

## رابطه تنوع گیاهی مراتع استپی ندوشن یزد با برخی عوامل محیطی مؤثر بر آن مطالعه موردی: منطقه ندوشن

جلال عبداللهی<sup>۱\*</sup>، حسین نادری<sup>۲</sup>، علیرضا خوانینزاده<sup>۳</sup> و محمدصادق مهینی فر<sup>۴</sup>

\*- نویسنده مسئول، عضو هیئت علمی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران،

پست الکترونیک: [jaabdollahig@gmail.com](mailto:jaabdollahig@gmail.com)

۲- دانشجوی دکترای مرتع‌داری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی و کورشناسی، دانشگاه یزد، ایران

۴- کارشناس ارشد پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۲۳

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱۳

### چکیده

هدف از این تحقیق، شناخت اثر برخی متغیرهای محیطی بر تنوع گیاهی منطقه ندوشن در استان یزد بود. در این راستا پس از انتخاب ۴۶ واحد همگن زمینی، در توده گیاهی معرف هر واحد اقدام به نمونه‌برداری از پوشش گیاهی شد. برای اندازه‌گیری اطلاعات پوشش گیاهی، سطح بهینه پلات نمونه‌برداری با روش سطح حداقل و تعداد پلات مورد نیاز نیز با روش آماری تعیین شد. در محل هر واحد نمونه‌برداری با توجه به عمق ریشه‌دوانی گیاهان، یک نمونه خاک ترکیبی جمع‌آوری شد. متغیرهای خاکی اندازه‌گیری شده شامل: درصد سنگریزه، رس، سیلت و ماسه، درصد اشباع، آهک، اسیدیته، هدایت الکتریکی، سدیم، کلسیم، منیزیم و نسبت جذب سدیم بودند. مطالعه تنوع گیاهی منطقه بر مبنای داده‌های تاج پوشش و حضور و عدم حضور گونه‌ها و با استفاده از سه شاخص غنای گونه‌ای، تنوع شانون-وینر و غلبه سیمپسون انجام شد. بررسی روابط بین متغیرهای محیطی و شاخص‌های تنوع زیستی با استفاده از تجزیه RDA نشان داد از بین متغیرهای توپوگرافی، ارتفاع بیشترین تأثیرات معنی‌دار را بر تنوع گیاهی منطقه دارد. همچنین رابطه معنی‌داری بین شاخص‌های تنوع گیاهی و متغیرهای خاکی میزان سدیم، آهک، درصد اشباع و بافت خاک مشاهده شد. به طوری که روند تغییرات تنوع گیاهی منطقه نیز با نوع سازند زمین‌شناسی رابطه معنی‌داری داشت.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی، متغیرهای خاک و توپوگرافی، سازند زمین‌شناسی، رسته‌بندی (RDA)، مراتع

استپی.

### مقدمه

اکوسیستم‌ها است (اسماعیل‌زاده و حسینی، ۱۳۸۶). تنوع گونه‌ای بالاتر اکوسیستم‌ها نشان‌دهنده پایداری بیشتر آنهاست. زیرا حضور گونه‌های بیشتر در یک منطقه، ساختار پیچیده‌تری به اکوسیستم‌های طبیعی خواهد داد و در نتیجه این اکوسیستم‌ها در پاسخ به تغییرات توانایی بیشتری داشته و با ثبات‌تر هستند (Jenkins & Parker, 1998). از این رو بعضی از محققان، تنوع گونه‌ای در جوامع گیاهی یک

تنوع زیستی به مطالعه گوناگونی، ساختار جمعیتی و الگوهای فراوانی و پراکنش گیاهان که مفهوم آن با آمیختگی و ترکیب گونه‌ها قرین است، پرداخته و به عنوان شاخصی برای مقایسه وضعیت اکولوژیک اکوسیستم‌های مختلف اعم از جنگل و مرتع به کار گرفته می‌شود و هدف از آن رسیدن به کمیته واحد برای سهولت مقایسه و ارزیابی جوامع و

بر تنوع و پراکنش جوامع گیاهی این منطقه نقش مؤثرتری دارند. Jiang و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای به بررسی الگوهای تنوع گونه‌ای منطقه کوهستانی هلان چین پرداختند. آنان ضمن استفاده از تکنیک چندمتغیره CCA (Canonical Correspondance Analysis) مهمترین متغیرهای تأثیرگذار بر تنوع گونه‌ای این منطقه را ارتفاع و درجه شیب معرفی کردند. Al Mutairi و همکاران (۲۰۱۲) 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. Minggagud و Yang (۲۰۱۳) ضمن بررسی تنوع گیاهان تالابی در شن‌زارهای مرکزی چین با استفاده از تکنیک‌های آماری چندمتغیره، متغیرهای رطوبت و شوری خاک را به‌عنوان مهمترین گرادیان‌های مؤثر بر ترکیب و تنوع گیاهی این مناطق معرفی کردند. Chahouki و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی رابطه تنوع گیاهی و عوامل محیطی در مراتع پشتکوه استان یزد با استفاده از تجزیه چند متغیره PCA (Principal Component Analysis) مهمترین عوامل تأثیرگذار بر تغییرات تنوع گونه‌ای در این منطقه را بافت، رطوبت قابل دسترس و هدایت الکتریکی خاک بیان کردند. Zare chahouki و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای در مراتع طالقان ضمن استفاده از تکنیک چند متغیره PCA مهمترین عوامل تأثیرگذار بر تغییرات تنوع گونه‌ای این منطقه را متغیرهای جهت جغرافیایی، عمق، بافت، آهک و پتاسیم خاک معرفی کردند.

هدف از تحقیق حاضر، تعیین شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی منطقه ندوشن استان یزد و بررسی اثرات برخی از متغیرهای محیطی مؤثر بر آنها بود تا بر اساس آن بتوان اولویت‌های حفاظتی منطقه را تعیین نموده و با شیوه مناسب و اصولی به حفاظت و احیای این اکوسیستم‌های طبیعی مبادرت ورزید.

اکوسیستم را بهترین شاخص برای نشان دادن قابلیت این اکوسیستم برای حفاظت بیولوژیک (Ali et al., 2000) و Primack, 1993) و یک شاخص حساس برای نشان دادن خسارت‌های وارده به اکوسیستم (Cairns & Walters, 1979) معرفی کرده‌اند. شناخت مناطق برخوردار از تنوع و توان بالای اکولوژیکی و بدنبال آن شناخت علمی و همه جانبه عواملی که می‌توانند این قابلیت‌ها را تحت تأثیر قرار دهند پیش‌زمینه‌های اساسی برای تعیین اولویت‌های حفاظتی هر منطقه، مدیریت و بهره‌برداری مناسب و معقول از پوشش گیاهی آن هستند. پوشش گیاهی هر رویشگاه به‌عنوان برآیندی از شرایط اکولوژیک و عوامل زیست‌محیطی حاکم بر آن بوده و به مثابه آیینه تمام‌نمای ویژگی‌های اکولوژیک و نیروی رویشی آن منطقه محسوب می‌شود. در اکوسیستم‌های خشک مرتعی، دسترسی به رطوبت متغیر اصلی کنترل‌کننده پراکنش و انبوهی گونه‌های گیاهی این مناطق محسوب می‌شود (Noy-Meir, 1973). مهمترین گرادیان‌های غیرزنده مرتبط با میزان رطوبت قابل دسترس را بارندگی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و توپوگرافی تشکیل می‌دهند، از این‌رو بررسی آنها از اهمیت بالاتری برخوردار است (Parker, 1991). در زمینه تعیین تنوع زیستی گیاهی مناطق خشک و بررسی ارتباط آن با متغیرهای محیطی مطالعات زیادی انجام شده است. در این راستا Abd El- Ghani (۱۹۹۸) در بررسی پوشش گیاهی شرق مصر علت پایین بودن تنوع و غنای گونه‌ای در گروه‌های گیاهی این منطقه را بالا بودن سطح شوری و کربنات کلسیم خاک گزارش کرده است. مطالعه Ali و همکاران (۲۰۰۰) به‌منظور شناسایی روند تنوع گیاهی و تهیه مدل پیش‌بینی آن بر اساس متغیرهای محیطی در مصر نشان داد که برآورد پوشش بدلیل ارتباط نزدیک آن با شدت فشارهای محیطی مانند دسترسی به رطوبت و تخریب در اثر چرا می‌تواند نشانگر سریعی از تنوع زیستی رویشگاه‌های بیابانی باشد. نتایج مطالعه Enright و همکاران (۲۰۰۵) در پارک Kirthar پاکستان نشان داد که متغیرهای ارتفاع، درصد شیب و بافت خاک با تأثیر بر قابلیت دسترسی به آب

## مواد و روش‌ها

## منطقه مورد مطالعه

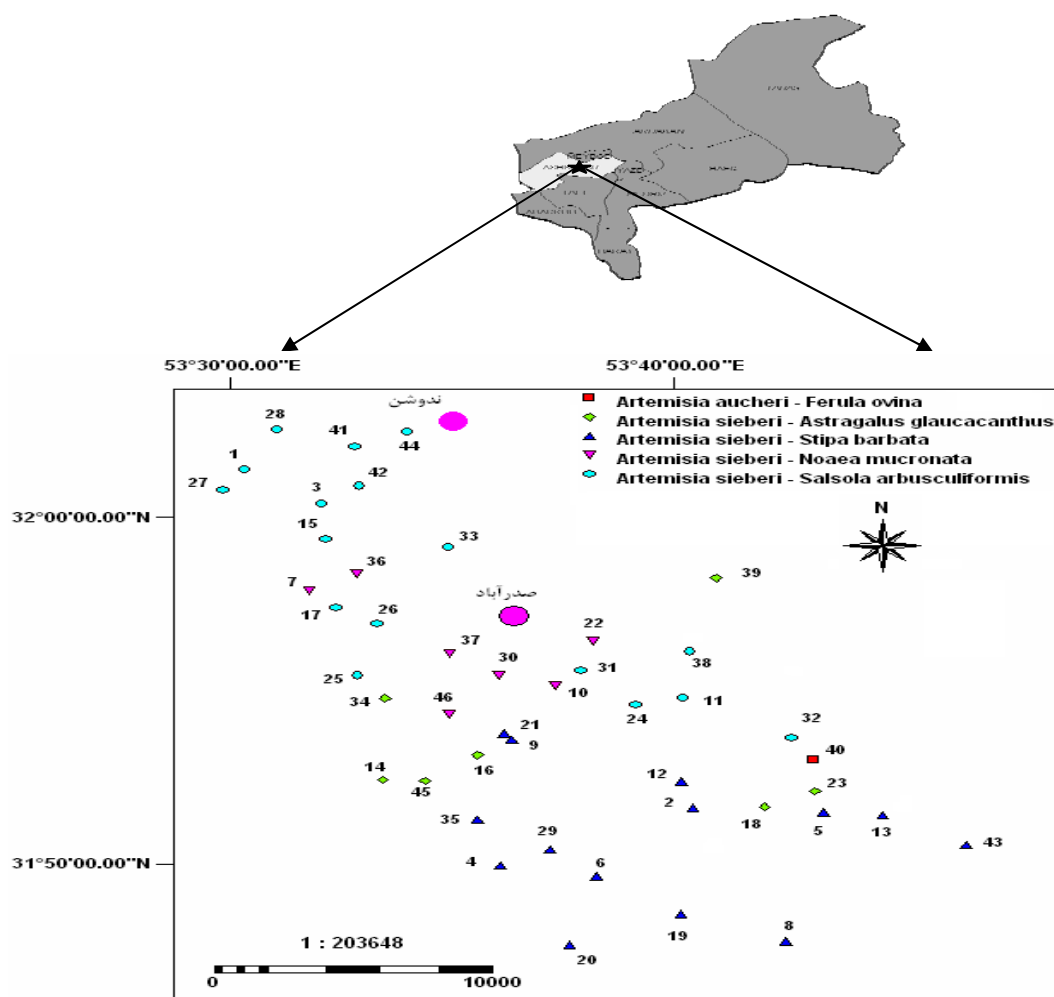
منطقه مورد مطالعه به‌عنوان بخشی از حوزه آبخیز ندوشن در محدوده جغرافیایی ۳۱ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی قرار داشت. مساحت آن در حدود ۶۰ هزار هکتار و دامنه ارتفاعی آن از ۲۰۰۰ متر در کنار شهر ندوشن تا ۳۳۶۷ متر از سطح دریا در ارتفاعات کوهستانی منطقه متغیر بود. بیشتر مساحت منطقه را مناطق تقریباً مسطح تشکیل می‌دهد که با حرکت به سمت کوهستان بر میزان شیب منطقه افزوده می‌شود، به گونه‌ای که شیب‌های بالای ۶۰ درجه در ستیغ‌های کوهستانی مشاهده می‌شود. سازندهای زمین‌شناسی منطقه شامل سازندهای شمشک، شتری، سنگستان، آهک تفت، رسوبات توژن و در نهایت از نوع واحدهای آذرین پالئوژن است (باغستانی، ۱۳۷۲). بر اساس اطلاعات ایستگاه کلیماتولوژی شهر ندوشن و دو ایستگاه باران‌سنجی مستقر در دهستان صدرآباد و روستای خود علیا متوسط بارندگی سالانه در نقاط مختلف منطقه از ۱۲۴ تا ۲۲۷ میلی‌متر متغیر است. متوسط دمای سالیانه آن نیز با در نظر گرفتن کاهش دما در طول گرادیان ارتفاع در دامنه ۸/۷۵-۱۴/۶ درجه سانتی‌گراد قرار دارد. بر اساس طبقه‌بندی دومارتن، دو اقلیم خشک فراسرد و نیمه‌خشک منطقه را پوشش می‌دهند. دام غالب منطقه را گوسفند و بز تشکیل می‌دهد که ورود آنها به مراتع دشتی منطقه در اوایل اردیبهشت و در مراتع کوهستانی در اوایل خرداد صورت می‌گیرد.

## نمونه‌برداری و تجزیه آماری

اولین قدم تحقیق، طبقه‌بندی اراضی مورد بررسی بود که امکان تقسیم‌بندی جزئی منطقه را مطابق با معیارهای تعیین شده شامل ویژگی‌های شکل زمین (ارتفاع از سطح دریا، جهت دامنه و شیب) و سازندهای زمین‌شناسی (رسوبی و آتشفشانی) به واحدهای همگن زمینی فراهم می‌آورد. بر این اساس ۴۶ واحد همگن زمینی با استفاده از همپوشانی مدل رقومی ارتفاع، نقشه شیب، جهت و سازندهای زمین‌شناسی

در نرم‌افزار ILWIS3.1 مشخص شد. پس از مشخص شدن موقعیت آنها روی نقشه با استفاده از GPS نقاط مورد نظر روی زمین پیاده شدند. موقعیت جغرافیایی و تیپ گیاهی مربوط به واحدهای مطالعاتی در شکل ۱ نمایش داده شده است. در توده گیاهی معرف هر واحد اقدام به نمونه‌برداری از پوشش گیاهی شد. 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 با توجه به تغییرات پوشش گیاهی به روش آماری تعیین شد. بر این اساس در واحدهایی با گیاهان بوته‌ای، تعداد ۳۰ پلات ۱\*۲ در طول سه ترانسکت خطی ۳۰۰ متری و در واحدهایی که گونه‌های بوته‌ای با گونه‌های درختچه‌ای همراه بودند، تعداد ۴۰ پلات ۴\*۴ در طول سه ترانسکت خطی ۴۰۰ متری به روش سیستماتیک- تصادفی مستقر شدند. برای دستیابی به اهداف مورد نظر، در داخل هر یک از پلات‌ها، حضور گونه‌ها، تاج‌پوشش و تراکم هر گونه گیاهی ثبت شد. با استفاده از میانگین امتیازات پلات‌ها، پارامترهای اندازه‌گیری شده در درون پلات‌ها به واحد نمونه‌برداری تعمیم داده شد. سعی شد تا حد ممکن گیاهان در عرصه شناسایی شوند ولی در مواردی که این امکان فراهم نبود نمونه گیاهی پرس و در هر بارיום و با استفاده از تجربیات کارشناسان و منابع موجود شناسایی انجام شد.

برای مطالعه خاک، به ازای هر ترانسکت مستقر در منطقه معرف هر واحد مطالعاتی، یک پروفیل حفر و با توجه به عمق مؤثر ریشه‌دوانی گونه‌های مورد مطالعه، به ترتیب در رویشگاه‌های با گیاهان بوته‌ای از عمق ۴۰-۰ سانتی‌متری و در رویشگاه‌هایی با گیاهان درختچه‌ای از عمق ۶۰-۰ سانتی‌متری، نمونه خاک برداشت شد. برای حذف ناهمگونی مکانی احتمالی خاک هر واحد و تهیه یک نمونه خاک همگن، سه نمونه خاک با هم مخلوط و در نهایت یک نمونه خاک ترکیبی به ازای هر واحد نمونه‌برداری به‌دست آمد (Baruch, 2005).



شکل ۱- موقعیت واحدهای مطالعاتی و تیپ گیاهی هر واحد در منطقه ندوشن

استفاده از دستگاه جذب اتمی بر حسب میلی اکی والان در لیتر اندازه گیری شدند.

لازم به ذکر است که متغیرهای توپوگرافی (ارتفاع، شیب و جهت) و نوع سازند زمین شناسی (رسوبی و آتشفشانی) هر واحد نمونه برداری از نقشه واحدهای همگن زمینی استخراج شد. جهت دامنه نیز برای بکارگیری در تجزیه و تحلیل های چند متغیره از طریق رابطه  $(\cos A + 1)$  که در آن A آزیموت دامنه از بالا به پایین شیب است، به متغیر کمی شمال گرایی (Northness) با مقادیر صفر (جهت جنوبی)، یک (جهت شرقی و غربی) و دو (جهت شمالی) تبدیل شد.

#### شاخص های تنوع زیستی

در این تحقیق سعی شد با اندکی تغییر در محاسبه برخی

نمونه ترکیبی از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. با توجه به وزن نمونه، قبل از الک کردن و وزن خاک عبور کرده از الک، درصد سنگ ریزه خاک تعیین شد و از ذرات کوچکتر از ۲ میلی متر برای آزمایش های فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شد. آزمایش فیزیکی تعیین ذرات نسبی خاک شامل رس، سیلت و شن به روش هیدرومتری بایکاس انجام شد. در بررسی های تجزیه شیمیایی خاک، میزان اسیدپته خاک در گل اشباع با pH متر اندازه گیری شد. درصد مواد خنثی شونده (آهک) به روش کلسیمتری و درصد رطوبت اشباع به روش وزنی اندازه گیری شد. برای بررسی وضعیت شوری خاک، هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع با هدایت سنج الکتریکی تعیین شد. کلسیم، منیزیم و سدیم با

(رابطه ۳) استفاده شد (Barnes, 1998).

$$\sum_{i=1}^S (P_i)^2 \text{ DD} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$P_i$ : تراکم نسبی یا تاج پوشش نسبی گونه  $i$ ام در جامعه‌ای که از  $S$  گونه تشکیل شده است.

شاخص تنوع گونه‌ای

شاخص تنوع گونه‌ای در واقع ترکیبی از غنای گونه‌ای و یکنواختی است. به کمک شاخص تنوع گونه‌ای، دو مقدار غنای گونه‌ای و یکنواختی را می‌توان در یک کمیت جمع‌آوری نمود. از آن جایی که میزان شاخص تنوع گونه‌ای می‌تواند مربوط به جوامع با غنای پایین و یکنواختی بالا، و یا بعکس مربوط به جوامع با غنای بالا و یکنواختی پایین باشد. بنابراین به تنهایی نمی‌تواند به‌عنوان شاخص مناسب، گویای تنوع زیستی یک منطقه باشد. بنابراین شاخص تنوع گونه‌ای به همراه شاخص‌های غنای گونه‌ای و یکنواختی به‌کار می‌رود. در این تحقیق برای بررسی تنوع گونه‌ای از تابع شانون-وینر (رابطه ۴) استفاده شد (Barnes, 1998).

$$H' = -\sum_{i=1} p_i \ln(p_i) \quad \text{رابطه (۴)}$$

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌منظور تجزیه مؤثرتر شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی و متغیرهای محیطی مرتبط با آنها از دو تکنیک طبقه‌بندی و رسته‌بندی بطور همزمان استفاده شد. بنابراین ماتریس داده‌های گیاهی مشتمل بر ۴۶ واحد نمونه‌برداری و ۳ شاخص تنوع زیستی گیاهی با استفاده از تجزیه خوشه‌بندی به روش Wards و استفاده از فاصله اقلیدوسی در نرم‌افزار PC-ORD ۴ (McCune and Mefford, 1999) طبقه‌بندی شدند. به‌منظور مقایسه گروه‌های بدست آمده از تجزیه خوشه‌ای از نظر شاخص‌های تنوع شانون-وینر و غلبه سیمپسون، آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) برای مقایسات کلی و از آزمون چنددامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین گروه‌ها استفاده شد. زیرا مقادیر این دو شاخص بر مبنای آماره کمی و پیوسته درصد تاج پوشش گونه‌های گیاهی محاسبه شدند و شرایط آزمون پارامتری را داشتند. برای مقایسه گروه‌ها از نظر شاخص غنای گونه‌ای از آزمون مربع کای استفاده شد. به‌منظور بررسی گروه‌ها از

از توابع تنوع زیستی، بخشی از نارسایی‌های موجود در آنها را کاهش داد تا از این طریق از آنها در ارزیابی و طبقه‌بندی رویشگاه‌های مرتعی بنحو مطلوب‌تری استفاده شود. از این‌رو در معرفی شاخص‌های تنوع و غلبه گونه‌ای به جای استفاده از تراکم گونه‌ها از مشخصه کمی درصد تاج پوشش گونه‌ها استفاده شد. با این تغییر، نخست ضعف بیشتر شاخص‌های تنوع زیستی را که در محاسبه آنها یک نهال کوچک همانند یک درختچه بزرگ (با وجود تأثیرات متفاوت آنها در اکوسیستم) به یک نسبت در محاسبه تنوع زیستی دخالت می‌کنند را برطرف می‌سازد. زیرا زمانی که از معیار فراوانی گونه‌ها به جای فراوانی آنها در بررسی شاخص‌های تنوع زیستی استفاده شود تأثیر یک نهال کوچک با یک درختچه بزرگ در افزایش و یا کاهش تنوع یکسان نخواهد بود؛ درثانی برطرف شدن مشکل شمارش تعداد پایه‌های گونه‌های علفی است که بعلت زیاد بودن و گاهی بعلت کپه‌ای بودن اغلب وقت‌گیر و با دقت پایین انجام می‌شود (اسماعیل‌زاده و حسینی، ۱۳۸۶). از این‌رو مطالعه شاخص‌های تنوع زیستی بر مبنای داده‌های تاج پوشش گونه‌ها و با استفاده از سه شاخص زیر انجام شد.

غنای گونه‌ای

غنای گونه‌ای مبین حضور انواع گونه‌هاست و از شمارش تعداد گونه‌های گیاهی در واحد نمونه و یا یک منطقه بدست می‌آید. به‌طوری‌که تعداد زیادی شاخص غنای گونه‌ای ابداع شده که در این تحقیق از شمارش تعداد کل گونه‌ها در هر واحد نمونه‌برداری به‌عنوان غنای گونه‌ای استفاده شد (رابطه ۲).

$$R=S \quad \text{رابطه (۲)}$$

$S$ : تعداد گونه‌ها

شاخص غلبه

شاخص غلبه نشان‌دهنده فراوانی جمعیت برخی از گونه‌ها نسبت به دیگر گونه‌هاست که به‌عنوان یک شاخص در بررسی‌های تنوع زیستی استفاده می‌شود. در این تحقیق به‌منظور بررسی شاخص غلبه از شاخص غلبه سیمپسون

محور رسته‌بندی و همچنین مجموع مقادیر ویژه تمام محورها با استفاده از آزمون مونت‌کارلو (Ter Braak & Šmilauer, 2001) مورد ارزیابی قرار گرفت تا معلوم گردد ساختار بدست آمده در مجموعه داده‌ها شانس نبوده است. در ادامه از همبستگی‌های درون مجموعه‌ای (Intra-set correlation) برای ارزیابی اهمیت عوامل محیطی استفاده شد (Ter Braak and Šmilauer, 2001). در این مطالعه از نرم‌افزار CANOCO4.0 (Ter Braak & Šmilauer, 2001) برای انجام تجزیه‌های رسته‌بندی و ترسیم دیاگرام سه پلاتی مربوطه استفاده شد.

### نتایج

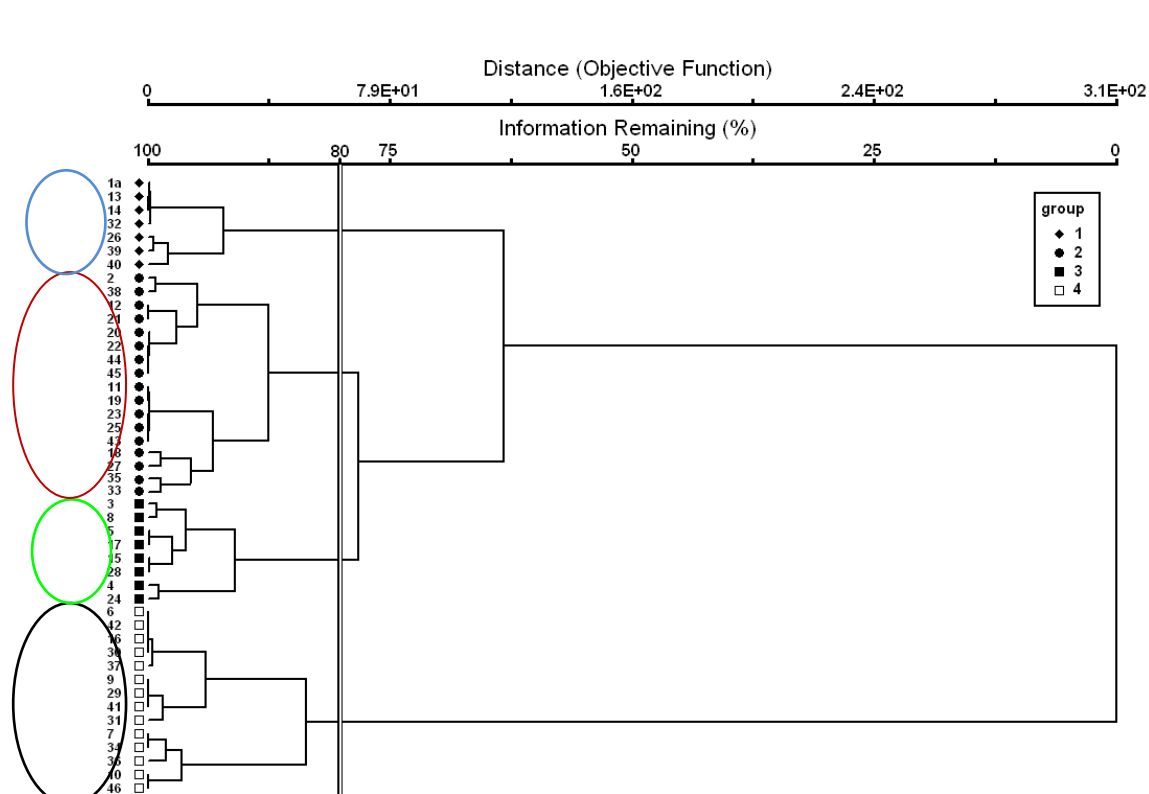
نمونه‌های گیاهی برداشت‌شده در عملیات صحرائی تعداد ۴۴ گونه، مشتمل بر ۱۶ خانواده و ۳۳ جنس گیاهی شناخته شدند. فهرست عناصر گیاهی منطقه بر اساس طبقه‌بندی خانواده، جنس و گونه در جدول ۱ تنظیم و ارائه شده است. با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای در سطح قطع (Cut Level) ۸۰ درصد شباهت، چهل و شش واحد نمونه‌برداری بر اساس شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی به چهار گروه تقسیم شدند (شکل ۲). نتایج آزمون مربع کای با مقادیر  $\chi^2 = 36/6$  و  $P = 0/000$  نشان داد در سطح احتمال ۹۹ درصد بین گروه‌ها از نظر شاخص غنای گونه‌ای اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد. همچنین نتایج این آزمون در مقایسه جفتی گروه‌ها با یکدیگر در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار بود (شکل ۳). مقایسه شاخص‌های تنوع و غلبه گونه‌ای با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه نشان داد که بین گروه‌ها از نظر این دو شاخص اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۹۹ درصد وجود دارد ( $P = 0/000$ ). مطابق با نتایج آزمون چند دامنه دانکن بالاترین مقدار شاخص تنوع گونه‌ای به گروه یک تعلق داشت. پایین‌ترین شاخص تنوع و بالاترین شاخص غلبه گونه‌ای در گروه چهار مشاهده شد (شکل ۴).

نظر متغیرهای محیطی نیز از تجزیه واریانس یک‌طرفه برای متغیرهای خاکی و توپوگرافی و از آزمون مربع کای برای مقایسه نوع سازند زمین‌شناسی استفاده شد. تمام مقایسات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS13.0 انجام شد. پس از طبقه‌بندی واحدهای نمونه‌برداری با استفاده از تجزیه خوشه‌بندی، به‌منظور نمایش و تبیین روابط بین شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی با متغیرهای محیطی از تکنیک رسته‌بندی مستقیم (Direct Ordination) استفاده شد. برای انتخاب روشی مناسب، جهت انجام تجزیه رسته‌بندی لازم بود میزان تغییرات (طول گرادیان) شاخص‌های تنوع در طول سه محور اول رسته‌بندی تعیین شود. به همین منظور از تجزیه DCA (Detrended Correspondance Analysis) استفاده شد. در تحقیق حاضر این تجزیه طول گرادیان موجود در مجموعه داده‌های گیاهی را کمتر از (Standard SD Deviation) ۴ برای سه محور اول تخمین زد. بنابراین تجزیه RDA (Redundancy Analysis) روش رسته‌بندی مناسبی برای آزمون روابط بین شاخص‌های تنوع زیستی و متغیرهای محیطی بود. این تجزیه به‌عنوان یکی از روش‌های تجزیه همبستگی متعارفی (Canonical Correlation) به تجزیه CCA بسیار شبیه است، اما محورهای رسته‌بندی در این روش از تجزیه PCA مشتق می‌شوند (Kent, 2006). در رسته‌بندی RDA همواره نحوه توزیع رویشگاه‌ها و موقعیت قرار گرفتن هر یک از آنها نسبت به یکدیگر و نسبت به محورهای رسته‌بندی با در نظر گرفتن همزمان متغیرهای محیطی و شاخص‌های گیاهی انجام می‌گیرد. قبل از تجزیه RDA نرمال‌بودن متغیرها مورد بررسی و تبدیلات لازم بر روی آنها انجام شد. در مجموع ۱۴ متغیر مورد استفاده قرار گرفتند که به‌منظور جلوگیری از ورود متغیرهای کم‌تأثیر در تجزیه رسته‌بندی از روش انتخاب پیشرو (Forward Selection) برای گزینش متغیرها استفاده شد (Canadas et al., 2010). معنی‌داری مقدار ویژه اولین

جدول ۱- فهرست گیاهان مشاهده شده طی نمونه برداری به همراه فرم رویشی

گونه و خانواده	فرم	گونه و خانواده	فرم
<i>Caryophyllaceae</i>		<i>Gramineae (Poaceae)</i>	
<i>Acanthophyllum sordium</i>	Cha	<i>Boissiera squarrosa</i> (Banks & Soland.) Nevski	Te
<i>Chenopodiaceae</i>		<i>Bromus tectorum</i> L.	Te
<i>Halothamnus subaphyllus</i> (C. A. Mey.) Botsch.	Cha	<i>Poa sinaica</i> Steud.	Ge.b
<i>Anabasis setifera</i> Moq.	He	<i>Stipa arabica</i> Trin. & Rupr.	He
<i>Erotia ceratoides</i> (L.) C. A. Mey	Cha	<i>Stipa barbata</i> Desf.	He
<i>Hammada salicornica</i>	Ph	<i>Plumbaginaceae</i>	
<i>Noaea mucronata</i> (Forsk) Aschers. & Schewienf.	Cha	<i>Acantholimon scorpius</i>	Cha
<i>Salsola arbusculiformis</i> Drob.	Cha	<i>Acantholimon sp.</i>	Cha
<i>Salsola arbuscula</i> Pall	Cha	<i>Acantholimon bractiatum</i>	Cha
<i>Salsola orientalis</i> S. G. Gmelin (Rigida)	Cha	<i>Cruciferae</i>	
<i>Salsola tomentosa</i> (Moq.) spach.	Cha	<i>Alyssum marginatum</i> Steud. ex Boiss.	Te
<i>Asteraceae</i>		<i>Erysimum crassicaule</i> (Boiss.) Boiss.	He
<i>Artemisia sieberi</i> Besser.	Cha	<i>Moriera spinosa</i> Boiss.	Cha
<i>Artemisia aucheri</i> Boiss.	Cha	<i>Fabaceae</i>	
<i>Cousinia piptocephala</i> Bunge	He	<i>Astragalus (Poterium) glaucacanthus</i> Fischer	Cha
<i>Cousinia deserti</i> Bunge	He	<i>Astragalus (Campylanthus) campylanthus</i> Boiss.	Cha
<i>Cousinia onopordioides</i> Ledeb.	He	<i>Astragalus (Brachycalyx) albispinus</i> Sirj. & Bornm.	Cha
<i>Echinops ceratophorus</i> Boiss.	He	<i>Lamiaceae</i>	
<i>Hertia angustifolia</i> (DC.) O. Kuntze	Cha	<i>Stachys inflata</i> Benth.	He
<i>Scariola orientalis</i> (Boiss.) Sojak	He	<i>Teucrium polium</i> L.	Cha
<i>Apiaceae</i>		<i>Zygophyllaceae</i>	
<i>Eryngium bungei</i> Boiss.	He	<i>Zygophyllum atriplicoides</i> Fisch. & C. A. Mey.	Ph
<i>Ferula ovina</i> (Boiss.) Boiss.	He	<i>Peganum harmala</i> L.	He
<i>Boraginaceae</i>		<i>Ephedraceae</i>	
<i>Heliotropium</i> sp.	He	<i>Ephedra strobilacea</i> Bunge	Cha
<i>Capparidaceae</i>		<i>Euphorbiaceae</i>	
<i>Capparis spinosa</i> L.	Cha	<i>Euphorbia heteradena</i> Jaub. & Spach.	He
<i>Tamaricaceae</i>		<i>Iridaceae</i>	
<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.	Ph	<i>Iris songarica schrenk.</i>	Ge.r

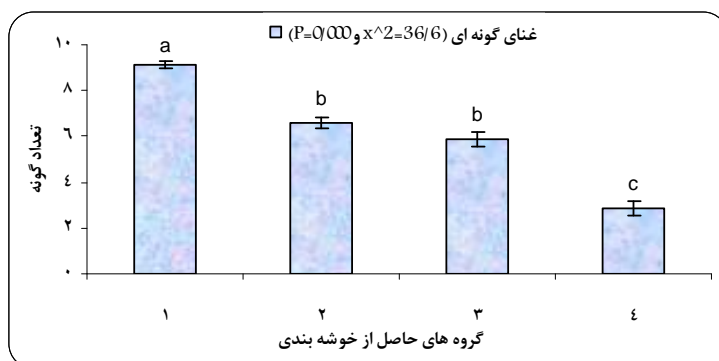
Th = تروفیت، He = همی کریبتوفیت، Ge.b = ژئوفیت پیازدار، Ge.t = ژئوفیت تکمه دار، Ge.r = ژئوفیت ریزوم دار، Ch = کامافیت، Ph = فانروفیت



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی

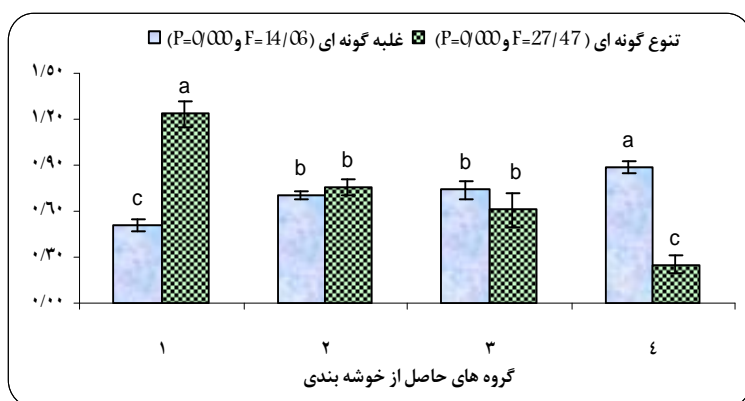
نظر مجموع سیلت و رس خاک اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۹۵ درصد وجود دارد. مقایسه گروه‌ها از نظر نوع سازند زمین‌شناسی با استفاده از آزمون مربع کای نشان داد که بین گروه‌ها اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۹۵ درصد وجود دارد ( $\chi^2=9/03$  و  $P=0/025$ ).

میانگین، خطای معیار و مقایسات آماری متغیرهای محیطی مربوط به گروه‌های چهارگانه نیز در جدول ۲ ارائه شده است. مطابق با جدول مذکور بین گروه‌ها از لحاظ ارتفاع، میزان یون سدیم، نسبت جذب سدیم و درصد اشباع خاک اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۹۹ درصد و از



شکل ۳- مقایسه گروه‌ها از نظر شاخصه غنای گونه‌ای





شکل ۴- مقایسه گروه‌ها از نظر شاخصه‌های تنوع شانون و غلبه سیمپسون

جدول ۲- میانگین، انحراف معیار و تجزیه واریانس متغیرهای محیطی برای چهار گروه حاصل از تجزیه خوشه‌ای

P	F	گروه ۴ تنوع پایین	گروه ۳ تنوع متوسط	گروه ۲ تنوع متوسط	گروه ۱ تنوع بالا	متغیرهای محیطی
۰/۰۰	۴/۴۵	۱۸/۱۸± ۲/۳۸	۲۹/۰۱±۱/۹۷	۲۴/۴۹±۲/۰۵	۲۸/۵۳±۲/۸۱	درصد اشباع
۰/۵۳	۰/۷۳	۲/۷۴± ۱/۶۹	۱/۳۵± ۰/۲۶	۶/۳۹± ۴/۰۷	۰/۷۷± ۰/۱۷	هدایت الکتریکی (ds/m)
۰/۳۱	۱/۲۱	۸/۱۲± ۰/۰۴	۸/۰۴± ۰/۰۷	۸± ۰/۰۶	۸/۱۱±۰/۰۱	اسیدیته
۰/۵۴	۰/۷۲	۲۷/۰۵± ۲/۲۵	۲۴/۹۷± ۴/۰۸	۲۹/۵۶± ۲/۹۲	۲۳/۴۶± ۳/۰۴	درصد آهن
۰/۰۵	۲/۷۴	۶۶/۷۹± ۴/۸۹	۵۵/۶۳± ۳/۸۳	۵۷/۱۳± ۳/۱۱	۴۹/۵۷± ۳/۸	کلسیم + منیزیم (meq/lit)
۰/۰۰	۶/۶۱	۱۰۲/۱۴± ۲۰/۳۹	۴۵± ۹/۰۱	۳۳± ۵/۸۹	۲۸/۱۴± ۵/۸۷	سدیم (meq/lit)
۰/۰۰	۷/۵۳	۱۶/۷۶± ۲/۷۸	۸/۴۲± ۱/۵۹	۶/۰۱± ۱/۰۱	۵/۶۶± ۱/۱۷	نسبت جذب سدیم
۰/۶۲	۰/۵۹	۶۹/۴۲± ۴/۴۱	۶۶/۰۶± ۴/۵۸	۶۲/۵۰± ۳/۴۹	۶۹/۹۹± ۸	درصد شن
۰/۰۳	۳/۲۵	۲۷/۲۹± ۲/۹۱	۳۳/۹۴± ۴/۵۸	۳۷/۶۸± ۳/۴۵	۲۲/۸۷± ۳/۳۶	سیلت + رس
۰/۶۱	۰/۶	۲۳/۷۷±۱/۴۹	۲۳/۶۴±۳/۹	۲۶/۱±۲/۲۹	۲۱/۳۹±۲/۰۲	درصد سنگریزه
۰/۳۸	۱/۰۵	۸/۲۶± ۲/۳۲	۲/۵۹± ۰/۳	۶/۵۳± ۲/۶۸	۳/۹۳± ۰/۸	درصد شیب
۰/۰۰	۱۰/۸۶	۲۱۷۴± ۴۶	۲۱۴۲± ۲۱	۲۴۲۵± ۳۸	۲۳۵۳± ۴۲	ارتفاع (متر)
۰/۱۱	۲/۱۱	۱/۰۱±۰/۲۲	۱/۷۱±۰/۱۱	۱/۲۳±۰/۲	۱/۵۷±۰/۱۵	شمال‌گرایی

تجزیه نهایی انتخاب شدند. در بررسی عامل تورم واریانس (Variance Inflation Factor) به‌عنوان شاخصی برای شدت هم‌خطی چندگانه، مشخص گردید که مقدار آن برای هیچ‌یک از ۹ متغیر انتخابی به بالاتر از ۴/۳۱ نرسیده است. بر این اساس می‌توان اظهار داشت که این متغیرها بطور مستقل در آنالیز رسته‌بندی شرکت نموده و ورود همزمان

تجزیه داده‌های گیاهی و متغیرهای محیطی با استفاده از روش RDA، ضمن ارائه یک تفسیر گرافیکی، بخوبی روابط بین تغییرات شاخص‌های تنوع گیاهی و متغیرهای محیطی را آشکار کرد. از بین ۱۴ متغیر محیطی مورد بررسی، پس از حذف متغیرهای کم‌تأثیر با استفاده از روش انتخاب پیش‌رو در نرم‌افزار CANOCA، ۹ متغیر با بیشترین تأثیر برای

تغییرات تنوع گونه‌ای را توجیه می‌کنند. این نتایج نشان‌دهنده ارتباط قوی بین شاخصه‌های تنوع و متغیرهای محیطی به‌کار گرفته شده در تجزیه RDA است.

آنها، مشکلات همخطی چندگانه ایجاد نکرده است (مصدقی، ۱۳۸۳). مطابق با جدول ۳ بیشترین مقدار ویژه متعلق به دو محور اول کنونیکال می‌باشد. در ضمن همبستگی محیط - گونه برای این دو محور بالا است و روپهم ۲۷/۹ درصد از

جدول ۳- جدول آماری رسته‌بندی RDA

RDA محور اول	RDA محور دوم	RDA محور سوم	
۰/۱۷۷	۰/۱۰۲	۰/۰۵۱	مقادیر ویژه
۱۷/۷	۱۰/۲	۵/۱	واریانس توجیه شده
۰/۸۷	۰/۹۱	۰/۷۶	همبستگی پیرسون (محیط - گونه)

کوتاه، همبستگی بیشتری با شاخص‌های تنوع گیاهی دارند و تأثیر بیشتری بر تغییرات آنها می‌گذارند. کسینوس زاویه بین بردارهای مربوط به متغیرهای محیطی و شاخص‌های تنوع بطور تقریبی بیانگر ضریب همبستگی بین آنهاست. مطابق با شکل ۵ سایت‌های طبقه‌بندی شده توسط تجزیه خوشه‌ای در اثر اختلاف از نظر شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی و متغیرهای محیطی بخوبی از یکدیگر تفکیک شده‌اند. از بین شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی، غلبه سیمپسون و غنای گونه‌ای با داشتن همبستگی بالا با محور دوم، بیشتر تحت تأثیر متغیرهای میزان سدیم خاک و ارتفاع از سطح دریا قرار داشتند. شاخص تنوع گونه‌ای شانون با همبستگی بالا با محور اول بیشتر تحت تأثیر متغیر نوع سازند زمین‌شناسی و متغیرهای خاکی میزان یون سدیم، آهک، درصد اشباع و نوع بافت قرار داشت. بر این اساس بالاترین تنوع گیاهی در ارتفاعات میانی منطقه و بر روی سازندهای آتشفشانی با خاک‌هایی با بافت متوسط، رطوبت اشباع بالا و حداقل میزان آهک و یون‌های محلول سدیم ایجاد می‌شود (گروه ۱ در شکل ۵).

بررسی ضریب همبستگی بین متغیرهای محیطی با محورهای رسته‌بندی (جدول ۴) نشان داد که محور اول به‌ترتیب با متغیرهای سازند زمین‌شناسی (آتشفشانی و رسوبی-عمدتاً آهکی)، درصد اشباع، درصد آهک، درصد شن، مجموع درصد سیلت و رس، میزان سدیم خاک و در نهایت ارتفاع از سطح دریا بیشترین همبستگی معنی‌دار را دارد. در حالی که متغیرهای ارتفاع و میزان سدیم خاک تعیین‌کننده محور دوم بودند. این نتایج به وضوح در دیاگرام رسته‌بندی RDA نیز قابل مشاهده است (شکل ۵). نتایج آزمون معنی‌داری مونت کارلو نشان داد که مقدار ویژه محور اول RDA و مجموع مقادیر ویژه تمام محورها در سطح خطای ۱ درصد کاملاً معنی‌دار هستند (جدول ۵). بر این اساس می‌توان اظهار داشت که الگوهای مشاهده شده در مجموعه داده‌ها در اثر شانس و بصورت اتفاقی نبوده است. در دیاگرام سه‌پلاتی حاصل از تجزیه RDA شاخصه‌های تنوع و متغیرهای محیطی توسط بردارهایی نشان داده شده‌اند. برای حداکثر تغییرات و طول آنها بیان‌کننده میزان تغییرات است. آندسته از متغیرهای محیطی که دارای بردار بزرگ‌تری هستند در رسته‌بندی در مقایسه با بردارهای

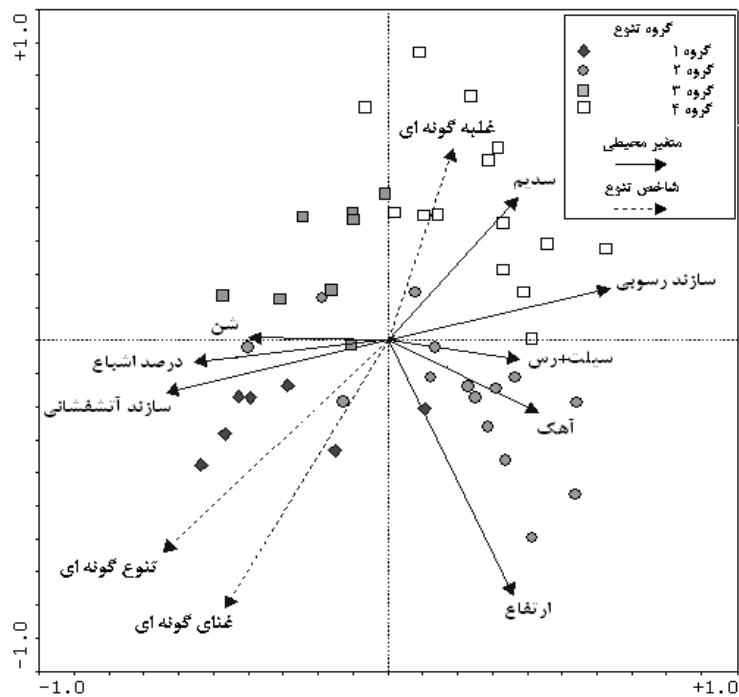
جدول ۴- ضریب همبستگی بین نه متغیر منتخب محیطی و محورهای RDA

ضریب همبستگی Correlation coefficients (intra-set)			
متغیرهای محیطی	محور اول	محور دوم	محور سوم
ارتفاع	۰/۳۳*	-۰/۷**	-۰/۱
شن	-۰/۳۶*	۰/۰۰۷	۰/۱۵
سیلت+رس	۰/۳۴*	-۰/۰۵	-۰/۱۳
سدیم	۰/۳۴*	۰/۳۹**	۰/۴۱**
درصد اشباع	-۰/۵۱**	-۰/۱۱	-۰/۳*
سازند رسوبی	۰/۵۸**	۰/۱۴	۰/۳۸*
سازند آتشفشانی	-۰/۵۸**	-۰/۱۴	-۰/۳۸*
آهک	۰/۳۹**	-۰/۲	۰/۲۶
هدایت الکتریکی	۰/۰۸	۰/۰۵	-۰/۲۹*

\*\* معنی داری در سطح خطای ۵ درصد \*\* معنی داری در سطح خطای ۱ درصد

جدول ۵- نتایج آزمون معنی داری مونت کارلو

P-value	F-ratio	مقدار ویژه	
۰/۰۰۵	۴/۰۳	۰/۱۷۷	محور اول
۰/۰۰۵	۱/۷۸	۰/۴۵	همه محورها



شکل ۵- دیاگرام سه پلاتی رسته بندی RDA

## بحث

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، از بین متغیرهای توپوگرافی، ارتفاع از سطح دریا بیشترین تأثیر را بر تنوع گیاهی منطقه داشت. محققانی همانند اسماعیل‌زاده و حسینی (۱۳۸۶)، Jiang و همکاران (۲۰۰۷) و Al Mutairi و همکاران (۲۰۱۲) نیز در بررسی‌های خود بر نقش مؤثر ارتفاع بر تنوع گیاهی تأکید کردند. در منطقه مورد مطالعه طبقه ارتفاعی میانی (۲۳۵۰)، از تنوع و غنای گونه‌ای بالاتری برخوردار بود. این نتایج با نظریه Grime (۱۹۷۳) مبنی بر به حداکثر رسیدن تنوع در شرایط متوسط استرس‌های محیطی مطابقت دارد. Hegazy و همکاران (۱۹۹۸) نیز در بررسی تنوع و غنای پوشش گیاهی در طول گرادیان ارتفاعی گزارش کردند که در ارتفاعات میانی، تنوع و غنای گونه‌ای به بالاترین مقدار خود می‌رسند. آنان علت آن را واقع شدن پوشش گیاهی در یک زون انتقالی (اکوتون) با شرایط مساعد دمایی و رطوبتی ذکر کرده‌اند. از دیگر عوامل مؤثر بر تغییرات تنوع گونه‌ای منطقه، نوع سازند زمین‌شناسی بود. در این میان سازندهای آتشفشانی از تنوع و غنای بالاتری نسبت به سازندهای رسوبی (عمدتاً آهکی) برخوردار بودند. نکته قابل توجه اینکه گرادیان‌های مهم خاکی منطقه در امتداد گرادیان نوع سازند زمین‌شناسی قرار داشتند (شکل ۵). طبق نظر Vogiatzakis و همکاران (۲۰۰۳) تغییر در ساختار زمین‌شناسی یک منطقه سبب تغییرات خاک، سیمای ژئومورفولوژی و در نهایت تغییرات پوشش گیاهی آن می‌شود. از میان متغیرهای خاکی، میزان آهک، درصد اشباع، سدیم و بافت خاک بیشترین تأثیر را بر تنوع گونه‌ای منطقه داشتند. Abd El-Ghani (۱۹۹۸) در بررسی پوشش گیاهی شرق مصر، بالا بودن میزان کربنات کلسیم و سطح شوری خاک را علت اصلی پایین بودن تنوع و غنای گونه‌ای در گروه‌های گیاهی این منطقه گزارش داده است. Zare Chahouki و همکاران (۲۰۰۹) نیز در بررسی تنوع گیاهی مراتع طالقان بالا بودن آهک خاک را از عوامل مؤثر بر تنوع گونه‌ای این منطقه معرفی کردند. فاکتور آهک در بعضی موارد رابطه مستقیم و در موارد دیگر رابطه

معکوس با پارامترهای گیاهی دارد. علت آن این است که وجود مقادیر مناسب آهک در ایجاد ساختمان خوب و تعدیل اسیدیته خاک و بدنبال آن در جذب مواد غذایی مؤثر است. ولی اگر درصد آهک بیش از حد افزایش یابد با ایجاد سخت لایه، افزایش میزان اسیدیته و املاح در محدوده ریشه مشکلاتی را برای گیاهان بوجود می‌آورد (زارع چاهوکی، ۱۳۸۰). بالا بودن میزان آهک قابلیت استفاده از عناصر ریزمغذی مانند روی و منگنز را نیز برای گیاهان کاهش می‌دهد (محمودی و حکیمیان، ۱۳۸۶) و حتی قادر است با تغییر بافت خاک از شنی به لومی باعث تغییر در گروه‌های گیاهی شود (کروری و خوشنویس، ۱۳۷۹). از دیگر گرادیان‌های مؤثر بر شاخصه‌های تنوع گیاهی منطقه، درصد رطوبت اشباع و میزان سدیم خاک بودند. بالا بودن رطوبت اشباع خاک سبب می‌شود تا خاک بتواند طی یک بارندگی، رطوبت بیشتری را در خود ذخیره کند و ضمن افزایش ذخیره رطوبتی خود سبب بهبود رشد گیاهان شود. Zare Chahouki و همکاران (۱۳۸۶) طی مطالعه‌ای در مراتع پشتکوه استان یزد، رطوبت اشباع خاک را از عوامل مؤثر بر حضور گونه‌های گیاهی این منطقه معرفی کردند. افزایش بیش از حد سدیم خاک و بالا رفتن سهم آن نسبت به کاتیون‌های کلسیم و منیزیم سبب پخش شدن خاکدانه‌ها، تخریب ساختمان خاک و در نهایت ایجاد اختلال در عمل تنفس و در نتیجه کاهش پارامترهای رشد گیاه می‌شود (قربانیان، ۱۳۸۴). نتایج نشان داد که تنوع گیاهی منطقه تحت تأثیر بافت خاک نیز قرار دارد. هم‌راستا با نتایج این تحقیق، محققان دیگری از جمله Zare Chahouki و همکاران (۱۳۸۶) بر نقش مؤثر بافت خاک بر تغییرات تنوع گونه‌ای تأکید کردند. مطابق با نظر Dodd و Lauenroth (۱۹۹۷) خاک‌هایی با بافت متوسط از تنوع و غنای بالاتری برخوردار هستند. زیرا آنها به طور مؤثر دو منبع آب قابل دسترس ایجاد می‌کنند، منبع سطحی که برای تمام گیاهان (چوبی و علفی) و منبع آب عمقی که فقط قابل دسترس برای گیاهان چوبی ریشه عمیق است. از این طریق امکان حضور همزمان دو تیپ عملکردی گراس‌های علفی و

- اکولوژیک گیاهی با شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی در ذخیره سرخدار افراخته، مجله محیط شناسی، ۳۳ (۴۳): ۲۱-۳۰.
- باغستانی میبیدی، ن.، ۱۳۷۲. بررسی اکولوژیکی جوامع گیاهی با توجه به واحدهای ژئومرفولوژی و خاک در حوزه ندوشن استان یزد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه تهران.
- قربانیان، د.، ۱۳۸۴. بررسی خصوصیات اکولوژی گونه *Salsola rigida* در مراتع استان سمنان. تحقیقات مرتع و بیابان، ۱۲: ۴۹۷-۴۸۳.
- کروری، س. و خوشنویس، م.، ۱۳۷۹. مطالعه اکولوژیکی و زیست‌محیطی رویشگاه‌های ارس ایرانی. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۲۰۸ ص.
- محمودی، س. و حکیمیان، م.، ۱۳۸۶. کلیات خاکشناسی، انتشارات دانشگاه تهران، ایران، ۷۰۰ ص.
- مصدافی، م.، ۱۳۸۳. روش‌های رگرسیون در تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، انتشارات آستان قدس رضوی، ایران، ۲۹۰ ص.
- Abd El-Ghani, M. M., 1998. Environmental correlates of species distribution in arid desert ecosystems of eastern Egypt. *Arid Environments*, 38: 297-313.
- Ali, M. M., Dickinson, G. and Murphy, K. J., 2000. Predictors of plant diversity in a hyper arid desert wadi ecosystem. *Arid Environments*, 45: 215-230.
- Al Mutairi, Kh., El-Bana, M., Mansor, M, Al-Rowaily S. and 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
- Barnes, B. V., 1998. *Forest ecology*, John Wiley and Sons, 773p.
- Baruch, Z., 2005. Vegetation-environment relationship and classification of the seasonal savannas in Venezuela, *Flora*, 200: 49-64
- Cairns, J. J. R. and Walters, A. E., 1979. Environmental biomonitoring assessment, prediction and management certain. International co-operative publishing house, Farlrland, Mary land.
- Canadas, E. M., Jiménez, M. N., Valle, F., Fernandez-Ondono, E., Martin-Peinado, F. and Navarro, F. B., 2010. Soil-vegetation relationships in semi-arid Mediterranean old fields (SE Spain): Implications for management, *Arid Environments*, 74: 1525-1533
- Dodd, M. B. and Lauenroth, W. K., 1997. The influence of soil texture on the soil water dynamics and vegetation structure of a short grass steppe ecosystem, *Plant Ecology*, 133: 13-28

بوته‌ای‌های چوبی در یک منطقه فراهم شده که به تبع آن تنوع گونه‌ای نیز افزایش می‌یابد.

تفسیر چگونگی پراکنش توانمندی‌های گیاهی اعم از شاخص‌های تنوع گونه‌ای، درصد تاج‌پوشش، میزان تولید علوفه سالانه، تعیین وضعیت، چگونگی روند تغییرات مراتع و دستیابی به چگونگی چینش و نوع پراکندگی رویشگاه‌های گیاهی می‌تواند ما را به چگونگی حمایت و حفاظت از منابع پرتوان مراتع غنی، مراتع متوسط و مراتع ضعیف رهنمون باشد. اگر تولیدات اصلی را در خاک‌های حاصلخیز عمدتاً با منشأ آذرین، دارای بارندگی و با کیفیت و کمیت و پراکنش مناسب مورد حمایت قرار دهیم، بدیهی است تراکم دام‌ها در این مراتع زیادتر است، تولیدات علوفه و به تبع آن تولیدات دامی در این مراتع رونق بالاتری دارد، گیاهان متنوع‌تر و عمدتاً خوش‌خوراک‌ترند، رویش گیاهان و استقرار پایه‌های جوان در این مراتع غنی‌تر هستند، تولید بذرها و گیاهان مرتعی در این عرصه‌ها و همچنین زادآوری گیاهان قابل توجه بوده و توانمندی‌های غنی از مراتع رو به رشد و قابل سرمایه‌گذاری‌های مطمئن را ارائه می‌کند. تنوع دام‌های اهلی و همچنین حیات‌وحش در مراتع فوق‌بالاتر است و بطور کلی در امتداد مراتع مذکور حیات بهتری دارد. در عرصه‌های با کمیت و کیفیت متوسط، شاخص‌های تولیدات گیاهی و بهره‌برداری توسط دام‌ها پایین‌تر از گروه‌های اکولوژیک اول بوده، از این‌رو حفاظت‌ها و حمایت‌ها از طرف مرتع‌داران را بیشتر طلب می‌کند. همچنین در گروه‌های اکولوژیک ضعیف که تولیدات گیاهی ضعیف‌تر و شرایط محیطی شکننده‌تر است عمدتاً حمایت و حفاظت گیاهان پراکنده با تاج پوشش و تولیدات ضعیف مطرح است. در این مراتع بودن گیاهان و استقرار اندک پایه‌های روئیده در شرایط سخت چنین جوامعی از اهمیت بالایی برخوردار است.

#### منابع مورد استفاده

- اسماعیل زاده، ا. و حسینی، س.م.، ۱۳۸۶. رابطه بین گروه‌های

- Systematics, 4: 25-51.
- Parker, K., 1991. Topography, substrate, and vegetation patterns in the northern Sonoran Desert. *Biogeography*, 18: 151-163.
- Primack, R. B., 1993. *Essentials of conservation biology*. Massachusetts, Sunderland: Sinauer Associates, 564 p.
- Ter Braak, C. J. F. and Šmilauer, P., 2001. *CANOCO reference manual and User's guide to canoco for Windows, Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)*. Centre for Biometry Wageningen (NL) and Microcomputer Power, thaca NY, USA.
- Vogiatzakis, I. N., Griffiths, G. H. and Mannion, A. M., 2003. Environmental factors and vegetation composition. *Global Ecology & Biogeography*, 12: 131-146.
- Zare Chahouki, M. A., Jafari, M., Azarnivand, H., Farahpour, M. and Shafizadeh Nasr Abadi, M., 2007. Application of logistic regression to study the relationship between presence of plant species and environmental factors. *Pajouhesh & Sazandegi*, 76: 136-144.
- Zare Chahouki, M. A., Ghomi, S., Azarnivand, H. and Piri Sahragard, H., 2009. Investigation of relationship between plant diversity and environmental factors in rangeland of Taleghan. *Rangeland*, 3(2): 171-180.
- Enright, N. J., Miller, B. P. and Akhter, R., 2005. Desert vegetation and vegetation-environment relationships in Kirthar National Park, Sindh, Pakistan. *Arid Environments*, 61: 397-418.
- Grime, J. P., 1973. Competitive exclusion in herbaceous vegetation. *Nature*, 242: 344-347.
- Hegazy, A. K., EL-Demedesh, M. A. and Hosni, H. A., 1998. Vegetation, species diversity and floristic relations along an altitudinal gradient in south-west Saudi Arabi. *Arid Environment*, 3: 3-13.
- Jenkins, M. and Parker, A., 1998. Composition and diversity of woody vegetation in silvicultural openings of southern Indiana forests. *Forest ecology and management*, 109: 57-74.
- Jiang Y., Kang, M., Zhu, Y. and Xu, G., 2007. Plant biodiversity patterns on Helan mountain, China, *Acta Oecologica*, 32:125-133.
- Kent, M., 2006. Numerical classification and ordination methods in biogeography. *Progress in Physical Geography*, 30(3):399-408.
- McCune, B. and Mefford, M. J., 1999. *PC-ORD for windows, multivariate analysis of ecological data, Version 4.14*. MjM Software, Gleneden Beach, OR, USA.
- Minggagud, H. and Yang, J., 2013. Wetland plant species diversity in sandy land of a semi-arid inland region of China. *Plant Biosystems*, 1(147): 25-32
- Noy-Meir, I., 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and*

## Relationship between vegetation diversity and environmental variables in Nodoushan steppe rangelands, Yazd

J. Abdollahi<sup>1\*</sup>, H. Naderi<sup>2</sup>, A. Khavaninzadeh<sup>3</sup> and M. S. Mahinifar<sup>4</sup>

1\*-Corresponding author, Research Instructor, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization, AREEO, Yazd, Iran,

Email: [jaabdollahig@gmail.com](mailto:jaabdollahig@gmail.com)

2- Ph.D. Student in Range Management, Department of Range and Watershed Management, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources, Iran

3- Former M.Sc. Student in Range Management, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Iran

4-Research Expert, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization, AREEO, Yazd, Iran

Received: 3/3/2013

Accepted: 14/9/2013

### Abstract

In this research, the effects of important environmental variables on vegetation diversity were determined in Nodoushan-Yazd. For this purpose, 46 various land unit tracts (LUT) were studied. To collect vegetation data, the number and optimum size of sampling plots were determined using the statistical and minimal area methods, respectively. For each sampled unit, one composite soil sample was collected according to plant root depth. Soil properties included: gravel, texture, saturation percentage (S.P), calcium carbonate, pH, EC, soluble ions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\text{Ca}^{2+}$ ) and S.A.R. The study of diversity indices was performed based on species canopy cover, the presence or absence of species and the use of three diversity indices (richness, Shannon-Wiener and Simpson). Then, the relationship between environmental variables and biodiversity indices was investigated using RDA ordination. According to the obtained results, altitude had the most impact on vegetation diversity. The species diversity indices were also significantly correlated with some of the soil variables, including Na, T.N.V, saturation percentage (S.P) and soil texture. The trend of changes in species diversity in the study area had significant correlation with the type of geological formation.

**Keywords:** Species diversity indices, soil and topographic variables, geological formation, RDA ordination, steppe rangeland.