



دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره یازدهم، شماره بیست و دوم
<http://pec.gonbad.ac.ir>

بررسی رابطه تنوع گونه‌ای و عوامل توپوگرافی (ارتفاع، شیب و جهت شیب) در مراتع شهرستان دلفان – استان لرستان

امیر میرزایی موسیوند*

استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، لرستان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۱۶

چکیده

یکی از اهداف مدیریت منابع طبیعی، حفظ تنوع زیستی در اکوسیستم‌های طبیعی است. در این تحقیق تأثیر عوامل توپوگرافی بر تنوع گونه‌ای در گرادیان ارتفاعی مراتع کوه‌های گرین شهرستان دلفان در سال ۱۴۰۱، بررسی شد. در این گرادیان ارتفاعی، پنج رویشگاه انتخاب شدند. ابتدا تیپ‌بندی پوشش گیاهی انجام و در منطقه معرف هر تیپ گیاهی نمونه‌برداری‌های پوشش گیاهی به روش تصادفی-سیستماتیک انجام شد. سطح پلات نمونه‌برداری به روش سطح حداقل (یک تا چهار متر مربعی) و تعداد پلات به روش آماری برای هر رویشگاه ۳۰ پلات تعیین شد. در هر رویشگاه سه ترانسکت به طول ۱۰۰ متر مستقر گردید و در امتداد هر ترانسکت از سطح ۱۰ پلات نمونه‌برداری انجام شد (در هر رویشگاه ۳۰ پلات). گونه‌ها از سطح پلات‌ها جمع‌آوری، شناسایی و فرم رویشی آن‌ها تعیین شد. تنوع زیستی گونه‌های گیاهی با استفاده از غالبیت، شاخص‌های تنوع شانون-وینر و سیمپسون، شاخص غنای مارگالف و منهنینگ و شاخص یکنواختی هیل با استفاده از نرم‌افزار PAST محاسبه شد. برای مقایسه تفاوت در بین سایت‌ها از تجزیه واریانس یک طرفه و از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. به منظور تعیین مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر تغییرات تنوع گونه‌ای از آنالیز PCA (تجزیه به مؤلفه‌های اصلی) استفاده شد. نتایج نشان داد تغییرات ارتفاع، شیب و جهت‌های جغرافیایی بر شاخص‌های تنوع، غنا، یکنواختی و غالبیت در سطح کل گیاهان اثر معنی‌داری دارد ($P < 0.01$). در سطح کل گیاهان بیشترین مقدار شاخص‌های غنا و تنوع در ارتفاع بیشتر از ۲۶۰۰ متر و غالبیت بالاتر از ۳۰ درصد دارای مقادیر بیشتری بودند. اغلب شاخص‌ها در جهت‌های جغرافیایی شمالی، شمال غرب و غربی نسبت به سایر جهت‌ها دارای مقادیر بیشتر بودند و تفاوت معنی‌دار بود ($P < 0.01$). نتایج آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که ارتفاع و شیب زیاد و جهت شمالی، غربی و شمال غربی بیشترین تأثیر را در تنوع گونه‌ای منطقه مورد مطالعه داشتند. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که به علت تعداد دام بیش از ظرفیت چرا و فعالیت‌های انسانی در ارتفاعات پایین دست منطقه مورد مطالعه، تنوع و غنای گونه‌ای کاهش یافته است.

واژگان کلیدی: پوشش گیاهی، تجزیه به مؤلفه اصلی، تنوع زیستی، شهرستان دلفان، متغیرهای محیطی

مقدمه

یکی از اهداف مدیریت منابع طبیعی، حفظ تنوع زیستی در اکوسیستم‌های طبیعی است. رویشگاه‌هایی که تنوع زیستی بیشتری داشته باشند حاصلخیزی و پایداری اکولوژیکی بیشتری در برابر تغییرات خواهند داشت و اکوسیستمی پایدار و پویا محسوب می‌شوند (Smith, 1996). تنوع گیاهی به‌طور وسیع در مطالعات پوشش گیاهی و ارزیابی

زیست‌محیطی به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم و سریع در تعیین وضعیت اکوسیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد و از طریق مطالعه آن می‌توان پویایی جامعه گیاهی را بررسی کرد. با اندازه‌گیری تنوع می‌توان توزیع گونه‌ها را در محیط بررسی کرد و با تأکید بر پویایی اکوسیستم توصیه‌های مدیریتی لازم را ارائه نمود (قربانی و همکاران، ۱۳۹۹). پویایی جوامع گیاهی که به عنوان تغییر ساختار توده‌های

* نویسنده مسئول: mirzaei.a@lu.ac.ir

بر شاخص‌های تنوع گیاهی در مراتع گرادیان ارتفاعی قزل‌اوزن شهرستان کوثر به این نتیجه رسیدند که تغییرات ارتفاع، شیب و جهت شیب بر شاخص‌های تنوع، غنا، یکنواختی و غالبیت در سطح کل گیاهان اثر معنی‌داری دارد.

نتایج مطالعه انریخ و همکاران (Enright et al., 2005) در پارک Kirthar پاکستان نشان داد که متغیرهای ارتفاع، درصد شیب و بافت خاک با تأثیر بر قابلیت دسترسی به آب بر تنوع و پراکنش جوامع گیاهی این منطقه نقش مؤثرتری دارند. ژیانگ و همکاران (Jiang et al., 2007) در مطالعه‌ای به بررسی الگوهای تنوع گونه‌ای منطقه کوهستانی هلان چین پرداختند. آنان ضمن استفاده از تکنیک چند متغیره CCA مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر تنوع گونه‌ای این منطقه را ارتفاع و درجه شیب معرفی کردند. همچنین الموتاری و همکاران (Al Mutairi et al., 2012) در بررسی ارتباط بین تنوع و ترکیب گیاهی با متغیرهای محیطی در چندین جزیره مرجانی در دریای سیاه با استفاده از تکنیک رسته‌بندی RDA، متغیرهای شوری و ارتفاع را مهم‌ترین گرادیان‌های مؤثر بر ترکیب و تنوع پوشش گیاهی این جزایر معرفی کردند. در مطالعه‌ای دیگر مینگاچ و یانگ (Minggagud and Yang, 2013) ضمن بررسی تنوع گیاهان تالابی در شنزارهای مرکزی چین با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره، متغیرهای رطوبت و شوری خاک را به عنوان مهم‌ترین گرادیان‌های مؤثر بر ترکیب و تنوع گیاهی این مناطق معرفی کردند.

لوهاییچی و همکاران (Louhaichi et al., 2022) در مطالعه‌ای به تأثیر جهت شیب بر تنوع و ویژگی‌های پوشش گیاهی در مراتع شمال تاجیکستان پرداختند و نتیجه گرفتند که جهت شیب به طور قابل ملاحظه‌ای بر تنوع گونه‌ای و خصوصیات پوشش گیاهی تأثیر می‌گذارد به‌طوری‌که در شیب‌های شمالی تنوع پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه بیشتر از شیب‌های با جهت جنوبی بود و این امر می‌تواند در مدیریت بهتر مراتع مورد توجه قرار گیرد. همچنین در مطالعه‌ای دیگر آنا و همکاران (Anane et al., 2023) تنوع مکانی عملکرد مراتع و تنوع گیاهی در یک اکوسیستم مرتعی ساوانا در کشور غنا را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که در مراتع مورد بررسی مقدار عددی شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر از ۱/۱۳ تا

گیاهی و ترکیب گونه‌ای در طول زمان شناخته شده است، از موضوعات مهم در بوم‌شناسی گیاهی است (Kiernan, 2020; Dahdouh-Guebas et al., 2002) و یکی از اصول اساسی در این خصوص درک تأثیر متقابل عوامل محیطی و آشفتگی بر تغییرات جوامع گیاهی است (Huston, 1994). تنوع گونه‌ای به عنوان یکی از شاخص‌های مهم و سریع در تعیین الگوی تغییرات پوشش گیاهی جوامع و وضعیت اکوسیستم‌ها است (Magurran, 2004) که تغییرات آن به شیب‌های اکولوژیک بسیاری وابسته است (Grime, 2002).

پستی و بلندی‌ها به خصوص تغییرات ارتفاع می‌توانند بسیاری از عوامل محیطی را تغییر دهند. از بین عوامل توپوگرافی، عامل ارتفاع از سطح دریا به دلیل تأثیر در اقلیم منطقه بر پراکنش گونه‌های گیاهی نقش مؤثری دارد. با افزایش ارتفاع از سطح دریا، متوسط دمای هوا کاهش یافته و با توجه به سایر عوامل اقلیمی منجر به تشکیل نواحی اقلیمی شده، در نتیجه نواحی گیاهی با تنوع گونه‌های خاص ایجاد می‌شود (Magurran, 2004). اسدی و همکاران (۱۳۸۰) در تحقیقی که بر روی مراتع سبزکوه چهارمحال و بختیاری انجام دادند، مشخص شد که بین پوشش گیاهی و تنوع گونه‌ای با تغییرات کیفی خاک رابطه وجود دارد؛ به‌طوری‌که از بین عوامل خاکی مورد بررسی pH، EC، آهک و ظرفیت ماده آلی خاک بیشترین تأثیر را بر پراکنش تغییرات گونه‌های گیاهی دارد. عبداللهی و همکاران (۱۳۹۴) رابطه تنوع گیاهی مراتع استپی ندوشن یزد را با برخی عوامل محیطی مؤثر بر آن بررسی کردند؛ بررسی روابط بین متغیرهای محیطی و شاخص‌های تنوع زیستی با استفاده از تجزیه RDA (آنالیز کاهشی) نشان داد از بین متغیرهای توپوگرافی، ارتفاع بیشترین تأثیر معنی‌دار را بر تنوع گیاهی منطقه دارد. همچنین رابطه معنی‌داری بین شاخص‌های تنوع گیاهی و متغیرهای خاکی نظیر میزان سدیم، آهک، درصد اشباع و بافت خاک مشاهده شد. به‌طوری‌که روند تغییرات تنوع گیاهی منطقه نیز با نوع سازند زمین‌شناسی رابطه معنی‌داری داشت. نقی‌زاده اصل و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر عوامل محیطی بر تنوع گونه‌ای در مراتع اشتهاارد پرداختند و نتیجه گرفتند که از بین عوامل مورد بررسی، ارتفاع، شیب، عمق و آهک خاک بیشترین تأثیر را بر تنوع گونه‌ای داشتند. قربانی و همکاران (۱۳۹۹) در بررسی اثر عوامل توپوگرافی

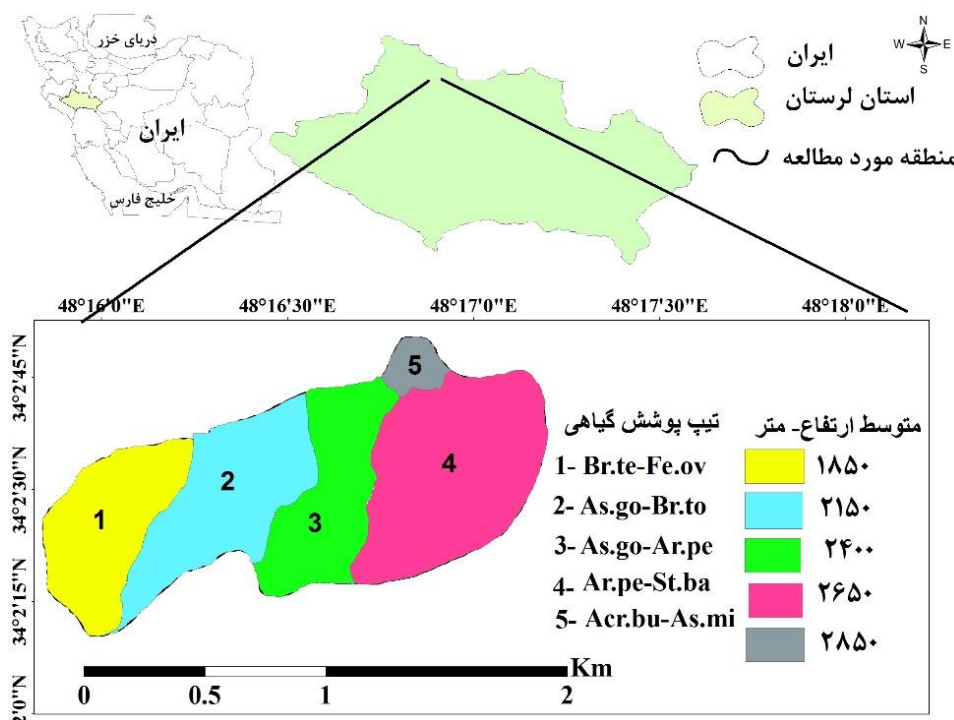
۲/۴۰ متغیر است که ناشی از ناهمگونی مکانی خصوصیات توپوگرافی در عملکرد مراتع و تنوع گونه‌ای است. استان لرستان به‌خاطر شرایط محیطی مناسب دارای ظرفیت زیادی برای دامداری است، ولی با توجه به مرور منابع صورت گرفته مشخص گردید که مطالعات چندانی در ارتباط با تأثیر عوامل توپوگرافی بر تنوع زیستی مراتع این استان صورت نگرفته است؛ بنابراین هدف از تحقیق حاضر، تعیین شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی مراتع شمال شرق شهرستان دلفان است و همچنین هدف دیگر این تحقیق بررسی عوامل توپوگرافی تأثیرگذار بر تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای است تا بدین وسیله بتوان با شیوه مناسب و اصولی به حفاظت و احیای این اکوسیستم‌های طبیعی، مبادرت ورزید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با مساحت تقریبی ۸۰۰ هکتار در دامنه‌های شمالی کوه گرین، در شمال شرق شهرستان دلفان (۳۴° ۲' ۵۰" تا ۳۴° ۲' ۰۰" عرض شمالی و ۵۰" ۴۸° ۱۵' تا ۴۸° ۱۷' ۱۵" طول شرقی) واقع شده است

(شکل ۱). شهرستان دلفان در شمال غرب استان لرستان قرار دارد. بیشترین ارتفاع منطقه مور مطالعه ۲۸۵۰ متر و حداقل ارتفاع آن ۱۸۵۰ متر از سطح دریا است. بر اساس آمار ۱۰ ساله ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شهرستان دلفان، متوسط بارندگی سالانه حدوداً ۴۹۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن ۱۱/۸ درجه سانتی‌گراد، به طوری که میانگین دمای حداقل سالانه آن ۴/۸ و حداکثر ۱۸/۹ درجه سانتی‌گراد است (میرزایی موسیوند، ۱۳۹۹). بر اساس سیستم اقلیمی دومارتن شهرستان دلفان دارای اقلیم مدیترانه‌ای و بر اساس تقسیم‌بندی آمبرژه این شهرستان دارای اقلیم ارتفاعات (سرد کوهستانی) است. منطقه مورد بررسی، منطقه‌ای کوهستانی است که در نزدیکی روستای اسلام‌آباد علیا واقع شده است و تنها بهره‌برداران از منطقه دامداران روستا هستند که به‌صورت چرای آزاد از مرتع استفاده می‌کنند. مطالعات نشان داده است که در منطقه مورد مطالعه بزرگترین خانواده‌ها از نظر تعداد گونه شامل گرامینه (Poacea)، کاسنی (Asteraceae)، نعنائیان (Lamiaceae)، شب‌بو (Brassicaceae)، پروانه‌آسا (Fabaceae) و چتریان (Apiaceae) هستند.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان لرستان

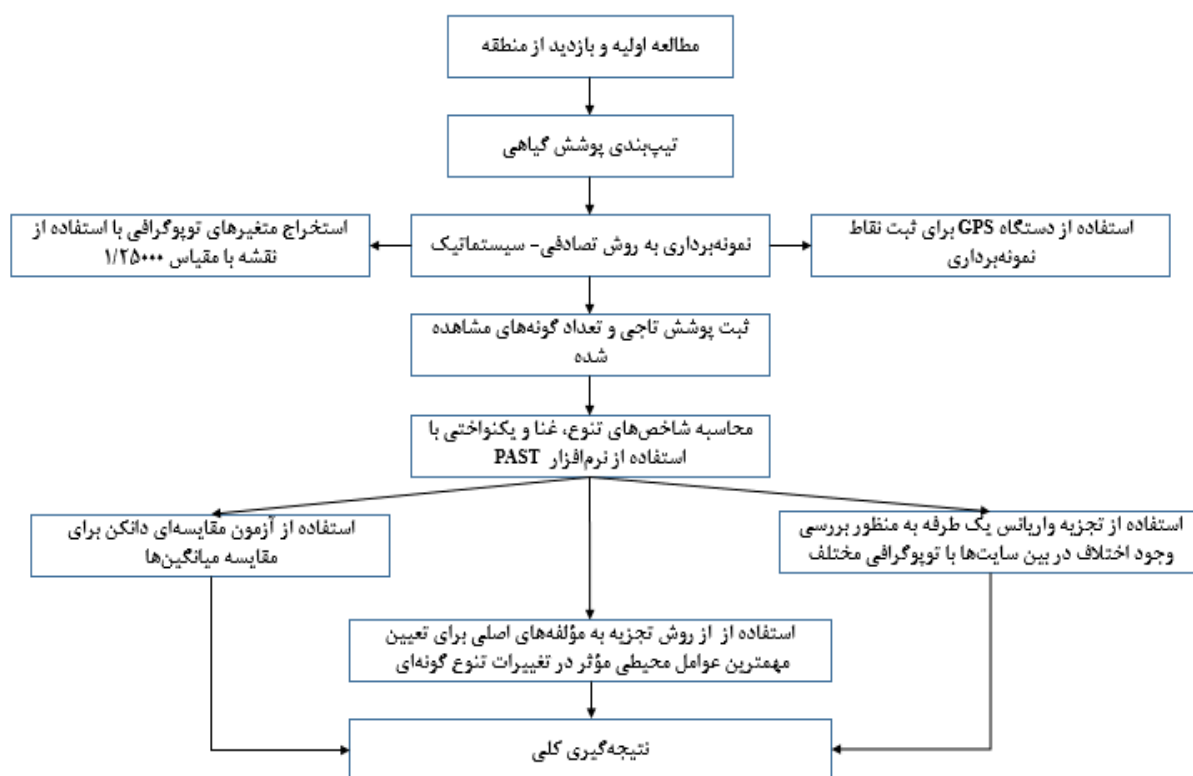
روش پژوهش

در این تحقیق برای اندازه‌گیری اطلاعات پوشش گیاهی، بعد از مطالعه اولیه و بازدید از منطقه در سال ۱۴۰۱، ابتدا تیپ‌بندی پوشش گیاهی انجام شد و سپس در منطقه معرف هر تیپ گیاهی نمونه‌برداری‌های پوشش گیاهی به روش تصادفی - سیستماتیک صورت گرفت. در شکل ۲ مراحل انجام این تحقیق نشان داده شده است. با توجه به حساس بودن پارامتر تنوع گونه‌ای به سطح و تعداد پلات، برای اندازه‌گیری اطلاعات پوشش گیاهی، سطح بهینه پلات نمونه‌برداری به روش سطح حداقل و تعداد پلات مورد نیاز بعد از نمونه‌برداری اولیه به روش آماری تعیین شد که با توجه به تغییرات و پراکنش پوشش گیاهی برای این مطالعه از سطح یک مترمربعی (در سایت‌های ۱ و ۴ با تیپ‌های؛ *Ar pe-St ar* و *Br te-Fe ov*) و با توجه به پراکنده بودن پوشش بوته‌ای، سطح چهار مترمربعی (برای سایت‌های ۲، ۳ و ۵ با تیپ‌های؛ *As go-Ar pe*، *As go-Br to* و *Ac bo-As mi*) استفاده گردید (ارزانی، ۱۳۷۶). در هر رویشگاه سه ترانسکت به طول ۱۰۰ متر مستقر گردید و در امتداد هر ترانسکت از سطح ۱۰ پلات نمونه‌برداری انجام شد (در هر رویشگاه ۳۰ پلات). برای دستیابی به اهداف مورد نظر، در داخل هر یک از پلات‌ها، حضور گونه‌ها، تاج پوشش و تراکم هر گونه گیاهی ثبت شد و گونه‌ها نیز از داخل هر پلات و منطقه مورد مطالعه برای شناسایی جمع‌آوری شد. با استفاده از میانگین امتیازات پلات‌ها، پارامترهای اندازه‌گیری‌شده در درون پلات‌ها به واحد نمونه‌برداری تعمیم داده شد.

مشخصات کلی رویشگاه‌های مورد بررسی در جدول (۱) ارائه شده است. به‌منظور ثبت نقاط ارتفاعی و طول و

عرض جغرافیایی در وسط هر ترانسکت در مکان‌های نمونه‌برداری از دستگاه GPS استفاده شد. شایان ذکر است که متغیرهای توپوگرافی (ارتفاع، شیب و جهت) هر واحد نمونه‌برداری از نقشه واحدهای همگن زمینی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ استخراج شد. موقعیت جغرافیایی و تیپ گیاهی مربوط به واحدهای مطالعاتی در شکل ۱ نمایش داده شده است. برای تعیین تنوع گونه‌ای شاخص‌های مختلفی ارائه شده است که از بین آن‌ها دو شاخص سیمپسون و شانون-وینر (Magurran, 2004) مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین غنای گونه‌ای نیز از شاخص‌های مارگالف و منهینگ استفاده گردید (Margalef, 1975)، چرا که از بین شاخص‌های مختلف در تحقیقات مختلف، این شاخص‌ها بیشتر مورد توجه بوده‌اند و همچنین تأکید بیشتری در استفاده از این شاخص‌ها شده است (مصدقی، ۱۳۸۴)، همچنین برای تعیین یکنواختی از شاخص یکنواختی هیل استفاده شد. جدول ۲ رابطه هر یک از شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای را نشان می‌دهد.

با استفاده از اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری درصد پوشش تاجی و تعداد گونه‌های مشاهده شده، شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای برای سایت‌های انتخابی با استفاده از نرم‌افزار PAST نسخه پنجم محاسبه شد. پس از محاسبه این شاخص‌ها به منظور بررسی وجود تفاوت در بین سایت‌ها با ارتفاعات مختلف و همچنین طبقات مختلف شیب (۰-۱۵، ۱۵-۳۰ و ۳۰+) و جهات جغرافیایی از تجزیه واریانس یک‌طرفه و به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون مقایسه‌ای دانکن در نرم‌افزار SPSS18 استفاده شد. برای تعیین مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر و تأثیرگذار در تغییرات تنوع گونه‌ای از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در نرم‌افزار PC-ORD استفاده شد.



شکل ۲- فلوجارت مراحل انجام تحقیق

جدول ۱- مشخصات کلی سایت های مورد بررسی

سایت	۱	۲	۳	۴	۵
مختصات جغرافیایی	طول شرقی °۴۸ ۱۵' ۵۰"	°۴۸ ۱۶' ۰۰"	°۴۸ ۱۶' ۲۵"	°۴۸ ۱۶' ۴۲"	°۴۸ ۱۶' ۴۵"
عرض شمالی	°۳۴ ۲' ۰۰"	°۳۴ ۲' ۰۰"	°۳۴ ۲' ۱۵"	°۳۴ ۲' ۱۸"	°۳۴ ۲' ۴۰"
ارتفاع متوسط از سطح دریا (متر)	۱۸۵۰	۲۱۵۰	۲۴۰۰	۲۶۵۰	۲۸۵۰
شیب غالب %	۱۵-۰	۳۰-۱۵	>۳۰	>۳۰	۳۰-۱۵
جهت غالب جغرافیایی	غربی	جنوبی	شمال غربی	جنوب غربی	شمالی
درصد متوسط تاج پوشش	۳۲	۳۵	۳۷	۳۲	۳۵
تیپ گیاهی (بر اساس درصد پوشش)	Br te-Fe ov	As go-Br to	As go-Ar pe	Ar pe-St ar	Ac bo-As mi

Br te: *Bromus tectorum*; **Fe ov:** *Festuca ovina*; **As go:** *Astragalus gossypinus*; **Ar pe:** *Artemisia persica*; **St ar:** *Stipa Arabica*; **Ac bo:** *Acantholimon bodeanum*; **As mi:** *Astragalus microcephalus*; **Br to:** *Bromus tomentellus*

جدول ۲- روابط شاخص های تنوع، غنا، یکنواختی و غالبیت مورد بررسی در این مطالعه

شاخص	فرمول	تعریف واحدها
تنوع سیمپسون	$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^s \left[\frac{n(n-1)}{N(N-1)} \right]$	که در آن D-1؛ شاخص تنوع سیمپسون، N؛ تعداد کل نمونه ها و n؛ تعداد افراد در هر گونه است (Mc Cann, 2000).
تنوع شانون- وینر	$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$	که در آن H'؛ شاخص تنوع شانون- وینر، P _i ؛ نسبت افراد گونه نام به کل نمونه و S تعداد گونه ها و Ln P لگاریتم P است (Mc Cann, 2000).
غنا مارگالف	$R_2 = \frac{S-1}{\ln(N)}$	که در آن S؛ سطح پلات، N؛ تعداد گونه های گیاهی و Ln(N)؛ لگاریتم N است (Mc Cann, 2000).
غنا منهنیگ	$R_1 = \frac{S}{\sqrt{N}}$	که در آن S؛ سطح پلات، N؛ تعداد گونه های گیاهی و \sqrt{N} ؛ مجذور N است (Mc Cann, 2000).
یکنواختی هیل	$E_1 = \frac{1/\delta}{H}$	که در آن δ ؛ شاخص سیمپسون و H؛ شاخص شانون- وینر می باشد. وقتی فراوانی تمام گونه ها در یک نمونه برابر باشد، شاخص یکنواختی حداکثر خواهد بود (Mc Cann, 2000).
غالبیت گونه ای	$D = \sum n_i(n_i-1)/N(N-1)$	که در آن D؛ شاخص سیمپسون، N؛ تعداد کل نمونه ها و n _i ؛ تعداد افراد در هر گونه است. مقدار عددی حاصل از شاخص های عددی بین صفر تا یک است و هر چه شاخص عددی به دست آمده به صفر نزدیک تر باشد غالبیت گونه ای کمتر و برعکس هر چه شاخص عددی به یک نزدیک تر باشد غالبیت گونه ای بیشتر است (Mc Cann, 2000).

نتایج

نمونه های گیاهی برداشت شده در عملیات صحرایی تعداد ۱۵۱ گونه، مشتمل بر ۳۲ خانواده و ۱۱۳ جنس گیاهی شناخته شدند. فهرست عناصر گیاهی منطقه بر اساس طبقه بندی خانواده، جنس و گونه در جدول ۳ تنظیم و ارائه شده است. نتایج تجزیه واریانس یک طرفه نشان داد که شاخص های مورد بررسی در ۵ سایت مختلف در سطح کل گیاهان در منطقه مورد مطالعه با یکدیگر اختلاف معنی داری داشتند ($p < 0/01$). نتایج نشان داد که بیشترین مقدار غالبیت در سایت ۱ (با متوسط ارتفاع ۱۸۵۰ متر) و کمترین آن در سایت ۴ (ارتفاع ۲۶۵۰) مشاهده شد. شاخص های تنوع شانون- وینر و سیمپسون در سایت ۴ و ۱ به ترتیب دارای بیشترین (به ترتیب ۱/۸۲ و ۰/۷۷) و کمترین (به ترتیب ۰/۸۱ و ۰/۳۹) مقدار هستند. بیشترین مقدار شاخص غنا مارگالف (۲/۰۹) در سایت ۴ و کمترین آن (۱/۱۷) در سایت ۱ مشاهده گردید. برای شاخص غنا منهنیگ سایت ۴ و ۵ (۲۸۵۰ متر ارتفاع) دارای بیشترین مقدار (۱/۱۶) و سایت ۱ دارای کمترین مقدار (۰/۵۱) است. همچنین بیشترین مقدار یکنواختی هیل (۰/۷) در سایت ۵ و کمترین (۰/۳۵) آن در سایت ۱ مشاهده شد. نتایج تجزیه واریانس یک طرفه برای فرم رویشی گندمیان علفی نشان

داد که مقادیر شاخص های عددی مورد بررسی در بین سایت ها با یکدیگر اختلاف معنی داری دارند ($p < 0/01$). طبق نتایج بیشترین مقدار شاخص غالبیت در سایت ۲ و سایت های ۴ و ۵ دارای بیشترین مقدار شاخص های تنوع و غنا بودند. با توجه به نتایج تجزیه واریانس شاخص های عددی برای فرم رویشی پهن برگان علفی، مشخص گردید که در تمام سایت های مورد بررسی اختلاف معنی داری وجود دارد ($p < 0/01$). بیشترین مقدار غالبیت (۰/۶) در سایت ۵ (با ارتفاع ۲۸۵۰ متر) و کمترین مقدار آن (۰/۳۶) در سایت ۴ (با ارتفاع ۲۶۵۰ متر) مشاهده شد. بیشترین مقدار شاخص های تنوع در سایت های ۱ و ۴ مشاهده شده و در سایت ۵ دارای کمترین مقدار بودند. در سایت ۴، شاخص غنا مارگالف دارای بیشترین مقدار است و در سایت های ۱، ۴ و ۵ شاخص غنا منهنیگ در مورد گیاهان پهن برگ دارای بیشترین مقدار است. شاخص یکنواختی هیل در سایت ۵ نسبت به سایر سایت ها دارای مقدار بیشتری است. نتایج تجزیه واریانس یک طرفه شاخص های عددی برای فرم رویشی بوته ای نشان داد که غالبیت، تنوع سیمپسون، غنا مارگالف و یکنواختی هیل در بین سایت ها با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند و تنها مقدار شاخص های تنوع شانون- وینر و غنا منهنیگ اختلاف معنی داری در بین

سایت‌ها داشتند ($p < 0.05$) و بیشترین آن‌ها به ترتیب در
سایت‌های ۵ و ۲ مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۳- لیست خانواده‌های گیاهی در سطح منطقه مورد مطالعه

خانواده	جنس	گونه	خانواده	جنس	گونه	خانواده	جنس	گونه
Poaceae	۱۶	۲۴	Malvaceae	۲	۲	Thymelaeaceae	۱	۱
Asteraceae	۱۷	۲۳	Geraniaceae	۲	۲	Typhaceae	۱	۱
Lamiaceae	۱۳	۲۳	Hyacinthaceae	۲	۲	Zygophyllaceae	۱	۱
Brassicaceae	۱۶	۲۰	Rosaceae	۲	۲	Campanulaceae	۱	۱
Fabaceae	۱۰	۱۳	Asclepiadaceae	۲	۲	Chenopodiaceae	۱	۱
Apiaceae	۵	۶	Anacardiaceae	۱	۲	Euphorbiaceae	۱	۱
Alliaceae	۲	۳	Papaveraceae	۱	۱	Scrophulariaceae	۱	۱
Convolvulaceae	۲	۳	Primulaceae	۱	۱	Juncaceae	۱	۱
Caryophyllaceae	۳	۳	Ranunculaceae	۱	۱	Moraceae	۱	۱
Plantaginaceae	۱	۳	Resedaceae	۱	۱	Boraginaceae	۱	۱
Polygonaceae	۲	۳	Salicaceae	۱	۱	جمع کل	۳۲	۱۱۳
								۱۵۱

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در طبقات مختلف ارتفاعی

سایت‌ها	سایت ۱	سایت ۲	سایت ۳	سایت ۴	سایت ۵	مقدار F
متوسط ارتفاع از سطح دریا (m)	۱۸۵۰	۲۱۵۰	۲۴۰۰	۲۶۵۰	۲۸۵۰	
کل گیاهان						
غالبیت	۰/۶۰ ^a ± ۰/۱	۰/۳۱ ^c ± ۰/۲	۰/۳۸ ^b ± ۰/۱	۰/۲۲ ^d ± ۰/۱	۰/۳۳ ^c ± ۰/۲	۲۴/۱۱ ^{**}
تنوع شانون- وینر	۰/۸۱ ^d ± ۰/۲	۰/۴۷ ^b ± ۰/۹	۰/۳۳ ^c ± ۰/۱۷	۰/۸۲ ^a ± ۰/۱۹	۰/۴۸ ^b ± ۰/۱۵	۲۷/۲۵ ^{**}
تنوع سیمپسون	۰/۳۹ ^d ± ۰/۳	۰/۶۸ ^b ± ۰/۱	۰/۶۱ ^c ± ۰/۵	۰/۷۷ ^a ± ۰/۸	۰/۶۹ ^b ± ۰/۴	۲۳/۲۷ ^{**}
غنا مارگالف	۱/۱۷ ^{cd} ± ۱/۱۷	۱/۵۰ ^b ± ۱/۱۰	۱/۳۱ ^c ± ۱/۲۲	۲/۰۹ ^a ± ۲/۲۱	۱/۵۸ ^b ± ۱/۲۳	۱۹/۸۷ ^{**}
غنا منهنیگ	۰/۵۱ ^c ± ۰/۵	۰/۷۳ ^b ± ۰/۳	۰/۷۲ ^b ± ۰/۶	۰/۱۶ ^a ± ۰/۱۵	۰/۱۳ ^a ± ۰/۱۸	۲۲/۲۸ ^{**}
یکنواختی هیل	۰/۳۵ ^c ± ۰/۲	۰/۵۶ ^b ± ۰/۴	۰/۵۲ ^b ± ۰/۵	۰/۶۸ ^a ± ۰/۶	۰/۷۰ ^a ± ۰/۶	۱۷/۵۹ ^{**}
گندمیان						
غالبیت	۰/۷۷ ^{ab} ± ۰/۷	۰/۸۳ ^a ± ۰/۲	۰/۵۸ ^c ± ۰/۳	۰/۴۸ ^{cd} ± ۰/۳	۰/۴۶ ^{cd} ± ۰/۳	۱۹/۸۷ ^{**}
تنوع شانون- وینر	۰/۳۶ ^c ± ۰/۱	۰/۳۰ ^{cd} ± ۰/۱	۰/۷۱ ^b ± ۰/۴	۰/۹۵ ^a ± ۰/۷	۰/۹۱ ^a ± ۰/۸	۲۱/۲۸ ^{**}
تنوع سیمپسون	۰/۲۳ ^c ± ۰/۱	۰/۱۶ ^{cd} ± ۰/۱	۰/۴۱ ^b ± ۰/۲	۰/۵۰ ^a ± ۰/۴	۰/۵۲ ^a ± ۰/۵	۱۸/۱۵ ^{**}
غنا مارگالف	۰/۲۰ ^{cd} ± ۰/۱	۰/۲۵ ^c ± ۰/۱	۰/۴۴ ^b ± ۰/۱	۰/۷۱ ^a ± ۰/۶	۰/۶۸ ^a ± ۰/۷	۲۳/۲۷ ^{**}
غنا منهنیگ	۰/۱۶ ^d ± ۰/۱	۰/۳۷ ^c ± ۰/۲	۰/۳۴ ^c ± ۰/۱	۰/۶۲ ^b ± ۰/۵	۰/۶۴ ^a ± ۰/۹	۱۸/۵۸ ^{**}
یکنواختی هیل	۰/۸۲ ^a ± ۰/۶	۰/۸۱ ^a ± ۰/۴	۰/۷۶ ^{ab} ± ۰/۵	۰/۸۱ ^a ± ۰/۵	۰/۸۳ ^a ± ۰/۲	۷/۴۸ ^{**}
پهن برگ علفی						
غالبیت	۰/۴۸ ^b ± ۰/۳	۰/۳۹ ^c ± ۰/۱	۰/۵۰ ^b ± ۰/۳	۰/۳۶ ^c ± ۰/۲	۰/۶۰ ^a ± ۰/۶	۱۴/۱۵ ^{**}
تنوع شانون- وینر	۰/۹۸ ^b ± ۰/۷	۱/۲۲ ^a ± ۱/۱	۰/۹۰ ^b ± ۰/۸	۱/۳۰ ^a ± ۱/۱۲	۰/۶۹ ^c ± ۰/۴	۱۵/۶۸ ^{**}
تنوع سیمپسون	۰/۵۲ ^b ± ۰/۴	۰/۵۹ ^{ab} ± ۰/۳	۰/۵۰ ^b ± ۰/۳	۰/۶۴ ^a ± ۰/۶	۰/۴۱ ^c ± ۰/۱	۱۳/۱۰ ^{**}
غنا مارگالف	۱/۱۷ ^{ab} ± ۱/۱	۱/۱۲ ^b ± ۱/۴	۰/۸۹ ^c ± ۰/۷	۱/۲۸ ^a ± ۱/۴	۰/۸۶ ^c ± ۰/۶	۸/۸۷ ^{**}
غنا منهنیگ	۰/۹۹ ^a ± ۰/۵	۰/۶۷ ^b ± ۰/۴	۰/۷۳ ^b ± ۰/۷	۰/۹۶ ^a ± ۰/۹	۰/۹۷ ^a ± ۰/۳	۱۱/۵۹ ^{**}
یکنواختی هیل	۰/۷۱ ^b ± ۰/۶	۰/۶۱ ^c ± ۰/۱	۰/۷۲ ^b ± ۰/۶	۰/۷۷ ^{ab} ± ۰/۴	۰/۸۴ ^a ± ۰/۴	۱۶/۴۷ ^{**}

ادامه جدول (۴)

مقدار F	سایت ۵	سایت ۴	سایت ۳	سایت ۲	سایت ۱	سایت‌ها
	۲۸۵۰	۲۶۵۰	۲۴۰۰	۲۱۵۰	۱۸۵۰	متوسط ارتفاع از سطح دریا (m)
						بوته‌ای‌ها
۱/۴۷ ^{ns}	۰/۷۹ ^a ± ۰/۰۵	۰/۷۹ ^a ± ۰/۰۸	۰/۸۲ ^a ± ۰/۰۴	۰/۸۶ ^a ± ۰/۰۵	۰/۸۴ ^a ± ۰/۰۸	غالبیت
۲/۳۳*	۰/۳۹ ^a ± ۰/۰۱	۰/۲۹ ^b ± ۰/۰۲	۰/۲۷ ^b ± ۰/۰۱	۰/۲۵ ^b ± ۰/۰۱	۰/۲۳ ^b ± ۰/۰۱	تنوع شانون - وینر
۱/۱۴ ^{ns}	۰/۲۱ ^a ± ۰/۰۱	۰/۲۰ ^a ± ۰/۰۱	۰/۱۸ ^a ± ۰/۰۱	۰/۱۷ ^a ± ۰/۰۱	۰/۱۶ ^a ± ۰/۰۱	تنوع سیمپسون
۱/۰۱ ^{ns}	۰/۵۴ ^a ± ۰/۰۴	۰/۴۸ ^a ± ۰/۰۴	۰/۴۶ ^a ± ۰/۰۲	۰/۵۶ ^a ± ۰/۰۲	۰/۵۲ ^a ± ۰/۰۶	غنای مارگالف
۲/۵۷*	۰/۹۵ ^b ± ۰/۱۱	۰/۸۲ ^c ± ۰/۰۶	۰/۸۱ ^c ± ۰/۰۶	۱/۱۳ ^a ± ۰/۱۶	۰/۹۰ ^{bc} ± ۰/۰۸	غنای منهینینگ
۱/۳۷ ^{ns}	۰/۹۸ ^a ± ۰/۰۸	۰/۹۷ ^a ± ۰/۱۰	۰/۹۵ ^a ± ۰/۱۱	۱/۰۰ ^a ± ۰/۱۴	۰/۹۹ ^a ± ۰/۰۹	یکنواختی هیل

جدول ۵ نتایج تجزیه واریانس یک طرفه مقایسه شاخص‌های غالبیت، تنوع، غنا و یکنواختی در طبقات مختلف شیب را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج شاخص‌های مورد بررسی در سه طبقه شیب در سطح کل گیاهان در منطقه مورد مطالعه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < ۰/۰۱$). در شیب کم (۰-۱۵ درصد) شاخص غالبیت دارای مقدار بیشتری نسبت به شیب‌های بالاتر است، ولی شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی مورد بررسی در این مطالعه در شیب‌های بالاتر از ۳۰ درصد نسبت به مناطق با شیب کمتر دارای مقادیر بیشتری هستند. نتایج تجزیه واریانس یک طرفه برای فرم رویشی گندمیان علفی نشان داد که مقادیر شاخص‌های عددی مورد بررسی در بین طبقات شیب با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند ($p < ۰/۰۱$). در مورد گندمیان در شیب ۱۵ تا ۳۰ درصد شاخص‌های غالبیت و غنای مارگالف نسبت به سایر طبقات

شیب، دارای مقادیر بیشتری هستند و شاخص‌های تنوع شانون- وینر، تنوع سیمپسون، غنای منهینینگ و یکنواختی هیل در شیب بالاتر از ۳۰ درصد دارای مقادیر بیشتری هستند. نتایج نشان داد که شاخص‌های مورد بررسی در فرم رویشی پهن برگان علفی در تمام طبقات شیب دارای اختلاف معنی‌داری هستند ($p < ۰/۰۱$), به‌طوری‌که شاخص غنای منهینینگ در شیب کمتر از ۱۵ درصد و شاخص‌های تنوع شانون- وینر، تنوع سیمپسون و یکنواختی هیل در شیب ۱۵ تا ۳۰ درصد و غالبیت و شاخص غنای مارگالف در شیب بالاتر از ۳۰ درصد نسبت به سایر طبقات شیب دارای مقادیر بیشتری هستند. نتایج تجزیه واریانس یک طرفه شاخص‌های عددی برای فرم رویشی بوته‌ای نشان داد که تنها مقدار شاخص غنای منهینینگ اختلاف معنی‌داری در طبقات مختلف شیب داشت ($p < ۰/۰۵$) و بیشترین آن در شیب کمتر از ۱۵ درصد اتفاق افتاد.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین شاخص‌های غالبیت، تنوع، غنا و یکنواختی در طبقات مختلف شیب

شاخص	درصد شیب			مقدار F
	۱۵-۰	۳۰-۱۵	>۳۰	
کل گیاهان				
غالبیت	۰/۶۷ ^a ± ۰/۱	۰/۵۸ ^b ± ۰/۲	۰/۴۳ ^c ± ۰/۱	۱۴/۱۲ ^{**}
تنوع شانون- وینر	۰/۹۸ ^c ± ۰/۸	۱/۱۴ ^b ± ۰/۹	۱/۴۸ ^a ± ۱/۲	۹/۸۷ ^{**}
تنوع سیمپسون	۰/۳۸ ^c ± ۰/۱	۰/۴۸ ^b ± ۰/۱	۰/۷۴ ^a ± ۰/۵	۷/۸۹ ^{**}
غنا مارگالف	۱/۰۴ ^b ± ۰/۸	۱/۱۲ ^b ± ۱/۲	۱/۷۵ ^a ± ۱/۵	۱۰/۱۲ ^{**}
غنا منهنینگ	۰/۸۹ ^c ± ۰/۶	۱/۱۲ ^b ± ۱/۳	۱/۴۵ ^a ± ۱/۴	۱۲/۰۱ ^{**}
یکنواختی هیل	۰/۳۴ ^c ± ۰/۲	۰/۶۱ ^b ± ۰/۴	۰/۷۵ ^a ± ۰/۶	۱۳/۲۵ ^{**}
گندمیان				
غالبیت	۰/۵۳ ^b ± ۰/۲	۰/۶۸ ^a ± ۰/۳	۰/۴۲ ^c ± ۰/۲	۱۰/۱۲ ^{**}
تنوع شانون- وینر	۱/۰۱ ^c ± ۰/۹	۱/۲۳ ^b ± ۱/۳	۱/۵۲ ^a ± ۱/۶	۱۴/۴۲ ^{**}
تنوع سیمپسون	۰/۴۸ ^b ± ۰/۳	۰/۵۳ ^b ± ۰/۲	۰/۶۷ ^a ± ۰/۲	۲/۶۴ [*]
غنا مارگالف	۱/۱۴ ^c ± ۱/۱	۱/۴۵ ^a ± ۱/۵	۱/۲۳ ^b ± ۰/۹	۷/۸۵ ^{**}
غنا منهنینگ	۰/۷۶ ^c ± ۰/۵	۱/۱۷ ^b ± ۱/۰	۱/۳۹ ^a ± ۱/۸	۹/۹۷ ^{**}
یکنواختی هیل	۰/۴۸ ^b ± ۰/۲	۰/۵۲ ^b ± ۰/۴	۰/۷۶ ^a ± ۰/۵	۱۵/۱۴ ^{**}
پهن برگ علفی				
غالبیت	۰/۵۳ ^b ± ۰/۲	۰/۴۸ ^b ± ۰/۱	۰/۶۹ ^a ± ۰/۲	۶/۸۷ ^{**}
تنوع شانون- وینر	۱/۰۸ ^b ± ۰/۹	۱/۴۲ ^a ± ۱/۲	۱/۱۳ ^b ± ۰/۸	۱۱/۰۲ ^{**}
تنوع سیمپسون	۰/۵۶ ^a ± ۰/۴	۰/۵۹ ^a ± ۰/۶	۰/۴۵ ^b ± ۰/۱	۲/۴۴ [*]
غنا مارگالف	۱/۱۸ ^b ± ۱/۱	۱/۰۳ ^b ± ۰/۹	۱/۴۲ ^a ± ۱/۲	۷/۹۵ ^{**}
غنا منهنینگ	۱/۳۳ ^a ± ۱/۳	۰/۸۹ ^c ± ۰/۳	۱/۱۶ ^b ± ۰/۹	۱۲/۲۳ ^{**}
یکنواختی هیل	۰/۵۵ ^{ab} ± ۰/۲	۰/۶۷ ^a ± ۰/۳	۰/۴۸ ^b ± ۰/۲	۶/۸۷ ^{**}
بوته‌ای‌ها				
غالبیت	۰/۶۹ ^a ± ۰/۲	۰/۷۱ ^a ± ۰/۳	۰/۷۲ ^a ± ۰/۳	۱/۴۵ ^{ns}
تنوع شانون- وینر	۰/۳۹ ^a ± ۰/۱	۰/۳۸ ^a ± ۰/۲	۰/۴۲ ^a ± ۰/۲	۱/۸۴ ^{ns}
تنوع سیمپسون	۰/۲۵ ^a ± ۰/۲	۰/۲۶ ^a ± ۰/۱	۰/۲۲ ^a ± ۰/۱	۱/۸۶ ^{ns}
غنا مارگالف	۰/۵۱ ^a ± ۰/۳	۰/۵۳ ^a ± ۰/۴	۰/۴۸ ^a ± ۰/۲	۱/۶۱ ^{ns}
غنا منهنینگ	۱/۱۲ ^a ± ۱/۱	۰/۹۹ ^{ab} ± ۰/۹	۰/۸۶ ^b ± ۰/۶	۲/۸۶ [*]
یکنواختی هیل	۰/۹۶ ^c ± ۰/۹	۰/۹۵ ^b ± ۰/۶	۰/۹۱ ^a ± ۰/۶	۰/۸۶ ^{ns}

تجزیه واریانس یک طرفه شاخص‌های عددی غنا، یکنواختی، تنوع و غالبیت در چهار جهت اصلی (شمال، جنوب، شرق و غرب) و چهار جهت فرعی (شمال شرقی، شمال غربی، جنوب شرقی و جنوب غربی) برای فرم‌های رویشی نیز بررسی گردید. نتایج تجزیه واریانس یک طرفه شاخص‌های مورد بررسی برای فرم رویشی گندمیان نشان داد که شاخص‌های عددی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < 0/01$). با توجه به جدول ۶، اغلب شاخص‌ها در جهات جغرافیایی شمالی، شمال غرب و غربی نسبت به سایر جهات دارای مقادیر بیشتر بودند و اختلاف معنی‌دار است. در مورد فرم رویشی پهن برگان، تجزیه واریانس یک طرفه همه شاخص‌های عددی در جهات اصلی و فرعی با

نتایج تجزیه واریانس یک طرفه شاخص‌های عددی تنوع، یکنواختی، غنا و غالبیت در جهت‌های اصلی (شمال، جنوب، شرق و غرب) و فرعی (شمال شرقی، شمال غربی، جنوب شرقی و جنوب غربی) در سطح کل گیاهان با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < 0/01$). به‌طوری‌که نتایج مقادیر شاخص‌ها در جهت‌های جغرافیایی نشان داد که شاخص‌های غالبیت، تنوع سیمپسون و یکنواختی هیل در جهت شمالی نسبت به سایر جهت‌ها دارای مقادیر بیشتری هستند و بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون- وینر در جهت جغرافیایی غربی مشاهده شد. برای شاخص‌های مارگالف و منهنینگ به ترتیب بیشترین مقدار در جهات جغرافیایی غرب و شمال غرب مشاهده گردید.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در جهت‌های جغرافیایی مختلف

شاخص‌ها	جهت‌های اصلی و فرعی								مقدار F
	شمال	جنوب	شرق	غرب	شمال شرقی	شمال غربی	جنوب شرقی	جنوب غربی	
کل گیاهان									
غالبیت	۰/۷۱ ^a ±۰/۰۵	۰/۵۵ ^c ±۰/۰۲	۰/۴۸ ^{cd} ±۰/۰۱	۰/۶۸ ^a ±۰/۰۳	۰/۵۱ ^c ±۰/۰۳	۰/۶۱ ^b ±۰/۰۴	۰/۴۵ ^{cd} ±۰/۰۴	۰/۵۳ ^c ±۰/۰۵	۱۴/۲۵ ^{**}
تنوع شانون-وینر	۱/۲۵ ^b ±۰/۱۱	۱/۰۸ ^c ±۰/۱۰	۰/۹۹ ^d ±۰/۰۸	۱/۵۳ ^a ±۰/۱۵	۱/۱۰ ^c ±۰/۱۱	۰/۸۹ ^e ±۰/۰۶	۰/۹۵ ^d ±۰/۰۵	۰/۸۷ ^e ±۰/۰۷	۸/۸۰ ^{**}
تنوع سیمپسون	۰/۸۷ ^a ±۰/۰۶	۰/۶۸ ^b ±۰/۰۴	۰/۵۷ ^{cd} ±۰/۰۸	۰/۴۸ ^e ±۰/۰۱	۰/۳۹ ^f ±۰/۰۲	۰/۷۳ ^b ±۰/۰۹	۰/۶۱ ^c ±۰/۰۸	۰/۶۳ ^c ±۰/۰۵	۱۷/۱۴ ^{**}
غنا ی مارگالف	۱/۲۵ ^b ±۰/۱۰	۱/۱۴ ^c ±۰/۰۵	۰/۹۸ ^d ±۰/۰۹	۱/۸۶ ^a ±۰/۱۶	۱/۰۱ ^d ±۰/۱۱	۰/۸۹ ^e ±۰/۰۶	۰/۷۵ ^f ±۰/۰۳	۰/۶۸ ^{fg} ±۰/۰۳	۹/۶۳ ^{**}
غنا ی منهینینگ	۰/۸۳ ^d ±۰/۰۲	۰/۸۴ ^d ±۰/۰۳	۰/۶۴ ^f ±۰/۰۵	۱/۱۴ ^b ±۰/۰۹	۰/۹۱ ^c ±۰/۰۸	۱/۲۲ ^a ±۰/۱۴	۰/۷۶ ^e ±۰/۰۳	۰/۸۵ ^d ±۰/۰۲	۱۱/۰۸ ^{**}
یکنواختی هیل	۰/۹۳ ^a ±۰/۰۴	۰/۷۴ ^c ±۰/۰۳	۰/۸۰ ^b ±۰/۰۹	۰/۸۶ ^{ab} ±۰/۰۵	۰/۷۰ ^c ±۰/۰۶	۰/۸۹ ^a ±۰/۰۶	۰/۸۱ ^b ±۰/۰۳	۰/۷۷ ^{bc} ±۰/۰۵	۱۰/۰۴ ^{**}
گندمیان									
غالبیت	۰/۵۳ ^c ±۰/۰۳	۰/۶۱ ^b ±۰/۰۸	۰/۴۵ ^d ±۰/۰۴	۰/۶۹ ^a ±۰/۰۵	۰/۵۸ ^{bc} ±۰/۰۵	۰/۴۳ ^d ±۰/۰۳	۰/۵۶ ^c ±۰/۰۶	۰/۶۳ ^b ±۰/۰۴	۱۳/۷۸ ^{**}
تنوع شانون-وینر	۱/۴۲ ^a ±۰/۱۱	۱/۰۸ ^b ±۰/۱۰	۰/۹۹ ^b ±۰/۰۹	۱/۵۳ ^a ±۰/۱۴	۰/۸۸ ^c ±۰/۰۸	۱/۰۲ ^b ±۰/۱۱	۰/۸۶ ^c ±۰/۰۶	۰/۹۱ ^c ±۰/۰۹	۹/۶۳ ^{**}
تنوع سیمپسون	۰/۷۰ ^a ±۰/۰۴	۰/۴۸ ^c ±۰/۰۳	۰/۵۴ ^c ±۰/۰۵	۰/۶۲ ^b ±۰/۰۵	۰/۴۴ ^d ±۰/۰۲	۰/۴۳ ^d ±۰/۰۳	۰/۵۷ ^{bc} ±۰/۰۷	۰/۴۹ ^c ±۰/۰۳	۸/۹۰ ^{**}
غنا ی مارگالف	۰/۹۸ ^c ±۰/۰۹	۱/۰۱ ^c ±۰/۰۹	۰/۸۸ ^d ±۰/۰۷	۱/۲۵ ^b ±۰/۱۳	۰/۹۳ ^{cd} ±۰/۱۱	۱/۴۸ ^a ±۰/۱۴	۱/۱۱ ^{bc} ±۰/۱۰	۰/۹۵ ^c ±۰/۰۸	۹/۹۷ ^{**}
غنا ی منهینینگ	۱/۳۷ ^a ±۰/۱۲	۰/۶۸ ^d ±۰/۰۴	۰/۷۰ ^d ±۰/۰۶	۱/۴۳ ^a ±۰/۱۱	۰/۷۶ ^{cd} ±۰/۰۶	۱/۱۴ ^b ±۰/۱۱	۰/۷۸ ^{cd} ±۰/۰۹	۰/۸۳ ^c ±۰/۰۸	۱۴/۲۵ ^{**}
یکنواختی هیل	۰/۸۰ ^a ±۰/۰۵	۰/۴۴ ^c ±۰/۰۳	۰/۳۸ ^{cd} ±۰/۰۱	۰/۷۹ ^a ±۰/۰۶	۰/۳۲ ^d ±۰/۰۱	۰/۵۳ ^b ±۰/۰۲	۰/۵۵ ^b ±۰/۰۳	۰/۴۳ ^c ±۰/۰۳	۸/۱۲ ^{**}
پهن برگ علفی									
غالبیت	۰/۷۱ ^a ±۰/۰۵	۰/۳۹ ^d ±۰/۰۱	۰/۴۸ ^c ±۰/۰۲	۰/۵۱ ^c ±۰/۰۴	۰/۴۲ ^d ±۰/۰۱	۰/۶۰ ^b ±۰/۰۶	۰/۳۸ ^d ±۰/۰۱	۰/۴۵ ^{cd} ±۰/۰۳	۱۶/۲۵ ^{**}
تنوع شانون-وینر	۱/۱۴ ^b ±۰/۱۱	۱/۰۹ ^b ±۰/۰۹	۰/۷۴ ^e ±۰/۰۶	۱/۵۳ ^a ±۰/۱۴	۰/۸۶ ^d ±۰/۰۴	۰/۸۵ ^d ±۰/۰۷	۰/۹۵ ^c ±۰/۰۹	۰/۹۸ ^c ±۰/۰۹	۱۳/۶۳ ^{**}
تنوع سیمپسون	۰/۵۸ ^b ±۰/۰۸	۰/۴۴ ^{cd} ±۰/۰۶	۰/۴۰ ^d ±۰/۰۳	۰/۶۱ ^a ±۰/۰۵	۰/۵۰ ^c ±۰/۰۳	۰/۳۹ ^d ±۰/۰۱	۰/۵۳ ^{bc} ±۰/۰۶	۰/۴۸ ^c ±۰/۰۶	۷/۰۷ ^{**}
غنا ی مارگالف	۱/۳۵ ^b ±۰/۱۶	۰/۸۲ ^f ±۰/۰۳	۰/۸۵ ^{ef} ±۰/۰۵	۱/۰۷ ^c ±۰/۰۹	۰/۸۹ ^e ±۰/۰۶	۱/۴۱ ^a ±۰/۱۲	۰/۹۰ ^e ±۰/۰۶	۰/۹۸ ^d ±۰/۰۵	۱۲/۱۲ ^{**}
غنا ی منهینینگ	۱/۳۸ ^a ±۰/۱۴	۰/۷۹ ^e ±۰/۰۴	۰/۹۷ ^c ±۰/۰۶	۱/۱۷ ^b ±۰/۱۰	۰/۸۳ ^{de} ±۰/۰۴	۰/۸۵ ^{de} ±۰/۰۶	۰/۸۹ ^d ±۰/۰۴	۰/۷۶ ^e ±۰/۰۶	۸/۸۷ ^{**}
یکنواختی هیل	۰/۴۲ ^c ±۰/۰۱	۰/۴۵ ^{bc} ±۰/۰۲	۰/۳۹ ^c ±۰/۰۱	۰/۵۴ ^b ±۰/۰۲	۰/۵۷ ^b ±۰/۰۳	۰/۶۹ ^a ±۰/۰۵	۰/۴۸ ^{bc} ±۰/۰۲	۰/۵۳ ^b ±۰/۰۲	۱۴/۲۰ ^{**}
بوته‌ای‌ها									
غالبیت	۰/۷۴ ^a ±۰/۰۴	۰/۶۱ ^b ±۰/۰۶	۰/۶۳ ^b ±۰/۰۴	۰/۶۵ ^b ±۰/۰۳	۰/۵۶ ^{bc} ±۰/۰۳	۰/۵۸ ^{bc} ±۰/۰۲	۰/۵۳ ^c ±۰/۰۲	۰/۴۸ ^c ±۰/۰۱	۲/۳۳ [*]
تنوع شانون-وینر	۰/۳۸ ^a ±۰/۰۳	۰/۴۲ ^a ±۰/۰۳	۰/۳۹ ^a ±۰/۰۲	۰/۴۱ ^a ±۰/۰۴	۰/۴۰ ^a ±۰/۰۲	۰/۴۳ ^a ±۰/۰۲	۰/۳۹ ^a ±۰/۰۱	۰/۴۳ ^a ±۰/۰۱	۰/۹۹ ^{ns}
تنوع سیمپسون	۰/۲۸ ^a ±۰/۰۲	۰/۲۷ ^a ±۰/۰۱	۰/۲۷ ^a ±۰/۰۱	۰/۳۱ ^a ±۰/۰۲	۰/۳۰ ^a ±۰/۰۲	۰/۳۲ ^a ±۰/۰۱	۰/۲۸ ^a ±۰/۰۱	۰/۲۹ ^a ±۰/۰۱	۱/۰۱ ^{ns}
غنا ی مارگالف	۰/۵۳ ^a ±۰/۰۱	۰/۵۰ ^a ±۰/۰۲	۰/۴۸ ^a ±۰/۰۲	۰/۴۸ ^a ±۰/۰۲	۰/۴۹ ^a ±۰/۰۶	۰/۵۱ ^a ±۰/۰۴	۰/۵۰ ^a ±۰/۰۲	۰/۴۷ ^a ±۰/۰۳	۱/۴۵ ^{ns}
غنا ی منهینینگ	۰/۹۱ ^{bc} ±۰/۰۴	۰/۹۴ ^{bc} ±۰/۰۸	۰/۹۳ ^{bc} ±۰/۰۶	۱/۱۴ ^a ±۰/۰۹	۰/۸۸ ^c ±۰/۰۶	۱/۰۱ ^b ±۰/۱۰	۰/۹۵ ^{bc} ±۰/۰۹	۰/۸۹ ^c ±۰/۰۷	۲/۶۸ [*]
یکنواختی هیل	۰/۹۰ ^a ±۰/۰۷	۰/۹۱ ^a ±۰/۰۸	۰/۹۲ ^a ±۰/۰۷	۰/۹۴ ^a ±۰/۰۸	۰/۹۳ ^a ±۰/۱۱	۰/۸۹ ^a ±۰/۰۶	۰/۹۰ ^a ±۰/۰۸	۰/۹۲ ^a ±۰/۰۷	۱/۲۳ ^{ns}

طرفه نشان داد که شاخص‌های عددی غالبیت و غنا ی منهینگ در مورد فرم رویشی بوته‌ای‌ها دارای اختلاف معنی‌داری هستند ($p < 0.05$)، به‌طوری‌که بیشترین مقادیر شاخص‌های غالبیت و غنا ی منهینگ به ترتیب در جهت جغرافیایی شمالی و غربی مشاهده شد. سایر شاخص‌های عددی در جهت جغرافیایی اصلی و فرعی اختلاف معنی‌داری نداشتند.

یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < 0.01$). به نحوی که نتایج مقایسه مقادیر شاخص‌ها در جهت اصلی و فرعی نشان داد بیشترین مقدار غالبیت و غنا ی منهینگ در جهت جغرافیایی شمالی، شاخص‌های تنوع شانون-وینر و سیمپسون در جهت جغرافیایی غربی و در نهایت بیشترین مقدار شاخص‌های غنا ی مارگالف و یکنواختی هیل در جهت جغرافیایی شمال غربی مشاهده گردید. تجزیه واریانس یک

در این تحقیق برای تعیین مهم‌ترین عوامل محیطی موثر در تغییر تنوع گونه‌ای، از روش PCA استفاده شد. مقادیر ویژه و درصد واریانس هر یک از مؤلفه‌ها در جدول ۷ ارائه شده است. با توجه به جدول ۷، مؤلفه‌ای اول و دوم در مجموع ۸۵ درصد تغییرات را توجیه می‌کنند. جدول ۸، مقادیر بردار ویژه مربوط به متغیرها را در هر یک از مؤلفه‌ها نشان می‌دهد. با توجه به قدر مطلق ضرایب، مؤلفه اول شامل متوسط ارتفاع از سطح دریا و شیب متوسط و مؤلفه دوم شامل جهت شمالی، غربی و شمال غربی است. شکل ۳ ارتباط شاخص‌های مورد بررسی با ویژگی‌های محیطی را نشان می‌دهد که در آن در مؤلفه اول از چپ به راست متوسط ارتفاع از سطح دریا و شیب متوسط افزایش پیدا

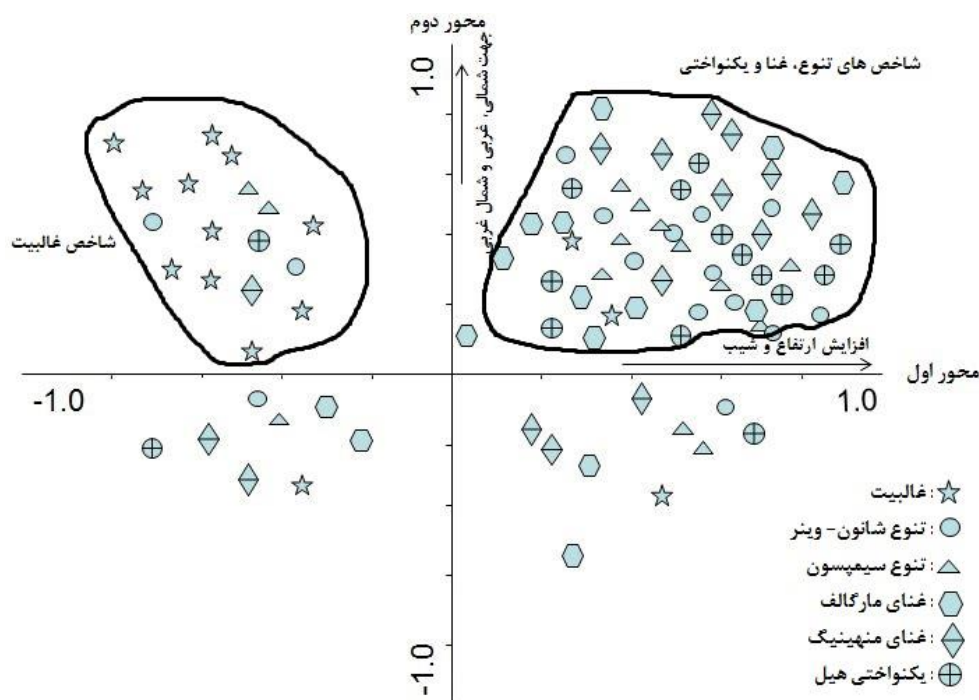
می‌کند و در مؤلفه دوم جهت شمالی، غربی و شمال غربی همبستگی مثبتی با جهت مثبت این محور دارند. همان‌طور که در شکل مشخص است شاخص‌های تنوع شانون- وینر، تنوع سیمپسون، غنای مارگالف، غنای منهنینگ و یکنواختی هیل همبستگی مثبتی با افزایش ارتفاع و شیب و همچنین جهت شمالی، غربی و شمال غربی دارند؛ بر این اساس بیشترین تنوع گیاهی و غنا در سایت-های با ارتفاع و شیب زیاد و جهت شمالی، غربی و شمال غربی وجود دارد. شاخص غالبیت با افزایش ارتفاع و شیب دارای همبستگی منفی است؛ به این معنی که در سایت‌های با ارتفاع پایین و شیب کمتر این شاخص دارای مقادیر بیشتری است.

جدول ۷- مقادیر ویژه و درصد واریانس توجیه‌شده توسط متغیرهای محیطی با استفاده از آنالیز مؤلفه‌های اصلی

مؤلفه‌ها	مقادیر ویژه	درصد واریانس	واریانس تجمعی
۱	۱۱/۳۶	۵۵/۸۳	۵۵/۸۳
۲	۸/۹۶	۳۹/۵۸	۸۵/۴۱
۳	۳/۵۲	۴/۱۶	۹۹/۵۷

جدول ۸- مقادیر بردار ویژه مربوط به متغیرها در هر یک از مؤلفه‌ها در روش PCA

خصوصیات	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم
متوسط ارتفاع (متر)	۰/۸۵۷	-۰/۲۰۵	۰/۱۰۴
متوسط شیب (درصد)	۰/۸۰۱	-۰/۳۶۴	-۰/۰۹۸
جهت شمالی	-۰/۳۵۸	۰/۶۵۲	-۰/۱۱۱
جهت جنوبی	۰/۲۵۱	-۰/۳۵۸	۰/۰۵۳
جهت شرقی	-۰/۱۰۹	۰/۱۰۵	-۰/۱۰۴
جهت غربی	۰/۱۵۴	۰/۵۸۷	۰/۰۷۵
جهت شمال شرقی	-۰/۳۲۴	-۰/۱۹۹	۰/۰۸۷
جهت شمال غربی	-۰/۱۱۵	۰/۴۵۶	۰/۰۲۵
جهت جنوب شرقی	-۰/۲۱۴	-۰/۲۸۷	۰/۰۸۷
جهت جنوب غربی	-۰/۲۳۱	۰/۱۵۶	-۰/۰۹۸



شکل ۳- ارتباط شاخص های مورد بررسی با ویژگی های توپوگرافی با استفاده از آنالیز مؤلفه های اصلی

بحث و نتیجه گیری

نگهداری، مدیریت، و بهره برداری معقول از مراتع مستلزم شناخت علمی و همه جانبه آن است. حفظ تنوع گونه ای یکی از اهداف مدیریت اکوسیستم است. رویشگاه هایی که تنوع زیستی بیشتری داشته باشند، حاصلخیزی و پایداری اکولوژیکی بیشتری در برابر تغییرات خواهند داشت و یک اکوسیستم پایدار و پویا محسوب می شوند (نقی زاده اصل و همکاران، ۱۳۹۶). در این مطالعه نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل کل گیاهان نشان داد که بیشترین مقدار تنوع شانون-وینر و سیمپسون و همچنین بیشترین مقدار غنای منهنیک و مارگالف مربوط به ارتفاعات بالا (سایت ۴ و ۵) و میانگین ارتفاعی ۲۶۵۰ تا ۲۸۵۰ متری از سطح دریا بود که یکی از دلایل آن را می توان مربوط به عدم دسترسی دامداران به این مناطق به دلیل ارتفاع زیاد و شیب تند دامنه ها دانست. مطابق نتایج این تحقیق قربانی و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه ای به این نتیجه رسیدند که مقدار عددی شاخص های تنوع و غنا در منطقه مورد مطالعه خود در مناطق با ارتفاع زیاد (۱۶۰۰ تا ۲۱۰۰ متر از سطح دریا) بیشتر از مناطق با ارتفاع کمتر است و دلایل این امر را کاهش چرای دام توصیف کردند. همچنین لیو (Liu, 2017) در مطالعه ای در کوه های تیانشان چین به نتیجه ای مشابه با نتایج این تحقیق رسید و بیان کرد که با افزایش

ارتفاع تا ۲۵۰۰ متر از سطح دریا، شاخص های تنوع گونه ای در منطقه مورد مطالعه بیشتر از مناطق با ارتفاع کمتر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا است. شاخص غنای مارگالف نشان دهنده تعداد گونه های موجود در یک جامعه بوده و ساده ترین مفهوم تنوع زیستی را بیان می کند. همچنین این شاخص مناسب بودن زیستگاه برای گونه های مختلف را بیان می کند. مقدار عددی این شاخص در شرایط نامساعد محیطی و یا تنش های محیطی کاهش می یابد و با افزایش تعداد و تراکم هر گونه افزایش می یابد (میرزایی، ۱۳۸۵). افزایش تنوع و غنای گونه ای با افزایش ارتفاع از سطح دریا در منطقه مورد مطالعه با تحقیقات (میردادی و همکاران، ۱۳۹۸) همخوانی دارد که در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که در منطقه حفاظت شده هفتاد قله اراک بیشترین مقدار عددی شاخص های تنوع و غنا در ارتفاع ۱۸۰۰ تا ۲۴۰۰ متری از سطح دریا مشاهده شده است. همچنین در تحقیقی در منطقه نردین استان سمنان نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا تنوع گونه های گیاهی افزایش می یابد و واحدهای مربوط به ارتفاعات بالاتر تنوع گونه ای بیشتری دارند (قلیچ نیا، ۱۳۸۷). با توجه به نتایج، بیشترین مقدار غالبیت در سایت های با ارتفاع کمتر و جایی که کمترین مقدار تنوع و غنا وجود دارد، مشاهده شد. هرچه تنوع کاهش یافته، مقدار غالبیت گیاهان افزایش یافته است.

یکی از دلایل اصلی آن می‌تواند دسترسی راحت دامداران محلی به این مناطق (با توجه به اینکه دامداران محلی در منطقه وجود دارند) و چرای بیش از حد دام از مراتع این مناطق و به دنبال آن تخریب و کاهش تنوع گیاهان و غالب شدن گیاهانی با خوشخوراکی پایین باشد. نتایج حاصل از یکنواختی هیل در سطح کل گیاهان حاکی از این است که با افزایش ارتفاع و به دنبال آن افزایش تنوع و غنا، یکنواختی نیز افزایش یافته است.

نتایج به‌دست‌آمده در سطح کل گیاهان برای طبقات شیب مورد بررسی نشان داد که بیشترین مقادیر شاخص‌های تنوع و غنا در طبقه با شیب بیشتر از ۳۰ درصد مشاهده گردید و در سایت‌های با شیب کمتر شاخص‌های تنوع و غنا دارای مقدار عددی کمتری بودند. از آنجا که دامداران منطقه بیشتر دارای گوسفند و گاو هستند، به‌علت کم‌تحرك بودن گاو و ناتوانی چرا در مناطق با شیب زیاد، این مناطق دارای تنوع گیاهی بیشتری نسبت به مناطق با شیب کمتر هستند. افزایش تنوع در شیب زیاد می‌تواند ناشی از دسترسی نداشتن دام و کاهش بهره‌برداری، تحت تأثیر تحرك کم گله‌ها در شیب‌های تند باشد که قدرت چرای دام را در این نقاط کاهش می‌دهد (مصادقی و رشتیان، ۱۳۸۴). همچنین جلیل‌پور و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه عوامل فیزیوگرافیک بر تنوع زیستی گونه‌های گیاهی اکوسیستم بیابانی کاخک گناباد گزارش کردند که شیب تأثیر معنی‌داری روی تنوع و غنای گونه‌ای داشته است و طبقه با شیب بیشتر از ۲۰ درصد را بالاترین تنوع و غنای گونه‌ای اعلام کردند.

در سطح گندمیان و پهن برگان علفی بیشترین تنوع و غنا در ارتفاع متوسط ۲۶۵۰ متر و شیب بیشتر از ۱۵ درصد مشاهده گردید. مطابق با نتایج این مطالعه، محمدزاده و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی تنوع زیستی گونه‌های گیاهی منطقه ارسباران افزایش این شاخص‌ها را با افزایش ارتفاع و شیب، به‌دلیل شرایط میکروکلیمای پای سنگ‌ها و حفظ رطوبت زیر آن‌ها، تخریب‌های انسانی کمتر و همچنین سختی شیب‌های تند برای دام عنوان کردند. در ارتباط با بوته‌ای‌ها، شاخص‌های مورد بررسی در اغلب موارد اختلاف معنی‌داری با همدیگر نداشتند که این امر می‌تواند ناشی از مقاوم بیشتر بوته‌ای‌ها در برابر چرای دام، عوامل تخریبی و تنش‌های محیطی دانست. این نتیجه با یافته‌های قربانی و همکاران (۱۳۹۹) در مراتع شهرستان کوثر هم‌خوانی دارد.

جهت ارتفاع به‌دلیل ارتباط معنی‌داری که با درجه حرارت، رطوبت، تابش نور خورشید و سایر عوامل محیطی دارد، یکی از جنبه‌های مهم در مطالعات الگوی تنوع گونه‌ای است. در این مطالعه شاخص‌های تنوع، غنا، یکنواختی هیل و غالبیت در همه جهت‌های اصلی و فرعی در سطح کل گیاهان بررسی گردید. به‌طوری که بیشترین مقدار عددی شاخص غالبیت و شاخص‌های تنوع و غنا در سطح کل گیاهان، گندمیان و پهن برگان علفی در دامنه‌های با جهت شمالی، شمال غرب و غرب مشاهده شد. جهت جغرافیایی بر مقدار آب قابل دسترس گیاه، درجه حرارت خاک و میزان نور دریافتی توسط گیاه تأثیر گذاشته و همچنین تفاوت در شدت نور در جهت‌های مختلف یک دامنه، باعث به‌وجود آمدن تغییرات مزوکلیمایی در آن دامنه می‌شود (مقدم، ۱۳۸۵). محققانی دیگر، در مطالعه خود به نتایجی مشابه نتایج این تحقیق دست یافتند به‌طوری که جلیل‌پور و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه عوامل فیزیوگرافیک بر تنوع زیستی گونه‌های گیاهی اکوسیستم بیابانی کاخک گناباد گزارش کردند که شاخص‌های تنوع و غنا در دامنه‌های شمالی بیشتر از سایر جهات جغرافیایی است. همچنین لوهاییچی و همکاران (Louhaichi et al., 2022) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که تنوع گونه‌ای در شیب‌های شمالی بیشتر از شیب‌های با جهت جنوبی بود و این امر می‌تواند در مدیریت بهتر مراتع مورد توجه قرار گیرد. بسیاری از محققان از جمله بادانو و همکاران (Badano et al., 2005) با مطالعه مناطقی با اقلیم مدیترانه‌ای، به اختلافات معنی‌دار تنوع در دامنه‌های شمالی و جنوبی اشاره کرده‌اند و علت کمتر بودن تنوع را در دامنه‌های جنوبی، خشک‌تر بودن این دامنه‌ها نسبت به دامنه‌های شمالی و به دنبال آن، کاهش رقابت درون‌گروهی ذکر کرده‌اند.

نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) نشان داد، که با توجه به قدر مطلق ضرایب، مؤلفه اول شامل متوسط ارتفاع از سطح دریا و شیب متوسط و مؤلفه دوم شامل جهت شمالی، غربی و شمال غربی است. همان‌طور که در قسمت نتایج بیان شد شاخص‌های تنوع شانون-وینر، تنوع سیمپسون، غنای مارگالف، غنای منهینگ و یکنواختی هیل همبستگی مثبتی با افزایش ارتفاع و شیب و همچنین جهت شمالی، غربی و شمال غربی داشتند و شاخص غالبیت با افزایش ارتفاع و شیب دارای همبستگی

طبیعی و همچنین به احیا و بازسازی مراتع تخریب یافته مشابه، اقدام نمود.

منابع

- ارزانی، ح. ۱۳۷۶. طرح تیپ بندی مراتع مناطق مختلف اقلیمی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۶۶.
- اسدی، ع.، رئیسی، ف.، محمدی، ج. ۱۳۸۰. بررسی رابطه تنوع گیاهی با عوامل خاکی در مراتع سبزکوه استان چهارمحال و بختیاری، دومین سمینار ملی مرتع داری در ایران، ۵۶۸-۵۵۸.
- جلیل پور، س.، کوشکی، ا.، نصیری محلاتی، م.، رضوانی مقدم، پ. ۱۳۹۵. تأثیر عوامل فیزیوگرافیک بر تنوع زیستی گیاهی اکوسیستم های طبیعی بیابان در کازک گنابا، مجله مهندسی اکوسیستم بیابان، ۱۳(۵): ۱-۱۲.
- عبداللهی، ج.، نادری، ح.، خوانین زاده، ع.، مهینی فر، م. ص. ۱۳۹۴. رابطه تنوع گیاهی مراتع استپی ندوشن یزد با برخی عوامل محیطی مؤثر بر آن مطالعه موردی: منطقه ندوشن، نشریه تحقیقات مرتع و بیابان، ۲۲(۲): ۲۵۱-۲۶۵.
- قربانی، ا.، طاهری نیاری، م.، معمری، م.، بیدار لرد، م.، غفاری، س. ۱۳۹۹. بررسی اثر عوامل توپوگرافی بر شاخص های تنوع گیاهی در مراتع گرادیان ارتفاعی قزل اوزن شهرستان کوثر- اردبیل، مجله مرتع، ۱۴(۴): ۵۵۱-۵۶۶.
- قلیچ نیا، ح. ۱۳۸۷. بررسی میزان همبستگی بین جوامع گیاهی و توپوگرافی در نردین استان سمنان، مجله پژوهش و سازندگی، ۴۳: ۴۱-۳۳.
- محمد زاده، ا.، بصیری، ر.، توراھی، ا.، داداشیان، ر.، الهیان، م. ۱۳۹۲. ارزیابی تنوع زیستی گونه های گیاهی منطقه ارسباران با استفاده از معیارهای ناپارامتریک با توجه به فاکتور توپوگرافی شیب: مطالعه موردی زمین های آبخوان رودخانه های ایلگینا و کلیبر، مجله زیست شناسی، ۲۷(۴): ۷۴۱-۷۲۸.
- مصادقی، م. ۱۳۸۴. بوم شناسی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۸۷ص.
- مصادقی، م.، رشتیان، ا. ۱۳۸۴. بررسی غنای گیاهی و فلور مراتع قشلاقی یکه چنار در استان گلستان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱(۱): ۲۱-۳۶.
- مقدم، م. ر. ۱۳۸۵. اکولوژی گیاهان خشکی. انتشارات دانشگاه تهران. ۷۰۲ص.
- میرداودی، ح. ر.، عصری، ی.، گودرزی، غ.، فرمehنی، ع. ۱۳۹۸. الگوی تنوع گونه ای در ارتباط با تغییرات ارتفاعی و چرای دام در منطقه حفاظت شده هفتاد قله، اراک، نشریه علمی - پژوهشی مرتع و آبخیزداری، ۷۲(۴): ۱۰۷۵-۱۰۹۱.

منفی است. بنابراین شناسایی این ارتباطات در حفظ پوشش گیاهی عرصه های آبخیز، حفاظت از آب و خاک، اصلاح و احیای مرتع منطقه مورد مطالعه و مناطق با شرایط مشابه می تواند نقش مهمی ایفا کند. تأثیر خصوصیات محیطی در عملکرد و تنوع گونه ای توسط محققان دیگر به اثبات رسیده است؛ به طوری که آنا و همکاران (Anane et al., 2023) تنوع مکانی عملکرد مراتع و تنوع گیاهی در یک اکوسیستم مرتعی ساوانا در کشور غنا را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در مراتع مورد بررسی مقدار عددی شاخص تنوع گونه ای شانون- وینر از ۱/۱۳ تا ۲/۴۰ متغیر است که ناشی از تأثیر ناهمگونی مکانی خصوصیات توپوگرافی در عملکرد مراتع و تنوع گونه ای است.

به طور کلی می توان نتیجه گرفت که به علت وجود دام و فعالیت های انسانی در ارتفاعات پایین دست منطقه مورد مطالعه، تنوع و غنای گونه ای کاهش یافته است. در صورتی که در ارتفاعات میانی و بالاتر به دلیل کاهش جمعیت دام و فعالیت های انسانی که یکی از دلایل آن هم وجود شیب تند و شرایط سخت برای چرای دام عنوان شده است و همچنین به دلیل بهبود شرایط اقلیمی در این ارتفاعات به میزان تنوع و غنا افزوده شده است. با توجه به شرایط حاکم بر منطقه مورد مطالعه، آشفته گی ها و تخریب های شدیدی که در ارتفاعات پایین دست به سبب نزدیک بودن به جاده، روستاهای حاشیه منطقه و فشار چرای دام و ... رخ داده، باعث شده که تنوع زیستی ارتفاعات بالاتر بیشتر از ارتفاعات پایینی باشد. بنابراین توصیه می- گردد که به منظور برگشت مراتع ارتفاعات پایین دست به وضعیت سابق و بهبود وضعیت این مراتع، دامداران محلی از چرای شدید دام در ارتفاعات پایین دست جلوگیری کنند و در صورت امکان از مراتع ارتفاعات بالادست با حفظ تنوع گونه ای برای دام استفاده کنند تا فرصت مناسبی برای احیای این مراتع آسیب دیده فراهم گردد و از تخریب بیش از پیش آن ها جلوگیری شود. همچنین با توجه به اهمیت حفظ تنوع و غنای گونه ای در ساختار اکوسیستم مرتعی و به منظور ارتقای سطح کیفیت و کمیت این مراتع لازم است که تعداد دام متناسب با ظرفیت مرتع تعیین شود و در کنار آن عملیات اصلاحی و احیایی در مراتع با وضعیت متوسط و فقیر انجام گیرد. با بررسی غنا و تنوع گونه ای و شناسایی عوامل محیطی مؤثر در تغییر و دگرگونی تنوع گونه ای می- توان به نحو احسن به مدیریت و توسعه پایدار عرصه های

- Huston, M.A. 1994. Biological diversity: the coexistence of species in changing landscapes. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 708 p.
- Jiang, Y., Kang, M., Zhu, Y., Xu, G. 2007. Plant biodiversity patterns on Helan Mountain, China, *Acta Oecologica*, 32:125-133.
- Kiernan, D. 2020. Quantitative measures of diversity, site similarity, and habitat suitability. *Natural Resources Biometrics*. [https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Applied_Statistics/Book%3A_Natural_Resources_Biometric\(Kiernan\)/10%3A_Quantitative_Measures_of_Diversity_Site_Similarity_and_Habitat_Suitability/10.01%3A_Introduction%2C_Simpson%E2%80%99s_Index_and_Shannon-Weiner_Index](https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Applied_Statistics/Book%3A_Natural_Resources_Biometric(Kiernan)/10%3A_Quantitative_Measures_of_Diversity_Site_Similarity_and_Habitat_Suitability/10.01%3A_Introduction%2C_Simpson%E2%80%99s_Index_and_Shannon-Weiner_Index) [Accessed: 23 July 2022].
- Liu, B. 2017. Vertical patterns in plant diversity and their relations with environmental factors on the southern slope of the Tianshan Mountains (middle section) in Xinjiang (China). *Journal of Mountain Science* 14: 742-757. <https://doi.org/10.1007/s11629-016-4110-4>.
- Louhaichi, M., Toshpulot, R., Peter Moyo, H., Belgacem, A.O. 2022. Effect of slope aspect on vegetation characteristics in mountain rangelands of Tajikistan: considerations for future ecological management and restoration. *African Journal of Range & Forage Science*, 39(4): 320-328.
- Magurran, A.E. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing. UK, 256 pp.
- Margalef, R. 1975. Diversity, stability and maturity in natural ecosystems. In: Van Dobben, W.H. & LoweMcConnell, and R.H. (eds.) *Unifying Concepts in Ecology*. Junk, The Hague, 152-160.
- Mc Cann, K.S. 2000. The diversity-stability debate, *Nature*, 405: 228-233.
- Minggagud, H., Yang, J. 2013. Wetland plant species diversity in sandy land of a semi-arid inland region of China. *Plant Biosystems*, 147(1): 25-32.
- Smith, F. 1996. Biological diversity, ecosystem stability and economic development. *Journal Ecological Economics*, 16: 191-203.
- میرزایی موسیوند، ا. ۱۳۹۹. تأثیر آتش‌سوزی بر پوشش گیاهی و برخی از ویژگی‌های خاک در مراتع استان لرستان (مطالعه موردی: شمال شرق شهرستان دلفان- دامنه‌های کوه گرین)، نشریه علمی - پژوهشی مرتع و آبخیزداری، ۷۳(۳): ۶۶۱-۶۴۹.
- میرزایی، ح. ۱۳۸۵. رابطه پوشش گیاهی با خاک و توپوگرافی در جنگل‌های شمال ایلام. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی. ۷۱ص.
- نقی زاده اصل، خ.، جعفری، م.، آذرنیوند، ح.، زارع چاهوکی، م. ع.، عباسی، ح. م. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر عوامل محیطی بر تنوع گونه‌ای در مراتع اشتهارد، نشریه علمی - پژوهشی مرتع و آبخیزداری، ۷۰(۱): ۲۵۷-۲۶۲.
- Al Mutairi, Kh., El-Bana, M., Mansor, M., Al-Rowaily, S., Mansor, A. 2012. Floristic diversity, composition and environmental correlates on the arid, Coralline Islands of the Farasan Archipelago, Red Sea, Saudi Arabia. *Arid Land Research and Management*, 2 (26):137-150.
- Anane, N.D., Ayizanga, R., Sarkwa, F.O., Ansah, T., Timpong-Jones, E.C. 2023. Spatial variability of herbage yield, grazing capacity and plant diversity in a tropical savannah rangeland ecosystem. *African Journal of Range & Forage Science*, 40(1): 71-84.
- Badano, E.I., Cavieres, L., Molinga Montenegro, A., Quiroz, CL. 2005. Slope aspect influences plant association patterns in the Mediterranean natural of central Chile. *Journal of Arid Environments*, 62: 93- 108.
- Dahdouh-Guebas, F., Kairo, J.G., Jayatissa, L.P., Cannicci, S., Koedam, N. 2002. An ordination study to view vegetation structure dynamics in disturbed and undisturbed mangrove forests in Kenya and Sri Lanka. *Plant Ecology*, 161, 123-135.
- Enright, N.J., Miller, B.P., Akhter, R. 2005. Desert vegetation and vegetation-environment relationships in Kirthar National Park, Sindh. Pakistan. *Arid Environments*, 61: 397-418.
- Grime J.P. 2002. Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties. 2nd edition. Wiley, Chichester, 417 pp.

Investigating the relationship between species diversity and topographic factors in rangelands of Delfan County- Lorestan province

Amir Mirzaei Mossivand*¹

¹Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Lorestan

Received: 2022/12/05; Accepted: 2023/04/05

Abstract

One of the goals of natural resource management is to preserve biodiversity in natural ecosystems. In this research, the effect of topographical factors on species diversity in the elevation gradient of Grain mountains rangeland in Delfan County in 2022 was investigated. In this elevation gradient, five habitats were selected. Vegetation typing was done by the physiognomic method and in the Key area of each plant type, vegetation sampling was done by a random-systematic method. The sampling plot area was determined by the minimum area method (one to four square meters) and the number of plots was determined by statistical method for each habitat, 30 plots. Three transects with a length of 100 m were deployed in each habitat and 10 plots were sampled along each transect (30 plots per habitat). Species were collected from the surface of the plots, identified and their vegetative form was determined. The Biodiversity of plant species was calculated using dominance, Shannon-Wiener and Simpson diversity indices, Margalf and Mannhing richness index and homogeneity index Hill using PAST software. A One-way analysis of variance was used to compare the differences between sites and the Duncan test was used to compare the means. In order to determine the most important factors affecting species diversity changes, principal component analysis was used. The results showed that changes in height, slope and direction had a significant effect on the indices of diversity, richness, homogeneity and dominance at the level of all plants. At the total level of plants, the highest values of richness and diversity indices were observed at an altitude of more than 2600 meters and dominance at an altitude of 1850 meters. In low slope (0-15%) the dominance index had the highest value and the indices of diversity, richness and uniformity in slopes higher than 30% had higher values. Most indices in northern, northwestern and western geographical directions had higher values than in other directions and the difference was significant ($P < 0.01$). The results of the principal component analysis showed that high altitude and slope and north, west and northwest directions have the most impact on species diversity in the study area. In general, it can be concluded that due to the number of livestock exceeding the grazing capacity and human activities in the lower elevations of the studied area, species diversity and richness have decreased.

Keywords: Vegetation, Principal Component Analysis, Biodiversity, Delfan County, Environmental Changes

* Corresponding author: mirzaei.a@lu.ac.ir