲. نتایج مقادیر ویژه و درصد تغییرات پنج مؤلفهٔ اصلی

مؤلفه	مقادیر ویژه	درصد تغییرات	درصد تجمعی تغییرات
مؤلفهٔ اول	۴٫۴۸۸۰۱۶۹۷	۲۳٫۶۲۱۱۴۲۰	۲۳٫۶۲۱۱۴
مؤلفهٔ دوم	۲٫۹۵۹۹۳۹۴۶	۱۵٫۵۷۸۶۲۸۷	۳۹٫۱۹۹۷۷
مؤلفهٔ سوم	۲٫۰۷۵۸۱۷۰۲	۱۰٫۹۲۵۳۵۲۷	۵۰٫۱۲۵۱۲
مؤلفهٔ چهارم	۱٫۴۸۸۶۰۹۸۶	۷٫۸۳۴۷۸۸۷	۵۷٫۹۵۹۹۱
مؤلفهٔ پنجم	۱٫۳۰۱۴۴۲۷۷	۶٫۸۴۹۶۹۸۸	۶۴٫۸۰۹۶۱

معرفی صفات عملکردی

با توجه به اینکه مقادیر ویژه تغییرِ پنج مؤلفهٔ اول را نشان داد، نتایج آنالیز همبستگی پیرسون بیست صفت مرتبط با تخریب فقط در پنج محور اول بررسی شد (جدول ۳). بر این اساس، در هر محور برخی از صفات بیشترین همبستگی (بالای ۷۰ درصد) را با تخریب شخم نشان دادند. در محور اول پنج صفت، محور دوم سه صفت و محور سوم یک صفت انتخاب شد. درصد همبستگی صفات در محورهای چهارم و پنجم کمتر از ۷۰درصد بود، بنابراین، در نظر گرفته نشدند. صفات تفکیک‌شده در محور اول عمدتاً به فرم ظاهری گیاه و دورهٔ رویشی آن مربوط می‌شد که به‌ترتیب از بیشترین به کمترین همبستگی عبارت بودند از: دورهٔ زندگی، دورهٔ رویشی برگ، سطح تاج پوشش و شکل رویشی که رابطهٔ همبستگی قوی و مثبت نشان دادند و صفت شکل زیستی (۸۷ درصد-) رابطهٔ همبستگی قوی و منفی نشان داد. صفات تفکیک‌شده در محور دوم با روش تکثیر گیاهان مرتبط بود. از این میان، صفات روش تولیدمثلی و روش تکثیر همبستگی مثبت و ساختارهای ذخیره‌ای همبستگی منفی نشان دادند. در محور سوم نوع ریشه (راست یا افشان) در حدود ۷۶ درصد همبستگی نشان داد.

معرفی گروه‌های عملکردی گیاهی

نتایج حاصل از طبقه‌بندی و رسته‌بندی به دو روش با نرم‌افزار TWINSPAN و تحلیل PCA به نتایج یکسان منجر شد. کلاستر تعیین‌شده با نرم‌افزار TWINSPAN موقعیت گروه‌های عملکردی را نسبت به هم نشان داد (شکل ۱). همچنین، صفاتی را که باعث تفکیک گروه‌های عملکردی شدند بر اساس

خوشه‌بندی TWINSPAN مشخص کرد. نمودار PCA گروه‌های عملکردی را در امتداد محورها نشان داد. همچنین، در این نمودار بزرگی و جهت هر بردار نشان‌دهندهٔ اهمیت آن در تفکیک صفات است (شکل ۲). خلاصهٔ توصیف صفات گروه‌های عملکردی در جدول ۴ ارائه شد.

گروه عملکردی یک (PFT1)

صفات روش تکثیر، نوع تولیدمثل و دارابودن اندام ذخیره‌ای باعث تفکیک گروه عملکردی یک (PFT1) از سایر گروه‌ها شد (شکل ۱). با توجه به نمودار PCA، صفات روش تکثیر با بذر، پیاز، غده، پاجوش و ریزوم و نوع تولیدمثل همبستگی مثبت داشت و صفت اندام ذخیره‌ای همبستگی منفی با گروه عملکردی یک داشت. در این گروه هر چه بر گیاهانی با اندام ذخیره‌ای افزوده می‌شد ارزش عدد اندام ذخیره‌ای بیشتر می‌شد و همبستگی آن‌ها با گروه عملکردی یک کاهش می‌یافت (شکل ۲). در این گروه ۱۴ گونه معرفی شد؛ مهم‌ترینِ آن‌ها عبارت‌اند از: *Eremurusstenophyllus* Baker، *Iris kopetdaghensis*(Vved.) Mathew & Wendelbo و *Scorzonerapusilla* Pall. . این گیاهان با صفاتی از قبیل دارابودن شکل رویشی ژئوفیت و فورب‌های چندسالهٔ کم‌زی و علفی، دارابودن اندام ذخیره‌ای و روش تکثیر توسط ریزوم، پیاز و غده، تولیدمثل رویشی و جنسی و میانگین تاج پوشش ۲٫۱۲ مشخص شد.

گروه عملکردی دو (PFT 2)

صفات دورهٔ زندگی، فنولوژی برگ و اندازهٔ تاج پوشش و شکل زیستی باعث تفکیک گروه عملکردی دو از سایر گروه‌ها شد (شکل ۱). در نمودار PCA، صفات دورهٔ زندگی، دورهٔ رویشی برگ و اندازهٔ تاج پوشش همبستگی مثبت با گروه عملکردی دو داشتند و شکل زیستی همبستگی منفی داشت (شکل ۲). در این گروه، هر چه شکل زیستی گیاهان از سمت کامفیت‌ها به طرف تروفیت‌ها و ژئوفیت‌ها پیش می‌رفت ارزش عدد شکل زیستی زیاد می‌شد و همبستگی با گروه عملکردی دو کاهش می‌یافت. در این گروه، ۳۴ گونه معرفی شد؛ مهم‌ترینِ آن‌ها عبارت‌اند از: *Peganum harmala* L.، *Phlomis cancellata* Bunge، *Salvia chloroleuca* Rech. F.&Allen، *Scariolaorientalis* (Boiss.) Soják و *Taraxacum* sp. گیاهان این گروه دارای شکل زیستی همی‌کریپتوفیت و فورب‌های چندسالهٔ کم‌زی و علفی، فاقد اندام ذخیره‌ای و روش تکثیر با بذر و میانگین تاج پوشش ۲٫۶۹ هستند.

گروه عملکردی سه (PFT 3)

صفت شکل رویشی و اندازهٔ تاج پوشش باعث تفکیک گروه عملکردی سه از سایر گروه‌ها شد. این صفات بیشترین طول بردار را در نمودار PCA و همبستگی مثبت با این گروه داشتند. در این گروه، هر چه شکل رویشی گیاهان از فورب‌های یک‌ساله به طرف کامفیت‌ها و درختی‌ها پیشرفت می‌کرد ارزش عدد شکل رویشی بیشتر می‌شد، در نتیجه، همبستگی این گیاهان با گروه عملکردی سه افزایش می‌یافت. در این گروه نُه گونه معرفی شد؛ مهم‌ترینِ آن‌ها عبارت‌اند از: *Artemisia kopetdaghensis* Krasch.، *Acantholimon evinaceum* (Jaub. Et Spach.)

Acantholimonraddeanum Czerniak. ،Lincz. و *Acanthophyllum glandulosum* Bunge ex Boiss. گیاهان این گروه با صفات شکل زیستی کامفیت، فقدان اندام ذخیره‌ای و تولیدمثل جنسی با بذر و میانگین تاج پوشش ۲٫۹۴ مشخص شد.

جدول۳. آنالیز همبستگی پیرسون بیست صفت مرتبط با تخریب شخم

صفات	محور اول	محور دوم	محور سوم	محور چهارم	محور پنجم
خوش‌خوراکی	-۰٫۰۲۲۴۴۹۸۵	-۰٫۰۳۲۹۷۲۳۹	-۰٫۳۴۶۲۹۸۳۵	۰٫۵۵۰۰۹۰۹۱	۰٫۵۶۶۵۱۵۴۹
اسانس‌داری	۰٫۰۱۱۳۵۴۸۰	۰٫۰۳۰۴۹۵۳۱۹	-۰٫۴۲۱۰۹۵۷۶	۰٫۶۶۵۲۲۸۵۸	۰٫۰۵۸۶۴۸۳۸
دورهٔ رویشی برگ	۰٫۷۹۴۱۳۷۰۵	-۰٫۱۴۰۷۸۸۸۹	۰٫۲۲۸۴۰۶۴۷	-۰٫۱۳۵۹۶۲۲۸	۰٫۰۳۷۸۷۱۳۴
شکل رویشی	۰٫۷۰۸۸۳۲۴۷	۰٫۱۰۵۵۵۵۲۹	۰٫۵۲۲۶۵۰۲۹	-۰٫۰۲۸۸۰۵۶۵	-۰٫۰۴۸۳۱۵۴۰
شکل زیستی	-۰٫۸۷۱۴۷۹۰۷	۰٫۲۱۱۲۰۵۶۲	۰٫۱۴۲۷۸۴۳۳	۰٫۰۲۹۷۳۸۱۳	-۰٫۰۰۲۹۰۸۲۵
دورهٔ زندگی	۰٫۸۳۸۰۸۱۹۹	۰٫۱۴۲۵۸۱۱۳	۰٫۱۱۹۲۹۸۰۶	-۰٫۰۵۰۳۲۲۲۹	۰٫۰۹۳۰۸۴۵۸
انتشار بذر	۰٫۲۸۳۸۴۳۹۳	۰٫۳۱۹۶۳۷۰۰	-۰٫۳۰۸۴۴۸۵۷	-۰٫۰۷۷۷۸۲۲۸	-۰٫۴۲۸۲۵۵۹۳
خارداری	-۰٫۴۴۳۲۶۵۵۸	۰٫۳۴۲۳۹۷۴۲	۰٫۱۶۴۹۸۵۴۵	۰٫۰۸۰۴۴۱۷۴	-۰٫۳۱۱۶۵۵۷۶
کرک‌داری	۰٫۲۰۳۷۹۷۰۷	-۰٫۳۳۸۳۹۱۳۸	۰٫۰۹۰۹۸۲۵۲	-۰٫۱۶۸۵۲۰۷۴	۰٫۵۴۷۷۵۶۵۶
افراشتگی تاج پوشش	۰٫۳۲۲۸۵۲۴۸	-۰٫۰۶۹۰۴۴۶۰	۰٫۶۰۷۹۲۹۳۹	۰٫۳۱۴۹۳۵۶۵	۰٫۰۸۸۰۴۵۱۰
داشتن اندام ذخیره‌ای	-۰٫۱۰۴۲۴۱۱۳	-۰٫۸۷۳۵۱۰۳۲	۰٫۰۶۵۳۹۳۵۸	۰٫۰۳۶۱۴۶۲۶	-۰٫۱۸۹۷۹۰۲۳
روش تکثیر	۰٫۳۶۶۶۶۵۶۱	۰٫۷۴۲۵۴۸۲۸	-۰٫۱۶۹۱۴۲۵۶	-۰٫۱۴۰۴۶۹۹۷	۰٫۰۷۳۷۷۳۴۸۴
نوع تولیدمثل	۰٫۲۷۳۹۱۳۵۸	۰٫۸۷۴۰۲۲۷۸	-۰٫۰۵۳۴۲۴۸۵	-۰٫۱۴۲۳۷۰۳۸	۰٫۱۳۲۰۱۸۱۱
نوع ریشه	۰٫۰۷۸۴۲۲۷۳	۰٫۴۳۸۳۹۷۳۹	۰٫۷۶۷۳۷۳۶۱	۰٫۱۳۱۲۳۲۶۴	۰٫۱۳۲۲۷۸۱۶
سطح ویژهٔ برگ	-۰٫۲۸۴۰۶۷۱۶	۰٫۲۳۸۰۲۸۴۹	۰٫۱۸۹۳۹۹۱۶	۰٫۰۱۴۷۸۵۸۶	-۰٫۲۳۷۱۴۶۳۶
ارتفاع	۰٫۵۷۸۹۲۵۲۹	-۰٫۰۵۹۴۹۲۵۶	۰٫۰۸۲۷۱۴۱۴	۰٫۵۵۲۶۵۷۵۱	-۰٫۳۰۴۴۸۴۰۱
اندازهٔ کنوپی	۰٫۷۵۷۸۸۴۵۵	-۰٫۲۷۲۹۸۱۸۳	-۰٫۱۲۳۱۷۳۹۳	۰٫۱۵۹۳۸۸۸۹	-۰٫۳۶۲۰۷۶۱۵
وزن خشک برگ به ساقه	۰٫۲۷۹۲۰۴۲۰	-۰٫۰۵۲۶۳۲۲۵	-۰٫۲۵۶۷۳۹۷۳	-۰٫۴۲۵۳۳۸۹۰	۰٫۰۵۹۹۵۱۲۹
اندازهٔ بذر	۰٫۴۱۸۲۴۶۰۳	-۰٫۱۵۲۵۸۷۸۴	۰٫۴۱۲۳۱۱۹۴	-۰٫۱۰۰۷۳۳۷۷	۰٫۱۲۴۳۸۴۷۴

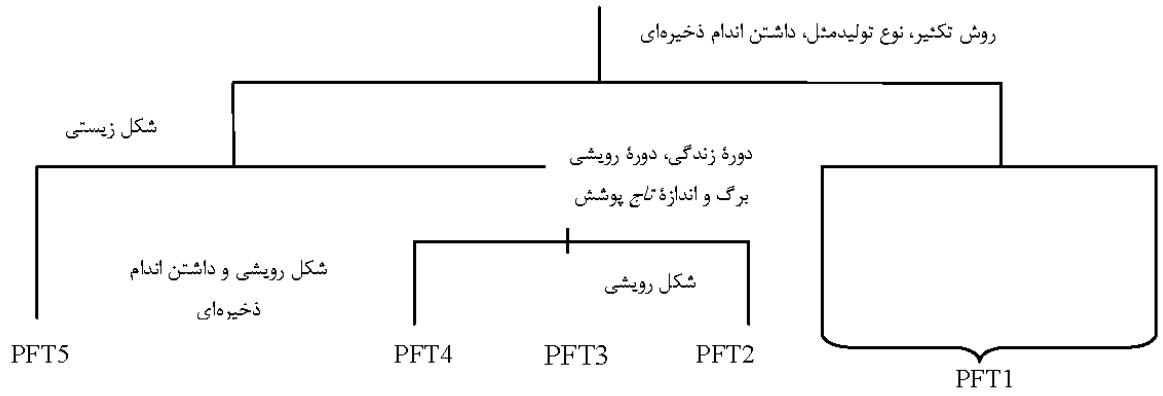
مهم‌ترین ریشهٔ جداکنندهٔ گروه‌های عملکردی گیاهی در داخل کادر نشان داده شد.

گروه عملکردی چهار (PFT4)

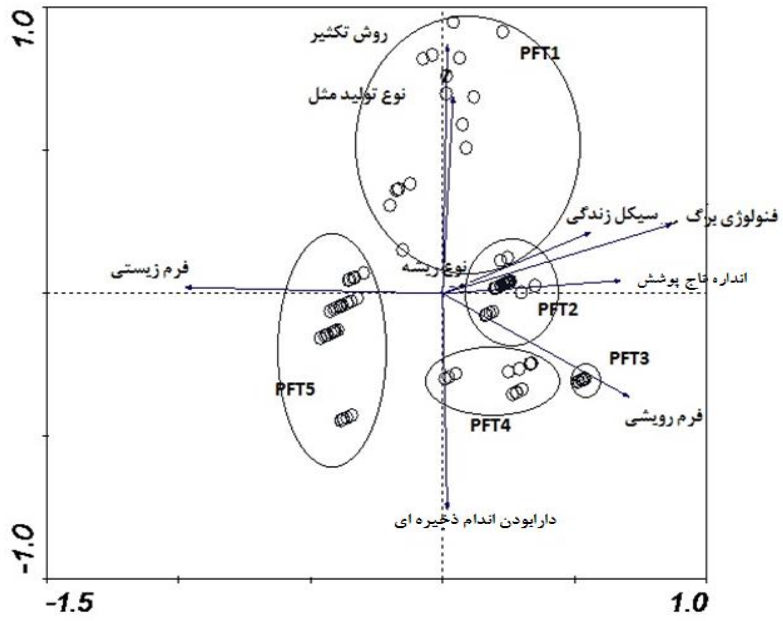
صفات شکل رویشی و اندام ذخیره‌ای باعث تفکیک گروه عملکردی چهار از سایر گروه‌ها شد. صفات شکل رویشی همبستگی مثبت و اندام ذخیره‌ای همبستگی منفی با این گروه نشان داد. هر چه تعداد گیاهانِ دارایِ اندام ذخیره‌ای بیشتر می‌شد، ارزش عدد اندام ذخیره‌ای بیشتر می‌شد و همبستگی آن‌ها با گروه عملکردی چهار کاهش می‌یافت. در این گروه، نُه گونه معرفی شد؛ مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از: *Festuca alaica* Drobov، *Melicapersica* Kunth، *Bromus kopetdaghensis* Drobov*Stipa arabica* Trin. & Rupr. و Stipa *hohenackeriana* Trin. & Rupr. گیاهان این گروه با صفات شکل رویشی گرامینه‌های چندسالهٔ کم‌زی و علفی، فاقد اندام ذخیره‌ای، روش تکثیر با بذر، دارای ریشهٔ راست و میانگین تاج پوشش ۳٫۰۷ مشخص شد.

گروه عملکردی پنج (PFT5)

صفت شکل زیستی و اندازهٔ تاج پوشش باعث تفکیک گروه عملکردی پنج از سایر گروه‌ها شد. این صفات در نمودار PCA طول بردار زیادی داشت، ولی صفت شکل زیستی همبستگی مثبت و اندازهٔ تاج پوشش همبستگی منفی با این گروه نشان داد. هرچه میانگین تاج پوشش در گیاهان بیشتر می‌شد ارزش عدد اندازهٔ کنوپی بیشتر می‌شد و همبستگی با گروه عملکردی پنج، که دارای میانگین کنوپی کمتری بود، کاهش می‌یافت. در این گروه، ۳۴ گونه معرفی شد؛ مهم‌ترینِ آن‌ها عبارت‌اند از: *Ceratocephala testiculata* (Crantz) Roth، *Koelpinialinearis* Pall. و *Stellariaalsinoides Boiss. & Buhse*-*Veronica sp*. گیاهان این گروه با صفات شکل رویشی تروفیت و فورب‌ها و افمرال‌های کم‌زی یک‌ساله، فاقد اندام ذخیره‌ای، تولیدمثل جنسی با بذر، ریشهٔ افشان و میانگین تاج پوشش ۱٫۵۸ مشخص شد.



شکل ۱. موقعیت گروه‌های عملکردی در کلاستر TWINSPAN ماتریس صفت در گونه و مهم‌ترین صفات مؤثر در تفکیک هر گروه عملکردی



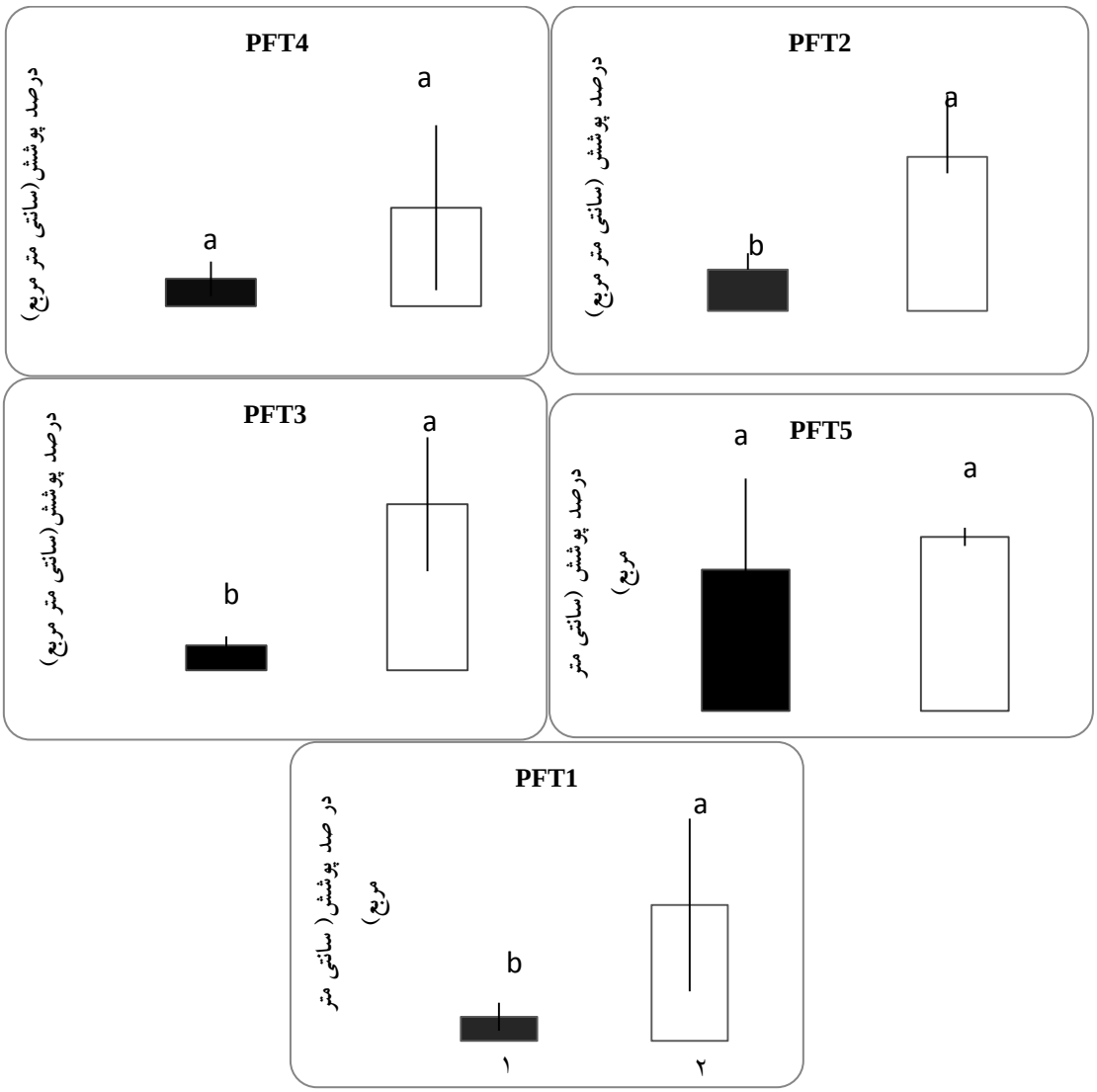
شکل ۲. رسته‌بندی PCA با ماتریس صفت در گونه، تعیین گروه‌های عملکردی با استفاده از کلاستر TWINSPAN

جدول ۴. توصیف صفات پنج گروه عملکردی

صفات	شکل زیستی	شکل رویشی	دورهٔ زندگی	دورهٔ رویشی برگ	روش تکثیر	نوع تولیدمثل	اندام ذخیره‌ای	نوع ریشه	میانگین اندازهٔتاج پوشش
گروه عملکردی ۱	ژئوفیت دارای ریزوم، پیاز و غده	فورب‌های چندساله	چندساله	چندساله‌های کم‌زی و چندساله‌های علفی	پیاز، ریزوم و غده	رویشی و جنسی	دارای اندام ذخیره‌ای	راست و افشان	۲,۱۲
گروه عملکردی ۲	همی‌کریپتوفیت	فورب‌های چندساله	چندساله	چندساله‌های کم‌زی و علفی	بذر	جنسی	فاقد اندام ذخیره‌ای	راست	۲,۶۹
گروه عملکردی ۳	کامفیت‌ها	بوته‌ها	چندساله	بوته‌ها	بذر	جنسی	فاقد اندام ذخیره‌ای	راست	۲,۹۴
گروه عملکردی ۴	همی‌کریپتوفیت	گرامینه‌های چندساله	چندساله	چندساله‌های کم‌زی و علفی	بذر	جنسی	فاقد اندام ذخیره‌ای	افشان	۳,۰۷
گروه عملکردی ۵	تروفیت‌ها	فورب یک‌ساله	یک‌ساله	افمرال‌های کم‌زی	بذر	جنسی	فاقد اندام ذخیره‌ای	راست	۱,۵۸

نتایج تغییرات گروه‌های عملکردی در دو سایت شاهد و تخریب‌شده بر اثر شخم

شخم در مرتع باعث کاهش گروه‌های عملکردی یک (۱۰ درصد)، دو (۱۶ درصد) و سه (۶ درصد) (P<۰/۰۵) شد. از این رو، این گروه‌های عملکردی گروه‌های عملکردی حساس به چرا شناخته شدند. گروه عملکردی چهار (۱۰ درصد) اگرچه در سایت شخم بیشتر بود، درصد حضور آن‌ها تفاوت معنی‌داری با سایت شاهد نداشت. شخم مرتع تأثیر کمتری در گروه عملکردی پنج داشت که در آن درصد پوشش گیاهان در هر دو سایت شاهد و شخم (۳۰ درصد) تقریباً برابر بود (شکل ۳).



شکل ۳. تغییرات گروه‌های عملکردی در دو سایت تخریب‌شده بر اثر شخم (۱) و شاهد (۲)

مقادیر میانگین ± **SE** نشان داده شده است. حروف یکسان بیانگر فقدان اختلاف معنی‌دار در سطح **P**<۰/۰۵ است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

صفات گیاهی مرتبط با تخریب شخم

گروه‌های عملکردی با استفاده از صفات عملکردی تعیین می‌شوند. ویژگی‌هایی از گیاهان که بیشترین همبستگی را با واکنش پوشش به عوامل محیطی دارند صفات عملکردی در نظر گرفته می‌شوند. 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. به عبارت دیگر، با وجود واگرایی فلوریستیکی و با مطالعهٔ صفات و گروه‌های عملکردی می‌توان هم‌گرایی را در دینامیک پوشش گیاهی مشاهده کرد.

در این پژوهش، از بررسی روابط همبستگی بین صفات مشخص شد که نُه صفت گیاهی- شکل زیستی، تاج پوشش، روش تولیدمثل، ساختار ذخیره‌ای، نوع ریشه، دورهٔ رویشی برگ، شکل رویشی، دورهٔ زندگی و روش تکثیر- مهم‌ترین صفات تعیین‌کنندهٔ واکنش گیاهان به تخریب شخم‌اند. در مطالعات سایر محققان نیز صفات عملکردی مرتبط با انواع عوامل محیطی تعیین شده است. مثلاً، در بررسی پاسخ صفات عملکردی مرتبط با تغییرات کاربری اراضی در مونتادو هشت صفت- محتوای مادهٔ خشک برگ، شکل زیستی، وزن بذر، سطح ویژهٔ برگ، گرده‌افشانی، میکوریزا، ارتفاع و پراکنش بذر- بررسی شد [۱، ۱۱] و در پاسخ به تغییرات حاصل‌خیزی خاک در اجتماع شبیه‌سازی‌شده چهار صفت سطح ویژهٔ برگ، ارتفاع، وزن بذر و دورهٔ زندگی استفاده شد که در زمینهٔ تخریب تغییرات بسیاری نشان دادند [۳]. در مراحل مختلف توالی ثانویه پس از آتش‌سوزی در مرتع نیمه‌خشک جوزک در استان خراسان شمالی، سه صفت وزن تر برگ، شکل زیستی و محتوای مادهٔ خشکِ ساقه عوامل مؤثر در تعیین گروه‌های عملکردی بودند [۲۰]. در مطالعه‌ای در آرژانتین، شناسایی گونه‌های علف گندمی و تعیین گروه‌های عملکردی آن‌ها در استپ پاتوگونیا با استفاده از سه صفت اصلی ریشه تعیین شد [۱۳]. سرانجام، از هفت صفت مرتبط با بذر، روش تکثیر، تولید بذر، سایز بذر، ماکزیمم قطر تاج، تحمل خشکی، روش انتشار بذر و بانک بذر برای تعیین گروه‌های عملکردی مرتبط با مهاجرت گیاهان در اثر تخریب توالی ثانویه اسپانیا استفاده شد [۱۲]. در پژوهشی دیگر [۱۱] مشاهده شد که در سایت شخم‌خورده گیاهانی با سطح ویژهٔ برگ بالا افزایش یافتند؛ محققان، برخلاف نتایج پژوهش حاضر (در منطقهٔ بهارکیش)، گزارش کردند شخم باعث افزایش درصد پوشش گیاهان چندساله می‌شود. در حالی که در مطالعهٔ حاضر، در منطقهٔ مورد مطالعه، چرای دام می‌تواند عاملی تأثیرگذار باشد و به گیاهان چندساله آسیب بزند. در منطقهٔ هیلی‌لاس چین مشاهده شد گونه‌های یک‌ساله به عنوان گونه‌های پیشگام در مراحل اولیهٔ توالی غالب بودند و فورب‌ها و گراس‌ها در مراحل میانی توالی و درختچه‌ها و گراس‌های ریزوم کوتاه در طول توالی افزایش یافت [۵]. در بررسی توالی ثانویه در زمین‌های کشت و رهاشده در گراسلندهای مرطوب اروپا [۲۲] نتایجی مشابهِ این پژوهش مشاهده شد که در فاز اولیه توالی گونه‌های ریزوم‌دار و گونه‌های برگ‌ریز افزایش یافت.

در نتایج مطالعهٔ حاضر، همانند یافته‌های سایر

محققان (که در بالا ذکر شد)، صفات مرتبط با فرم ظاهری گیاه بیشترین ارتباط را با تخریب پوشش گیاهی در اثر تخریب‌های فیزیکی خاک داشت. در پژوهش سایر محققان، صفات اندازهٔ بذر و سطح ویژهٔ برگ اهمیت بیشتری داشت؛ در حالی که در پژوهش حاضر روش تکثیر گیاهان نقش پُررنگ‌تری داشت. به نظر می‌رسد نوع تخریب فیزیکی مرتع بهارکیش (شخم توسط گاو) و سابقهٔ طولانی چرای دام در مراتع بهارکیش باعث شده تا روش‌های تکثیر رویشی (ریزوم و پاجوش) اهمیت بیشتری داشته باشد.

پاسخ گروه‌های عملکردی به شخم و رهاسازی اراضی

در این پژوهش، نتایج حاصل از طبقه‌بندی و رسته‌بندی گونه‌های گیاهی به دو روش با نرم‌افزار TWINSPAN و تحلیل PCA به طور مشابهی به تفکیک پنج گروه عملکردی منجر شد. شخم در مرتع باعث کاهش معنی‌دار سه گروه عملکردی شد و بر دو گروه عملکردی دیگر تأثیر نداشت. گروه‌های عملکردی یک، دو و سه گروه‌های عملکردی حساس به شخم شناخته شدند. این گروه‌ها گونه‌هایی را شامل می‌شدند که صفات بارز آن‌ها عبارت بود از: دارابودن شکل رویشی بوته‌ای و ژئوفیت، همی‌کریپتوفیت‌های چندسالهٔ کم‌زی و علفی، فاقد و دارای اندام ذخیره‌ای، تولیدمثل جنسی به روش‌های مختلف (بذر و رویشی ریزوم و غده و پیاز)، دارابودن ریشهٔ راست و افشان و میانگین تاج پوشش ۵۵۲ درصد. گروه‌های عملکردی چهار و پنج واکنشی به شخم نشان ندادند و به عنوان گروه‌های مقاوم به شخم معرفی شدند. این گروه‌ها عبارت بودند از: گرامینه‌های چندساله و تروفیت‌ها، فاقد اندام ذخیره‌ای، دارای تولیدمثل جنسی و ریشهٔ راست. در بررسی پاسخ صفات گیاهی به کشت و رهاسازی اراضی، نتایج مطالعهٔ حاضر مشابه با نتایج سایر محققان [۱] است؛ در اراضی رهاشده کامفیت‌ها و نانوفانروفیت‌ها به‌شدت کاهش یافتند. در بررسی‌های انجام‌شده دربارهٔ تغییرات گروه‌های عملکردی مرتبط با عوامل مخرب محیطی در جنگل‌های بارانی گرمسیری، جزیرهٔ هانان چین [۳]، بزنگان سرخس در استان خراسان رضوی [۲۴] و در مقایسهٔ اثر چرای شدید دام بر مراتع بهارکیش قوچان [۱۹] نیز به طور مشابهی مشخص شد که تخریب پوشش گیاهی به جایگزینی گیاهان فرصت‌طلب و یک‌ساله به جای گیاهان چندسالهٔ همی‌کریپتوفیت و فانروفیت منجر می‌شود. بوته‌ای‌ها، ژئوفیت‌ها و همی‌کریپتوفیت‌ها گیاهان چندساله‌ای هستند که برای استقرار به محیط پایداری نیاز دارند [۷]. بنابراین، به نظر می‌رسد که تخریب شخم با ناپایداری محیط باعث کاهش گروه‌های عملکردی با غالبیت این نوع فرم‌های رویشی گیاهی می‌شود.

بر اساس نتایج این پژوهش، گیاهانی با صفات و شکل زیستی تروفیت، ژئوفیت، ریزوم‌داربودن و یک‌ساله به تخریب شخم مقاوم‌اند، ولی گیاهان چندساله (فانروفیت، کامفیت، همی‌کریپتوفیت) و گیاهانی با سیستم ریشه‌ای راست و تاج پوشش گسترده به تخریب ناشی از شخم حساس‌اند. گروه‌ها و صفاتی از گیاهان را که به شخم مقاوم بودند می‌توان به عنوان شاخص تخریب اراضی در اثر شخم در مناطقی با شرایط آب و هوایی مشابه معرفی کرد.

در پوشش گیاهی مراتع بهارکیش (و احتمالاً بیشتر مراتع ایران)، نسبت به پژوهش‌های انجام‌شده در سایر کشورها، فرم رویشی و شیوهٔ تکثیر گیاهان نقش مهمی در تفکیک گروه‌های عملکردی دارد؛ احتمالاً به دلیل سابقهٔ چندهزارسالهٔ چرای دام در مراتع ایران است.

سپاسگزاری

هزینهٔ اجرای این پژوهش از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد (گرنت شمارهٔ مم‌م) اختصاص‌یافته به نویسندهٔ اول تأمین شده است. از دانشجویان وقت دانشگاه فردوسی مشهد، سرکار خانم نیکان و هاجر حسن‌پور، که در بازدیدهای صحرایی ما را یاری کردند، سپاسگزاریم.

References

[1] Castro, H., Lehsten, V., Lavorel S. and Freitas, H. (2010). Functional response traits in relation to land use change in the Montado, *Agriculture, Ecosystems and Environmen*, 137, 183-191.

[2] Cornelissen, J.H.C., Larovel, S., Garnier, E., Diaz, N., Buchman, N., Gurrich, D.E., Reich, P.B., ter Steege, N., Morgan, H.D., Vander Heijden, M.G.A., Pausas, J.G. and Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide, *Journal of Botany*, 51, 335-380.

[3] Deng, F., Zang, R. and chen, B. (2008). Identification of functional groups in an old-growth tropical montane rain forest on Hainan Island ,China, *Forest Ecology management*, 255, 1820-1830.

[4] Doll, M., Bernhatdt-ro, M., Parth, A. and Schmidt, W. (2008). Changes in life history trait composition during undisturbed old-field succession, *Flora*, 203, 508-522.

[5] Feng, D., Hong-bo, S. Lun, S., Zong-suo, L. and Ming-An, S. (2007). Secondary successtion and its effects on soil moisture and nutrition in abandoned old-fields of hilly region of loess plataa, *China Colloids and Surfaces B. Biointerfaces*, 58, 278-285.

[6] Hooper, D.U. and Vitousek, P.M. (1997). The effect of plant composition and diversity on ecosystem processes, *Science*, 277, 1302-1305.

[7] Jankju, M. (2009). *Range improvement and development*, Jihad Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran, 225 pp.

[8] Kelly, C.K. and Bowler, M.G. (2002). Coexistence and relative abundance in forest trees, *Nature*, 417, 437-440.

[۹] Kent, M. and Cocker, P. (2001). *Vegetation description and analysis; a practical approach*, Willey-Blackwell, London.

[10] Lavorel, S. and Garnier, E. (2002). Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail, *Functional Ecology*, 16, 545-556.

[11] Lehsten, V. and Kleyer, M. (2007). Turnover of plant trait hierarchies in simulated community assembly in respons to fertility and disturbance, *Ecological Modelling*, 203, 270-278.

[12] Lemonet, B.B., Perry, G.L.W., Schurr, F.M. and Jeltsch, F. (2008). Assessing the importance of seed immigration on coexistence of plant functional types in a species-rich ecosystem, *Ecological Modelling*, 213, 402-416.

[13] Leva, P.E., Aguiar, M.R. and Oesterheld, M. (2009). Underground ecology in a Pategonian steppe: Root triats permit identification of gramonoid species and classification in to functional types, *Journal of Arid Enviromentals*, 73, 428-434.

[14] Lloret, F. and vila, M. (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.

[15] Mcgill, B.J., Enquist, B.J., Weiher, E. and Westoby, M.(2006). Rebuiding community ecology from functional traits, *Trends ecological Evolut*, 21, 178-185.

[16] Moghaddam, M.R. (1997). *Range land and rangeland management*, Tehran University Press, Tehran, Iran, 330p.(In Persian).

[17] Naeem, S. and Wright J.P. (2003). Disentangling biodiversity effects on ecosystem functioning: deriving solutions to a seemingly insurmountable problem, *Ecological Lett*, 6, 567-579.

[18] Nikan, M. (2010). Grazing Effects on Plant functional Types in Baharkish of Quchan. MSc thesis, Ferdowsi Univerdity, Mashhad, Iran,130p. (In Persian).

[19] Otto, R., Kru, B.O., Burga, C.A. and Frena, J.M. (2006). Old-fiela succession along a precipitation gradient in the semi-arid coastal region of Tenerife, *Journal of Arid Environments*, 65, 156-178.

[20] Poorter, L., Bongers, L. and Bongers, F. (2006). Architecture of 54 moist-forest tree species: traits, trade –off, and functional groups, *Ecology*, 87, 1289-1301.

[21] Rafiee, F. (2011). Investigation effect of fire on Plant functional type and secondary successtion in semi-arid rangeland Jowzak in provence North Khorasan. MSc thesis, Ferdowsi Univerdity, Mashhad, Iran,130p. (In Persian).

[22] Reich, P.B., Tilman, D., Naeem, S., Ellsworth, D.S., Knops, J., Wedin, D. and Trost, J. (2004). Species and functional groups diversity independently influence biomas accumulation and its response to co_2 and N. Proc.Natl. Acad. Sci. U.S.A., 101, 10101-10106.

[23] Rusch, G.M., Pausas, J.G. and Lepš, J. (2003). Plant Functional Types in relation to disturbance and land use: Introduction, *Journal of Vegetation Science*, 14, 307-310.

[24] Shariatmadari, H. (2011). Effect of fire on Plant functional type in two arid and semi-arid rangeland (Bazangan and Jowzak). MSc thesis, Ferdowsi Univerdity, Mashhad, Iran,130p. (In Persian).

[25] Webb, W.M. and Guthery, F.S. (1983). Response of wildlife food plants to spring discing of mesquite rangeland in northwest Texas, *Journal of Range Management*, 36, 351-353.

[26] Wright, J.P., Naeem, S., Hector, A., Lehman, C., Reich, P.B., Schmid, B. and Tilman, D. (2006). Covenyional functional classification schemes underestimate the relationship with ecosystem functioning, *Ecol. Lett.*, 9, 111-120.