عکس‌العمل گروه‌های کارکردی گیاهی به برخی عوامل محیطی در جنگل‌های کوهستانی زاگرس جنوبی (مطالعه موردی استان خوزستان-شهرستان باغ‌ملک)

حفیظاله شهریاری[۱]، کامبیز ابراری واجاری[۱*]، بابک پیله‌ور[۱] و مهدی حیدری[۲]

[۱] ایران، خرم آباد، دانشگاه لرستان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه جنگلداری

[۲] ایران، ایلام، دانشگاه ایلام، دانشکده کشاورزی، گروه علوم جنگل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۱۲

چکیده

گروه‌های کارکردی گیاهی (Plant functional groups) گروهی از گونه‌ها هستند که دارای پاسخ‌های مشابه به عوامل محیطی هستند. این پژوهش با هدف بررسی ارتباط گروه‌های کارکردی گیاهی در رابطه با برخی عوامل محیطی در جنگلهای کوهستانی زاگرس جنوبی در استان خوزستان-شهرستان باغ‌ملک انجام شد. در این پژوهش، تعداد ۵۰ قطعه نمونه دایره‌ای ۱۰۰۰ متر مربعی به صورت انتخابی تصادفی در محدوده ارتفاعی ۶۴۳ تا ۳۱۷۲ متر از سطح دریا برای نمونه‌برداری پوشش گیاهی و ثبت عوامل محیطی (شامل عوامل توپوگرافیکی و ویژگی‌های خاک) پیاده شد. سپس گیاهان نمونه‌برداری شده بر اساس فرم رویشی به گروه‌های کارکردی چوبی، علفی و نهال چوبی طبقه‌بندی شده و با استفاده از رسته‌بندی آنالیز تطبیقی متعارفی ارتباط این گروه‌ها با عوامل محیطی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که همه گروه‌های کارکردی گیاهی با ارتفاع از سطح دریا، هدایت الکتریکی، پتاسیم قابل دسترس و اسیدیته خاک همبستگی معنی‌دار بالائی دارند. همچنین کربن زی‌توده میکروبی، رس، جهت دامنه، مواد آلی، شن، شیب و نیتروژن کل خاک برای گروه کارکردی چوبی، مواد آلی، فسفر قابل دسترس، نیتروژن کل، شن، رس، تنفس پایه خاک، وزن مخصوص ظاهری و شیب برای گروه کارکردی علفی و نیتروژن کل، شن، کربن زی‌توده میکروبی، رس، جهت دامنه و شیب برای گروه کارکردی نهال مهم بودند. تنوع گونه‌ای چوبی‌ها در ارتباط با ارتفاع از سطح دریا روند افزایشی و تنوع گونه‌ای علفی‌ها در ارتباط با ارتفاع از سطح دریا روند کاهشی داشت. نهال‌ها نیز دارای بیشترین تنوع در ارتفاعات میانی بودند.

واژه‌های کلیدی: آنالیز تطبیقی متعارفی، آنالیز رگرسیون، ارتفاع از سطح دریا، تنوع زیستی، غرب ایران، فرم رویشی.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۳۴۴۱۵۷۱، پست الکترونیکی: kambiz.abrari@yahoo.com, abrari.k@lu.ac.ir

مقدمه

گروه‌های کارکردی گیاهی گروهی از گونه‌ها هستند که دارای پاسخ‌های مشابه به عوامل محیطی هستند یا اثرات مشابه بر فرآیندهای اصلی بوم‌سازگان دارند و چارچوب مناسبی برای پیش‌بینی عکس‌العمل‌های بوم‌سازگان به تغییرات جهانی که توسط بشر اعمال می‌شود فراهم می‌آورند (۳۷). نحوه تأثیر تنوع زیستی بر حفظ و ارتقای کارکردهای بوم‌سازگان بسیار مورد توجه بوم‌شناسان قرار گرفته است (۴۹) و ارزیابی الگوهای تنوع زیستی در طول گرادیان‌های محیطی و مکانیسم‌های مربوط به آنها نیز موضوع اصلی در تحقیقات اخیر تنوع زیستی است (۵۵). تنوع زیستی از چندین جزء شامل تعداد گونه‌ها (غنای گونه‌ای)، تعداد گروه‌های کارکردی (غنای گروه‌های کارکردی)، ترکیب گونه‌ای، فراوانی نسبی گونه‌ها و فراوانی نسبی گروه‌های کارکردی تشکیل شده است (۵۶). تخمین

صحیح از تنوع کارکردی عمدتاً وابسته به انتخاب صفاتی است که از نظر اکولوژیکی مهم می‌باشند (۴۰). مطالعه صفات عملکردی در گیاهان از نکات مهم در درک پاسخ پوشش‌های گیاهی به شرایط محیطی است (۴۸) و گونه‌های مختلف در یک گروه کارکردی، صفاتی را به اشتراک می‌گذارند که پاسخ مشابهی به یک فاکتور خاص می‌دهند (۳۹). یکی از ساده‌ترین و معمول‌ترین راه‌های طبقه‌بندی بر اساس شباهت‌های اکولوژیکی گونه‌ها، استفاده از گروه‌های کارکردی است (۲۹، ۴۴). با این‌وجود مشخص کردن قاعده مناسب جهت طبقه‌بندی گونه‌ها به گروه‌های کارکردی از مشکل‌ترین مسائل عملی در این مطالعات است و موانع زیادی جهت بهتر نمودن طبقه‌بندی کارکردی مؤثر وجود دارد (۴۷). همچنین از آنجا که هرکدام از گونه‌ها، کارکردهای اکولوژیکی زیادی به طور هم‌زمان دارند، تشخیص گروه‌های کارکردی اغلب تا حد زیادی وابسته به اهداف و مفهوم طبقه‌بندی است (۴۵). طبقه‌بندی گروه‌های کارکردی اصولاً بر اساس ویژگی‌های عملکردی (Functional trait) گیاه (۲۲) از قبیل فرم رویشی، تثبیت نیتروژن، چگالی چوب، اندازه برگ، ویژگی‌های برگ و غیره است (۲۶، ۳۴، ۵۳، ۵۶، ۶۳).

مکانیسم بازخورد گیاه–خاک نیز بستگی به گونه‌های گیاهی، گروه‌های کارکردی گیاهی و تفاوت‌های خاص رویشگاه در ویژگی‌های زنده و غیرزنده خاک دارد (۱۹)، در این راستا تغییرات در ترکیب گیاهی می‌تواند ویژگی‌های زنده و غیرزنده خاک (مواد آلی، مواد غذایی و ترکیب جوامع میکروبی خاک) را تغییر دهد (۲۳). در مناطق کوهستانی، عوامل پستی و بلندی (ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت جغرافیایی) از جمله عوامل مهم در پراکنش پوشش گیاهی می‌باشند (۶۰) و در بسیاری از بوم سازگان‌های جنگلی و مرتعی از میان این عوامل، ارتفاع از سطح دریا از درجه اهمیت بیشتری در پراکنش پوشش گیاهی برخوردار می‌باشد (۲۴).

مهدوی و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی اکولوژیکی منطقه کبیرکوه ایران عنوان نمودند که برای پوشش علفی عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک و برای گونه‌های درختی و درختچه‌ای عوامل فیزیکی و شکل زمین مهم‌تر می‌باشند (۱۱). نتایج بررسی تنوع و ترکیب گروه‌های کارکردی گیاهی (درختی، درختچه‌ای، علفی و نهال‌های درختی) جنگل‌های کوهستانی ذخیره‌گاه طبیعی لیشان در شمال چین نشان داد همه گروه‌های کارکردی گیاهی همبستگی معنی‌داری با ارتفاع از سطح دریا و مس خاک داشتند اما مهم‌ترین متغیر تأثیرگذار در تغییرپذیری تنوع گونه‌ای، ارتفاع از سطح دریا بود که بیشترین تنوع را در ارتفاعات میانی نشان داد (۶۶).

Sanchez-Gonzalez and Lopez-Mata (2005) با بررسی تنوع و غنای گونه‌های گیاهی در طول گرادیان ارتفاعی در مکزیک و طبقه‌بندی آنها بر اساس فرم رویشی به سه گروه درختی، درختچه‌ای و علفی، به این نتیجه رسیدند که غنا و تنوع همه گروه‌های کارکردی تا ارتفاع ۳۲۰۰ متر از سطح دریا افزایش و بعد از آن کاهش یافت (۵۹). نتایج مطالعه مدبری و مینائی (۱۳۹۳) در جنگل‌های خرم‌آباد نیز نشان داد که مواد آلی تأثیر معنی‌داری بر غنا و تنوع گونه‌های علفی دارند (۱۲). Deng و همکاران (2008) با شناسایی گروه‌های کارکردی در جنگل‌های کوهستانی و مسن بارانی تروپیکال در جزیره هانیان در چین، شش گروه کارکردی درختی، درختچه‌ای، گیاهان بالارونده (liana)، نخل‌ها، علفی‌ها و اپی‌فیت‌ها را بر اساس فرم رویشی مشخص نمودند و ارتباط آنها را با برخی عوامل محیطی از جمله شیب، جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا، اسیدیته خاک، مواد آلی، نیتروژن قابل دسترس، نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس، فسفر کل و پتاسیم قابل دسترس مورد بررسی قرار دادند (۲۶). Lee and Chun (2016) با مطالعه تنوع گیاهی در طول گرادیان‌های عوامل محیطی در جنگل‌های معتدله کره جنوبی، گونه‌های گیاهی را بر اساس فرم رویشی به سه گروه چوبی، علفی و کل گونه‌ها طبقه‌بندی

نمودند و الگوی پراکنش آنها را با شاخص‌های تنوع زیستی مورد بررسی قرار دادند (۴۱)

جنگلهای غرب واقع بر رشته کوه‌های زاگرس، به لحاظ وسعت، اهمیت مسائل زیست محیطی، توسعه منابع آبی و حفاظت خاک از اهمیت خاصی برخوردار هستند. این جنگل‌ها در دهه‌های اخیر به دلیل مشکلات اجتماعی و عدم مدیریت جامع تا حد زیادی تخریب شده‌اند و توان بالقوه خود را از دست داده‌اند که این روند، آینده این جنگل‌ها را به مخاطره می‌اندازد (۹). با توجه به روند فزاینده تخریب این جنگل‌ها که داری اکوسیستم شکننده‌ای می‌باشند و با کمترین تخریب و عدم برنامه‌ریزی اصولی، صدمات جبران‌ناپذیری به آنها وارد می‌گردد، انجام مطالعات لازم در خصوص ارتباط گونه‌های درختی و درختچه‌ای، علفی و نهال با عوامل محیطی به طور جداگانه جهت حفاظت بهتر و احیاء آنها ضروری می‌باشد. لذا با توجه به کمبود مطالعات گروه‌های کارکردی در این جنگل‌ها و بخصوص در شهرستان باغ‌ملک، در پژوهش حاضر گروه‌های کارکردی گیاهی بر اساس فرم رویشی به سه گروه کارکردی چوبی (درختی و درختچه‌ای)، علفی و نهال چوبی طبقه‌بندی شده و ارتباط آنها با عوامل محیطی مورد بررسی قرار گرفته شد که می‌تواند گامی مفید در راستای مدیریت و برنامه‌ریزی در حفاظت و احیاء این جنگل‌ها باشد. به طور کلی هدف از این پژوهش پاسخ به سوالات زیر می‌باشد:

۱- آیا رابطه گروه‌های مختلف کارکردی گیاهی با عوامل محیطی متفاوت است؟

۲- الگوی تغییرات تنوع گونه‌ای هر یک از گروه‌های کارکردی در طول گرادیان ارتفاع از سطح دریا چگونه بوده است؟

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه در شمال شرق استان خوزستان در شهرستان باغملک در محدوده ارتفاعی ۶۴۳ تا ۳۱۷۲ متر از سطح دریا و طول شرقی ″۰/۱ ’۲۲ °۳۱ تا ″۱۰ ’۴۳ °۳۱ و عرض شمالی ″۲۶/۸ ’۳۷ °۴۹ تا ″۸/۷ ’۱۲ °۵۰ قرار دارد. بر اساس داده‌های ایستگاه هواشناسی شهرستان باغملک، متوسط بارندگی سالیانه طی یک دوره سی‌ساله (از سال ۱۳۴۹تا ۱۳۸۷) ۵۵۳ میلی‌متر، دارای حداکثر بارش سالیانه ۱۰۲۵ میلی‌متر و حداقل بارش سالیانه ۲۹۴ میلی‌متر است. بر طبق داده‌های اقلیمی، متوسط دمای سالیانه ایستگاه باغملک ۲۱ درجه سانتی‌گراد بوده که مرداد ماه با متوسط دمای ۴۱/۵ درجه سانتی‌گراد گرم‌ترین و بهمن ماه با دمای ۴/۱ درجه سانتی‌گراد سردترین ماه سال می‌باشند. بارش در ارتفاعات بالابه صورت برف بوده و در ارتفاعات پائین غالباً به صورت باران می‌باشد (۶).

نمونه‌برداری گیاهی: در این مطالعه نه رویشگاه جنگلی شامل رویشگاهای بادامک (*Amygdalus scoparia*)، کنار (*Ziziphus spina-cheristi*) خنجک (*Pistacia khinjuk*)، بلوط ایرانی (*Quercus brantii*)، چنار (*Platanus orientalis*)، زربین (*Cupressus sempervirens* L. var. horizontalis)، ارس (*Juniperus polycarpus*)، محلب (*Cerasus mahaleb*)، شن به همراه دافنه (*Lonicera nummulariifolia* و *Daphne mucronata*) و یک رویشگاه مرتع ییلاقی (جدول ۱) در طول گرادیان ارتفاعی (۶۴۳ تا ۳۱۷۲ متر از سطح دریا) انتخاب و به صورت تصادفی (۵) در هر رویشگاه تعداد پنج قطعه نمونه دایره‌ای ۱۰۰۰ متر مربعی برای نمونه‌برداری گونه‌های درختی و درختچه‌ای (۵۹) پیاده شد. برای نمونه‌برداری پوشش علفی در بهار سال ۱۳۹۵، در زمان اوج رشد پوشش گیاهی کف جنگل، در مرکز و چهار گوشه هر قطعه نمونه اصلی (۶۴) قطعات نمونه ۱ متر مربعی (۲۱، ۶۲) برداشت و نوع گونه‌ها و درصد پوشش آنها ثبت گردید. گروه کارکردی نهال چوبی (نهال‌های درختی و درختچه‌ای) به عنوان یک گروه به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت زیرا با وجود تخریب بی‌رویه جنگل‌های زاگرس، هزینه بالایی برای

غنی‌سازی از طریق جنگل‌کاری (بذرکاری و نهال‌کاری) در این مناطق نیاز است. از طرفی شرایط نامناسب توپوگرافی منطقه و عدم وجود منبع آب در سطح زیادی از این جنگل‌ها برای جنگل‌کاری، اهمیت بررسی زادآوری را در این جنگل‌ها جهت مدیریت و احیاء آن‌ها نشان می‌دهد. بدین منظور تعداد نهال‌های مستقرشده از درختان و درختچه‌ها با ارتفاع کمتر از ۱/۳ متر و قطر یقه کمتر از ۲/۵ سانتیمتر با ساختار نهال نیز در قطعات نمونه به ابعاد ۱۰ در ۵ متر در مرکز هر قطعه نمونه اصلی همزمان با جمع‌آوری داده‌های چوبی و علفی ثبت شد (۵۰). بدین ترتیب مهمترین گروه‌های کارکردی گیاهی منطقه مورد مطالعه، بر اساس فرم رویشی (۲۶ و ۴۱) به سه گروه کارکردی چوبی (درختی و درختچه‌ای)، علفی و نهال چوبی (نهال درختی و درختچه‌ای) طبقه‌بندی شدند.

جدول ۱- مشخصات رویشگاهای مورد مطالعه

شماره	نام رویشگاه	حداقل ارتفاع از سطح دریا	حداکثر ارتفاع از سطح دریا	متوسط شیب	جهت دامنه
۱	بادامک	۸۲۲	۸۶۰	۳۲	غرب و جنوب غرب
۲	چنار	۱۵۴۷	۱۵۸۰	۵	مسطح
۳	خنجک	۱۲۹۵	۱۳۱۰	۲۲	شمال شرقی
۴	کنار	۶۴۳	۶۵۶	۱۱	جنوب غربی
۵	بلوط	۱۵۸۰	۱۶۰۹	۳۷	جنوب غربی
۶	ارس	۲۲۴۷	۲۲۸۵	۴۴	جنوب شرقی
۷	زربین	۱۶۴۸	۱۶۹۷	۵۲	غرب و جنوب غربی
۸	محلب	۲۳۱۰	۲۳۲۲	۶۰	جنوب غربی
۹	شن و دافنه	۲۴۳۶	۲۴۴۷	۳۲	جنوب غربی
۱۰	مرتع ییلاقی	۳۱۲۸	۳۱۷۲	۱۸	جنوب غربی

اندازه‌گیری عوامل محیطی: در هر قطعه نمونه اصلی، ارتفاع از سطح دریا با ارتفاع‌سنج، درصد شیب با دستگاه شیب‌سنج سونتو و جهت دامنه با قطب‌نما اندازه‌گیری شد (جدول ۱). داده‌های جهت جغرافیایی با استفاده از رابطه $TE= 1+ \cos(\theta)$ در محاسبات لحاظ شد. در این رابطه TE مقدار تبدیل شده و θ مقدار آزیموت جهت می‌باشد. مقدار TE بین صفر در جهت جنوبی تا دو در جهت شمال متغیر می‌باشد (۳۵). نمونه خاک نیز از عمق ۰ تا ۱۵ سانتی‌متر (۵۴) از پنج نقطه تصادفی در هر قطعه نمونه برای به حداقل رساندن خطا برداشت و پس از آن، نمونه‌ها با هم مخلوط شده و در نهایت از هر قطعه نمونه یک نمونه ترکیبی جهت انجام آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آماده شد. سپس خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک از جمله بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری، اسیدیته، هدایت الکتریکی، مواد آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس، پتاسیم قابل دسترس، کربن زی‌توده میکروبی و تنفس میکروبی خاک اندازه‌گیری شدند. بدین‌منظور بافت خاک (درصد رس، شن و سیلت) به روش هیدرومتری (۴)، وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه و پیکنومتری (۱۷) بر اساس گرم بر سانتیمتر مکعب، اسیدیته خاک با استفاده از دستگاه pH متر (۴)، هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع و با استفاده از دستگاه EC متر الکترونیکی بر اساس واحد دسی‌زیمنس بر متر (dSm^{-1})، مواد آلی به روش والکلی و بلک (۱۵) به درصد، نیتروژن کل به روش کجلدال (۱۸) به درصد، فسفر قابل دسترس به روش اولسون (۴۲) بر اساس واحد ppm، پتاسیم قابل دسترس به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم یک مولار با pH = ۷ (۵۷) بر اساس واحد ppm، تنفس میکروبی (تنفس خاک) به روش اندرسون (۱۶) بر پایه $mgCO2g^{-1}dm24h^{-1}$ و کربن زی‌توده میکروبی به

روش گازدهی با کلروفرم (تدخین–استخراج) (۶۱) بر پایه $mgC_{mic}100g^{-1}dm$ اندازه‌گیری شدند (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک در رویشگاهای مورد مطالعه

متغیر/رویشگاه	بادامک	چنار	خنجک	کنار	بلوط	ارس	زربین	محلب	شن و دافنه	مراتع ییلاقی
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۲/۶۲	۰/۹۲۷	۱/۰۱۲	۰/۸۳۷	۰/۸۵۸	۰/۸۰۷	۰/۴۲۴	۰/۵۸	۰/۶۵	۰/۴۶۲
اسیدیته	۷/۸۵	۷/۹۱	۷/۸۰	۸/۰۴۸	۷/۸۴	۸/۰۰۸	۷/۹۴	۷/۹۳	۷/۷	۷/۴۴
مواد آلی (درصد)	۱/۰۵۴	۲/۰۹۶	۱/۹۵	۰/۸۰۶	۳/۳۷	۲/۲۶	۲/۴۱	۰/۹۶۶	۷/۹۴	۲/۶۲
نیتروژن کل (درصد)	۰/۰۹	۰/۱۹۸	۰/۱۷۲	۰/۰۸۴	۰/۳۴۱	۰/۲۲۲	۰/۲۳۳	۰/۰۹۲	۰/۶۹۴	۰/۲۴۳
فسفر قابل دسترس (میکرون)	۱/۵۳	۴/۰۶	۳/۹۵	۳/۸۳	۴/۸۹	۶/۲۸	۲/۰۶۶	۴/۷۹	۱۲/۲	۹/۴۶
پتاسیم قابل دسترس (میکرون)	۲۵۷/۸	۳۵۲	۲۶۳/۲	۳۲۰/۶	۲۸۳/۸	۳۴۲/۶	۳۵۰	۲۸۲/۶	۴۱۷	۴۵۰/۸
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب)	۱/۲۳	۱/۲۷	۱/۲۵	۱/۲۴	۱/۲۵	۱/۲۲	۱/۲۲	۱/۱۸	۱/۲۱	۱/۲۶
شن (درصد)	۳۶/۷	۵۸/۶	۳۱/۸	۴۲/۵	۳۱/۵	۳۱/۶	۲۷/۶	۳۳/۹	۳۵/۴	۲۵
سیلت (درصد)	۳۱/۳	۱۹	۳۶/۸	۳۶/۷	۳۶/۸	۲۹/۷	۳۱/۷	۲۵/۹	۳۷/۸	۳۸/۲
رس (درصد)	۳۰/۸	۲۲/۴	۳۱/۴	۲۰/۸	۳۱/۷	۳۸/۷	۴۰/۷	۴۰/۲	۲۶/۸	۳۶/۸
تنفس پایه خاک $(mgCo_2g^{-1}dm24h^{-1})$	۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۰۰۱۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲۹	/۰۰۰۲۴	۰/۰۰۰۸۵	۰/۰۰۰۳۲	۰/۰۰۰۲۱	۰/۰۰۰۳۷	۰/۰۰۰۲۳
کربن زی‌توده میکروبی $(mgC_{mic}100g^{-1}dm)$	۲۷/۸۷	۲۷/۴	۲۸/۴۹	۲۴/۹۹	۲۸/۰۳	۲۷/۲۱	۲۸/۳۴	۲۸/۴۶	۲۷/۷	۲۸/۲۲

تجزیه و تحلیل داده‌ها: ابتدا نرمال بودن داده‌ها (خاک و تنوع) با استفاده از آزمون کولموگروف–اسمیرنوف انجام شد. برای تعیین ارتباط گروه‌های کارکردی گیاهی با عوامل محیطی، ابتدا این گروه‌ها تفکیک و سپس ارتباط آنها با عوامل محیطی با استفاده از آنالیز تطبیقی متعارفی (Canonical Correspondence Analysis) در نرم افزار CANOCO نسخه ۴ انجام شد. از همبستگی پیرسون برای بررسی میزان همبستگی محورها با عوامل محیطی استفاده شد. شاخص‌های غنای مارگالف، یکنواختی پایلو و تنوع شانون–وینر به تفکیک برای گروه‌های کارکردی مختلف با استفاده از نرم‌افزار Past محاسبه شد که جهت محاسبه این شاخص‌ها، ابتدا گروه‌های کارکردی گیاهی در کل قطعات نمونه تفکیک و سپس محاسبه این شاخص‌ها به صورت جداگانه برای هر گروه کارکردی انجام شد. همچنین رابطه بین شاخص‌های تنوع گونه‌ای به تفکیک گروه‌های کارکردی مختلف و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از رگرسیون خطی ارزیابی شد.

نتایج

در منطقه مورد مطالعه تعداد ۱۰۹ گونه علفی، ۲۰ گونه چوبی (درختی و درختچه‌ای) و ۲۰ گونه نهال چوبی (نهال درختی و درختچه‌ای) و در مجموع تعداد ۱۳۱ گونه شناسائی شد. گونه‌های چوبی و نهال‌های چوبی شامل ۱۸ گونه پهن‌برگ و دو گونه سوزنی‌برگ بودند. گونه‌های علفی متعلق به ۲۹ خانواده بوده که خانواده‌های Asteraceae، Fabaceae، Poaceae، Liliaceae، Lamiaceae و Apiaceae و به ترتیب با ۱۴/۲، ۱۱، ۱۰، ۹/۲، ۹/۲ و ۷/۳ درصد بیشترین تعداد گونه را داشتند.

به منظور تعیین ارتباط گروه‌های کارکردی چوبی، علفی و نهال چوبی با متغیر های محیطی، آنالیز تطبیقی متعارفی (CCA) بر روی این گروه‌های کارکردی به تفکیک انجام شد. نتایج نشان داد روابط بین گونه‌ها و عوامل محیطی در گروه‌های کارکردی مختلف با هم تفاوت داشتند (شکل ۱ و جدول ۳). در گروه کارکردی چوبی مقادیر ویژه برای

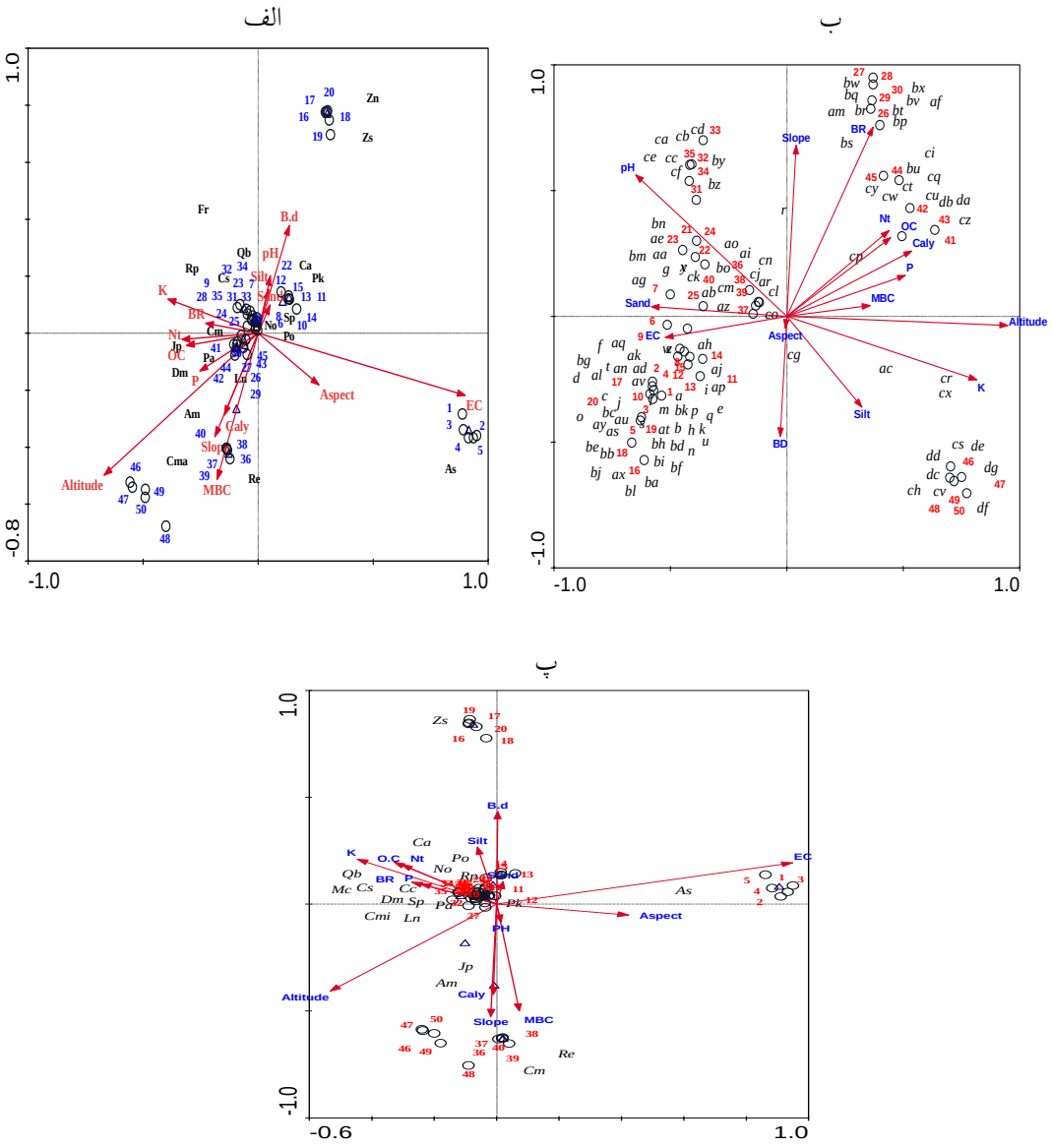
محور اول و دوم ۰/۹۹۲ و ۰/۹۸۲ به ترتیب بدست آمد. از ۱۵ متغیر محیطی اندازه‌گیری شده ۱۱ متغیر با محورهای CCA همبستگی معنی‌داری داشتند (شکل ۱ الف و جدول ۳). هدایت الکتریکی خاک، اسیدیته، موا آلی، نیتروژن کل، پتاسیم قابل دسترس، رس، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا با محور اول و اسیدیته، شن، رس، کربن زی‌توده میکروبی، شیب و ارتفاع از سطح دریا با محور دوم همبستگی معنی‌داری داشتند (شکل ۱ الف و جدول ۳). گونه‌های *Ziziphus* (Zn)، *Ziziphus spina-cheristi* (Zs) *nummularia* و *Amygdalus scoparia* (As) در ارتفاعات پائین (ارتفاع ۶۴۳ تا ۸۶۰ متر از سطح دریا) استقرار می‌یابند که گونه *Amygdalus scoparia* (As) خواستار خاک‌هایی با هدایت الکتریکی بالا و گونه‌های (Zs) *Ziziphus spina-cheristi*، *Ziziphus nummularia* (Zn) خواستار خاک‌هایی با اسیدیته و شن بالا می‌باشند. گونه‌های *Juniperus polycarpus* (Jp)، *Pistacia atlantica* var *mutica* (Pa)، *Daphne mucronata* (Dm)، *Acer monspessulanum* (Am)، *Cerasus microcarpa* (Cm)، *Cerasus mahaleb* (Cma)، *Rosa elymaitica* (Re) و *Lonicera nummulariifolia* (*Ln*) در ارتفاعات بالا (ارتفاع ۲۲۴۷ تا ۲۴۴۷ متر از سطح دریا) استقرار می‌یابند که گونه‌های *Juniperus polycarpus* (Jp)، *Cerasus microcarpa* (Cm)، *Pistacia atlantica* var *mutica* (Pa)، *Daphne mucronata* (Dm) و *Lonicera nummulariifolia* (Ln) در خاک‌هایی با پتاسیم قابل دسترس، مواد آلی و نیتروژن کل بالا و گونه‌های *Cerasus mahaleb* (Cma)، *Acer monspessulanum* (Am) و *Rosa elymaitica* (Re) در شیب‌های تند، خاک‌هایی با رس و کربن زی‌نوده میکروبی بالا رشد می‌کنند. گونه‌های *Nerium oleander* (No)، *Platanus orientalis* (Po)، *Salix acmophylla* (Sp)، *Pistacia khinjuk* (Pk)، *Crataegus aronia* (Ca)، *Quercus brantii* (Qb)، *Fraxinus rotundifolia* (Fr)، *Rhamnus kurdica* var. *persica* (Rp) و *Cupressus sempervires var horizentalis* در ارتفاعات میانی (ارتفاع ۱۲۹۵ تا ۱۶۹۷ متر از سطح دریا) استقرار می‌یابند که گونه‌های *Nerium oleander* (No)، *Salix acmophylla* (Sp)، *Pistacia khinjuk* (Pk)، *Crataegus aronia* (Ca)، *Quercus brantii* (Qb) و Rhamnus *kurdica* var. *persica* (Rp) در خاک‌هایی با مواد غذایی در حد متوسط، گونه‌های *Platanus orientalis* (Po) و *Fraxinus rotundifolia* (Fr) در خاک‌هایی با مواد غذایی در حد متوسط و درصد شن بالا و گونه *Cupressus sempervires var horizentalis* در خاک‌هایی با مواد غذایی متوسط و شیب‌های تند رشد می‌کنند (شکل ۱ الف و جدول ۳).

نتایج آنالیز تطبیقی متعارفی (CCA) بر روی گروه کارکردی علفی نیز نشان داد که ۱۲ متغیر با پراکنش این گروه کارکردی همبستگی معنی‌داری داشتند (شکل ۱ ب و جدول ۳). مقادیر ویژه برای محور اول و دوم ۰/۹۶۳ و ۰/۸۵۳ به ترتیب بدست آمد. هدایت الکتریکی خاک، اسیدیته، مواد آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس، پتاسیم قابل دسترس، شن، رس، تنفس پایه خاک و ارتفاع از سطح دریا با محور اول و اسیدیته، کربن آلی خاک، نیتروژن کل، وزن مخصوص ظاهری ، رس، تنفس پایه خاک و شیب با محور دوم همبستگی معنی‌داری داشتند (شکل ۱ ب و جدول ۳). گونه‌های نظیر *Ferulago angolata* (cv)، *Euphorbia cheiradenia* (dc)، *Astragalus gossypinus* (de) و *Verbascum kochiforme* (dg) در ارتفاعات بسیار بالا (ارتفاع ۳۱۲۸ تا ۳۱۷۲ متر از سطح دریا) و خاک‌هایی با پتاسیم و فسفر قابل دسترس بالا، گونه‌های نظیر *Euphorbia boissieriana* (ci)، *Eremerus spectabilis* (cq)، *Ornithogallum persicum* (ct)، *Spergula fallax* (cu)، *Veronica scrophulariaceae* (cw)، *Fritillaria persica* (cy)، *Heteranthelium piliferum* (cz)، *Linaria grandiflora* (da) و *Stachys acerosa* (dd)، *Biebersteinia multifida* (ch)، *Allium Akaka*

(db) در محدوده ارتفاعی ۲۴۳۶ تا ۲۴۴۴۷ متر از سطح دریا و خاک‌هایی با مواد غذائی فراوان، گونه‌های *Euphorbia myrsinites* (af)، *Tragopogon collinus* (am)، *Aegopordon beradioides* (br)، *Ziziphora clinopodioides* (bt)، *Prangos ferulaceae* (bp)، *Ziziphora tenuir* (bv)، *Biscutella didyma* (bw) و *Fibigia macrocarpa* (bx) در محدوده ارتفاعی ۲۲۴۷ تا ۲۲۸۵ متر، شیب‌های تند و خاک‌هایی با کرین آلی در حد متوسط و تنفس پایه بالا رشد می‌کنند. همچنین گونه‌های *Bromus danthoniae* (by)، *Alyssum sp* (bz)، *Velezia rigida* (ca)، *Aegilops triuncialis* (cb)، *Poa bulbosa* (cc)، *Bellevalia glauca* (cd)، *Equisetum arvense* (ce) و *Holoschoenus vulgaris* (cf) در ارتفاعات میانی (ارتفاع ۱۶۴۸ تا ۱۶۷۴ متر از سطح دریا)، شیب‌های تند و در خاک‌هایی با اسیدیته بالا و گونه‌های *Bromus sterrilis* (aa)، *Geranium rotundifolium* (ab)، *Crepis sancta* (ae)، *Chenopodium foliosum* (ag)، *Astragalus fasciculifolius* (ai)، *Legousia falcate* (bo)، *Hordeum glaucum* (cj)، *Nectaroscordum tripedale* (cl)، *Beta maritime* (cm)، *Ixiolirion tataricum* (cn) در محدوده ارتفاعی ۱۵۸۰ تا ۲۳۲۲ متر از سطح دریا و در خاک‌هایی با شن و اسیدیته بالا رشد می‌کنند. گونه‌هائی نظیر *Trachynia distachya* (a)، *Stipa capensis* (b)، *Scabiosa calocephala* (c)، *Erucaria hispanica* (e)، *Avena sativa* (f)، *Onobrychis crista-galli* (g)، *Anagallis arvensis* (h)، *Centaurea bruguierana* (i)، *Plantago ovate* (k)، *Medicago laciniata* (n)، *Lophochloa phleoides* (ad)، *Zosima absinthifolia* (ak)، *Crepis kotschyana* (an)، *Medicago rigidula* (ap) و *Phlomis eliptica* (aq) نیز در ارتفاعات پائین و میانی (محدوده ارتفاعی ۶۴۳ تا ۱۵۸۰ متر از سطح دریا) و در خاک‌هایی با شن و هدایت الکتریکی بالا و مواد غذائی کم تا متوسط رشد می‌کنند (شکل ۱ ب و جدول ۳).

در گروه کارکردی نهال چوبی نتایج آنالیز تطبیقی متعارفی (CCA) نشان داد که ۱۰ متغیر با پراکنش این گروه کارکردی همبستگی معنی‌داری داشتند (شکل ۱ پ و جدول ۳). مقادیر ویژه برای محور اول و دوم ۰/۹۹ و ۰/۹۷ به ترتیب بدست آمد. هدایت الکتریکی، نیتروژن کل، پتاسیم قابل دسترس، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا با محور اول و اسیدیته خاک، شن، رس، کربن زی‌توده میکروبی، شیب و ارتفاع از سطح دریا با محور دوم همبستگی معنی‌داری داشتند (شکل ۱ پ و جدول ۳). در این گروه کارکردی نهال‌های گونه‌های *Rosa elymaitica* (Re)، *Cerasus microcarpa* (Cm)، *Cerasus mahaleb* (Cma)، *Acer monspessulanum* (Am) و *Juniperus polycarpus* (Jp) در ارتفاعات بالا (۲۲۴۷ تا ۲۳۲۲ متر از سطح دریا)، شیب‌های تند و خاک‌هایی با رس، اسیدیته و کربن زی‌نوده میکروبی بالا رشد می‌کنند. نهال‌های گونه *Amygdalus scoparia* (As) در ارتفاعات پائین (ارتفاع۸۲۲ تا ۸۶۰ متر از سطح دریا) و خاک‌هایی با هدایت الکتریکی بالا و نهال‌های گونه (Zs) *Ziziphus spina-cheristi* در شیب و ارتفاع از سطح دریای پائین (ارتفاع ۶۴۳ تا ۸۶۰ متر از سطح دریا) و خاک‌هایی با شن و وزن مخصوص ظاهری بالا رشد می‌کنند. همچنین نهال‌های گونه‌های *Celtis caucasica* (cc)، *Platanus orientalis* (Po)، *Nerium oleander* (No)، *Salix acmophylla* (*Sp*)، *Crataegus aronia* (Ca)، *Quercus brantii* (Qb)، *Myrtus communis* (mc)، *Rhamnus kurdica* var *persica* (Rp)، *Pistacia atlantica* var *mutica* (Pa)، *Cupressus sempervirens* L. var. *horizontalis* (Cs)، *Daphne mucronata* (Dm) و *Lonicera nummulariifolia* (Ln) در ارتفاعات میانی و فوقانی (ارتفاع ۱۵۴۷ تا ۲۳۴۷ متر از سطح دریا) و در خاک‌هایی با مواد غذائی متوسط تا زیاد (به ترتیب ارتفاع از سطح دریا) رشد می‌کنند (شکل ۱ پ و جدول ۳).

تنوع در هر گروه کارکردی در طول گرادیان ارتفاع از سطح دریا: نتایج آنالیز رسته‌بندی CCA بر روی گروه‌های کارکردی نشان داد که ارتفاع از سطح دریا یکی از مهمترین متغیرهای تأثیرگذار بر گروه‌های کارکردی و پوشش گیاهی بود (جدول ۳ و شکل ۱).



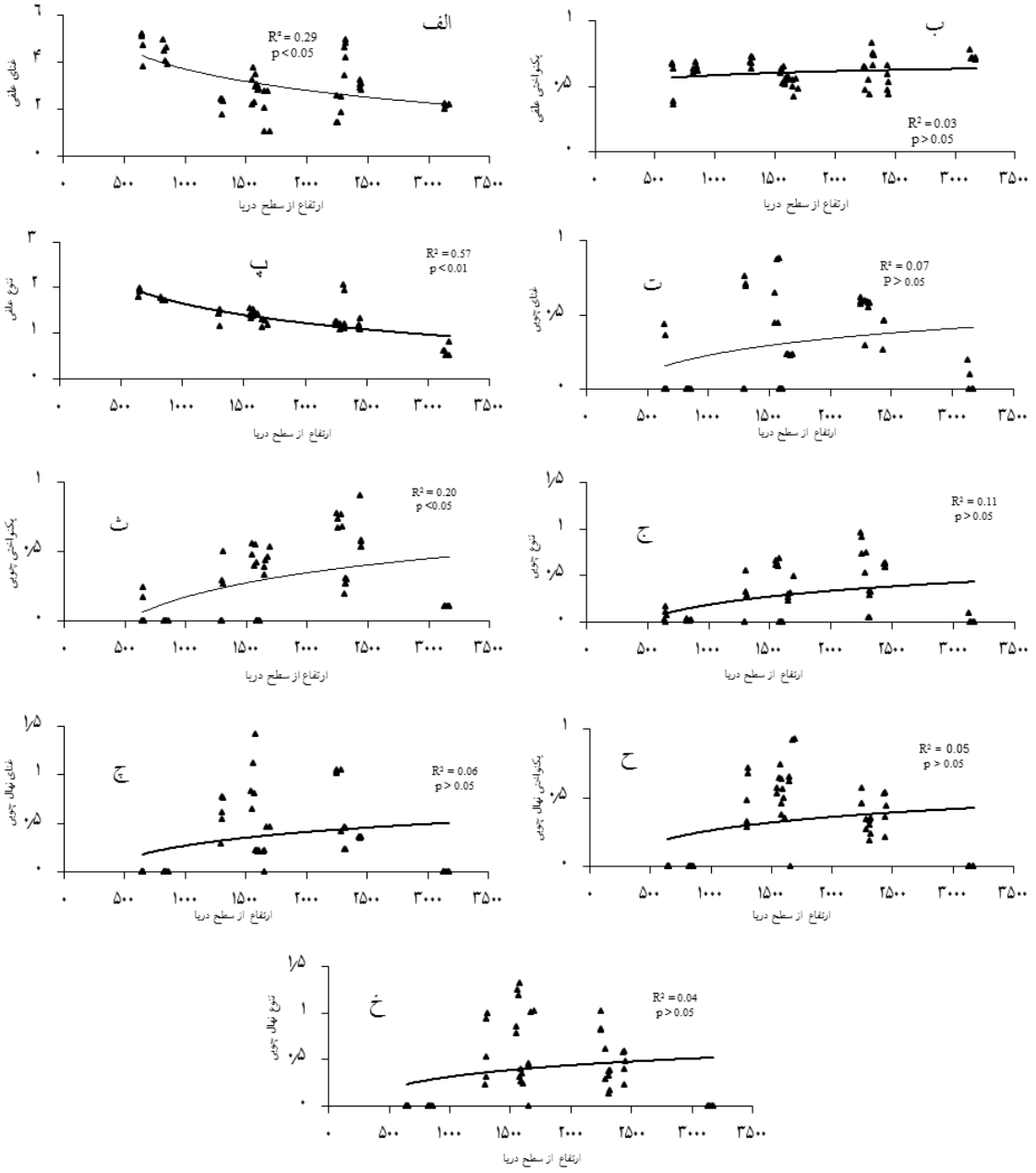
شکل۱- رسته‌بندی CCA بر روی ۵۰ قطعه نمونه و ۲۰ گونه چوبی با ۱۵ متغیر محیطی در منطقه مورد مطالعه. (الف)، رسته‌بندی CCA بر روی ۵۰ قطعه نمونه و ۱۰۹ گونه علفی با ۱۵ متغیر محیطی در منطقه مورد مطالعه (ب) و رسته‌بندی CCA بر روی ۵۰ قطعه نمونه و ۲۰ گونه نهال چوبی (نهال درختی و درختچه‌ای) با ۱۵ متغیر محیطی در منطقه مورد مطالعه (پ). ارتفاع از سطح دریا (Altitude)، مواد آلی (OC)، هدایت الکتریکی خاک (EC)، وزن مخصوص ظاهری خاک (B.d)، نیتروژن کل (NT)، کربن زی‌توده میکروبی (MBC)، تنفس پایه خاک (BR)، دایره توخالی و اعداد صحیح نشان‌دهنده قطعات نمونه هستند.

جدول ۳- مقایسه همبستگی بین متغیرهای محیطی و محورهای رسته‌بندی CCA برای سه گروه کارکردی گیاهی در منطقه مورد مطالعه

متغیرهای محیطی	نهال چوبی		علفی		چوبی	
	محور اول	محور دوم	محور اول	محور دوم	محور اول	**محور دوم**
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۰/۹۶۶**	۰/۲۳۲	-۰/۴۳**	-۰/۲۶۲	۰/۹۰۴**	**-۰/۱۲۹**
اسیدیته	۰/۱۰۹	-۰/۵۱۱**	-۰/۶۰۸**	۰/۳۹۲**	۰/۴۰۲**	**۰/۵۶۴****
مواد آلی (درصد)	-۰/۲۸۱	۰/۰۶۳	۰/۵۵۱**	۰/۳۸۷*	-۰/۳۳۴*	**-۰/۰۷۹**
نیتروژن کل (درصد)	-۰/۳۱۴*	۰/۰۶۰	۰/۵۴۶**	۰/۴۱۱**	-۰/۳۶۲*	**-۰/۰۶۵**
فسفر قابل دسترس (میکرون)	-۰/۲۲۸	۰/۰۷۳	۰/۶۱۴**	۰/۲۳۸	-۰/۲۸۳	**-۰/۰۹۲**
پتاسیم قابل دسترس (میکرون)	-۰/۵۲۶**	-۰/۲۶۲	۰/۷۴۵**	-۰/۰۱۴	-۰/۶۵۰**	**۰/۱۹۶**
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب)	۰/۰۹۷	۰/۲۵۵	-۰/۱۵۳	-۰/۳۷۹*	۰/۰۰۶	**۰/۲۱۵**
شن (درصد)	۰/۰۹۵	۰/۳۵۸*	-۰/۴۳۹**	۰/۱۲۹	۰/۲۵۴	**۰/۳۳۶***
سیلت (درصد)	-۰/۱۱۹	۰/۱۷۳	۰/۲۸۸	-۰/۱۹۶	۰/۰۵۶	**۰/۱۳۳**
رس (درصد)	-۰/۰۷۴	-۰/۶۲۶**	۰/۳۴۳*	۰/۳۲۵*	-۰/۳۳*	**-۰/۵۴****
$(mgCO2g^{-1}dm24h^{-1})$ تنفس پایه خاک	-۰/۲۸۴	۰/۰۹۳	۰/۴۷۱**	۰/۶۹**	-۰/۲۲۳	**۰/۱۲۴**
MBC $(mgC_{mic}100g^{-1}dm)$ کربن زی‌توده میکروبی	۰/۰۷۸	-۰/۷۲۳**	۰/۲۳۶	۰/۱۸۴	-۰/۲۵۶	**-۰/۷۱****
جهت	۰/۵۴۹**	-۰/۰۲۱	-۰/۰۳۵	-۰/۰۲۱	۰/۴۲۶**	**-۰/۲۲۸**
شیب (درصد)	-۰/۰۶۷	-۰/۴۰۸**	۰/۱۰۷	۰/۵۸۹**	-۰/۰۸۴	**-۰/۳۳۵***
ارتفاع از سطح دریا (متر)	-۰/۴۹۷**	-۰۷۹۶**	۰/۹۰۹**	۰/۱۸۴	-۰/۸۲۷**	**-۰/۶۵****

*، **: معنی‌داری در سطح پنج درصد و معنی‌داری در سطح یک درصد

در گروه کارکردی علفی، غنا (R^2 =۰/۲۹ و **p < ۰/۰۵**) و تنوع گونه‌ای (R^2=۰/۵۷ و p < ۰/۰۱) در ارتباط با ارتفاع از سطح دریا معنی‌دار بوده که مقدار آنها با افزایش ارتفاع از سطح دریا روند کاهشی داشته است (شکل ۲ الف و پ به ترتیب). اما یکنواختی گونه‌ای گروه کارکردی علفی (R^2 = ۰/۰۳ و p > ۰/۰۵) در ارتباط با ارتفاع از سطح دریا معنی‌دار نبود (شکل ۲ ب). در گروه کارکردی چوبی، یکنواختی گونه‌ای در ارتباط با ارتفاع از سطح دریا معنی‌دار بوده (R2 = ۰/۲۰ و p < ۰/۰۵) که با افزایش ارتفاع از سطح دریا روند افزایشی داشته و غنا (R^2 = ۰/۰۷ و p > ۰/۰۵) وتنوع گونه‌ای(R^2 =۰/۱۱ و p > ۰/۰۵) در ارتباط با ارتفاع از سطح دریا معنی‌دار نبوده است (شکل ۲ ث، ت و ج به ترتیب). با این وجود تنوع گونه‌ای مانند یکنواختی روند افزایشی داشته است. غنای گونه‌ای این گروه نیز در ارتفاعات میانی دارای بیشترین مقدار بود (شکل ۲). در گروه کارکردی نهال چوبی، غنا (R^2 =۰/۰۶ و **p > ۰/۰۵**)، یکنواختی(R2 =۰/۰۵ و p > ۰/۰۵) و تنوع گونه‌ای (R^2 =۰/۰۴ و **p > ۰/۰۵**) در ارتباط با ارتفاع از سطح دریا معنی‌دار نبوده اما نتایج نشان داد غنا، یکنواختی و تنوع گونه‌ای این گروه کارکردی در ارتفاعات میانی دارای بیشترین مقدار بود (شکل ۲ چ، ح و خ به ترتیب). به طور کلی نتایج نشان داد گروه‌های کارکردی علفی، نهال چوبی و چوبی به ترتیب دارای بیشترین تنوع گونه‌ای بودند (جدول ۴ و شکل ۲).



شکل ۲- تغییرات تنوع گروه‌های کارکردی در طول گرادیان ارتفاعی در منطقه مورد مطالعه، غنای علفی (الف)، یکنواختی علفی (ب)، تنوع علفی (پ)، غنای چوبی (ت)، یکنواختی چوبی (ث)، تنوع چوبی (ج)، غنای نهال چوبی (چ)، یکنواختی نهال چوبی (ح)، تنوع نهال چوبی (خ)،

جدول ۴- میانگین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی گروه‌های کارکردی گیاهی در منطقه مورد مطالعه

شاخص‌ها	گروه کارکردی چوبی			گروه کارکردی علفی			گروه کارکردی نهال چوبی		
	تنوع	غنا	یکنواختی	تنوع	غنا	یکنواختی	تنوع	غنا	یکنواختی
میانگین	۰/۲۹	۰/۳۰	۰/۲۹	۱/۳۵	۳/۰۷	۰/۶۰	۰/۴۰	۰/۳۶	۰/۳۳

بحث و نتیجه‌گیری

این موضوع که آیا تنوع زیستی کارکردهای اکوسیستم را در جنگلهای طبیعی تحت تأثیر قرار می‌دهد هنوز جای بحث دارد (۴۹). نتایج مطالعات تنوع زیستی در جوامع گیاهی مدیریت شده نشان داده که تنوع زیستی دارای اثرات مثبت می‌باشد (۲۵). اما در جوامع طبیعی روابط بین تنوع زیستی و ویژگی‌های اکوسیستم به صورت قابل توجهی با هم فرق دارند (۲۶، ۳۱، ۶۷). بسیاری از اکولوژیست‌ها بر این باورند که برای ارزیابی تنوع زیستی و جهت تعیین عوامل تاثیرگذار برآن بهتر است گونه‌های موجود در یک جامعه گیاهی بر اساس ویژگی‌هایشان به گروه‌های متفاوتی تقسیم شوند، چون محدود کردن ارزیابی ها به سطح گونه پیچیدگی‌های موجود در یک جامعه را به خوبی نشان نمی‌دهد (۷). در این مطالعه مهمترین گروه‌های کارکردی گیاهی بر اساس فرم رویشی (۲۶، ۴۱) به سه گروه کارکردی چوبی (درختی و درختچه‌ای)، علفی و نهال چوبی (نهال درختی و درختچه‌ای) طبقه‌بندی شده و ارتباط آنها با عوامل محیطی مورد بررسی قرار گرفت. پوشش گیاهی و گروه‌های کارکردی در منطقه مورد مطالعه به صورت مستقم یا غیرمستقیم به اکثر متغیرهای مهم محیطی از جمله ارتفاع از سطح دریا، هدایت الکتریکی، اسیدیته خاک، ازت کل، مواد آلی خاک، فسفر قابل دسترس، پتاسیم قابل دسترس، کربن زی‌توده میکروبی، تنفس پایه خاک، رس، شن، جهت دامنه و شیب عکس‌العمل نشان دادند. تعداد و نوع عوامل محیطی مؤثر در تفکیک هر سه گروه کارکردی شباهت‌های زیادی داشت. ارتفاع از سطح دریا، هدایت الکتریکی، پتاسیم قابل دسترس و اسیدیته خاک متغیرهای اصلی در تأثیرگذاری بر همه گروه‌های کارکردی گیاهی چوبی، علفی و نهال‌های چوبی بودند. Sánchez-Gonzalez and Lopez-Mata, 2005 و Zhang and Zhang, 2007 ارتفاع از سطح دریا را به عنوان فاکتور اصلی تأثیرگذار بر همه گروه‌های کارکردی گیاهی در جنگل‌های مکزیک و چین (۵۹، ۶۶) ، (2011) Fattahi and Ildoromi هدایت الکتریکی خاک را به عنوان فاکتور اصلی تأثیرگذار بر پوشش علفی مراتع کوهستانی همدان (۳۰)، مهدوی و همکاران (۱۳۸۹) پتاسیم را به عنوان یکی از مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر زادآوری دانه‌زاد بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) و راناس (*Cerasus microcarpa*) در جنگل‌های زاگرس (۱۱) و طالشی و اکبری‌نیا (۱۳۹۰) و Partel *et al* (2004) اسیدیته خاک را به عنوان یکی از مهمترین متغیرهای تأثیرگذار بر شاخص‌های غنا و تنوع گیاهان چوبی و علفی در جنگل‌های نوشهر و تنوع زیستی در مناطق حفاظت شده شمال اروپا به ترتیب عنوان نمودند (۸، ۵۲). علاوه بر این متغیرها، کربن زی‌توده میکروبی، رس، جهت دامنه و نیتروژن کل نیز برای چوبی‌ها مهم بودند. نتایج مطالعه طالشی و اکبری‌نیا (۱۳۹۰) بر روی تنوع زیستی گونه‌های چوبی و علفی در رابطه با عوامل محیطی در جنگل‌های پایین‌بند شرق نوشهر نشان داد که شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌های چوبی با رس و نیتروژن همبستگی معنی‌داری دارند (۸). مقدار کربن زی‌توده میکروبی نیز در گروه کارکردی چوبی نسبت به علفی بیشتر بود که با نتایج Ravindran and Yang (2015) مطابقت دارد (۵۷). همچنین فاکتورهای فسفرقابل دسترس، نیتروژن کل، شن، مواد آلی، تنفس پایه خاک و شیب برای گروه کارکردی علفی و جهت دامنه، کربن زی‌توده میکروبی و رس برای گروه کارکردی نهال به عنوان متغیرهای مهم تأثیرگذار بودند. مواد آلی خاک منابع غذایی اصلی برای گیاهان علفی می‌باشند. زیرا مواد آلی در خاک سطحی بیشتر از خاک عمیق می‌باشند و سیستم ریشه‌ای گیاهان علفی سطحی‌تر از گیاهان چوبی می‌باشد (۴۶). نتایج مطالعه مدبری و مینائی (۱۳۹۳) در جنگل‌های خرم‌آباد نشان داد مواد آلی تأثیر معنی‌داری بر غنا و تنوع گونه‌های علفی دارند (۱۲). به طور کلی با توجه به گرادیان ارتفاعی بالا در منطقه مورد مطالعه و تغییرات زیاد در عوامل محیطی با افزایش ارتفاع

از سطح دریا، گروه‌های کارکردی گیاهی با تعداد زیادی از عوامل محیطی همبستگی معنی‌داری داشتند. طالشی و اکبری‌نیا (۱۳۹۰) نیز در بررسی تنوع زیستی گونه های چوبی و علفی در رابطه با عوامل محیطی در جنگلهای پایین بند شرق نوشهر عنوان نمودند ۱۲ متغیر محیطی (نیتروژن، شوری خاک، ماده آلی، منیزیم، کلسیم، کربن، سیلت، شن، ارتفاع از سطح دریا، شیب، اسیدیته خاک و جهت دامنه) با پوشش گیاهی همبستگی معنی‌داری دارند (۸). تنوع گونه‌ای وابسته به غنا و یکنواختی گونه‌ای است و برای حفظ تنوع گونه‌ای و جنگل، حفاظت از تمام گروه‌های کارکردی باید انجام گردد. ارتفاع از سطح دریا یکی از متغیرهای اصلی است که تغییرات تنوع گونه‌ای گروه‌های کارکردی گیاهی در جوامع جنگلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مطالعات زیادی در این خصوص انجام گرفته است (۴۱، ۵۹، ۶۶). تغییرات ارتفاع از سطح دریا از جمله عوامل بسیار مهم برای ارزیابی عکس‌العمل‌های اکولوژیکی و تکاملی موجودات زنده به اثرات ژئوفیزیکی از قبیل دمای کم می‌باشند. به‌طور فیزیکی فشار اتمسفر، دما و روشن بودن یا مه‌آلود بودن آسمان با ارتفاع از سطح دریا در ارتباط می‌باشند (۳۶). در این مطالعه نیز نتایج آنالیز رسته‌بندی CCA بر روی گروه‌های کارکردی گیاهی نشان داد که ارتفاع از سطح دریا یکی از مهمترین متغیرهای تأثیرگذار بر گروه‌های کارکردی و پوشش گیاهی بود (شکل ۲ و جدول ۳). غنای گونه‌ای گیاهان چوبی در ارتفاعات میانی (۱۳۰۰ تا ۱۶۰۰ متر از سطح دریا) دارای بیشترین مقدار بود که به علت فراوانی منابع غذایی و وجود اکثر این عناصر در حد اعتدال می‌باشد. Grime (1997) و Huston and DeAngelis (1994) عنوان نمودند وقتی منابع به کمترین حد خود برسند غنای گونه‌ای کم، با میزان متوسط منابع، غنای گونه‌ای بالا و با بیشتر شدن منابع به تدریج غنای گونه‌ای در اثر رقابت کم می‌شود (۳۲، ۳۳). همچنین Pausas and Austin (2001) عنوان نمودند فاکتورهای اصلی تعیین کننده الگوی غنای گونه‌ای در سطح محلی منابع موجود و عکس‌العمل به متغیرهای محیطی است که اثر فیزیکی مستقیم بر رشد گیاهان یا منابع موجود دارند (۵۱). اما یکنواختی و تنوع گونه‌ای گروه کارکردی چوبی در ارتباط با ارتفاع از سطح دریا روند افزایشی داشته است. (شکل ۲). هر چند غنای گونه‌ای در ارتفاعات میانی بیشتر بود اما با توجه به اینکه تنوع تحت تأثیر غنا و یکنواختی قرار می‌گیرد به علت یکنواختی بیشتر در ارتفاعات فوقانی نسبت به ارتفاعات میانی، تنوع با افزایش ارتفاع از سطح دریا، افزایش یافت که این موضوع با یافته‌های (۳ و ۱۳) مطابقت دارد. به طورکلی بالا بودن غنا، تنوع و یکنواختی گونه‌ای در ارتفاعات میانی و فوقانی را می‌توان ناشی از رطوبت بیشتر نسبت به ارتفاعات پائین دانست. Korner (2007) با مطالعه کاربرد ارتفاع از سطح دریا در تحقیقات اکولوژیکی عنوان نمود در برخی مناطق، ارتفاعات پائین خشک و ارتفاعات فوقانی به طور معمول دارای رطوبت بالا و گاهی نیز در مناطق دیگری، ارتفاعات میانی دارای بیشترین رطوبت می‌باشند (۳۶). در گروه کارکردی علفی، غنا و تنوع گونه‌ای در ارتباط با ارتفاع از سطح دریا به طور کلی روند کاهشی داشته است (شکل ۲). حیدری و همکاران (۱۳۸۹) نیز با مطالعه ارزیابی تنوع زیستی گیاهان علفی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی در اکوسیستم‌های جنگلی زاگرس میانی عنوان نمودند بیشترین تنوع و غنای گیاهان علفی در دامنه ارتفاعی پایین (کمتر از ۱۶۰۰ متر) و کمترین تنوع و غنا در ارتفاعات بالا (بیشتر از ۱۸۰۰ متر) مشاهده شد (۱). در ضمن غنای گونه‌ای این گروه کارکردی در ارتفاعات میانی (۱۳۰۰ تا ۱۶۰۰ متر از سطح دریا) کمتر بود که علت آن انبوهی بالای گیاهان چوبی به دلیل وجود رودخانه و رطوبت در نزدیکی این محدوده ارتفاعی بود. Zhang and Zhang (2007)نیز با بررسی تنوع و ترکیب گروه‌های کارکردی گیاهی در چین عنوان نمودند غنای گروه کارکردی علفی استثنائاً در ارتفاعات میانی کمتر بود (۶۶). نهال‌ها نیز دارای بیشترین یکنواختی، غنا و تنوع گونه‌ای در ارتفاعات میانی

بودند (شکل ۲). میرناصری و همکاران (۱۳۹۵) عنوان نمودند بیشترین زادآوری بلوط ایرانی در جنگل‌های زاگرس در ارتفاع ۱۵۵۰ تا ۱۷۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد (۱۴). به طورکلی نتایج نشان داد گروه‌های کارکردی علفی، نهال چوبی و چوبی به ترتیب دارای بیشترین تنوع گونه‌ای بودند (شکل ۲ و جدول ۴). Zhang and Zhang (2007) نیز با بررسی تنوع و ترکیب گروه‌های کارکردی گیاهی در چین عنوان نمودند گروه‌های کارکردی علفی، درختچه‌ای و درختی به ترتیب دارای بیشترین غنا و تنوع گونه‌ای بودند (۶۶).

تغییر در خصوصیات و ویژگی‌های خاک با افزایش ارتفاع، تأثیر مهمی بر تنوع گروه‌های کارکردی گیاهی دارند. با توجه به نتایج، به طور کلی در گروه‌های کارکردی گیاهی، عناصرغذائی (کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم)، درصد رس، کربن زی‌توده میکروبی و تنفس پایه خاک با افزایش ارتفاع از سطح دریا، افزایش و هدایت الکتریکی، اسیدیته خاک و درصد شن کاهش یافتند. تراکم و تنوع بیشتر اشکوب فوقانی (درختی و درختچه‌ای) در ارتفاعات بالا بعنوان منبع متنوعی برای تأمین لاشبرگ و ماده آلی و نیز افزایش سایه‌انداز بعنوان حافظ رطوبت خاک سطحی از عواملی است که می‌توانند موجب بالا رفتن سطح عناصر غذایی و افزایش فعالیت‌های بیولوژیک خاک باشند (۲، ۲۰، ۴۲).

علاوه بر موارد فوق عناصر اقلیمی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر شرایط پوشش گیاهی به‌شمار می‌آیند (۱۰). به همین دلیل پیش‌بینی عکس‌العمل تنوع زیستی به تغییر اقلیم بسیار مورد توجه محققین قرار گرفته است (۲۸، ۴۳). لذا لازم است علاوه بر نقش عوامل محیطی، تأثیر اقلیم بر تنوع زیستی و تغییرات گروه‌های کارکردی گیاهی، به عنوان یکی از عوامل اصلی تأثیرگذار مورد مطالعه قرار گیرد. در مجموع می‌توان گفت الگوهای پراکنش پوشش گیاهی و تنوع گونه‌ها اغلب با الگوهای گرادیان‌ها و تغییرات منابع همبستگی دارند که در علوم پوشش گیاهی نیز مورد تأکید واقع شده است (۶۵). گروه‌های کارکردی مختلف ممکن است از نظر فیزیولوژی، توانایی رقابت و استفاده از منابع متفاوت باشند (۳۸). در این مطالعه با آنالیز کل گونه‌ها که شامل گیاهان چوبی، علفی‌ها و نهال‌های چوبی بوده به اهمیت ساختار پیچیده جنگل پرداخته شد. نتایج حاصل از آنالیز گروه‌های کارکردی گیاهی می‌تواند در اصول مدیریت و حفاظت از پوشش گیاهی استفاده شود (۳۸). با توجه به اهمیت گروه‌های کارکردی چوبی، علفی و نهال چوبی در جنگل و بخصوص اهمیت آنها در جنگل‌های زاگرس که نقش حفاظتی و حمایتی آب و خاک را دارند، لزوم مطالعات بیشتر بر روی این گروه‌های کارکردی ضروری است. بدیهی است در صورتی که هر گونه برنامه‌ریزی در جهت حفاظت و احیاء این گروه‌ها، بر پایه مطالعات انجام شده بر روی آنها انجام گردد باعث موفقیت بیشتر در اهداف اصلی حفظ، احیاء و توسعه این جنگل‌ها می‌شود. همچنین با توجه به نتایج این تحقیق مبنی بر تنوع بیشتر نهال‌ها و گونه‌های چوبی در ارتفاعات میانی و فوقانی (تا ارتفاع ۲۳۵۰ متر از سطح دریا)، باید تلاش بیشتر جهت حفاظت از تنوع زیستی در این مناطق شود. در جنگل‌های ارتفاعات پائین‌بند (ارتفاعات کمتراز ۱۰۰۰ متر از سطح دریا) نیز ضمن حفاظت کامل، اقدام به غنی‌سازی جنگل با گونه‌های بومی و سازگار با شرایط اکولوژیکی عرصه‌های مورد نظر نمود.

منابع

۱- حیدری، م.، عطار روشن، س. و حاتمی، خ. ۱۳۸۹. ارزیابی تنوع زیستی گیاهان علفی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی در اکوسیستمهای جنگلی زاگرس میانی ـ منطقه حفاظت شده دالاب. مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، ۱ (۲): ۲۸-۴۱.

۲- حیدری، م.، پوربابائی، ح.، صالحی، ع. و اسماعیل‌زاده، ا. ۱۳۹۲. کاربرد روش خوشه‌بندی دو مرحله‌ای برای بررسی اثر مدیریت حفاظتی جنگل‌های بلوط ایلام بر خصوصیات خاک. فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱ (۲): ۳۲۹-۳۴۳.

۳- حسینی، ا. ۱۳۹۵. اثر گرادیان ارتفاع از سطح دریا بر تنوع گونه‌های درختی در جنگلهای بلوط هیانان ایلام. فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران، ۷ (۱): ۵-۸.

۴- زرین‌کفش، م. ۱۳۷۲. خاکشناسی کاربردی: ارزیابی، مورفولوژی و تجزیه‌های کمی خاک، آب و گیاه، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۴۲ صفحه.

۵- زبیری، م. ۱۳۸۸. آماربرداری در جنگل- اندازه‌گیری درخت و جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم، ۴۰۱ صفحه.

۶- شرکت مهندسین مشاور قطرآب سازه. ۱۳۸۸. گزارش هواشناسی مطالعات تفصیلی-اجرایی پایدار منابع طبیعی و آبخیزداری حوزه آبخیز دره اناری باغملک، ۷۸ صفحه.

۷- طهماسبی کهیانی، پ. ۱۳۸۸. تجزیه و تحلیل اکوسیستم های مرتع. انتشارات پلک، چاپ اول، ۲۷۶ صفحه.

۸- طالشی، ح. و اکبری نیا، م. ۱۳۹۰. تنوع زیستی گونه های چوبی و علفی در رابطه با عوامل محیطی در جنگلهای پایین بند شرق نوشهر. مجله زیست شناسی ایران، ۲۴(۵): ۷۶۶-۷۷۷.

۹- فتاحی، م. ۱۳۷۳. بررسی جنگل‌های بلوط زاگرس و مهمترین عوامل تخریب آن، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، چاپ اول، ۶۴ صفحه..

۱۰- فرجزاده، م.، فتح‌نیا، ا.، علیجانی، ب. و ضیائیان، پ. ۱۳۹۰. ارزیابی تأثیر عوامل اقلیمی بر رشد پوشش گیاهی در مراتع متراکم ایران با استفاده از تصاویر AVHRR. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. ۷۵: ۱-۱۴.

۱۱- مهدوی، ع.، حیدری، م. و اسحاقی‌راد، ج. ۱۳۸۹. بررسی تنوع زیستی و غنای گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی و فیزیکی-شیمیایی خاک در منطقه حفاظت‌شده کبیرکوه. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۸ (۳): ۴۲۶-۴۳۶,

۱۲- مدبری، ا. و مینایی، ح. ۱۳۹۳. بررسی تنوع زیستی و غنای گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافیکی و خصوصیات فیزیکو -شیمیایی خاک (منطقه خان کمان دار خرم آباد). علوم و مهندسی محیط زیست، ۱ (۴): ۱۹-۲۸,

۱۳- محمدزاده، ا.، بصیری، ر، و تراهی، ع.ا. ۱۳۹۳. ارزیابی تنوع زیستی گونه‌های گیاهی منطقهٔ ارسباران با استفاده از شاخص‌های غیرپارامتریک در ارتباط با عامل اکولوژیک ارتفاع از سطح دریا. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۲۷(۵) ۹۴۹-۹۶۳.

۱۴- میرناصری، ف.، رستمی، ع. و نادری، م. ۱۳۹۵. بررسی رابطه استقرار زادآوری بلوط ایرانی با عوامل فیزیوگرافی و خصوصیات خاک در جنگلهای زاگرس (مطالعه موردی: کوه رنو ایلام). فصلنامه استراتژی راهبردی جنگل، ۱ (۳): ۱۵-۳۲.

15- Allison, L.E. 1965. Organic carbon, In: Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., nsminger, L.E. and Clark, F.E. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2,Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Madison, 1367 pp.

16- Anderson, J.P.E. 1982. Soil respiration, 831-871, In: Methods of soil analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Propertiese, Page, A.L. and Miller, R.H. (Eds), American Society of Agronomy,Madison, 831-871.

17- ASTM. 2000. Design D698–00a. Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using standard effort (12,400 ft-lb/ft3 (600 kN-m/m3)). ASTM, West Conshohocken, PA.

18- Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen total, In: page, A.L., R.H, Miller & R.R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2. Second ed. American Society of Agronomy, Madison, WI, 595-624 pp.

19- Bezemer, T.M., Lawson, C.S., Hedlund, K., Edwards, A.R., Brook, A.J., Igual, J.M., Mortimer S.R. and van der Putten, W.H. 2006. Plant species and funtional group effects on abiotic and microbial soil properties and plant – soil feedback responses in two grasslands. *JEcol*, 94: 893– 904.

20- Brady, N.C. and Weil, R.R. 2008. The Nature and Properties of Soils. 14th Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 975 p.

21- Bai, F., Sang, W. and Axmacher, J.C. 2011. Forest vegetation responses to climate and

environmental change: A case study from Changbai Mountain, NE China. *Forest Ecology and Management,* 262: 2052–2060.

22- Cornelissen, J.H.C., Lavorel, S., Garnier, E., Dıaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D.E. and Reich, P.B. 2003. Handbook of protocols for standard and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51: 335–380.

23- Casper, B.B. and Castelli, J.P. 2007. Evaluating plant–soil feedback together with competition in a serpentine grassland. *Ecol Lett*, 10(5): 394 – 400.

24- Chawla, A., Rajkumar, S., Singh, K.N., BrijLal, R.D.S. and Thukral, A.K. 2008. Plant species diversity along an altitudinal gradient of Bhabha Valley in Western Himalaya. *Journal of Mountain Science*, 5 : 157-177.

25- Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G.M., Tilman, D., Wardle, D.A., Kinzig, A., Daily, G.C., Loreau, M., Grace, J.B., Larigauderie, A., Srivastava, D. and Naeem, S. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity, *Nature,* 486 (7401): 59–67.

26- 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 and Managemen,* 255: 1820-1830.

27- Duffy, J.E. 2009. Why biodiversity is important to the functioning of real-world ecosystems. *Front. Ecol. Environ*, 7: 437–444.

28- Dillon, M.E., Wang, G. and Huey, R.B. 2010. Global metabolic impacts of recent climate warming. *Nature*, 467: 704–706.

29- Franks, A. J., Yates, C. J. and Hobbs, R. J. 2009. Defining plant functional groups to guide rare plant management. *Plant Ecol*, 204(2): 207-216.

30- Fattahi, B. and Ildoromi, A.R. 2011. Effect of Some Environmental Factors on Plant Species Diversity in the Mountainous Grasslands (Case Study: Hamedan–Iran). *International Journal of Natural Resources and Marine Sciences*, 1 (1): 45-52.

31- Flynn, D.F.B., Mirotchnick, N., Jain, M., Palmer, M.I. and Naeem, S. 2011. Functional and phylogenetic diversity as predictors of biodiversity–ecosystem–function relationships. *Ecology*, 92: 1573–1581.

32- Grime, J. P. 1979. Plant Strategies and Vegetation Processes-John Wiley & Sons, Ltd., Chichester-New York-Brisbane-Toronto, 222 pp.

33- Huston, M. and DeAngelis, D.L. 1994. Competition and Coexistence: the Effects of Resource Transport and Supply Rates. *American Naturalist*, 144: 954-977.

34- Hooper, D.U. and Vitousek, P.M. 1997. The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes. *Science*, 277: 1302–1305.

35- Jiang, Y., Kang, M., Zhu, Y. and GC, XU. 2007. Plant biodiversity patterns on Helan Mountain, China. Acta Oecologica 32:125–133.

36- Korner, C. 2007. The use of "altitude" in ecological research. *Trends Ecol Evol* 22: 569–574. doi:10.1016/j.tree.2007.09.006

37- Lavorel, S. and Garnier, E. 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Funct. Ecol*, 16: 545–556.

38- Lyon, J. and Sagers, C.L. 2002. Correspondence analysis of functional groups in a riparian landscape. *Plant Ecol*, 164: 171-183.

39- Linstadter, A., Schellberg, J., Bruser, K., Moreno Garcia, C.A., Oomen, R.J., Du Preez, C.C., Ruppert, J.C. and Ewert, F. 2014. Are there consistent grazing indicators in drylands? Testing plant functional types of various complexity in South Africa's grassland and savanna biomes. *Plos One*. 9, e104672.

40- Laureto, L.M.O., Cianciaruso, M.V. and Samia D.S.M. 2015. Functional diversity: an overview of its history and applicability. *Brazilian Journal of Nature Conservation*. 13: 112-116.

41- Lee, C.B. and Chun, J.H. 2016. Environmental Drivers of Patterns of Plant Diversity Along a Wide Environmental Gradient in Korean Temperate Forests. *Forests*, 7, 19; doi:10.3390/f7010019.

42- Moreno, G., Obrador, j.j. and Garcia, A. 2007. Impact of evergreen oaks on soil fertility and crop production in intercropped dehesas, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119: 270–280.

43- McMahon, S.M., Harrison, S.P., Armbruster, W.S., Bartlein, P.J., Beale, C.M., Edwards, M.E., kattge, J. midgley, G., morin, X. and prentice, C. 2011. Improving assessment and modelling of climate change impacts on global terrestrial biodiversity. *Trends Ecol. Evol*. 26: 249–259.

44- Morais, J. M. and Cianciaruso, M. V. 2014. Plant functional groups: scientometric analysis focused on removal experiments Plant functional groups: scientometric analysis focused on removal experiments. *Acta Botanica Brasilica*, *28*(4): 502-511.

45- Noble, I.R. and Gitay, H. 1996. A functional classification for predicting the dynamics of landscapes. *J. Veg. Sci*, 7: 329- 336.

46- Nangendo, G., Stein, A., Gelens, M., de Gier, A. and Albricht, R. 2002. Quantifying differences in biodiversity between a tropical forest area and a grassland area subject to traditional burning. *Forest Ecol, Manag*, 164**:** 109-120.

47- Naeem, S. and Wright, J.P. 2003. Disentangling biodiversity effects on ecosystem functioning: deriving solutions to a seemingly insurmountable problem, *Ecol, Lett*, 6: 567–579.

48- Navarro, T., Alados, C.L. and Cabezudo, B. 2006. Changes in plant functional types in response to goat and sheep grazing in two semi – arid shrublands of SE Spain. *Journal of Arid Environments*. 64: 298-322.

49- Ouyang, S., Xiang, W., Wang, X., Zeng, Y., Lei, P., Deng, X. and Peng, C. 2016. Significant effects of biodiversity on forest biomass during the succession of subtropical forest in south China, *Forest Ecology and Management*, 372: 291–302.

50- Park, A.D. 2001. Environmental influences on postharvest natural regeneration in Mexican pine-oak forests. *Forest Ecology and Management*, 144: 213-228.

51- Pausas, J.G. and Austin, M.P. 2001. Patterns of plant species richness in relation to different environments: an appraisal, *Vegetation Science*, 12: 153-166.

52- Partel, M., Helm, A., Ingerpuu, N., Reier,U. and Tuvi,E.L. 2004. Conservation of northern European plant diversity, the correspondence with soil pH, *Biological Conservation*, 120 (4): 525–531.

53- Poorter, L., Bongers, L. and Bongers, F. 2006. Architecture of 54 moist-forest tree species: traits, trade-offs, and functional groups. *Ecology*, 87: 1289–1301.

54- Pravin, R.C., Dodha,V.A., Vidya, D.A., Manab, C. and Saroj, M. 2013. Soil Bulk Density as related to Soil Texture, Organic Matter Content and available total Nutrients of Coimbatore Soil, *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3 (2): 2250-3153.

55- Panayiotis, T., Panitsa, M. and Tsiftsis, S. 2013. Elevational Gradient of Vascular Plant Species Richness and Endemism in Crete – The Effect of Post-Isolation Mountain Uplift on a Continental Island System, *PLOS ONE*, 8(3): e59425.

56- Reich, P.B., Tilman, D., Naeem, S., Ellsworth, D.S., Knops,J., Craine,J., Wedin,D. and Trost,J. 2004. Species and functional group diversity independently influence biomass accumulation and its response to CO2 and N. Proc, Natl. Acad. Sci. U.S.A, 101(27): 10101–10106.

57- Ravindran, a. and Yang, S.S. 2015. Effects of vegetation type on microbial biomass carbon and nitrogen in subalpine mountain forest soils, *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 48: 362-369.

58- Soil Survey Staff. 1984. Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey. Soil Survey Investigations Rep. No. 1. USDA-SCS Agricultural and book. 436 pp.

59- Sánchez-Gonzalez, A. and Lopez-Mata, L. 2005. Plant species richness and diversity along an altitudinal gradient in the Sierra Nevada, Mexico. *Diversity and Distributions*, 11: 567–575.

60- Titshall, L.W., Connor, T.G. and Morris, C.D. 2000. Effect of long-term exclusion of fire and herbivory on the soils and vegetation of sour grassland, *Afric. J. Range Forage Sci*, 17: 70-80.

61- Vance, E.D., Brookes, P.C. and Jenkinson, D.S. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*. 19: 703–707.

62- Vockenhuber, E.A., Scherber, C., Langenbruch, C., Meibner, M., Seidel, D. and Tschantke,T. 2011. Tree diversity and environmental context predict herb species richness and cover in Germanys largest connected deciduous forest. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 13: 111-119.

63- Wright, J.P., Naeem, S., Hector, A., Lehman, C., Reich, P.B., Schmid, B. and Tilman, D. 2006. conventional functional classification schemes underestimate the relationship with ecosystem functioning, *Ecol. Lett*, 9: 111–120.

64- Yu, M. and Sun,O.J. 2013. Effects of forest patch type and site on herb-layer vegetation in a temperate forest ecosystem, *Forest ecology and management*, 300: 14-20.

65- Zhang, J.T. 2002. A study on relations of vegetation, climate and soils in Shanxi province, China. Plant Ecol. 162: 23-31.

66- Zhang, J.T. and Zhang, F. 2007. Diversity and composition of plant functional groups in mountain forests of the Lishan Nature Reserve, North China, *Botanical Studies*, 48: 339-348.

67- Zhang, Y. and Chen, H. 2015. Individual size inequality links forest diversity and aboveground biomass, *J. Ecol*, 103: 1245–1252.

Response of plant functional groups to some environmental variables in Mountain forests of southern Zagros (Khouzestan province, Baghmalek)

Shahriari H.[1], Abrari Vajari K.[1], Pilehvar B.[1] and Heydari M.[2]

[1] Dept. of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Lorestan, I.R. of Iran.

[2] Dept. of Forest Sciences, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, I.R. of Iran.

Abstract

Functional groups are defined as groups of species exhibiting similar responses to environmental variables. The aim of this study was to investigate the responses of plant functional groups to some environmental variables in Mountain forests of southern Zagros (Khuzsetan province,Baghmalek). Vegetation was sampled in 50 circular plots of 1000 m^2 selective-randomly along an elevational gradient from 646 to 3172 m a.s.l. Plant species were categorized in terms of growth form to three functional groups including woody (tree and shrub), herbs, and woody sapling (tree and shrub sapling). Environmental factors (topographic and soil variables) were sampled per plots. Changes of the functional groups was analyzed in relation to environmental variables using Canonical Correspondence Analysis. The results showed that all three functional groups in the study area were significantly correlated to elevation, followed by soil electrical conductivity, available potassium and pH. Besides, some groups were correlated particularly to soil variables. Woody species showed a correlation with microbial biomass carbon, clay percentage, aspect, organic matter content, sand, slope and total nitrogen. Herbs showed a correlation with soil organic matter, available phosphor, total nitrogen, sand, clay, basal respiration, bulk density and slope, while woody sapling showed strong relationship with aspect, total nitrogen, sand, slope, microbial biomass carbon and clay. Species diversity of woody species increased toward higher altitudes while herbs decreased toward higher altitudes. Saplings expressed maximum diversity at intermediate elevations.

Key words: Canonical Correspondence Analysis, Diversity, Elevation, Growth form, Regression analysis, West of Iran.