دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره دوم، شماره چهارم، بهار و تابستان ۹۳
http://pec.gonbad.ac.ir

بررسی اثر عوامل خاکی و پستی و بلندی بر تغییرات تنوع گونه‌ای (مطالعه موردی: مرتع ییلاقی سبزکشه در حوزه آبخیز محمدآباد کتول، استان گلستان)

سیده زهره میردیلمی[۱]*، غلامعلی حشمتی[۲]

[۱]دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۲]استاد گروه مرتعداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۰۳

چکیده

لازمه شناخت و درک مناسب از روابط بین عناصر بوم‌شناختی و اصول مدیریت صحیح مرتع، مطالعه تنوع گونه‌های گیاهی است. وجود تنوع گونه‌ای گیاهی بالاتر در یک اکوسیستم مرتعی نشان‌دهنده وجود شرایط محیطی مساعد جهت استقرار گونه‌های متعدد و در نتیجه پایداری جوامع گیاهی آن اکوسیستم هستند. هدف پژوهش حاضر، بررسی مهمترین عوامل مؤثر بر تغییرات تنوع گونه‌ای در مرتع ییلاقی سبزکشه واقع در استان گلستان است. در قدم اول، اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی و خاک به‌ترتیب با روش‌های تصادفی- سیستماتیک و زیگزاگی در نقاط معرف و تیپیک منطقه ثبت گردید. بعد از جمع‌آوری اطلاعات، برای تعیین تنوع گونه‌ای، یکنواختی و غنا به‌ترتیب از شاخص‌های شانون واینر، پایلو و شمارش تعداد گونه در واحد سطح در محیط نرم افزار PAST بهره‌گیری شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار PC-ORD 5، گروه‌های عمده بوم‌شناختی و مؤثرترین عوامل خاکی و پستی و بلندی بر تغییرات تنوع گونه‌ای گروه‌های اکولوژیک به‌ترتیب با به کارگیری آنالیزهای خوشه‌بندی و رج بندی (تجزیه مؤلفه‌های اصلی) تعیین شد. نتایج نشان داد که شاخص‌های تنوع گونه‌ای، غنا و یکنواختی اطلاعات ارزشمندی را در ارتباط با پاسخ پوشش گیاهی به تغییرات محیطی ارائه می‌دهد. به‌طوری که پارامترهای ارتفاع از سطح دریا، اسیدیته، نیتروژن، فسفر و رس خاک بیشترین نقش را در تغییرات تنوع گونه‌ای گروه‌های اکولوژیک منطقه دارند. همچنین الگوی توزیع گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه با توجه به مدل رتبه-فراوانی نشان داد که گونه‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه با مدل توزیع لوگ نرمال مطابقت دارد و نسبتاً در شرایط به دور از استرس قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: **تنوع گونه‌ای، پستی و بلندی، خاک، سبزکشه.**

*نویسنده مسئول: zohremirdeilami@gmail.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

مقدمه

مرتع، اکوسیستمی طبیعی دارای منابع عظیمی از ذخایر ژنتیکی و تنوعی از گونه‌های گیاهی است. اندازه‌گیری تنوع زیستی و پارامترهای مربوط به آن نظیر ترکیب گونه‌ای، چیرگی، یکنواختی و تعداد گونه به‌عنوان ابزاری در ارزیابی وضعیت اکولوژیکی اکوسیستم‌ها اهمیت زیادی دارد (Goodman, 1975). یکی از شاخص‌های مهم تنوع زیستی، شاخص تنوع گونه‌ای است که شامل دو جنبه غنای گونه‌ای (تعداد گونه) و یکنواختی (توزیع افراد در میان گونه‌ها) است. از آنجا که ویژگی‌های پاسخ پوشش گیاهی کاملاً وابسته به تغییرات محیطی است (Layon and Sagers, 2002)، به همین دلیل در طبیعت، الگوهای پراکنش گونه‌ها و جوامع گیاهی، اغلب به کنترل متغیرهای مختلف زنده و غیر زنده در می‌آیند. از این رو، اکولوژیست‌ها با بهره‌گیری از آنالیزهای چند متغیره، تأثیر عوامل پیچیده محیطی بر گیاه را به‌صورت ساده‌تر بیان می‌کنند و از میان آنها، یک یا چند عامل محیطی مهم‌تر معرفی می‌شود (Heshmati, 2003 ؛Kohandel *et al*., 2010; Taghipour *et al*., 2008; Zhao *et al*., 2007; Mirdeilami *et al*., 2012). در این راستا، با استفاده توأم از طبقه‌بندی و آنالیز گرادیان پارامترهای مختلف پوشش گیاهی تصویر واضحی از روابط بین گروه‌های اکولوژیکی و محلشان در سیمای سرزمین فراهم می‌کند (Enright *et al*., 2005; Mirdeilami, 2011).

پژوهش‌های گوناگون پژوهشگران در نقاط مختلف جهان، گویای آن است که گروه‌های اکولوژیک منطقه از نظر پوشش گیاهی، شاخص‌های تنوع زیستی از جمله تنوع و غنای آنها با ناهمگونی در پارامترهای محیطی و شرایط زیستی، تفاوت دارند (Badano *et al*., 2005). نتایج پژوهش‌های فهیمی‌پور و همکاران (Fahimi pour *et al*., 2010)، زارع‌چاهوکی و همکاران (Zare chahouki *et al*., 2009) و فتاحی و ایلدرمی (Fattahi and Ildoromi, 2011) با استفاده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی نشان داد که از بین عوامل پستی و بلندی پارامترهای شیب و جهت جغرافیایی و از میان پارامترهای خاکی عوامل بافت، عمق، فسفر، آهک و پتاسیم خاک در تغییرات تنوع رویشگاه‌های موجود بیشترین تأثیر را دارند.

مؤثرترین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر تغییرات تنوع گونه‌ای مراتع مناطق مختلف، پارامترهای بافت، مقدار گچ، ماده آلی، آهک، رطوبت قابل دسترس، پتاسیم و هدایت الکتریکی عنوان شد (Yari *et al*., 2012; Khalasi Ahwazi *et al*., 2011; Nodehi, 2010). افزون بر این، با ترسیم منحنی رتبه فراوانی گونه‌ها، تیپ‌های گیاهی را از نظر آشفتگی ارزیابی کردند. در این راستا، جهانتاب و همکاران (Jahantab *et al*., 2010) و محمودی و همکاران (Mahmoudi *et al*., 2012) با استفاده از منحنی فوق پی بردند که چرای دام با کاهش تنوع گونه‌های دارویی تحت استرس، ارتباط مستقیم دارد. نتایج تحقیقات زو و همکاران (Xu *et al*., 2013) عوامل ارتفاع، میزان کلسیم و منیزیم قابل دسترس درختان را به‌عنوان مؤثرترین عوامل بر غنای گونه‌ای معرفی کردند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

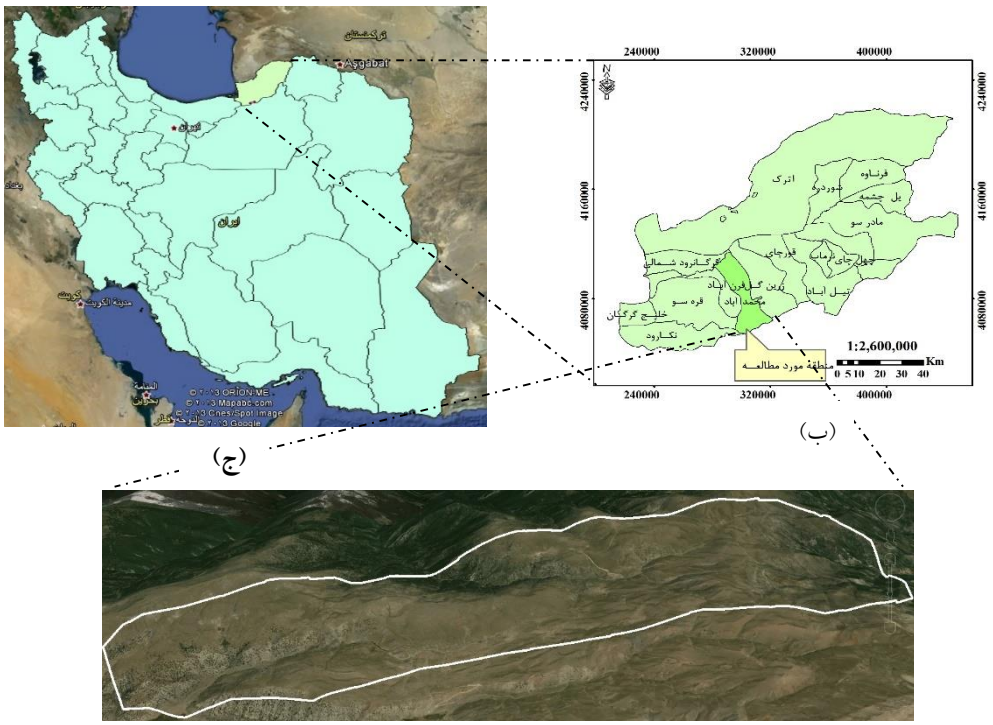
شاخص‌های غنا، یکنواختی و تنوع با خصوصیات خاک از جمله نفوذپذیری، اسیدیته، شوری و بافت خاک مرتع همبستگی دارند (Medinski *et al*., 2010; Mills *et al*., 2009; Ma, 2005). همان‌طور که نتایج تحقیقات زو و همکاران (Xu *et al*., 2010) نشان داد شاخص تنوع شانون واینر الگوی واضحی را در برابر تغییرات ارتفاع داشته، در حالی که شاخص پایلو الگوی نسبتاً نامشخصی را ارائه کرده است. نتایج مطالعات کریم‌زاده و همکاران (Karimzadeh *et al*., 2012) حاکی از این بود که شاخص‌های شانون و سیمپسون با عوامل ارتفاع، متوسط بارندگی سالانه و فصلی، متوسط رطوبت سالانه و فصلی، شاخص یکنواختی پایلو با درصد نیتروژن و رس خاک و شاخص‌های غنا (منهنیک و مارگالف) با فاکتورهای شیب، درصد شن، آهک و پتاسیم خاک همبستگی بیشتری داشتند.

در مطالعه پوشش گیاهی، اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای به عنوان معیاری برای نشان دادن تأثیر عوامل اکولوژیکی بر اکوسیستم منطقه شناخته شده است (Magurran, 1988) و می‌توان با بررسی و مقایسه تنوع و غنای گونه‌ای، به‌عنوان ابزاری مناسب برای تصمیم گیری‌ها در مدیریت مراتع استفاده کرد. در پژوهش حاضر، سعی بر آن است که تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌های گیاهی و مهمترین عوامل مؤثر بر آنها در مرتع ییلاقی سبزکشه از حوزه آبخیر محمدآباد کتول، بررسی و ارزیابی شود.

مواد و روش ها

معرفی منطقه: مرتع ییلاقی مورد مطالعه با نام مرتع سبزکشه در فاصله ۱۰۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان علی آباد کتول دارای مساحتی درحدود ۲۶۱۸/۹۴ هکتار و میانگین بارندگی ۵۰۰ میلی‌متر در سال است. این منطقه بین طول جغرافیایی ´۵۰ °۵۵ تا ´۴۰ °۵۵ شمالی و عرض جغرافیایی ´۴۰ °۳۷ تا ´۳۵ °۳۷ شرقی قرار گرفته است. از نظر خاک‌شناسی دارای خاک‌های نیمه عمیق تا عمیق یکنواخت، عموماً دارای تکامل پروفیلی با بافت سنگین، شنی-رسی، اسیدی، متخلخل و مرطوب است. از نظر پوشش گیاهی، منطقه مورد مطالعه غالباً دارای تیپ گیاهی *As*. sp، *On. co* و *Br. To* (جاروعلفی، اسپرس و گون) است (Rasouli Valajouzi, 1994).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]



شکل ۳-۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه (الف) در استان (ب)، ایران (ج)

روش‌های انجام پژوهش: برای برداشت داده‌های بوم‌شناختی در مرحله اول از پوشش‌گیاهی به روش تصادفی سیستماتیک در نقاط معرف منطقه نمونه‌برداری شد. سپس برای تعیین حجم نمونه از روش آماری طبق رابطه شماره ۱ (Barani *et al*., 2009) و جهت تعیین اندازه پلات از روش سطح حداقل استفاده شد.

$$N=\left(\frac{CV}{E}\right)^2$$

رابطه ۱

که در آن: N= تعداد پلات، CV = ضریب تغییرات و E= درصد اشتباه مجاز می باشد. در مرحله بعد، از پوشش گیاهی با استفاده از ۵۵ پلات در طول ۱۲ ترانسکت ۱۵۰ متری با فواصل ۵۰ الی ۱۵۰ متری از هم با اندازه های ۱ تا ۱/۸ متر مربع به ترتیب در تیپ‌های گیاهی علفزار و بوته زار نمونه‌برداری شد. با

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

اســتفاده از موقعیت نگار[1]، موقعیت ارتفاعی هر پلات تعیین و جهت جغرافیایی آنها ارزیابی شــد. در هر پلات اطلاعات مربوط به پوشــش گیاهی نظیر فهرســت گیاهان، درصد تاج پوشش و تعداد پایه در واحد ســطح در فرم‌های مخصــوص ثبت گردیدند. نمونه‌های خاک (تعداد ۳۰ نمونه مرکب) نیز از عمق ریشه دوانی گیاهان (به‌طور متوســط در عمق ۰ تا ۴۰ ســانتی‌متر) در طول هر ترانســکت به‌صــورت زیگزاگی برداشت شدند. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و فاکتورهای درصد ماده آلی به روش والکلی و بلاک، درصــد ازت به روش کجلدال، مقدار فســفر قابل جذب به روش الســون، مقدار پتاســیم قابل جذب با استفاده از دستگاه شعله‌سنج و درصد مواد خنثی شونده (آهک خاک) به روش کلسیمتری و تیتراسیون تعیین گردید. برای به دســت آوردن درصــد ذرات رس، ســیلت و شــن (ذارت بافت خاک) از روش هیدرومتری بایکاس، اســیدیته خاک در حالت گل اشــباع از دستگاه پی‌اچ‌متر و هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع از دستگاه ای‌سی متر استفاده شد (Jafari Haghighi, 2003).

تجزیه تحلیل داده‌ها: ابتدا داده‌های نمونه‌برداری شــده را وارد نرم‌افزار Excel 2007 کرده، برای بررسی عوامل مؤثر در تغییرات تنوع گونه‌ای در منطقه مورد مطالعه، میزان اهمیت نســبی گونه‌ها تعیین شــد (Djaha *et al*., 2008). ســپس ماتریس مربوط به گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی به صــورت جداگانه تشــکیل داده شد. گفتنی است، داده‌های مربوط به جهت بر حسب درجه بودند که برای تبدیل جهت از رابطه ۲ استفاده گردید (McCune *et al*., 2002).

رابطه ۲ $$\frac{(1-COS(\theta-45))}{2}$$

کــه در آن θ مقدار جهت در مبنای ۳۶۰ درجه اســت. پس از ورود داده‌های پوشــش گیاهی در نرم‌افزار PC-ORD 5 (McCune and Mefford, 1999) و به کارگیری روش آنالیز خوشــه‌ای، گروه‌های بوم‌شــناختی منطقه شــناســایی شدند. برای خوشه‌بندی، از دو قاعده تشابه و گروه‌بندی استفاده گردید. به‌طوریکه برای محاسبه فاصله بین خوشه‌ها در تحلیل خوشه‌ای (قاعده تشابه) از روش Ward (1963) و جهت تفکیک خوشه‌ها از یکدیگر (قاعده گروه‌بندی) از روش همبستگی استفاده شد.

ســپس مقادیر تنوع گونه‌ای با اســتفاده از شــاخص Shannon and Wiener (1963) (رابطه ۳)، یکنواختی پــایلو (رابطه ۴) و غنای گونه‌ای از طریق شــمارش تعداد گونه گیاهی برای کل منطقه مورد مطالعه و هر یک از گروه های بوم‌شناختی در نرم افزار آماری PAST محاسبه شد.

رابطه ۳ $$H' = -\sum_{i=1}^{s}(p_i \ln p_i)$$

رابطه ۴ $$J' = \sum \frac{H'}{H'_{Max}} \qquad H'_{Max} = \ln s$$

1 . Global Position System (GPS)

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

که در آنها: P_i؛ نسبت افراد یا وفور گونه برحسب نسبتی از کل پوشش، s؛ تعداد کل گونه‌ها، H'؛ شاخص شانون- واینر، J'؛ شاخص یکنواختی پایلو و H'_{Max}؛ حداکثر مقدار شاخص تنوع شانون- واینر است. همچنین برای نشان دادن الگوی توزیع گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه از مدل رتبه-فراوانی استفاده شد.

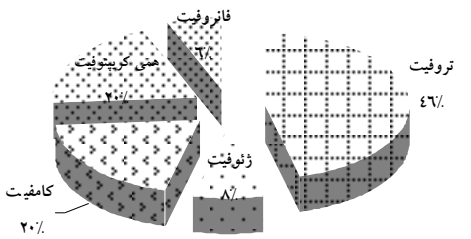
برای پی بردن به علت تغییرات تنوع گونه‌ای از آنالیزهای رج‌بندی از نرم‌افزار PC-ORD 5 استفاده شد. به‌منظور تعیین مؤثرترین عوامل محیطی (از جمله عوامل خاکی و پستی و بلندی) آنالیز رج‌بندی گروه‌های بوم‌شناختی حاصل از آنالیز خوشه‌بندی در ارتباط با ویژگی‌های محیطی به روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی[4] به‌عنوان مؤثرترین و مهمترین روش برای خلاصه‌کردن داده‌های محیطی از طریق جستجوی ابعادی از داده‌ها که واریانس کل را توضیح دهد، انجام شد.

نتایج

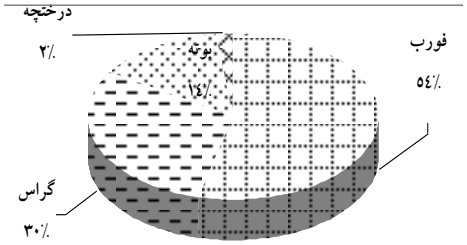
براساس نتایج حاصل از پلات‌های نمونه‌برداری شده، در مجموع ۵۰ گونه گیاهی متعلق به ۱۷ تیره در منطقه مورد مطالعه شناسایی شده است، که تیره‌های گندمیان[1] با ۱۴ گونه و آفتابگردان[2] با ۶ گونه‌گیاهی به ترتیب دارای بیشترین گونه‌های مرتعی در منطقه مورد مطالعه بودند. تعداد ۷ تیره (خشخاش[3]، زرشک[4]، کلم[5]، پیچک[6]، فرفیون[7]، گل سرخ[8]، گل میمونی[9]، هر کدام با یک گونه کوچکترین تیره‌های موجود در منطقه را تشکیل می‌دهند. گونه‌های شناسایی شده در منطقه متعلق به شکل‌های زیستی تروفیت، ژئوفیت، کامفیت، همی کریپتوفیت و فانروفیت بوده که شکل زیستی تروفیت با ۲۳ گونه (۴۶ درصد) بیشترین بوده و شکل زیستی فانروفیت با ۳ گونه (۶ درصد) کمترین گونه را در میان سایر شکل‌های زیستی داشته است(شکل ۱). از مجموع فرم‌های رویشی، فورب‌ها با ۲۷ گونه و ۵۴ درصد بیشترین درصد ترکیب گونه‌های منطقه مورد مطالعه را در برگرفته است و درختچه‌ای‌ها با ۱ گونه و ۲ درصد کمترین آنرا در ترکیب تشکیل می‌دهند. گونه‌های گیاهی در منطقه مورد مطالعه، ترکیبی از گونه‌های با دوره زیستی چندساله و یک‌ساله می‌باشند (شکل ۲).

1. Poaceae
2. Asteraceae
3. Papaveraceae
4. Berberidaceae
5. Brassicaceae
6. Convolvulaceae
7. Euphorbiaceae
8. Rosaceae
9. Scrophulariaceae

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]



شکل ۱: شکل زیستی گیاهان منطقه مورد مطالعه

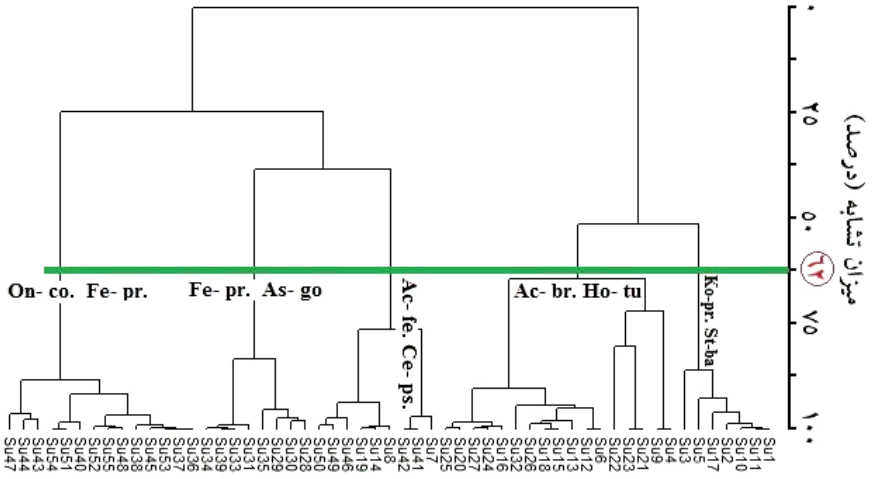


شکل۲: درصد گونه‌های گیاهی منطقه بر حسب فرم رویشی

با توجه به خروجی آنالیز خوشه‌بندی در سطح عدم تشابه ۶۲ درصد، ۵ گروه اکولوژیک قابل تشخیص و مجزا از یکدیگر به وجود آمد که گروه اکولوژیک ۱ با ۱۶ پلات بزرگ‌ترین و گروه اکولوژیک ۴ با ۶ پلات کوچکترین گروه اکولوژیک در منطقه مورد مطالعه می‌باشند (شکل ۳). در گروه اکولوژیکی ۱ (Ko- pr. Sti- ba؛ جارو، استپی ریش‌دار) گونه‌های گیاهی *Kochia prostrata* L. (جارو) و گونه *Stipa barbata* Desf. (استپی ریش‌دار) با توجه به اینکه بالاترین میزان اهمیت نسبی را داشتند، به عنوان گونه‌های غالب شناخته شدند. گونه‌های گیاهی *Alyssum allyssoides* L. (قدومه کوهی) و *Acantholimon bracteatum* Boiss. (کلاه میرحسن برگه دار) در این گروه به صورت همراه حضور داشته‌اند. در گروه اکولوژیکی ۲ (Ac- br. Ho- tu؛ کلاه میرحسن برگه دار، جو ترکستانی) که مانند گروه اکولوژیکی یک در ارتفاعات پایین‌تر و شیب نسبتاً بالاتر وجود داشته‌اند، غلبه با گونه‌های کلاه میرحسن برگه‌دار و *Hordeum turkestanicum* Nevski. (جو ترکستانی) بوده است. همچنین گونه‌های *Bromus tomentellus* Boiss. (جارو علفی) و استپی ریش‌دار در رده‌های بعدی بیشترین حضور و غلبه را در گروه مورد نظر داشته‌اند. گروه اکولوژیکی ۳ (Ac- fe. Ce- ps.؛ کلاه میرحسن علف بره، آلبالوی پاکوتاه) دارای گونه‌های غالب *Acantholimon festucaceum Boiss.* (کلاه میرحسن علف بره) و *Cerasus pseudoprostrata* Pojark. (آلبالوی پاکوتاه) هستند. گونه‌های گیاهی *Cousinia* sp. (هزار خار) و کلاه‌میرحسن علف بره از دیگر گونه‌های مهم این گروه است. گروه اکولوژیکی ۴ (Fe- pr. As- go.؛ علف بره مرتعی، گون پنبه‌ای) در شیب‌های نسبتاً هموار (مسطح) پدیدار شد و گونه‌های *Festoca pratensis* Hudson. (علف بره مرتعی) و *Astragalus gossypinus* Fisch. (گون پنبه‌ای) گونه‌های غالب این گروه را تشکیل داده‌اند و حضور گونه‌های دیگر از جمله *Festoca ovina* L. (علف بره)، اسپرس کوهی (*Onobrychis cornuta* L.) و چوبک برگه دار به‌صورت همراه بود. گروه اکولوژیکی ۵ (On- co. Fe- pr.؛ اسپرس کوهی، علف‌بره مرتعی) دارای گونه‌های گون پنبه‌ای به همراه گونه علف‌بره مرتعی

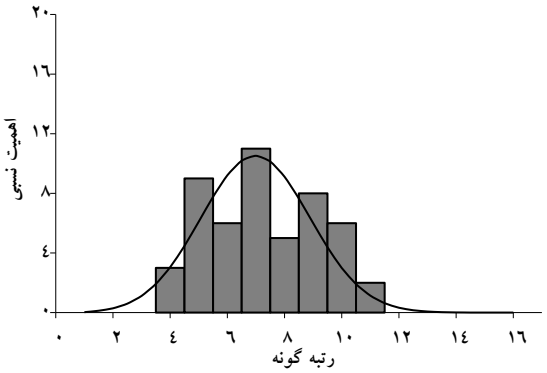
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

می‌باشـــند. در این گروه، گونه‌های *Dactylis glomerata* L. (علف باغ) و کلاه میرحســـن علف‌بره از گونه‌های با حضور نسبتاً فراوان بوده‌اند.



شکل ۳: دندروگرام حاصل از طبقه‌بندی پوشش گیاهی

برای نشان دادن الگوی توزیع گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه، مدل رتبه-فراوانی استفاده شد که نتایج آن در شکل ۴ آورده شده است. میزان سطح معنی‌داری ۰/۲۴ (۰/۰۵<P-value) و میزان همبستگی برآورد شده از طریق مربع کای اسکویر و با مقایسه مقادیر فراوانی مشاهداتی و مورد انتظار ۱۰/۲۳ برآورد شده است. همانطورکه ملاحظه می‌شود، منطقه مورد مطالعه با مدل توزیع لوگ نرمال مطابقت دارد و بیشتر گونه‌های گیاهی دارای مقادیر اهمیت نسبی بالایی هستند.



شکل ۴: مدل رتبه-فراوانی برای منطقه مورد مطالعه

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

غنای گونه‌ای در منطقه مورد مطالعه از طریق شمارش تعداد گونه‌های مشاهداتی در پلات‌های نمونه‌برداری شده ۲۷۹ گونه، شاخص تنوع شانون واینر ۲/۰۲ و شاخص یکنواختی ۰/۸۵ برآورد شد. در بین گروه‌های بوم‌شناختی بیشترین و کمترین میزان غنای گونه‌ای به ترتیب در گروه‌های اکولوژیکی کلاه میرحسن برگه‌دار-جو ترکستانی با ۸۹ گونه گیاهی و علف‌بره مرتعی- گون پنبه‌ای با تعداد ۲۸ گونه گیاهی، میزان تنوع گونه‌ای شاخص شانون و شاخص یکنواختی در گروه‌های بوم‌شناختی کلاه میرحسن علف بره- آلبالوی پاکوتاه و علف بره مرتعی- گون پنبه‌ای است (جدول ۱).

جدول ۱: بررسی میانگین تنوع، یکنواختی و تعداد گونه‌ای در گروه‌های مختلف بوم‌شناختی

گروه اکولوژیک / شاخص	علامت اختصاری	تعداد گونه		تنوع شانون	یکنواختی
		میانگین	جمع		
Ko- pr. St- ba	G_1	۵/۲۸	۳۷	۲/۱۷	۰/۸۸
Ac- br. Ho- tu.	G_2	۵/۲۳	۸۹	۲/۰۰	۰/۸۰
Ac- fe. Ce- ps.	G_3	۵/۴۴	۴۹	۲/۲۵	۰/۹۲
Fe- pr. As- go.	G_4	۳/۵	۲۸	۱/۳۶	۰/۷۶
On- co. Fe- pr.	G_5	۵/۴۳	۷۶	۲/۱۸	۰/۸۸
کل منطقه	Total	۵/۰۷	۲۷۹	۲/۰۲	۰/۸۵

نتایج آنالیز مؤلفه‌های اصلی (جدول ۲) نشان می‌دهد که ۸۵/۵۸۷ درصد تغییرات گروه‌های بوم‌شناختی با ویژگی‌های معرف محورهای اول و دوم توجیه می‌شود که سهم هر یک از مؤلفه‌ها به ترتیب ۶۰/۶۸۲ و ۲۴/۹۰۱ است. محور سوم به علت کم بودن میزان واریانس درنظر گرفته نشده است. بر اساس جدول ۳ که همبستگی متغیرهای محیطی با مؤلفه‌های اصلی را نشان می‌دهد، مؤلفه اصلی اول، ویژگی‌هایی نظیر ارتفاع از سطح دریا، اسیدیته، آهک، نیتروژن و رس خاک را دربرمی‌گیرد. مؤلفه اصلی دوم شامل ویژگی فسفر خاک می‌باشد.

جدول ۲: مقادیر ویژه و درصد واریانس تعدیل‌شده توسط متغیرهای محیطی با استفاده از آنالیز مؤلفه‌های اصلی

مؤلفه‌ها	مقادیر ویژه	درصد واریانس	درصد تجمعی واریانس	شاخص BSE
۱	۷/۸۸۹	۶۰/۶۸۶	۶۰/۶۸۶	۳/۱۸۰
۲	۳/۲۳۷	۲۴/۹۰۱	۸۵/۵۸۷	۲/۱۸۰
۳	۱/۸۳۶	۱۴/۱۲۱	۹۹/۷۰۸	۱/۶۸۰
۴	۰/۰۳۸	۰/۲۹۲	۱۰۰	۱/۳۴۷
۵	۰	۰	۱۰۰	۱/۰۹۷
۶	۰	۰	۱۰۰	۰/۸۹۷
۷	۰	۰	۱۰۰	۰/۷۳۰
۸	۰	۰	۱۰۰	۰/۵۸۷
۹	۰	۰	۱۰۰	۰/۴۶۲
۱۰	۰	۰	۱۰۰	۰/۳۵۱

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

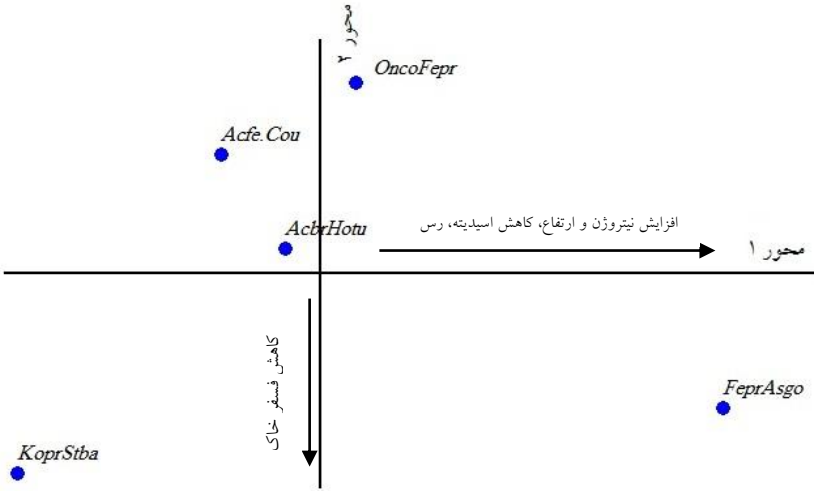
جدول ۳: همبستگی بین گروه‌های بوم‌شناختی منطقه و ویژگی‌های محیطی با استفاده از آنالیز مؤلفه‌های اصلی

مؤلفه / خصوصیات محیطی	مؤلفه اصلی اول	مؤلفه اصلی دوم	مؤلفه اصلی سوم	مؤلفه اصلی چهارم	مؤلفه اصلی پنجم	مؤلفه اصلی ششم
ارتفاع از سطح دریا	۰/۹۳۶۳	۰/۳۴۴۱	-۰/۰۳۰۸	۰/۰۶۳۴	۰	۰
میزان شیب	-۰/۸۰۴۴	۰/۵۲۸۲	-۰/۲۵۶۶	۰/۰۸۹۷	۰	۰
جهت جغرافیایی	-۰/۶۶۶۶	۰/۷۳۵۶	-۰/۱۱۴۰	۰/۰۳۹۷	۰	۰
هدایت‌الکتریکی	۰/۷۰۷۰	۰/۷۰۰۱	۰/۰۹۳۷	-۰/۰۳۶۲	۰	۰
اسیدیته	-۰/۹۷۰۶	۰/۲۱۲۹	۰/۱۰۸۵	-۰/۰۲۷۳	۰	۰
آهک	-۰/۸۴۷۹	۰/۵۱۰۵	۰/۱۳۳۳	۰/۰۵۲۶	۰	۰
کربن آلی	۰/۷۹۷۹	۰/۴۵۰۰	۰/۳۹۹۴	-۰/۰۳۸۲	۰	۰
نیتروژن	۰/۹۶۸۴	۰/۱۱۵۴	۰/۲۱۴۳	۰/۰۵۴۷	۰	۰
پتاسیم	-۰/۷۷۶۰	۰/۲۰۸۲	-۰/۵۹۳۳	-۰/۰۴۹۴	۰	۰
فسفر	۰/۲۸۹۶	۰/۸۹۶۸	-۰/۳۲۴۱	-۰/۰۸۲۹	۰	۰
رس	-۰/۸۹۹۲	-۰/۲۸۷۴	۰/۳۲۳۳	-۰/۰۶۶۲	۰	۰
سیلت	-۰/۲۹۴۸	۰/۵۸۷۶	۰/۷۵۳۱	-۰/۰۲۵۱	۰	۰
شن	۰/۷۷۷۴	۰/۱۰۷۴	-۰/۶۱۹۲	-۰/۰۲۶۶	۰	۰

با توجه به شکل ۵ و با توجه به شاخص‌های اندازه‌گیری شده تنوع، یکنواختی و تعداد گونه در گروه‌های بوم‌شناختی، می‌توان اثر عوامل مختلف محیطی اندازه‌گیری شده در این تحقیق را بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده بیان کرد. گروه بوم‌شناختی اسپرس کوهی- علف‌بره مرتعی که در ربع اول نمودار قرار دارند، با ویژگی‌های نیتروژن، فسفر و ارتفاع از سطح دریا رابطه مستقیم و است با سایر ویژگی‌ها رابطه معکوس دارند. البته در این بین، بیشترین همبستگی را با میزان فسفر خاک دارند. گروه‌های بوم‌شناختی کلاه میرحسن علف‌بره- آلبالوی پاکوتاه و کلاه میرحسن برگه‌دار- جو ترکستانی در ربع دوم نمودار با میزان اسیدیته، فسفر و رس خاک ارتباط مستقیم چشمگیری دارد. البته گروه بوم‌شناختی کلاه میرحسن علف‌بره- آلبالوی پاکوتاه با داشتن بالاترین میزان تنوع گونه‌ای، بیشترین میزان همبستگی را با میزان فسفر دارد.

گروه بوم‌شناختی جارو- استپی ریش‌دار که در ربع سوم نمودار قرار دارد، با ویژگی‌های میزان اسیدیته و رس خاک ارتباط مستقیم ولی با میزان فسفر، نیتروژن خاک و ارتفاع از سطح دریا ارتباط معکوس برقرار کرده است. گروه فوق به نسبت، تحت تأثیر ویژگی‌های هر دو مؤلفه است. گروه بوم‌شناختی علف‌بره مرتعی- گون پنبه‌ای با کمترین میزان شاخص‌های اندازه‌گیری شده تنوع و غنای گونه‌ای که در ربع چهارم نمودار واقع شده است، با میزان نیتروژن خاک و ارتفاع از سطح دریا ارتباط مستقیم، ولی با سایر عوامل ارتباط معکوس دارد. گونه‌های گیاهی موجود در این گروه اغلب در نقاط مرتفع با خاک‌های دارای نیتروژن بالا حضور داشتند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]



شکل ۵: نمودار پراکنش گروه‌های بوم‌شناختی در ارتباط با ویژگی‌های محیطی با استفاده از آنالیز مؤلفه‌های اصلی

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، با استفاده از تکنیک‌های طبقه‌بندی و رج‌بندی، ارتباط بین تغییرات تنوع و توزیع گروه‌های بوم‌شناختی و عوامل پستی و بلندی و خاکی بررسی شد. منطقه مورد مطالعه دارای ۵۰ گونه گیاهی با ۲۷۰ فرد/پایه هستند. با توجه به مقادیر متوسط تنوع، غنای گونه‌ای و یکنواختی مشاهده شد که اکثر گونه‌های گیاهی فراوانی متوسطی دارند. شرایط فوق با ترسیم نمودار رتبه و توزیع میزان اهمیت نسبی گونه‌های گیاهی تأئید شد. به‌طوری‌که در منطقه مورد مطالعه، این نمودار از توزیع لوگ نرمال تبعیت می‌کند. هر چه از منحنی عصای شکسته به منحنی سری هندسی نزدیک‌تر شویم (به‌ترتیب از شرایط سخت به سمت شرایط نرمال محیطی، منحنی عصای شکسته، لوگ نرمال، سری نرمال و هندسی)، شرایط رو به افول در اکوسیستم مورد مطالعه و اثرگذاری پارامترهای اکولوژیکی و مدیریتی از قبیل چرای دام را نشان می‌دهد. نتایج فوق با نتایج تحقیقات محمودی و همکاران (Mahmoudi *et al.*, 2012) مطابق است. آنها با بررسی منحنی‌های رتبه فراوانی و مقایسه در داخل و خارج از قرق چرای دام را به‌عنوان عامل ایجاد کننده استرس در منطقه معرفی کردند. در منطقه مورد مطالعه تعداد دام با توجه به بازدید و پرسش‌های محلی حدود ۵۰۰ رأس مرکب از گوسفند و بز است. با این حال فشار چرا بر مرتع آنقدر زیاد نبوده است. به این دلیل که بهره‌برداران منطقه در روستاهای خود، معیشت خود را نه تنها از طریق دامداری بلکه کشاورزی و فروش محصولات لبنی دام و دارویی

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

مراتع تـامین می‌کننـد. افزون بر این، در طول ۱۲۰ روزه چرای خود از علوفه دســـتی و امکانات عبور و مرور و ارتباط با شهر نیز برخوردار هستند.

در مقایسه تنوع گروه‌های بوم‌شناختی در منطقه مورد مطالعه، مشاهده شد که گروه بوم‌شناختی علف‌بره مرتعی- گون پنبه‌ای به همراه گونه‌های علف‌بره، اسپرس کوهی و چوبک برگه‌دار کمترین میزان تنوع و یکنواختی را دارد و علت آن قرار گرفتن در مناطق مرتفع (به‌طور متوسط ۲۷۸۵/۶۵ متر از سطح دریا) و خاک‌های دارای نیتروژن بالا (به‌طور متوسط ۰/۴۲) و فسفر اندک (به‌طور متوسط ۵/۳) است. بدین ترتیب در منطقه مورد مطالعه، افزایش ارتفاع و میزان ازت خاک باعث کاهش تنوع گونه‌های گیاهی فوق شده است. افزایش شدت چرا و نزدیکی در محل آبشخوار و استراحتگاه دام، می‌تواند علت این مسأله باشد. به‌طوری که مطابق با نتایج تحقیقات فهیمی‌پور و همکاران (Fahimipour *et al.*, 2010). به نظر می‌رسد دام از طریق تسریع در تجزیه لاشبرگ، عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان را افزایش می‌دهد. اما اثر منفی حضور دام به علت چرای بیش از حد باعث به هم خوردن تعادل پوشش گیاهی در منطقه و حضور گونه‌های گیاهی خاردار، سمی و غیر خوشخوراک شده است (Zhao *et al.*, 2007؛ Kohandel *et al.*, 2010) که با افزایش مواد مغذی باعث افزایش این گونه‌ها و در نتیجه تخریب مرتع به سمت غلبه‌ی گونه‌های مهاجم می‌شود. همانطور که در منطقه فوق گونه‌های خاردار، سمی و غیرخوشخوراک مانند هزارخار، *Kochia prostrata* L. (جارو)، *Taraxacum fontanum* hand. (گل‌قاصد دربندی)، *Euphorbia helioscopia* L. (فرفیون) و *Eryngium caeruleum* M.B. (چوچاق) حضور نسبتاً فراوان در منطقه داشته‌اند. در منطقه مورد مطالعه، گروه اکولوژیکی اسپرس- علف بره نیز در ارتفاعات با میزان ازت بالا مشاهده شدند، اما به علت تأثیرگذاری پارامترهای دیگر از قبیل بالا بودن مقدار فسفر خاک میزان تنوع و یکنواختی بالاتری نسبت به گروه قبلی داشته است. به‌طوری‌که عامل جداسازی این دو گروه از سایر گروه‌ها از یکدیگر، ارتفاع از سطح دریا و میزان نیتروژن خاک معرفی می‌شود.

بالاترین میزان تنوع گونه‌ای، غنا و یکنواختی در گروه بوم‌شـناختی کلاه میرحسن علف‌بره- آلبالوی پاکوتاه بود که در مناطق با خاک‌های خنثی تا قلیایی (به‌طور متوسط ۷/۴۱)، رسی و دارای فسفر نسبتاً بالا مشـــاهده شـــد. عامل تمایز گروه‌های اکولوژیکی اســـپرس کوهی- علف‌بره مرتعی، کلاه میرحســـن علف‌بره- آلبالوی پاکوتاه و کلاه میرحسن برگه‌دار- جو ترکستانی و گونه‌هایی از قبیل جارو علفی و هزار خار از ســایر گروه‌ها میزان فســفر خاک مشــخص شــد. در منطقه مورد مطالعه، حاصــل‌خیزی خاک به عنوان مهمترین ویژگی شـــیمیایی خاک، عامل مهمی برای تغییرات تنوع گونه‌ای معرفی می‌شـــود که زارع‌چاهوکی و همکاران (Zare Chahoki *et al.*, 2009) نیز غنی بودن خاک از عناصر غذایی را به‌عنوان عـاملی مؤثر در افزایش تنوع گونـه‌ای عنوان کردند. در منطقه مورد مطالعه، عامل کاهش حاصـــلخیزی خاک از جمله میزان فسـفر خاک، در تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌های گیاهی از جمله علف بره، علف بره

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

مرتعی، اســتپی ریش‌دار، جارو علفی، قدومه کوهی و بومادران نقش زیادی داشــته اســت. نتایج فوق با تحقیقات مدینسـکی و همکاران (Medinski *et al.*, 2010) همخوانی دارد که آنها اسـیدیته و رس را در افزایش تنوع گونه‌ای موثر دانسـتند. گفتنی اسـت که در منطقه مورد مطالعه، گیاهان بالشـتکی واقع در ارتفاعات، به عنوان رویشگاه اصلی این قبیل گونه‌های گیاهی بوده و حضور آنها را نمی‌توان نشانه‌هایی از تخریـب مرتع دانســت. نتیجـه فوق با نتایج تحقیقات تقی‌پور و همکاران (Taghipour *et al.*, 2008) مطابقت دارد. این پژوهشـگران، در تحقیق خود مشاهده کردند که گونه‌های بالشتکی *Acantholimon pterostegium* Bunge. (کلاه میرحسن سفید) و اسپرس کوهی در محدوده ارتفاعی بالاتری نسبت به گونه‌های گندمیان پراکنش یافته‌اند.

با توجه به مطالب فوق، می‌توان گفت در منطقه مورد مطالعه عوامل افزایش ارتفاع از ســطح دریا و میزان نیتروژن خاک از جمله عوامل اصلی در کاهش تنوع، غنای گونه‌ای و یکنواختی هستند و از طرفی افزایش میزان فسـفر، اسـیدیته و رس خاک مهمترین عوامل در افزایش فاکتورهای فوق می‌باشند که به نظر می‌رسد شرایط مشابهی را با رویشگاه مرتعی واقع در رشته کوه آذربایجان در استان همدان با اقلیم نسـبتاً مشابه دارد (Fattahi and Ildoromi, 2011). به‌طورکلی در منطقه مورد مطالعه مشاهده شد که خصـوصـیات فیزیکی و به‌ویژه خصـوصیات شیمیایی خاک نسبت به خصوصیات پستی و بلندی اهمیت بیشـتری در تغییرات تنوع پوشش گیاهی در سطح مطالعه دارد. از طرفی تنوع گونه‌ای، غنا و یکنواختی در ارتباط با پاسخ جوامع گیاهی به زیستگاه، اطلاعات ارزشمندی ارائه می‌دهد. خصوصیات خاک منطقه مورد مطالعه دارای نوسـانات اسـت و آثار فرسـایش در آن دیده شـد. پوشـش گیاهی منطقه با توجه به حضــور انبوه گراس‌هایی از جمله جو ترکســتانی، علف باغ، علف بره، علف بره مرتعی، جارو علفی، علف بام، *Lolium rigidum* Gaudin. (چچم شکننده) و استپی ریش‌دار به ویژه در ارتفاعات و همراهی آنها با گیاهان بالشــتکی نظیر کلاه میرحســن برگه‌دار، کلاه میرحســن علف بره‌ای، چوبک برگه‌دار، اســپرس کوهی و گون پنبه‌ای رویشگاهی شبیه مناطق آلپی ایجاد کرده است. از این رو، برای حفظ چشم انداز و پتانسـیل منطقه، توصـیه می‌شود پژوهش‌های مفصلی در خصوص ارزیابی عملکرد چشم‌انداز اکوسیستم مرتعی سـبزکشه و اثر عوامل اکولوژیکی بر آنها با توجه به منطقه معدن‌کاوی شده صورت گیرد تا بتوان پیشـنهادهای اصـولی مدیریتی را ارائه کرد. با وجود این، در مرتع سـبزکشـه آنچه بیش از پیش نمایان اسـت، نوسـان حاصـلخیزی خاک در بخش‌های مختلف اسـت که می‌بایست مورد توجه مدیران مرتع و دســتگـاه‌هـای اجرایی قرار گیرد. همچنین، شــنـاســایی چگونگی این ارتباطات و تأثیرات در حفظ پوشش‌گیاهی به‌ویژه گونه‌های با ارزش دارویی بالا در این منطقه از جمله بومادران، زولنگ، پیاز کوهی، آلبالو پاکوتاه، اناریجه و غیره می‌تواند نقش مهمی ایفا کند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

منابع

Badano EI., Cavieres LA., Molinga-Motenegro MA., Quiroz CL. 2005. Slop aspect influences plant association patterns in the Mediterranean natural of central Chile. Journal of Arid Environments, 62: 93-108.

Barani H., Rastgar Sh., Mohseni A. 2009. Comparing of statistical different models for suitable estimation of sample number in vegetation studies (Case study: stepic rangelands of North-east Golestan province). Report of Research Gorgan University Agricultural Sciences and Natural Resource. 31p. (In Persian).

Djaha K., Yves AYC., Edouard KK., Edouard NK., Kouadio A. 2008. Preliminary floristic inventory and diversity in Azagny national park (Cote DIvoire). European Journal of Scientific Research, 23 (4): 537-547.

Enright NJ., Miller BP., Akhter R. 2005. Desert vegetation and vegetation-environment relationships in Kirthar National Park, Sindh, Pakistan. Journal of Arid Environments, 61: 397-418.

Fahimipour E., Zarea Chahooki M.A., Toobli A., Jafari M. 2010. Investigation of plant diversity changes with environmental factors in middle rangelands of Taleghan. Watershed Management Research Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 87: 32-41. (In Persian)

Fattahi B., Ildoromi AR. 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.

Goodman D. 1975. The Theory of Diversity-Stability Relationships in Ecology. Quivery Review of Biology, 237-260 pp.

Heshmati GhA. 2003. Multivariate analysis of environmental factors effects on establishment and expansion of rangeland plants. Journal of Natural Resources of Iran, 56 (3): 309-320. (In Persian).

Jafari Haghighi M. 2003. Method of Soil Analysis Sampling and Important Physical and Chemical Analysis with Emphasis on Theoretical and Applied Principles. Publication of Nedaye Zohi. 236 p. (In Persian).

Jahantab E., Sepehry A., Hanafi B., Mirdeilami SZ. 2010. Comparison of plant species diversity in two grazed and enclosed rangeland sites in mountainous rangelands of central Zagros (Case study: Dishmook in Kohgiluyeh & Buyer Ahmad province). Iranian journal of Range and Desert Reseach, 17 (2):292-300. (In Persian)

Karimzadeh A., Jafarian Z., Ghorbani J., Akbarzadeh M. 2012. Analysis of the relationship between species diversity and environmental factors using multivariate analysis (Case Study: Sorkhdeh Rangelands of Semnan, Iran). Journal of Range and Watershed Management. Iranian Journal of Natural Resources, 65 (1): 131-143. (In Persian)

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

Khalasi Ahwazi L., Zare chahouki MA., Azarnivand H. 2011. Species diversity changes as affected by environmental factors in East Semnan rangelands. Rangeland, 4 (4): 552-563. (In Persian)

Kohandel A., Arzani H., Hosseini Tavassol M. 2011. Effect of grazing intensity on soil and vegetation characteristics using principal components analysis. Iranian journal of Range and Desert Research, 17 (4): 518-526. (In Persian).

Layon J., Sagers L. 2002. Correspondence analysis functional groups in a riparian landscape. Plant Ecology, 164: 171-183.

Ma M. 2005. Species richness vs. evenness: independent relationship and different responses to edaphic factors. Oikos, 111: 192-198.

Magurran AE. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179p.

Mahmoudi J., Choopany H.V., Akbarlou M. 2012. Considering livestock grazing on the diversity of medicinal plants (Case study: Boz Daghi arid and semi-arid rangelands). Journal of Medicinal Plants Research, 6 (6): 990-996. (In Persian).

McCune B., Grace JB., Urban DL. 2002. Analysis of Ecological Communities. MjM Software Design, USA.

McCune B.J., Mefford M.J. 1999. PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 5, MjM Software Design, Glenden Beach, Oregon, USA.

Medinski TV., Mills AJ., Esler KJ., Schmiedel U., Jurgens N. 2010. Do soil properties constrain species richness? Insights from boundary line analysis across several biomes in south western Africa. Journal of Arid Environments, 74: 1052-1060.

Mills A., Fey M., Donaldson J., Todd S., Theron L. 2009. Soil infiltrability as a driver of plant cover and species richness in the semi-arid Karoo, South Africa. Plant Soil, 320: 321–332.

Mirdeylami SZ. 2011. Investigation of ecology, ethno botany and ethno pharmacology of the most important medicinal plants in Kachik's Watershed. Ms. C. thesis in Range Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resource, Iran, Gorgan. 175p. (In Persian)

Mirdeylami SZ., Heshmati Gh., Barani H., Hemmatzade Y. 2012. Environmental factors affecting ecological sites distribution of Kachik rangeland, Marave Tappe. Iranian journal of Range and Desert Research, 19 (2):333-343. (In Persian).

Nodehi, R. 2010. Analyzing of variations of plant diversity in relation with environmental factors (Edaphic and topographic) (Case study: Eshtehard rangelands). Ms. C. thesis in Range Management, Faculty of Natural Resource, Tehran University, Iran. 127p. (In Persian)

Rasouli Valajouzi M. 1994. Sabzkesheh rangeland management project. Ministry of Agriculture and Range management of Siahmarzhouh, Gorgan. 23p. (In Persian).

Shannon CE. Wiener, W. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Urbana: University of Illinois Press, 350p.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

Taghipour A., Mesdaghi M., Heshmati GhA., Rastgar Sh. 2008. The effect of environmental factors on distribution of range species at Hazar jarib area of Behshahr, Iran (Case study: village Sorkhgriveh). Journal of Agricultural Science Natural Resource, 15 (4): 195-205. (In Persian)

Ward JH. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. American Statistical Association Journal, 58: 236-244.

Xu H., Li Y., Luo TSh., Chen DX., Lin MX. 2013. Environmental factors correlated with species diversity in different tropical rain forest types in Jianfengling, Hainan Island, China. Chinese Journal of Plant Ecology, 37 (1): 26–36.

Xu Y., Chen Y., Li W., Fu A., Ma X., Gui D., Chen Y. 2010. Distribution pattern and environmental interpretation of plant species diversity in the mountainous region of Ili River Valley, Xinjiang, China. Chinese Journal of Plant Ecology, 34 (10): 1142–1154.

Yari R., Azarnivand H., Zare Chahouki MA., Farzadmehr J. 2012. Relationship between species diversity and environmental factors in Sarchah Amari ranglands of Birjand. Iranian Journal of Range and Desert Research, 19 (1): 95-107. (In Persian)

Zare Chahoki MA., Qomi S., Azarnivand, H., Pirri Sahragard H. 2009. Relationships between vegetation diversity and environmental factors in Taleghan Rangelands. Rangeland, 3 (2): 171-181. (In Persian)

Zhao R., Zhou H., Qian Y., Zhang J. 2007. Interrelations between plant communities and environmental factors of wetlands and surrounding lands in mid and lower reaches of Tarim River. Journal Applied Ecology, 17 (6): 955-60.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]