

معرفی فراسنجه‌های اکولوژیکی شاخص در رویشگاه‌های چندگونه مرتعی در مراتع کوهستانی پلور، استان مازندران

شکوفه شکرالهی^{۱*}، حمید رضا مرادی^۲ و قاسمعلی دیانتی تیلکی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۲۷)

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی برخی عوامل اکولوژیکی در رویشگاه‌های چهارگونه مرتعی و معرفی مهم‌ترین آنها در حضور و پراکنش گونه‌ها، در بخشی از مراتع ییلاقی پلور با مساحتی معادل ۴۶۰۰ هکتار انجام شده است. بدین منظور پس از مطالعات اولیه و انتخاب گونه‌های گیاهی، نمونه‌برداری در رویشگاه هر گونه گیاهی در طول ۳ ترانسکت ۱۵۰ متری به روش تصادفی-سیستماتیک در منطقه معرف هر تیپ انجام گرفت. گونه‌های گیاهی مورد مطالعه شامل: *Festuca ovina* (علف بره)، *Astragalus gossypinus* (گون پنبه‌ای)، *Poa bulbosa* (علف چمنی) و *Dactylis glomerata* (علف باغی) می‌باشد. در طول هر ترانسکت، ۱۰ پلات با ابعاد یک متر مربع و به فاصله ۱۰ متر از هم قرار داده شد. هم‌چنین در ابتدا و انتها و وسط هر ترانسکت پروفیل حفر و از عمق ۳۰-۵۰ سانتی‌متری، نمونه خاک برداشت شد. خصوصیات خاک از قبیل ازت، فسفر، ماده آلی، pH، EC و بافت خاک اندازه‌گیری گردید. در این تحقیق به منظور بررسی گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی و یافتن رابطه منطقی بین آنها از نرم افزار شازم نسخه ۱۰ استفاده گردید. الگوی به‌کار رفته در این پژوهش، بر مبنای توابع کیفی بوده و برای این منظور تابع لوجیت برآورد گردید. نتایج نشان داد که برای گونه‌های *F. ovina* و *P. bulbosa* دو متغیر اسیدیته و ازت، برای گونه *A. gossypinus* دو متغیر هدایت الکتریکی و ماده آلی و برای گونه *D. glomerata* دو متغیر ارتفاع و ازت، اهمیت خاصی در احتمال حضور یا عدم حضور دارند.

واژه‌های کلیدی: رویشگاه، عوامل محیطی، حضور و عدم حضور، مراتع ییلاقی، پلور

۱. گروه مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

۲. گروه آب‌خیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: shekoofa_sh86@yahoo.com

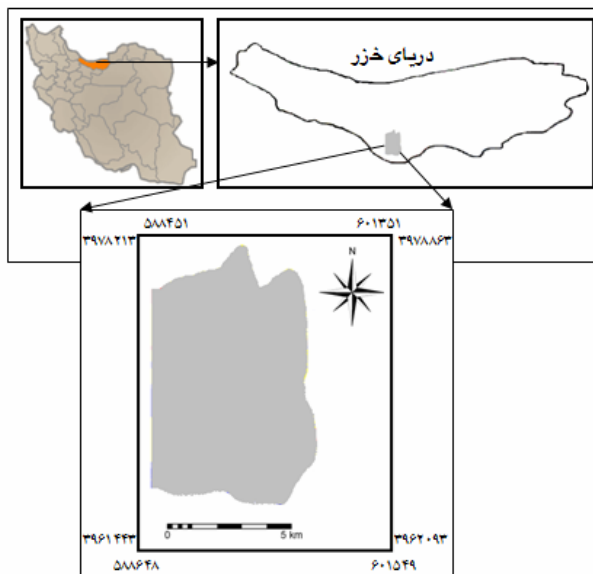
مقدمه

ظهور هر گونه گیاهی تحت تأثیر عوامل محیطی و روابط بین‌گونه‌ای است و یک یا چند عامل محیطی، بیشترین اثر را در استقرار یک گونه گیاهی خاص دارند. اگر به‌طریقی بتوان این عوامل را برای هر گونه گیاهی تعیین کرد و رفتار گونه را با متغیرهای محیطی و گونه‌های همراه بررسی نمود، می‌توان به مدل‌های پیش‌بینی توزیع گونه‌های دست یافت. عوامل مؤثر در پراکنش گونه‌های گیاهی ممکن است ناشی از عوامل درون‌زا یا برون‌زا یا هر دو عامل باشد. عوامل درون‌زا که ناشی از ویژگی‌های گیاه است در مقیاس‌های کوچک‌تر و عوامل برون‌زا یا همان عوامل محیطی در مقیاس‌های بزرگ‌تر باعث پراکنش گونه‌های گیاهی می‌شوند (۱۴). مهم‌ترین عوامل محیطی شامل عوامل اقلیمی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عوامل توپوگرافی هستند. اقلیم بر پراکنش انواع اصلی پوشش‌های گیاهی جهان، کنترل عمده‌ای اعمال می‌کند، ولی ویژگی‌های خاک و توپوگرافی در درون یک نوع پوشش گیاهی، تغییرات کم پراکنش را کنترل می‌کنند (۳۴). بنابراین شناخت روابط بین عوامل نقش مهمی در مدیریت و برنامه‌ریزی دارد که این مهم جز با بررسی روابط بین گونه‌های گیاهی و عوامل مؤثر بر استقرار آنها و ارائه روابط به‌صورت مدل حاصل نخواهد شد (۱۷). نتایج بررسی روابط پوشش گیاهی و عامل‌های محیطی در پارک ملی کریتهار پاکستان که توسط انزایت و همکاران (۲۰) صورت گرفت، نشان داد عامل‌های فیزیکی مؤثر بر آب قابل‌دسترس (مانند شیب و سنگی بودن خاک) نسبت به ویژگی‌های شیمیایی خاک و فعالیت‌های انسانی در پراکنش تیپ‌های گیاهی اصلی منطقه و الگوی غنای گونه‌ای از اهمیت بیشتری برخوردار است. نتایج پژوهش بیسینگ (۳۳) که در چین انجام شد، نشان داد که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مثل مواد غذایی، رطوبت، شوری و اسیدیته که بر روی همگونی زیستگاه تأثیرگذار هستند، الگوی پراکنش جوامع گیاهی را در این مناطق کنترل می‌کنند. محتشم نیا و همکاران (۱۰) با رسته‌بندی پوشش گیاهی مراتع آباده استان فارس در

ارتباط با عوامل خاکی و پستی و بلندی نشان دادند که بافت و فسفر خاک از مهم‌ترین عوامل محیطی در استقرار و پراکنش گروه‌های اکولوژیکی گیاهی می‌باشد. نتایج تحقیق مرادی و همکاران (۱۱)، در منطقه باغ شاد نشان داد که پراکنش و استقرار جوامع گیاهی در ارتباط با ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب، عمق و بافت خاک می‌باشد. سایر عوامل اکولوژیکی از قبیل pH، فسفر، پتاسیم و درصد ماده آلی اهمیت کمتری در پراکنش و استقرار جوامع گیاهی منطقه مورد مطالعه دارند. فهیمی پور و همکاران (۸)، با مطالعه ارتباط عوامل محیطی و پراکنش تیپ‌های گیاهی نشان دادند شیب، ارتفاع از سطح دریا، بافت، عمق خاک، فسفر و ازت خاک بیشترین تأثیر را بر پراکنش گونه‌ای دارند. آگاهی از ویژگی‌های محیطی رویشگاه هر گونه گیاهی نقش مؤثری در پیشنهاد گونه‌های سازگار با شرایط محیط در مناطق مشابه دارد، بنابراین در صورتی که روابط بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی تجزیه و تحلیل شود، می‌توان به این مهم دست یافت. از آنجا که خصوصیات کمی پوشش گیاهی مانند درصد تاج‌پوشش، تراکم و میزان تولید تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی، میزان بارندگی، چرای دام و روش‌های اندازه‌گیری قرار می‌گیرند، بنابراین در این پژوهش عامل حضور و عدم‌حضور گونه‌های گیاهی در نظر گرفته شده و روابط آن با عوامل محیطی تحلیل گردیده است.

مواد و روش‌ها

منطقه پلور در استان مازندران در محدوده $35^{\circ}55'$ تا $35^{\circ}50'$ عرض شمالی و $51^{\circ}33'$ تا $52^{\circ}4'$ طول شرقی واقع شده (شکل ۱) و مساحت محدوده مراتع آن ۴۶۰۰ هکتار می‌باشد. بیشتر سطح این محدوده شامل کوه‌های مرتفع بوده و ارتفاع آن بین ۲۲۰۰ تا ۳۸۷۰ متر از سطح دریا متغیر است. شیب متوسط منطقه حدود ۳۰ درصد و جهت عمومی آن شرقی-غربی است. طبق سیستم طبقه‌بندی آمبرژه، منطقه جزو سیستم ارتفاعات (کوهستانی) می‌باشد. میانگین ۱۵ ساله بارندگی حدود ۵۳۵ میلی‌متر در سال بوده که قسمت بیشتر آن به‌صورت برف است.

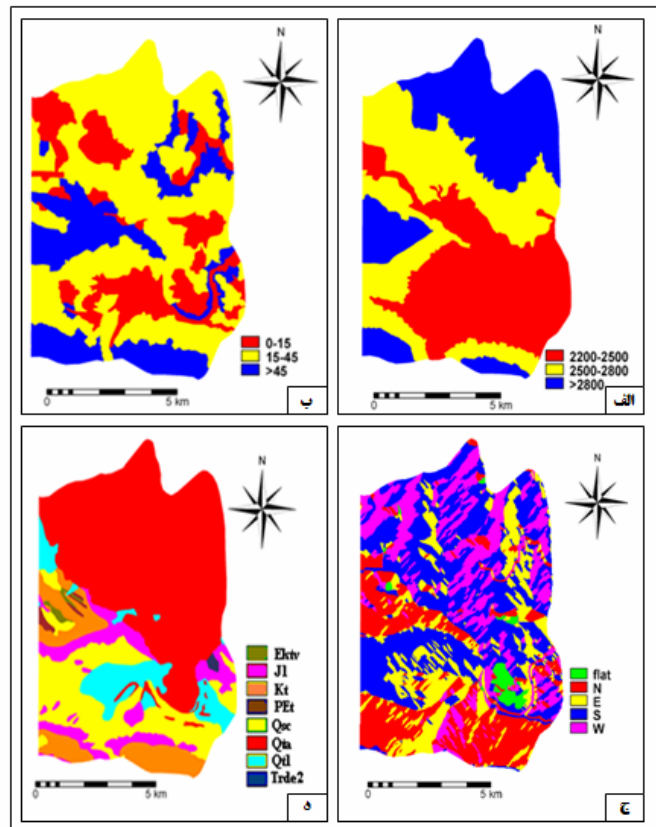


شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه ایران و استان

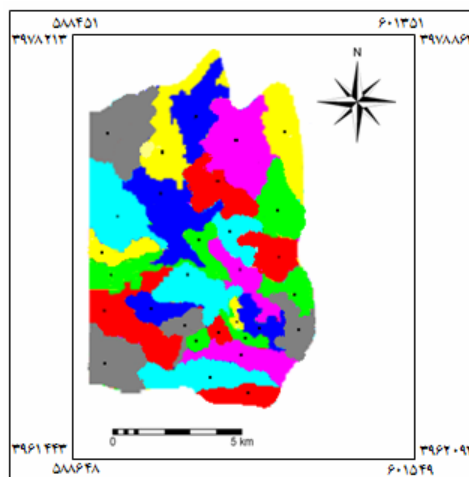
مورد مطالعه و نیز عمق ریشه‌دوانی گونه‌های گیاهی موجود در منطقه تعیین شد (۲۷). در آزمایشگاه نمونه‌های خاک از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. آزمایش فیزیکی تعیین ذرات نسبی خاک شامل رس، سیلت و ماسه، به‌روش هیدرومتری بایکاس انجام شد. در بررسی تجزیه شیمیایی خاک، میزان اسیدیته در گل اشباع با pH متر اندازه‌گیری گردید. آهک به‌روش کلسیمتری، فسفر و پتاسیم با دستگاه اسپکتروفوتومتری، ازت با دستگاه کج‌دال و روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد.

با توجه به این‌که خصوصیات کمی گونه‌های گیاهی تحت تأثیر روش اندازه‌گیری، عوامل درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای قرار می‌گیرد، بنابراین در بررسی رابطه گونه گیاهی و عوامل محیطی، استفاده از حضور و عدم حضور گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی معقول‌تر می‌باشد (۴). در این تحقیق به‌منظور بررسی گونه‌گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی و یافتن رابطه منطقی بین آنها از نرم افزار شازم نسخه ۱۰ استفاده گردید. الگوی به‌کار رفته در این پژوهش، بر مبنای توابع کیفی بوده و برای این منظور تابع لجوجیت برآورد و مقادیر مربوط به آن ارائه شد. با برآورد الگوی مناسب، میزان اثر هر یک از متغیرهای

به‌منظور بررسی روابط پوشش گیاهی و عوامل محیطی، ابتدا با استفاده از نقشه ۱:۵۰۰۰۰ و پیمایش صحرایی، محدوده مطالعاتی ترسیم شد و با استفاده از GIS نقشه‌های پایه طبقات ارتفاعی، شیب و جهت شیب (شکل ۲) و در نهایت از تلفیق آنها همراه با نقشه زمین‌شناسی، نقشه واحدهای کاری (واحدهای ژئومورفولوژی) حاصل شد (شکل ۳). در هر واحد کاری سطح مناسب قاب نمونه‌برداری به‌روش سطح حداقل، و تعداد بعد از نمونه‌برداری اولیه با توجه به تغییرات پوشش گیاهی با روش آماری تعیین شد. در منطقه مورد مطالعه، سطح پلات یک مترمربع و تعداد آن برای هر واحد نمونه‌برداری ۳۰ عدد تعیین گردید. سپس در هر واحد، در طول ۳ ترانسکت ۱۰۰ متری نمونه‌برداری انجام شد. در طول هر ترانسکت، پلات‌ها به فاصله ۱۰ متر از هم قرار داده شد. فاصله بین پلات‌ها و ترانسکت‌ها با توجه به خصوصیات پوشش گیاهی، وضعیت فیزیوگرافی، عوامل اکولوژیک، هدف تحقیق، طول و مساحت طبقات ارتفاعی در نظر گرفته شد (۱ و ۴). هم‌چنین در ابتدا، انتها و وسط هر ترانسکت پروفیل خاک حفر و از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک برداشت شد. لازم‌به‌ذکر است که این عمق با توجه به کوهستانی بودن منطقه



شکل ۲- نقشه‌های عوامل ژئومورفولوژی شامل ارتفاع (الف)، شیب (ب)، جهت شیب (ج) و زمین‌شناسی (د)



شکل ۳- نقشه واحدهای کاری منطقه مورد مطالعه

احتمال حضور گونه موردنظر چند درصد تغییر خواهد کرد. اثر نهایی نیز مانند کشش میانگین می‌باشد با این تفاوت که اثر نهایی بیان می‌کند که با افزایش یک واحدی در مقدار متغیر مورد بررسی، احتمال حضور گونه موردنظر چند واحد تغییر

به کار رفته تعیین گردید، در این راستا پارامترهای کشش در میانگین (Elasticity at Mean) و اثر نهایی (Marginal Effect) برآورد شد. کشش میانگین بیانگر این مطلب است که با افزایش یک درصدی در مقدار متغیر مورد بررسی نسبت به میانگین،

جدول ۱. متغیرهای مهم تأثیرگذار در احتمال حضور گونه *Fe.ovina*

| نام متغیر | میانگین متغیر | ضریب برآوردی | انحراف معیار | آماره t | کشش میانگین | اثر نهایی |
|----------------|---------------|--------------|--------------|---------|-------------|-----------|
| جهت | - | ۰/۰۳۴ | ۰/۰۱۸ | ۱/۸۵ | ۳/۲۶ | ۰/۰۰۸ |
| ارتفاع | ۲۶۱۱/۴ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۴ | ۲/۱۲ | ۱۳/۴۶ | ۰/۰۰۲ |
| ماده آلی | ۱/۶۶ | ۵/۲۸ | ۲/۹۲ | ۱/۸۰ | ۵/۰۷ | ۱/۲۸ |
| ازت | ۰/۱۷ | -۴۱/۶۳ | ۲۰/۶۷ | -۲/۰۱ | -۴/۱۵ | -۱۰/۱۶ |
| اسیدیته | ۷/۲۶ | -۳/۲۸ | ۱/۷۴ | -۱/۸۸ | -۱۳/۷۸ | -۰/۸۰ |
| هدایت الکتریکی | ۶۲/۷۷ | ۰/۳۱ | ۰/۱۲ | ۲/۵۲ | ۱۱/۳۷ | ۰/۰۷ |
| سنگ و سنگریزه | ۲۰/۷۱ | -۰/۱۵ | ۰/۰۹ | -۱/۶۷ | -۱/۹۰ | -۰/۰۳ |

OM: مواد آلی، N: ازت، pH: اسیدیته، EC: هدایت الکتریکی و St: سنگ و سنگریزه می‌باشد.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، متغیرهای جهت، ارتفاع، ماده آلی، ازت، اسیدیته، هدایت الکتریکی و سنگ و سنگریزه مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در پراکنش گونه *Festuca ovina* می‌باشد. با افزایش متغیرهای جهت، ارتفاع، ماده آلی و هدایت الکتریکی حضور این گونه افزایش خواهد یافت، درحالی‌که با افزایش متغیرهای ازت، اسیدیته و سنگ و سنگریزه احتمال حضور این گونه کاهش می‌یابد. با افزایش یک درصدی در میزان متغیرهای جهت، ارتفاع، ماده آلی و هدایت الکتریکی، احتمال حضور گونه به ترتیب ۳/۲۶۶، ۱۳/۴۶۷، ۵/۰۷۷ و ۱۱/۳۷۰ درصد افزایش خواهد یافت و با افزایش یک واحدی در مقدار آنها، احتمال حضور به ترتیب ۰/۰۰۸۴، ۰/۰۰۲۱، ۱/۲۸۹ و ۰/۰۷۶۶ واحد افزایش خواهد یافت. از طرفی با افزایش یک درصدی در میزان متغیرهای ازت، اسیدیته و سنگ و سنگریزه احتمال حضور به ترتیب ۴/۱۵۰، ۱۳/۷۸۹ و ۱/۹۰۸ درصد کاهش خواهد یافت و با افزایش یک واحدی در مقدار آنها، احتمال حضور به ترتیب ۱۰/۱۶۲، ۰/۸۰۲۵ و ۰/۰۳۸۹ واحد کاهش خواهد یافت (جدول ۱). نتایج نشان داد که بیشترین کشش مربوط به متغیر اسیدیته و بیشترین اثر نهایی مربوط به متغیر ازت می‌باشد. لذا این دو متغیر اهمیت خاصی

خواهد کرد. در هر دو حالت، علامت مثبت نشان‌دهنده افزایش احتمال حضور و علامت منفی نشان‌دهنده کاهش احتمال حضور می‌باشد. این تحلیل برای هر گونه غالب به‌طور جداگانه انجام گردید. بدین ترتیب دو کلاس حضور و عدم حضور برای هر گونه به‌عنوان متغیر وابسته و عوامل خاکی و توپوگرافی به‌عنوان متغیر مستقل وارد گردید. در فرآیند انجام آنالیز برای تعیین ورود متغیرها به مدل، مفروضات این روش‌ها در نظر گرفته شد و در نهایت برای هر گونه، مدلی که بیشترین صحت را دارا بود انتخاب گردید و براساس آن، عامل یا عوامل تأثیرگذار روی حضور یا عدم حضور هر گونه همراه با مقدار سهم آنها تعیین گردید.

نتایج

نتایج حاصل از بررسی روابط گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی برای هر گروه به‌صورت زیر آمده است:

گونه *Festuca ovina*

بر اساس برآوردهای انجام شده، بهترین مدل به‌دست آمده برای این گونه طبق رابطه ۱ می‌باشد:

$$P(F.ovina) = \frac{1}{1 + e^{-(0.0345 Asp + 0.0089 Ele + 5.28 OM - 41.63 N - 3.28 pH + 0.3138 EC - 0.1595 St - 22.704)}} \quad [1]$$

که در آن: Asp: جهت جغرافیایی، Ele: ارتفاع از سطح دریا،

جدول ۲. آماره‌های مربوط به مدل پیش‌بینی احتمال حضور گونه *F. ovina*

| آماره | LOG-LIKELIHOOD | LIKELIHOOD RATIO TEST | آماره احتمال | استرلا | مادالا | کراگ-اوهرلر | مک فادن |
|-------|----------------|-----------------------|--------------|--------|--------|-------------|---------|
| ضریب | -۱۵/۱۵۸ | ۱۶/۷۱۸ | ۰/۰۴۶ | ۰/۶۶۸ | ۰/۵۳۲ | ۰/۷۱۱ | ۰/۵۵۱ |

صحت کل پیش‌بینی مدل ۸۱/۸۱۸ درصد

در احتمال حضور یا عدم حضور گونه *Festuca ovina* خواهند داشت. با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌شود که آماره نسبت درست‌نمایی (Likelihood Ratio Test) در این برآورد، به‌خوبی در سطح پنج درصد معنی‌دار است، لذا متغیرهای توضیحی توانسته‌اند به‌خوبی متغیر وابسته (احتمال حضور یا عدم حضور) را توصیف نمایند؛ ضریب تعیین مک فادن نیز برابر ۰/۵۵۱۴ شده است، بنابراین، این آماره به همراه آماره‌های مادالا و استرلا بیانگر آن است که متغیرهای توضیحی مدل، تغییرات متغیر وابسته مدل را به‌خوبی توضیح داده‌اند. هم‌چنین مطابق برآوردهای حاضر، درصد پیش‌بینی صحیح در این مدل برابر ۸۱/۸۱ درصد می‌باشد، لذا حدود ۸۱/۸۱ درصد از متغیرها، احتمال حضور یا عدم حضور پیش‌بینی شده را با ارایه نسبتی کاملاً مناسب با اطلاعات، به‌درستی اختصاص داده‌اند.

گونه *Astragalus gossypinus*

بر اساس برآوردهای انجام شده، بهترین مدل به‌دست آمده برای این گونه طبق رابطه ۲ می‌باشد:

$$P(A. gossypinus) = \frac{1}{1 + e^{-(10.36OM + 0.92P + 0.28EC - 38.826)}} \quad [2]$$

که در آن: OM: مواد آلی، P: فسفر و EC: هدایت الکتریکی می‌باشد.

با توجه به جدول ۳ و مدل ارایه شده، مشاهده می‌شود که متغیرهای ماده آلی، فسفر و هدایت الکتریکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در پراکنش گونه *A. gossypinus* می‌باشد. با افزایش متغیرهای ماده آلی، فسفر و هدایت الکتریکی احتمال حضور این گونه افزایش خواهد یافت، با افزایش یک درصدی

در میزان این متغیرها، احتمال حضور به‌ترتیب ۰/۴۴۰، ۶/۵۲۸ و ۰/۷۴۹ درصد افزایش خواهد یافت و با افزایش یک واحدی در مقدار آنها، احتمال حضور به‌ترتیب ۲/۴۹۲، ۰/۲۲۲۸ و ۰/۶۹۵۴ واحد افزایش خواهد یافت. نتایج نشان داد که بیشترین کشش مربوط به متغیر هدایت الکتریکی و بیشترین اثر نهایی مربوط به متغیر ماده آلی می‌باشد. لذا این دو متغیر اهمیت خاصی در احتمال حضور یا عدم حضور گونه *A. gossypinus* خواهند داشت. همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود آماره نسبت درست‌نمایی (LR)، در این برآورد، به‌خوبی در سطح پنج درصد معنی‌دار است، لذا متغیرهای توضیحی توانسته‌اند به‌خوبی متغیر وابسته (احتمال حضور یا عدم حضور) را توصیف نمایند. ضریب تعیین مک فادن ۰/۶۸۰۴ شده است، بنابراین، این آماره به همراه آماره‌های مادالا و استرلا بیانگر آن است که متغیرهای توضیحی مدل، تغییرات متغیر وابسته مدل را به‌خوبی توضیح داده‌اند. هم‌چنین مطابق برآوردهای حاضر، درصد پیش‌بینی صحیح در این مدل برابر ۱۰۰ درصد می‌باشد، لذا ۱۰۰ درصد از متغیرها، احتمال حضور یا عدم حضور پیش‌بینی شده را با ارایه نسبتی کاملاً مناسب با اطلاعات به‌درستی اختصاص داده‌اند.

گونه *Poa bulbosa*

بر اساس برآوردهای انجام شده، بهترین مدل به‌دست آمده برای این گونه طبق رابطه ۳ می‌باشد:

$$P(P. bulbosa) = \frac{1}{1 + e^{-(0.2008SI + 33.86N + 0.82P + 3.70pH - 0.21SI - 58.995)}} \quad [3]$$

جدول ۳. متغیرهای مهم تأثیرگذار در احتمال حضور گونه *As.gossypinus*

| نام متغیر | میانگین متغیر | ضریب برآوردی | انحراف معیار | آماره t | کشش میانگین | اثر نهایی |
|----------------|---------------|--------------|--------------|---------|-------------|-----------|
| ماده آلی | ۱/۶۸ | ۱۰/۳۶ | ۳/۹۸۷ | ۲/۵۹ | ۱۰/۴۴ | ۲/۴۹ |
| فسفر | ۱۱/۷۸ | ۰/۹۲ | ۰/۴۰ | ۲/۲۹ | ۶/۵۲ | ۰/۲۲ |
| هدایت الکتریکی | ۶۲/۱۷ | ۰/۲۸ | ۰/۱۴ | ۲/۰۰۰۶ | ۱۰/۷۴ | ۰/۶۹ |

جدول ۴. آماره‌های مربوط به مدل پیش‌بینی احتمال حضور گونه *As.gossypinus*

| آماره | LOG-LIKELIHOOD | LIKELIHOOD RATIO TEST | آماره احتمال | استرلا | مادالا | کراگ- اوهرل | مک فادن |
|-------|----------------|-----------------------|--------------|--------|--------|-------------|---------|
| ضریب | -۱۵/۷۴۶ | ۲۱/۴۳۰ | ۰/۰۲۹ | ۰/۷۹۰ | ۰/۶۰۶ | ۰/۸۱۲ | ۰/۶۸۰ |

صحت کل پیش‌بینی مدل ۱۰۰ درصد

آماره نسبت درست‌نمایی (LR)، در این برآورد، به‌خوبی در سطح پنج درصد معنی‌دار است، لذا متغیرهای توضیحی توانسته‌اند به‌خوبی متغیر وابسته (احتمال حضور یا عدم حضور) را توصیف نمایند. ضریب تعیین مک فادن ۰/۵۴۶۷۲ شده است، بنابراین، این آماره به همراه آماره‌های مادالا و استرلا بیانگر آن است که متغیرهای توضیحی مدل، تغییرات متغیر وابسته مدل را به‌خوبی توضیح داده‌اند. هم‌چنین مطابق برآوردهای حاضر، درصد پیش‌بینی صحیح در این مدل برابر ۸۶/۳۶ درصد می‌باشد، لذا حدوداً ۸۶/۳۶ درصد از متغیرها، احتمال حضور یا عدم حضور پیش‌بینی شده را با ارایه نسبتی کاملاً مناسب با اطلاعات به‌درستی اختصاص داده‌اند.

گونه *Dactylis glomerata*

بر اساس برآوردهای انجام شده، بهترین مدل به‌دست آمده برای این گونه طبق رابطه ۴ می‌باشد:

$$P(D. glomerata) = \frac{1}{1 + e^{-(0.06Asp + 0.01Ele - 0.30Silt + 11.15OM - 33.98N - 1.142P - 1.6953)}} \quad [4]$$

که در آن: Asp: جهت جغرافیایی، Ele: ارتفاع از سطح دریا، Silt: سیلت، OM: مواد آلی، N: ازت و P: فسفر می‌باشد.

با توجه به جدول ۷ و مدل ارائه شده مشاهده می‌شود که متغیرهای جهت، ارتفاع، سیلت، ماده آلی، ازت و فسفر

که در آن: SI: شیب، N: ازت، P: فسفر، pH: اسیدیته و St: سنگ و سنگ‌ریزه می‌باشد.

در رابطه با گونه *Poa bulbosa* همان‌گونه که از رابطه ۳ و جدول ۵ مشاهده می‌شود متغیرهای شیب، ازت، فسفر، اسیدیته و سنگ و سنگ‌ریزه از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در پراکنش این گونه می‌باشد. با افزایش متغیرهای شیب، ازت، فسفر و اسیدیته احتمال حضور این گونه افزایش خواهد یافت، درحالی‌که با افزایش متغیر سنگ و سنگ‌ریزه احتمال حضور این گونه کاهش می‌یابد. با افزایش یک درصدی در میزان متغیرهای شیب، ازت، فسفر و اسیدیته، احتمال حضور به‌ترتیب ۳/۵۴۰، ۳/۳۱۵، ۵/۴۸۷ و ۱۵/۲۶۴ درصد افزایش خواهد یافت و با افزایش یک واحدی در مقدار آنها، احتمال حضور به‌ترتیب ۰/۰۴۹۳، ۸/۳۱۳، ۰/۲۰۲۵ و ۰/۹۰۹۸ واحد افزایش خواهد یافت. از طرفی با افزایش یک درصدی در میزان متغیر سنگ و سنگ‌ریزه احتمال حضور ۲/۵۲۹۳ درصد کاهش خواهد یافت و با افزایش یک واحدی در مقدار آن، احتمال حضور ۰/۰۵۲۸۷ واحد کاهش خواهد یافت (جدول ۵). نتایج نشان داد که بیشترین کشش مربوط به متغیر اسیدیته و بیشترین اثر نهایی مربوط به متغیر ازت می‌باشد. لذا این دو متغیر اهمیت خاصی در احتمال حضور یا عدم حضور گونه *P. bulbosa* خواهند داشت. همان‌گونه که در جدول ۶ مشاهده می‌شود

جدول ۵. متغیرهای مهم تأثیرگذار در احتمال حضور گونه *P. bulbosa*

| نام متغیر | میانگین متغیر | ضریب برآوردی | انحراف معیار | آماره t | کشش میانگین | اثر نهایی |
|---------------|---------------|--------------|--------------|---------|-------------|-----------|
| شیب | ۳۱/۰۹۱ | ۰/۲۰۰۸۵ | ۰/۰۸۱۰۶ | ۲/۴۷۷۸ | ۳/۵۴۰ | ۰/۰۴۹۳۱ |
| ازت | ۰/۱۷۲۷۳ | ۳۳/۸۶۰ | ۱۹/۰۸۵ | ۱/۷۷۴۲ | ۳/۳۱۵۵ | ۸/۳۱۳۶ |
| فسفر | ۱۱/۷۳۵ | ۰/۸۲۴۹۲ | ۰/۳۴۵۴۲ | ۲/۳۸۸۲ | ۵/۴۱۷۵ | ۰/۲۰۲۵۴ |
| اسیدیته | ۷/۲۶۶۴ | ۳/۷۰۵۶ | ۱/۷۸۴۶ | ۲/۰۷۶۴ | ۱۵/۲۶۴ | ۰/۹۰۹۸۲ |
| سنگ و سنگریزه | ۲۰/۷۱۸ | -۰/۲۱۵۳۵ | ۰/۱۲۴۳۰ | -۱/۷۳۲۵ | -۲/۵۲۹۳ | -۰/۰۵۲۸۷ |

جدول ۶. آماره‌های مربوط به مدل پیش‌بینی احتمال حضور گونه *P. bulbosa*

| آماره | LOG-LIKELIHOOD | LIKELIHOOD RATIO TEST | آماره احتمال | استرلا | مادالا | کراگ- اوهرلر | مک فادن |
|-------|----------------|-----------------------|--------------|---------|---------|--------------|---------|
| ضریب | -۱۵/۱۵۸ | ۱۶/۵۷۴۴ | ۰/۰۳۹۳۸ | ۰/۶۶۳۹۰ | ۰/۵۲۹۲۳ | ۰/۷۰۷۶۰ | ۰/۵۴۶۷۲ |

صحت کل پیش‌بینی مدل ۸۶/۳۶۴ درصد

جدول ۷. متغیرهای مهم تأثیرگذار در احتمال حضور گونه *D. glomerata*

| نام متغیر | میانگین متغیر | ضریب برآوردی | انحراف معیار | آماره t | کشش میانگین | اثر نهایی |
|-----------|---------------|--------------|--------------|---------|-------------|-----------|
| جهت | - | -۰/۰۶ | ۰/۰۲۳ | -۲/۷۴ | -۱۰/۲۷۰ | -۰/۰۰۲ |
| ارتفاع | ۲۶۱۱/۴ | ۰/۰۱۰ | ۰/۰۰۵ | ۱/۷۹ | ۲۶/۳۲ | ۰/۰۰۰۴ |
| سیلت | ۳۲/۶۰ | -۰/۳۱ | ۰/۱۷ | -۱/۷۴ | -۹/۵۸ | -۰/۰۱۳ |
| ماده آلی | ۱/۶۶ | ۱۱/۱۵ | ۵/۸۱ | ۱/۹۱ | ۱۷/۷۲ | ۰/۴۸ |
| ازت | ۰/۱۷ | -۳۳/۹۸ | ۲۸/۶۲ | -۱/۱۸ | -۵/۶۰ | -۱/۴۷ |
| فسفر | ۱۱/۷۳ | -۱/۱۴ | ۰/۴۴ | -۲/۵۸ | -۱۲/۷۹ | -۰/۰۰۵ |

جدول ۸. آماره‌های مربوط به مدل پیش‌بینی احتمال حضور گونه *D. glomerata*

| آماره | LOG-LIKELIHOOD | LIKELIHOOD RATIO TEST | آماره احتمال | استرلا | مادالا | کراگ- اوهرلر | مک فادن |
|-------|----------------|-----------------------|--------------|--------|--------|--------------|---------|
| ضریب | -۱۲/۸۹۱ | ۲۱/۲۴۸ | ۰/۰۳۰ | ۰/۸۶۶ | ۰/۶۱۹ | ۰/۸۹۷ | ۰/۸۲۴ |

صحت کل پیش‌بینی مدل ۱۰۰ درصد

می‌یابد. با افزایش یک درصدی در میزان متغیرهای ارتفاع و ماده آلی، احتمال حضور گونه به ترتیب ۲۶/۳۲۸ و ۱۷/۷۲۶ درصد افزایش خواهد یافت و با افزایش یک واحدی در مقدار آنها، احتمال حضور به ترتیب ۰/۰۰۰۴۵ و ۰/۴۸۴۵ واحد

مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در پراکنش گونه *D. glomerata* می‌باشد. با افزایش متغیرهای ارتفاع و ماده آلی احتمال حضور این گونه افزایش خواهد یافت، درحالی‌که با افزایش متغیرهای جهت، سیلت، ازت و فسفر احتمال حضور این گونه کاهش

رویشگاه‌های *F. ovina* و *D. gmerata* می‌باشند. در چندین تحقیق انجام شده به اثرات ماده آلی بر خصوصیات خاک از قبیل بهبود ساختمان خاک، افزایش تخلخل خاک، کاهش وزن مخصوص ظاهری، افزایش نفوذپذیری و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک اشاره شده است (۱۳، ۱۵ و ۲۸)، همچنین یک توافق جهانی در این مورد وجود دارد که ماده آلی، منبع مهمی از انرژی را برای متابولیسم و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک فراهم می‌کند (۲۹). نقش ماده آلی در حضور و پراکنش گیاهان توسط لو و همکاران (۲۵)، هی و همکاران (۲۳) و جعفری و همکاران (۳) نیز تایید شده است. در ارتباط با نیتروژن دری و پساراکلی (۱۹) معتقدند که نیتروژن از مهم‌ترین عناصر غذایی است که در ساختن کلروفیل گیاه، نقش اساسی بازی می‌کند. وجود نیتروژن باعث افزایش پروتئین در اندام‌هایی که پروتئین ذخیره می‌کنند، بقاء و افزایش رشد پنجه‌ها و زیاد شدن نسبت اندام هوایی به ریشه می‌شود. فیشر و همکاران (۲۱) نشان دادند که بعد از آب در دسترس، نیتروژن خاک مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد گیاهان است و در تنوع گیاهان نقش عمده‌ای دارد.

فسفر از دیگر عواملی خاکی است که حضور و عدم حضور گونه‌های گیاهی مورد بررسی را کنترل می‌کند، بعد از ازت، مهم‌ترین عنصر غذایی در تغذیه گیاه، فسفر می‌باشد که در رشد زایشی نقش مهمی دارد. این عنصر در گیاهان در عمل فتوسنتز، متابولیسم پروتئین‌ها، تنفس و سنتز آنزیم نقش اساسی دارد (۷). این نتیجه، مشابه نتایج محتشم نیا و همکاران (۱۰) و فهیمی پور و همکاران (۸) می‌باشد. اسیدپته خاک نیز تأثیر معنی‌داری بر حضور و پراکنش گونه‌های گیاهی مورد بررسی دارد. اسیدپته خاک به‌طور مستقیم رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مهم‌ترین نقش اسیدپته خاک، کنترل حلالیت عناصر غذایی در خاک است. جانیسوا (۲۴)، ویرتانن و همکاران (۳۲) و ذوالفقاری و همکاران (۶) نیز در مطالعات خود به نقش اسیدپته در حضور و پراکنش گیاهان اشاره نمودند. میزان سنگریزه خاک، در گونه‌های *Poa bulbosa* و *Festuca ovina*

افزایش خواهد یافت. از طرفی با افزایش یک درصدی در میزان جهت، سیلت، ازت و فسفر، احتمال حضور به‌ترتیب ۱۰/۲۷۰، ۹/۵۸۳۰، ۵/۶۰۲۴ و ۱۲/۷۹۸ درصد کاهش خواهد یافت و با افزایش یک واحدی در مقدار آن‌ها، احتمال حضور به‌ترتیب ۰/۰۲۸، ۰/۰۱۳۳، ۱/۴۷۶ و ۰/۴۹۶ واحد کاهش خواهد یافت (جدول ۷). نتایج نشان داد که بیشترین کشش مربوط به متغیر ارتفاع و بیشترین اثر نهایی مربوط به متغیر ازت می‌باشد. لذا این دو متغیر اهمیت خاصی در احتمال حضور یا عدم حضور گونه *D. glomerata* خواهند داشت. با توجه به جدول ۸ مشاهده می‌شود که آماره نسبت درست‌نمایی (LR) در این برآورد، به‌خوبی در سطح پنج درصد معنی‌دار است، لذا متغیرهای توضیحی توانسته‌اند به‌خوبی متغیر وابسته (احتمال حضور یا عدم حضور) را توصیف نمایند، ضریب تعیین مک‌فادن نیز برابر ۰/۸۲۴۱۴ شده است، بنابراین، این آماره به همراه آماره‌های مادالا و استرلا بیانگر آن است که متغیرهای توضیحی مدل، تغییرات متغیر وابسته مدل را به‌خوبی توضیح داده‌اند. هم‌چنین مطابق برآوردهای حاضر، درصد پیش‌بینی صحیح در این مدل برابر ۱۰۰ درصد می‌باشد، لذا ۱۰۰ درصد از متغیرها، احتمال حضور یا عدم حضور پیش‌بینی شده را با ارائه نسبتی کاملاً مناسب با اطلاعات، به‌درستی اختصاص داده‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

متغیرهای وارد شده به مدل، شامل دو دسته متغیرهای خاکی و توپوگرافی بود. از بین عوامل خاکی، ماده آلی، ازت، فسفر، اسیدپته، هدایت الکتریکی و درصد سنگریزه و هر سه عامل توپوگرافی شامل شیب، جهت و ارتفاع در حضور و پراکنش گونه‌های گیاهی مورد بررسی، مهم تشخیص داده شدند. بر اساس آماره‌های ارائه شده و صحت کلی مدل‌های برآوردی شازم، چنین استنباط می‌شود که متغیرهای توضیحی به‌خوبی توانسته‌اند احتمال حضور یا عدم حضور گونه‌های مورد مطالعه را توصیف نمایند. ماده آلی و نیتروژن از عوامل مهم در

ارتفاع از سطح دریا به‌طور مستقیم با تأثیر بر عوامل محیطی دیگر مثل میزان بارندگی و درجه حرارت و به‌طور غیر مستقیم از طریق تأثیر در تشکیل خاک بر جوامع گیاهی منطقه تأثیر می‌گذارد. جعفری و همکاران (۳)، دیویس و همکاران (۱۸) و ویلر-رویز و همکاران (۳۱) در تحقیقات خود به نتایج مشابهی رسیدند. شیب زمین بر روی میزان نفوذ و رواناب (۹) اثر معنی‌داری دارد و از این‌رو بر میزان رطوبت قابل دسترس گیاهان نیز عامل مهمی محسوب می‌شود. همانند این نتیجه مارک و همکاران (۲۶) نیز دریافتند که ویژگی‌های توپوگرافی (ارتفاع، شیب و جهت شیب) عامل‌های اصلی الگوهای پراکنش پوشش گیاهی در مناطق کوهستانی هستند. آگاهی از ویژگی‌های خاک و توپوگرافی رویشگاه هر گونه گیاهی نقش موثری در پیشنهاد گونه‌های سازگار با شرایط خاک در مناطق مشابه دارد، بنابراین می‌توان از نتایج این پژوهش در جهت اصلاح و احیاء پوشش گیاهی مناطق با شرایط مشابه استفاده نمود که از دستاوردهای مهم این پژوهش می‌باشد.

نقش منفی در حضور این گیاهان داشت زیرا سنگ‌ریزه تا حد مشخصی به تهویه و تعدیل بافت خاک کمک می‌کند و افزایش بیش از حد آن در خاک، باعث ایجاد لایه سخت محدودکننده برای رشد گیاهان می‌شود (۲). از میان عوامل توپوگرافی، دو عامل جهت و ارتفاع در احتمال حضور گونه‌های *F. ovina* و *D. glomerata* و عامل شیب در احتمال حضور گونه *Poa bulbosa* نقش مهمی دارند. جهت جغرافیایی بر مقدار آب در دسترس گیاه، درجه حرارت خاک و میزان نور دریافتی توسط گیاه تأثیر می‌گذارد. از طرف دیگر تفاوت در شدت تابش نور در جهت‌های مختلف یک دامنه، باعث به‌وجود آمدن تغییرات مزوکلیمایی در آن دامنه می‌شود (۱۲). محققینی مانند زارع و چاهوکی و همکاران (۵)، فو و همکاران (۲۲)، باندانو و همکاران (۱۶) و رضایی و گیلکس (۳۰) نیز جهت دامنه را از عوامل مهم تأثیرگذار در استقرار و پراکنش گونه‌های گیاهی در شرایط مطالعه خود تشخیص دادند. در مورد ارتفاع نیز با توجه به کوهستانی بودن منطقه مورد مطالعه، می‌توان گفت که عامل

منابع مورد استفاده

۱. آذرینوند، ح.، ش. نیکو، ح. احمدی، م. جعفری و ن. مشهدی. ۱۳۸۶. بررسی عامل‌های محیطی موثر در پراکنش گونه‌های گیاهی در منطقه دامغان (مطالعه موردی: دامغان، استان سمنان). نشریه دانشکده منابع طبیعی ۶۰: ۳۲۳-۳۴۱.
۲. ترنج زار، ح.، م. جعفری، ح. آذرینوند و م. ر. قنادها. ۱۳۸۴. بررسی رابطه خصوصیات خاک با پوشش گیاهی مراتع و شنوه استان قم، مجله مرتع و بیابان ۱۰(۲): ۳۴۹-۳۶۰.
۳. جعفری، م.، ع. طویلی، م. رستم پور، م. ع. زارع چاهوکی و ج. فرزاد مهر. ۱۳۸۸. بررسی عامل‌های محیطی موثر بر پراکنش پوشش گیاهی مراتع زیر کوه شهرستان قاین. نشریه مرتع و آبخیز ۲: ۲۱۳-۱۹۷.
۴. زارع چاهوکی، م.، ع.، م. جعفری، ح. آذرینوند، م. ر. مقدم، م. فرحپور و م. شفیع زاده نصرآبادی. ۱۳۸۶. کاربرد روش رگرسیون لجستیک در بررسی رابطه حضور گونه‌های گیاهی با عوامل محیطی در مراتع پشتکوه استان یزد. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی ۵۵ (۳): ۴۱۹-۴۳۹.
۵. زارع چاهوکی، م.، ع.، س. قمی، ح. آذرینوند و ح. پیری صحراگرد. ۱۳۸۸. بررسی رابطه تنوع گونه‌ای و عوامل محیطی (مطالعه موردی: مراتع آرتون- فشنکد طالقان). مجله مرتع ۳ (۲): ۱۸۰-۱۷۱.
۶. ذوالفقاری کرباسک، ف.، ا. پهلوانروی، ا. فخیره و م. جباری. ۱۳۸۹. بررسی رابطه عامل‌های محیطی با پراکنش پوشش گیاهی در حوزة آبخیز آق‌تقه. فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران ۱۷(۳): ۴۴۴-۴۳۱.
۷. سالار دینی، ع. ۱۳۵۸. روابط خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه تهران.

۸. فهیمی پور، ا.، م. ع. زارع چاهوکی، ع. طویلی و م. جعفری. ۱۳۸۹. بررسی عامل‌های محیطی موثر بر تغییرات تنوع گونه‌ای در مراتع طالقان میانی. مجله پژوهش و سازندگی ۴۴: ۸۷-۵۱.
۹. قربانی، ا.، ع. ا. شکوهیان و ح. الیاسی بروجنی. ۱۳۸۷. بررسی عامل‌های اکولوژیکی موثر در استقرار و تخریب پوشش گیاهی حوزه آبخیز تهران. دومین کنفرانس ملی روز جهانی محیط زیست، دانشگاه تهران.
۱۰. محتشم نیا، س.، ق. زاهدی و ح. ارزانی. ۱۳۸۶. رسته‌بندی پوشش گیاهی مراتع استپی در ارتباط با عامل‌های خاکی و پستی و بلندی (مطالعه موردی: مراتع آباد فارسی). مجله مرتع ۱: ۱۵۸-۱۴۲.
۱۱. مرادی، ح.، ر. ی. عصری و ا. ح. کاشی‌پزها. ۱۳۸۷. بررسی برخی از خصوصیات اکولوژیکی جوامع گیاهی منطقه باغ شاد. مجله مرتع ۲۳۶: ۲-۲۳۵.
۱۲. مقدم، م. ۱۳۸۴. اکولوژی گیاهان خاکروی. انتشارات دانشگاه تهران، ۷۰۱ ص.
۱۳. مهدوی، ع.، م. حیدری و ج. اسحاقی راد. ۱۳۸۹. بررسی تنوع زیستی و غنای گونه‌های گیاهی در ارتباط با عامل‌های فیزیوگرافی و فیزیکی - شیمیایی خاک در منطقه حفاظت شده کبیرکوه. مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران ۱۸(۳): ۴۳۶-۴۲۶.
14. Andrieu, N., E. Josien and M. Duru. 2007. Relationships between diversity of grassland vegetation, field characteristics and land use management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120: 359-369.
15. Arshad, M. A. and S. Martin. 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agroecosystems. *Agricultural Ecology and Environment* 88: 153-160.
16. Badano, E. I., L. A. Cavieres, M. A. Molina-Montenegro and C. L. Quiroz. 2005. Slope aspect influences plant association patterns in the Mediterranean montreal of central Chile. *Arid Environments* 62: 93-98.
17. Bravo de la, P. R. and J. C. Poggiale. 2005. Theoretical ecology and mathematical modeling: problems and methods. *Ecological Modeling* 188: 1-2.
18. Davies, K. W., J. D. Bates and R. F. Miller. 2006. Vegetation characteristics across part of the Wyoming big sagebrush alliance. *Rangeland Ecology and Management* 59: 567-575.
19. Dury, R. S. and M. Pessaraki. 1995. Physiological mechanism of nitrogen absorption and assimilation in plant under stress condition. PP. 605-625. In: Pessaraki, M., (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Physiology*. Macel Dekker Inc., New York.
20. Enriht, N. J., B. P. Miller and R. Akhter. 2005. Desert vegetation and vegetation-environment relationship in Kirthar National Park, Sindh, Pakistan. *Arid Environments* 61:397-418.
21. Fisher, F. M., J. C. Zak, G. L. Cunningham and W. G. Whitfor. 1987. Water and nitrogen effects on growth and allocation pattern of creosote bush in northern Chihuahuan Desert. *Range Management* 41:384-391.
22. Fu, B. J., S. L. Liu, K. M. Ma and Y. G. Zhu. 2004. Relationships between soil characteristics, topography and plant diversity in a heterogeneous deciduous broad-leaved forest near Beijing. *China Plant and Soil* 261: 47-54.
23. He, M. Z., J. G. Zheng, X. R. Li and Y. L. Qian. 2007. Environmental factors affecting vegetation composition in the Alxa Plateau *China Arid Environments* 69: 473-489.
24. Janisva, M. 2005. Vegetation-environment relationship in dry calcareous grassland *Journal of Ekologia-Bratislava* 24(1)25-44.
25. Lu, T., K. M. Ma, W. H. Zhang and B. J. Fu. 2006. Differential responses of shrubs and herbs present at the Upper Minjiang River Basin (Tibetan Plateau) to several soil variables. *Arid Environments* 67: 373-390.
26. Mark, A. F., K. J. M. Dickinson and R. G. M. Hofstede. 2000. Alpine vegetation, plant distribution, life forms, and environments in a humid New Zealand region: Oceanic and tropical high mountain affinities. *Arctic Antarctic and Alpine Research* 32: 240-254.
27. Northup, B. K., J. R. Brown and J. A. Holt. 1996. Grazing impact on the spatial distribution of soil microbial biomass around tussock grasses in a tropical grassland. *Applied Soil Ecology* 13:259-270.
28. Peer, T., P. G. Johann, M. Andreas and H. Farrukh. 2007. Phytosociology, structure and diversity of the steppe vegetation in the mountains of Northern Pakistan. *Phytocoenologia* 37(1):1-65.
29. Rezaei, S. A. 2003. The use of a soil quality index in site capability assessment for extensive grazing. PhD Dissertation, University of Western Australia, Perth, Australia.
30. Rezaei, S. A. and R. Gilkes. 2006. The Effects of Landscape Attributes and Plant Community on Soil Chemical Properties in Rangelands. *Geoderma* 125:167-176.
31. Villers-Ruiz, L., I. Trejo-Vazquez and J. Lipez-Blanco. 2003. Dry Vegetation in Relation to the Physical

- Environment in the Baja California Peninsula, Mexico. *Vegetation Science* 14: 517-524.
32. Virtanen R., J. Oksanen and V. Y. Razzhivin. 2006. Broad-scale vegetation- environment relationships in Eurasian high-latitude areas, *Vegetation Science* 17(4):519-528.
33. Yibing Q. 2008. Impact of habitat heterogeneity on plant community pattern in Gurbantunggut. *Desert Geographical Science* 14(4): 447-455.
34. Zhu, M., T. J. Hastie and G. Walther. 2005. Constrained ordination analysis whit flexible response funcation. *Ecological Modeling* 187: 524-536.