

## آیا گونه‌های ماندابی استپ‌های البرز به عنوان شاخص‌های بوم‌شناختی قابل استفاده‌اند؟ آزمون یک فرضیه و ترسیم نیمرخ بوم‌شناختی گونه‌ها

اصغر کامرانی<sup>۱\*</sup> و علیرضا نقی نژاد<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> تهران، دانشگاه شاهد، دانشکده علوم پایه، گروه زیست‌شناسی

<sup>۲</sup> بابلسر، دانشگاه مازندران، دانشکده علوم پایه گروه زیست‌شناسی

تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۳۰

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۲۸

### چکیده

مانداب‌های شیب‌های جنوبی رشته‌کوه‌های البرز ویژگی‌های منحصر به فردی دارند. تاکنون مطالعات کمی درباره گونه‌های شاخص و عوامل موثر بر الگوی انتشار آن‌ها در این رویشگاه‌ها انجام گرفته است. هدف از این پژوهش آزمون فرضیه امکان شاخص بودن گونه‌های ماندابی و ترسیم نیمرخ بوم‌شناختی آنها در دامنه‌های خشک البرز می‌باشد. روابط متقابل بین ارتفاع از سطح دریا و ویژگی‌های خاک و حضور گونه‌ها (در ۵۱۲ قطعه نمونه) با تجزیه و تحلیل گونه‌های شاخص دو طرفه و روش نیمرخ بوم‌شناختی بررسی گردید. از ۴۱ گونه جمع‌آوری شده تنها ۱۱ گونه در این تجزیه و تحلیل گونه‌های شاخص در سه گروه پوششی شناسایی گردید. گروه اول شامل گونه‌های *Gypsophila elegans* و *Ligularia persica* در ارتفاعات بالا (< ۲۵۰۰ متر) با خاک‌هایی اسیدی (> ۶/۳) و ماسه‌ای (< ۵۵/۵) می‌باشد. در گروه دوم گونه‌های شاخص *Pedicularis sibthorpii* و *Carex diluta* در ترازهای میانی از متغیرهای بوم‌شناختی به ویژه ارتفاع (۲۵۵۰-۲۰۵۰ متر) و اسیدیته خاک (۷/۶-۶/۴) دیده می‌شوند. گروه سوم با گونه‌های شاخص *Schoenoplectus lacustris*، *Carex songorica* و *Lythrum salicaria* در ارتفاعات پایین (< ۲۰۰۰ متر) در خاک‌های قلیایی (> ۷/۷) با ترازهای بالایی از هدایت الکتریکی (< ۱۰ ms/cm) و درصد رس (> ۳۶٪) مشخص می‌گردد. همچنین ۱۲ گونه به عنوان گونه‌های شاخص برای ارتفاع و ویژگی‌های خاکی با استفاده از ترسیم نیمرخ بوم‌شناختی مشخص گردید.

واژه‌های کلیدی: پوشش گیاهی، گونه شاخص، مانداب، نیمرخ بوم‌شناختی، TWINSpan

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۸۸۶۹۸۹۴، پست الکترونیکی: kamrani@shahed.ac.ir

### مقدمه

ساختاری و ترکیبی مشابه) گرد هم می‌آیند و تشکیل جامعه می‌دهند. معمولاً گونه‌های شاخص در ارزیابی کیفیت شرایط زیستگاهی به کار گرفته می‌شود چرا که اندازه‌گیری مستقیم بسیاری از ویژگی‌های بوم‌شناختی نظیر عوامل خاکی مستلزم صرف هزینه و زمان زیاد می‌باشد (۱۶). گونه‌های شاخص برای ارزیابی برخی از ویژگی‌های خاکی و اقلیمی به طور گسترده توسط النبرگ (Ellenberg) در اروپای مرکزی به کار گرفته شده است

گونه‌های مختلف گیاهی متناسب با گستره میدان بوم‌شناختی خود و کسب سازش‌های مختلف، در رویشگاه‌های محدود و یا گسترده‌ای رویش دارند. این گونه‌ها که حضور و یا وفورشان، بازتابی از ویژگی‌های رویشگاه است، گونه‌های شاخص نامیده می‌شوند (۳۲). پیش‌گامان کاربرد مفهوم گونه‌های شاخص بر این باور بودند که گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری در یک گستره زیستگاهی (منطقه جغرافیایی بزرگ با ویژگی‌های

شناختی آنها در دامنه‌های خشک البرز جنوبی می‌باشد. از این رو سعی شد که با مقایسه چگونگی پاسخ گونه‌های ماندابی به عوامل محیطی شامل ارتفاع و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، مهمترین گونه‌های شاخص تعیین گردد. بدیهی است که شناسایی گونه‌های شاخص ماندابی در حوزه‌های پایش طبیعت، حفاظت و مدیریت این اکوسیستم‌ها مفید خواهد بود و به عنوان گونه‌های معرف برای پژوهش‌های آینده قلمداد خواهد شد.

### مواد و روشها

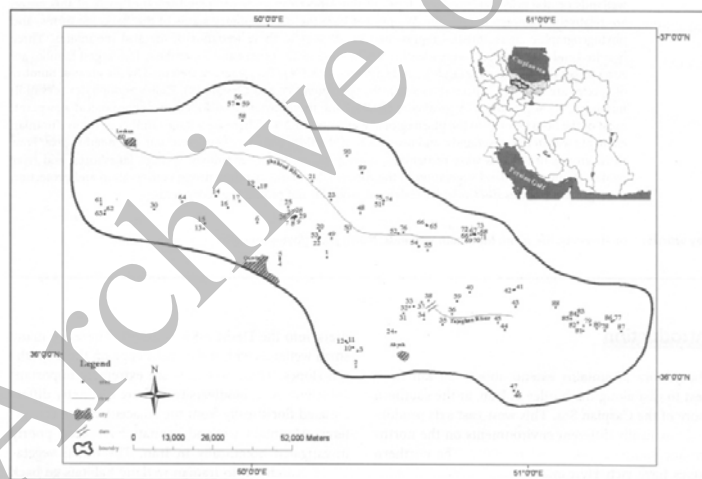
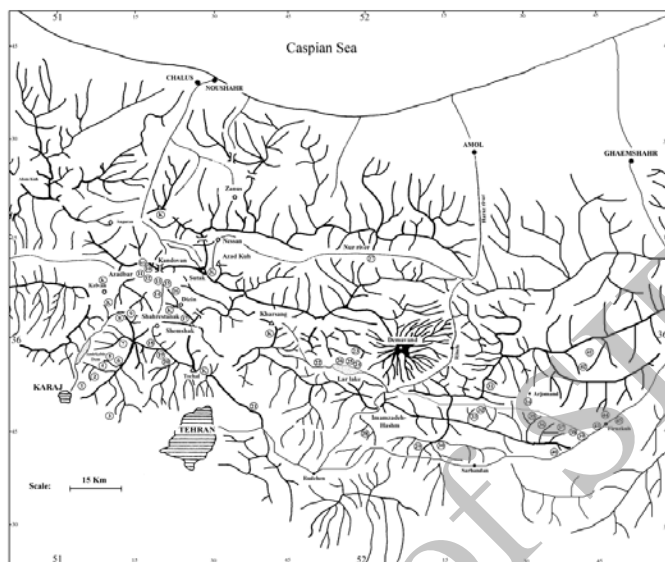
**مختصات منطقه مورد مطالعه:** منطقه مورد مطالعه در دامنه‌های جنوبی رشته کوه‌های البرز و در محدوده مختصات جغرافیایی  $24^{\circ} 49'$  و  $59^{\circ} 52'$  طول شرقی و  $35^{\circ} 40'$  و  $45^{\circ} 36'$  عرض شمالی واقع شده است. این گستره در حدود ۳۰۰ کیلومتر طول و ۷۰ کیلومتر عرض داشته، دارای قله‌های بلندی به ویژه دماوند با ارتفاع ۵۷۵۶ متر از سطح دریا‌های آزاد می‌باشد و از سمت شمال به استان‌های مازندران و گیلان از سمت جنوب به استان‌های تهران، البرز و قزوین متصل می‌باشد (شکل ۱). در کوهپایه‌های جنوبی البرز تشکیلات (Upper red) مربوط به میو- پلیوسن و کنگلومراهای پلیو- پلیستوسن، ویژگی برجسته زمین‌شناسی به شمار می‌آیند. از نظر اقلیمی نواحی مرتفع البرز تحت تاثیر جریان‌های هوایی قطبی قرار دارد (۳۰). فصل تابستان گرم و خشک بوده، بیشتر اوقات تابش پرتوهای خورشیدی شدید می‌باشد. دامنه تغییرات سالانه دما به نسبت گسترده می‌باشد. میزان بارندگی و طول دوره خشکی در سراسر این منطقه بسیار متغیر است. در مناطق پست در مقایسه با مناطق کوهسری طول دوره خشکی بلندتر، میزان بارندگی کمتر و میانگین دما نیز بیشتر است. در کل البرز مرکزی نمایانگر وجود سه نوع متفاوت آب و هوایی در محدوده منطقه مورد مطالعه است: ۱) اقلیم خشک و به نسبت گرم در ارتفاعات پایینی البرز (> ۱۸۰۰ متر) ۲) اقلیم نیمه خشک

(۱۹). امروزه شناسایی و انتخاب گونه‌های شاخص برای آشکار سازی چگونگی و تمامیت اکوسیستم‌ها روش‌شناسی علمی بسیار رایج و شناخته شده‌ای است. در این بین، تجزیه و تحلیل دو طرفه گونه‌های شاخص (TWINSPAN) در تبیین ارتباط بین حضور و عدم حضور گونه‌های گیاهی و عوامل بوم‌شناختی تاثیر گذار مانند ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از اهمیت خاصی برخوردار بوده، بارها به کار گرفته شده است (۳۸ و ۱۸ و ۱۳). همچنین نیمرخ بوم‌شناختی (Ecological Profile) روش قدرتمندی برای شناسایی گونه‌های شاخص به شمار می‌رود و پژوهش‌گران زیادی به ویژه در اروپا (۴۸ و ۴۷ و ۴۰ و ۲۴ و ۲۲ و ۱۷) برای ارزیابی روابط متقابل گونه - شرایط محیطی این روش را آزموده‌اند. به عبارت دیگر با این روش، امکان ارزیابی کمی گرایش احتمالی گونه‌ها به عوامل محیطی خاص را فراهم می‌نماید (۱۵). با وجود گزارش‌های متعدد درباره تعیین گونه‌های شاخص برای مثال در جنگل‌های زاگرس (۵) و مراتع (۶)، تنها در یک مورد برای تعیین گونه گیاهی شاخص ویژگی‌های خاک در جنگل‌های شمال ایران از روش ترسیم بوم‌شناختی استفاده شده است (۳۶) و تاکنون در ارتباط با پوشش گیاهی مانداب‌های ایران این روش به کار نرفته است.

بررسی‌های اولیه در ارتباط با شناسایی انواع مختلف رویشگاه‌ها، اجتماعات گیاهی ماندابی و عوامل بوم‌شناختی حاکم بر آنها به طور جداگانه در بخش‌های غربی (۲۶) و مرکزی (۳۴) شیب جنوبی البرز انجام گرفته است. این بررسی در تلاش برای نشان دادن ویژگی‌های کلی رویشگاهی گونه‌های شاخص ماندابی، تعداد زیادی قطعه نمونه (۵۱۲) را از نظر بوم‌شناختی در گستره‌ای گسترده‌تر از پژوهش‌های گذشته در مانداب‌های شیب جنوبی البرز مرکزی (۳۵ و ۲۹ و ۲۸) مورد بررسی قرار داده است. لذا هدف اصلی این پژوهش آزمودن فرضیه امکان شاخص بودن گونه‌های ماندابی و ترسیم نیمرخ بوم

تنگاتنگ با گوناگونی مقدار بارندگی سالیانه و طول دوره خشکی دارد (۴۳ و ۳۱).

سرد در ارتفاعات میانی (۲۴۰۰-۱۸۰۰ متر) و ۳ اقلیم سرد مرطوب تا نیمه مرطوب در ارتفاعات بالا و مناطق کوهسری (> ۲۴۰۰ متر) این زون‌های آب و هوایی ارتباط



شکل ۱- نقشه موقعیت مکانی مانداب‌های بخش مرکزی (بالا) و غربی (پایین) شیب جنوبی رشته کوه‌های البرز (۳۱ و ۲۴)

استفاده از کتاب‌های فلور ایران (۱) و فلورا ایرانیکا (۴۲) شناسایی گردید. همچنین شکل زیستی گونه‌ها بر اساس طبقه‌بندی رانکیه تعیین گردید (۴۱). میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک با ۳ تکرار نمونه برداری از هر قطعه نمونه از عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متری در تمام منطقه مورد مطالعه (۱۲۰ نقطه ماندابی) محاسبه

روش پژوهش: فلور و پوشش گیاهی ماندابی در فصل‌های رویش (بهار و تابستان) و در سال‌های ۸۶-۱۳۸۴ و هم‌زمان با شناسایی رویشگاه‌ها، با استفاده از ۵۱۲ قطعه نمونه (Relevé) و در امتداد گستره ارتفاعی ۳۲۰۰-۳۵۰ متر از سطح دریا (جدول ۱) بررسی گردید. تمامی نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده به روش علمی خشک و با

آزمون مربع کای (Chi-Square) تفاوت‌های معنی‌دار پاسخ‌گونه‌ها به هریک از متغیرهای محیطی در ترازهای ۳ گانه در سطح احتمال ۵ درصد ( $p < 0.05$ ) مشخص گردید. فراوانی تصحیح شده برای گونه شاخص از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$CF = \frac{U(K)/R(K)}{U(S)/N}$$

$U(K)$  = حضور گونه S در عامل محیطی K

$U(S)$  = تعداد کل حضور گونه S

$R(K)$  = تعداد قطعه نمونه‌ها برای عامل محیطی K

$N$  = تعداد قطعه کل نمونه

درجه انحراف مقادیر CF، نشانگر چگونگی پاسخ‌گونه‌های گیاهی به یک عامل بوم‌شناختی ویژه است، به سخن دیگر مقادیر بیش از عدد یک و یا کمتر، به ترتیب نشانگر حضور معنی‌دار و عدم حضور اختصاصی گونه در هر یک از تراز سه‌گانه مربوط به هر عامل بوم‌شناختی معین است (۴۶). در پایان نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل گونه شاخص دو سویه با نتایج حاصل از مقایسه CF مورد مقایسه قرار گرفت.

### نتایج

شرایط بوم‌شناختی حاکم بر رویشگاه‌های ماندابی: میانگین، انحراف معیار و تعریف مقادیر هریک از ترازهای سه‌گانه متغیرهای بوم‌شناختی در جدول ۱ آمده است. نتایج نشان داد که گستره به نسبت گسترده‌ای برای متغیرهای بوم‌شناختی به ویژه ارتفاع (۲۸۵۰ متر) در این نوع از رویشگاه‌ها وجود داشت.

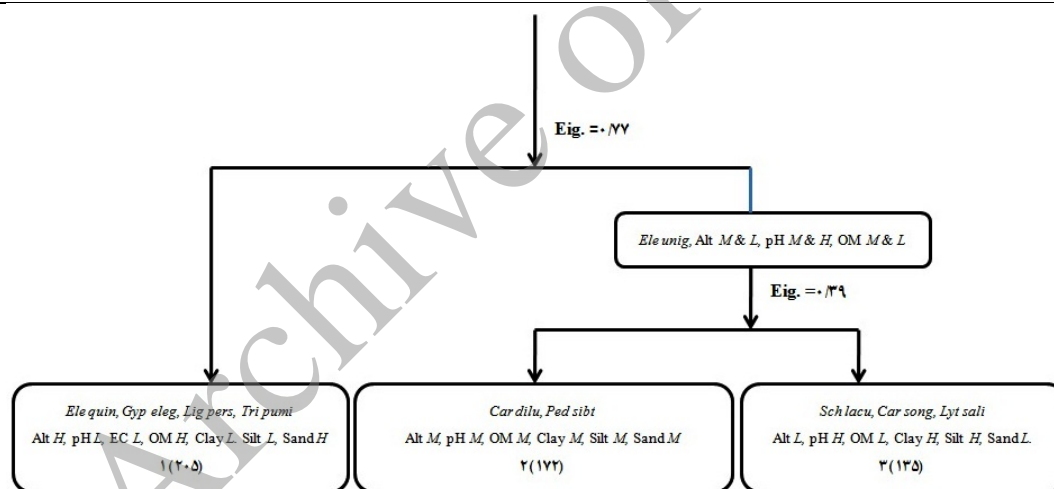
گروه بندی گونه‌ها و متغیرهای بوم‌شناختی با تجزیه و تحلیل TWINSpan: سه گروه پوششی اصلی (شامل ۱۱ گونه) در ارتباط با عوامل بوم‌شناختی در تجزیه و تحلیل

گردید. ویژگی‌های خاک‌شناسی در هر نقطه با سنجش میزان اسیدیته خاک در محلول سوسپانسیون ۱:۵ آب/خاک در ۲۰ درجه سانتی‌گراد توسط pH متر و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) در عصاره اشباع در دمای ۲۰ درجه توسط هدایت سنج الکتریکی و کربن آلی خاک به روش والکل و بلک (۳۷) اندازه‌گیری شد. از آنجائی که به طور متوسط ۵۸ درصد ماده آلی از کربن ساخته شده است، بنابراین با اعمال این ضریب در مقدار کربن آلی، مقدار ماده آلی خاک محاسبه (۷) و بافت خاک با روش هیدرومتری مشخص گردید (۱۰). مختصات جغرافیایی مانداب‌ها با استفاده از GPS مدل Garmin 76CSx یادداشت گردید. داده‌های پوششی با فرآیندی که در آن مقیاس‌های جامعه‌شناسی Braun-Blanquet (۹) به صورت مقیاس‌های ترتیبی تغییر یافته به شکل ۱-۷ با روش رده بندی با فن تجزیه و تحلیل دو طرفه گونه‌های شاخص (TWINSpan) بررسی گردید (۲۵). متغیرهای بوم‌شناختی شامل ارتفاع، اسیدیته، قابلیت هدایت الکتریکی و بافت خاک در ۳ تراز (کمینه، میانه و بیشینه به ترتیب با حروف اختصاری L، M و H) با استفاده از صدک‌های (Percentile) ۳۳/۳ و ۶۶/۷ یادداشت و گروه بندی گردید (جدول ۱). جدول داده‌های خام شامل ۵۱۲ ردیف (قطعه نمونه) ۶۵ ستون (شامل ۴۱ گونه و ۸ متغیر در ۳ تراز کمینه، میانه و بیشینه) از متغیرهای محیطی شامل ارتفاع، اسیدیته، هدایت الکتریکی ماده آلی و بافت خاک (درصد رس، لای و شن) بود. تعیین گونه‌های شاخص در هریک از گروه‌های فرضی با استفاده از روش TWINSpan و پس از حذف گونه‌های با فراوانی کمتر از ۵ درصد و نیز ۳ گونه با بیشترین فراوانی یعنی *Juncus inflexus* L., *Mentha longifolia* (L.) Hudson و *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud همچنین برای تعیین درجه شاخص بودن هریک از گونه‌ها، از مقایسه مقدار فراوانی تصحیح شده (Corrected Frequencies) برپایه روش Gauthier (۲۰) استفاده گردید. سپس با استفاده از

TWINSpan مشخص گردید (شکل ۲) که فهرست فراوانی آنها به در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱- آمار توصیفی داده‌های عوامل بوم‌شناختی در رویشگاه‌های ماندابی دامنه‌های جنوبی البرز

متغیر	میانگین	انحراف معیار	کمینه	میانه	بیشینه
ارتفاع (متر)	۲۲۰۸/۰۵	۵۴۶/۰۲	۲۰۲۰ - ۳۵۰	۲۵۵۰ - ۶۶/۶۶	۶۶/۶۷ >
هدایت الکتریکی خاک (ms/cm)	۱/۶۷	۴/۳۴	۰/۲ - ۱/۹	۲/۰ - ۵/۶	۱۰/۰ - ۱۱/۷
اسیدیته خاک	۶/۹۳	۰/۵۹	۴/۷ - ۶/۳	۶/۴ - ۷/۶	۷/۷ - ۸/۳
درصد ماده آلی	۶/۳	۶/۸	۰/۰۳ - ۳/۰	۳/۱۸ - ۶/۴۹	۶/۶ - ۴۱/۱۷
درصد سیلت	۲۵/۲	۹/۵	۳/۰ - ۲۱/۰	۲۸/۰ - ۲۱/۱۴	۲۸/۲ - ۶۰/۲
درصد رس	۳۱/۷	۱۴/۵	۱۲/۲ - ۲۲/۰	۲۲/۲ - ۳۵/۰	۳۶/۰ - ۷۱/۰
درصد ماسه	۴۲/۸	۱۹/۴	۰/۰ - ۳۱/۰	۳۲/۰ - ۵۴/۳	۵۵/۲ - ۸۰/۳۶



شکل ۲- دیاگرام طبقه‌بندی TWINSpan گونه‌های شاخص ساکن در مانداب‌های دامنه‌های جنوبی البرز همراه با ترازهای سه‌گانه متغیرهای بوم‌شناسی. Alt = ارتفاع، pH = اسیدیته، EC = هدایت الکتریکی، OM = ماده آلی، Silt = لای، Clay = رس، Sand = ماسه، L = کمینه، M = میانه، H = بیشینه. Eig. = ارزش محوری. سه حرف اول جنس و چهار حرف اول صفت گونه‌ای برای نشان دادن گونه‌ها استفاده شده است. اعداد داخل پرانتز تعداد قطعه نمونه‌ها را نشان می‌دهد.

*Carex diluta*, *C. orbicularis*, *C. songorica*, *Eleocharis quinqueflora*, *E. uniglumis*, *Gypsophila elegans*, *Ligularia persica*, *Lythrum salicaria*, *Pedicularis sibthorpii*, *Schoenoplectus lacustris*, *Trichophorum pumilum*

۰/۲ - درصد رس (۱۲/۲ - ۲۲/۰) و سیلت (۳/۰ - ۲۱/۰) و برعکس با درصد بیشینه‌ای از ماسه (۵۵/۲ - ۸۰/۳) می‌رویند. اما گروه پوششی ۲ با ویژگی بوم‌شناختی میانه با حضور گونه‌هایی مانند *Pedicularis sibthorpii*

در گروه پوششی شماره ۱ گونه‌هایی مانند *Dactylorrhiza umbrosa* و *Ligularia persica* در رویشگاه‌های مناطق مرتفع (۲۵۶۰ - ۳۲۰۰ متر) و در خاک‌های اسیدی‌تر (۶/۳ - ۴/۷) با میزان کمینه هدایت الکتریکی (۱/۹ ms/cm)

می‌گردد که دو گونه *D. umbrosa* و *Plantago major* از گونه‌های شاخص برگزیده بر مبنای برآورد فراوانی تصحیح شده‌اند، که در تجزیه و تحلیل TWINSpan گونه شاخص محسوب نشده‌اند. تعدادی از گونه‌ها مانند *Ligularia persica*، *Schoenoplectus lacustris* و *Gypsophila elegans*، به ترتیب در یکی از ترازهای سه گانه شش و چهار عامل بوم‌شناختی، با فراوانی بالا و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد ( $p < 0.05$ ) حضور داشتند (جدول ۳). در مقابل گونه‌هایی مانند *E. uniglumis* به شکل تک‌عاملی در یکی از ترازهای سه‌گانه یک عامل بوم‌شناختی ویژه با فراوانی معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد حضور داشتند (شکل ۳). همچنین با تامل در جدول ۳ مشخص می‌گردد که عواملی نظیر بافت خاک، میزان pH و ارتفاع در گزینش گونه‌های شاخص سهم بیشتری نسبت به بقیه عوامل دارند (جدول ۳). از سوی دیگر *C. songorica* در گروه پوششی ۳ با هیچیک از عوامل بوم‌شناختی رابطه معنی‌داری را از خود نشان نداد.

*Carex diluta* مشخص می‌گردد. گروه پوششی ۳ با شرایط بوم‌شناختی شامل ترازهای پایینتر ارتفاعی (کمتر از ۲۰۵۰ متر) در خاک‌های قلیایی با مقادیر بالایی از هدایت الکتریکی، رس و سیلت و برعکس مقادیر کم ماسه همراه با گونه‌هایی مانند *Schoenoplectus lacustris* از بقیه گروه‌ها متمایز می‌گردد. همچنین گستره شکل زیستی (Life form) گونه‌های شاخص در گروه ۱ به سمت ژئوفیت‌ها گرایش دارد، در حالی که در گروه‌های بعدی ژئوفیت‌ها با گونه‌های هلوپیت و و همی کریپتوفیت جایگزین می‌گردد (جدول ۲).

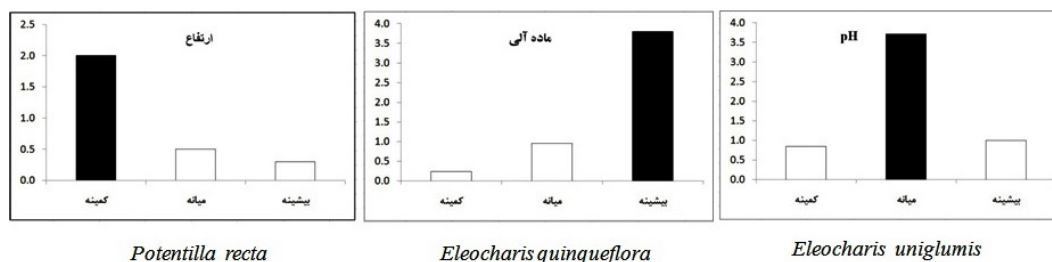
فراوانی تصحیح شده و سازگاری آن با نتایج TWINSpan: از تعداد کل گونه و واحد‌های زیر گونه ای مورد بررسی در این پژوهش (۴۱ مورد)، ۱۲ گونه به عنوان گونه‌های شاخص با متغیرهای ارتفاع و ویژگی‌های خاکی پس از برآورد فراوانی تصحیح شده (CF) رابطه معنی‌داری در سطح پنج درصد ( $p < 0.05$ ) در آزمون مربع کای (Chi-Square) از خود نشان دادند (جدول ۳ و شکل ۳). با توجه به جدول‌های ۲ و ۳ و شکل ۲ مشخص

جدول ۲- فهرست فراوانی آرایه‌های شاخص بر مبنای روش TWINSpan همراه با شکل زیستی در مانداب‌های دامنه‌های جنوبی البرز.

گونه و واحد‌های زیر گونه ای	فراوانی	شکل زیستی
<i>Carex diluta</i> M.B.	۱۶/۶۰	ژئوفیت
<i>Carex orbicularis</i> Boott subsp. <i>kotschyana</i> (Boiss. & Hohen.) Kukkone	۵۰/۷۸	ژئوفیت
<i>Carex songorica</i> Kar. & Kir	۱۷/۲	ژئوفیت
<i>Eleocharis quinqueflora</i> (F.X. Hartmann) O. Schwarz	۱۵/۶	ژئوفیت
<i>Eleocharis uniglumis</i> (Link) Schultes	۳۷/۵	هلوپیت
<i>Gypsophila elegans</i> M.B.	۱۵/۲	تروفیت
<i>Ligularia persica</i> Boiss.	۱۶/۴	همی کریپتوفیت
<i>Lythrum salicaria</i> L.	۱۶/۴	همی کریپتوفیت
<i>Pedicularis sibthorpii</i> Boiss	۱۴/۵	همی کریپتوفیت
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	۱۶/۸	هلوپیت
<i>Trichophorum pumilum</i> (Vahl) Schinz & Thellung	۱۴/۱	ژئوفیت

جدول ۳- حضور گونه‌های شاخص مانداب‌های دامنه‌های جنوبی البرز در شرایط بوم‌شناختی مختلف در ۳ تراز کمینه (ک) میانه (م) و بیشینه (ب) با سطح احتمال ۵ درصد ( $p < 0.05$ ) پس از برآورد فراوانی تصحیح شده (CF) در آزمون مربع کای (Chi-Square)

گونه گیاهی	شش عامل	چهار عامل	سه عامل	دو عامل
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	ماده آلی (ک)			
	لای (ب)			
	رس (ب)			
	هدایت الکتریکی (م)			
	اسیدیته (ب)			
	ارتفاع (ک)			
<i>Ligularia persica</i>		ماسه (ب)		
		هدایت الکتریکی (ک)		
		اسیدیته (ک)		
		ارتفاع (ب)		
<i>Gypsophila elegans</i>		ماسه (ب)		
		هدایت الکتریکی (ک)		
		اسیدیته (ک)		
<i>Datylorhiza umbrosa</i>		ارتفاع (ب)	ماده آلی (ب)	
			رس (م)	
			اسیدیته (م)	
<i>Eleocharis palustris</i>			لای (ب)	
			هدایت الکتریکی (ب)	
			اسیدیته (ب)	
			ماده آلی (ک)	
<i>Lythrum salicaria</i>			اسیدیته (ب)	
			ارتفاع (ک)	
			رس (ب)	
<i>Pedicularis sibthorpii</i>			اسیدیته (م)	
			ارتفاع (م)	
				ماده آلی (م)
<i>Plantago major</i>				ارتفاع (ک)
				ماده آلی (م)
<i>Carex diluta</i>				ارتفاع (م)



شکل ۳- نیمرخ فراوانی تصحیح شده (CF) سه گونه ماندابی دامنه‌های جنوبی البرز در ارتباط با سه تراز عوامل بوم‌شناختی. ستون‌های سیاه نشانگر گزینش معنی‌دار با سطح اطمینان ۵ درصد ( $p < 0.05$ ) یک تراز ویژه در آزمون مربع کای (Chi-Square) است

فراوانی تصحیح شده (CF) به عنوان گونه شاخص زیستگاه‌های ویژه‌ای را بر گزیده‌اند. بنابراین روش گروه‌بندی TWINSpan در ارزیابی اولیه روابط متقابل بین حضور گونه‌های گیاهی و شرایط محیطی مفید می‌باشد. اما به دلیل ماهیت کیفی روش میزان گرایش معنی‌دار گونه‌های گیاهی به عوامل بوم‌شناختی قابل اندازه‌گیری نیست، به عبارت دیگر روش فوق فاقد قدرت پیشگویی ویژگی‌های رویشگاهی بر اساس گونه‌های شاخص می‌باشد (۴۸). بنابراین نتایج این نوع گروه‌بندی‌ها باید با استفاده از روش ترسیم نیمرخ بوم‌شناختی راستی‌آزمایی گردد.

در این بررسی، ۱۲ گونه در رابطه با تغییر شرایط رویشگاهی از قابلیت پیشگویی بالاتری در مانداب‌های دامنه‌های جنوبی البرز برخوردار بودند. این رویشگاه‌ها در امتداد گستره گسترده‌ای از ارتفاع (۳۲۰۰-۳۵۰ متر) پراکنده بوده و در نتیجه تعداد گونه‌هایی که انتشار آنها وابستگی زیادی با ارتفاع داشت، بیشتر بود. هر چند که در چنین شرایطی عوامل محیطی متعددی به طور موازی تغییر می‌نمایند و در نتیجه تفسیر نتایج تأثیرات جداگانه آنها مشکل می‌گردد (۳۵). با این وجود، علاوه بر ارتفاع، ویژگی‌های خاکی نقش بسزایی در این زمینه ایفا می‌کنند (۳۸ و ۸). در این بین گونه‌های شاخص که اجتماعات گیاهی را از یکدیگر جدا می‌کنند، گستره بوم‌شناختی محدودی دارند (۴۶) به دیگر سخن گونه‌هایی که از گستره انتشاری محدودی برخوردارند، در ارتفاعات

### بحث و نتیجه‌گیری

تجزیه و تحلیل پوشش گیاهی و نیز شناسایی گروه‌های بوم‌شناختی از مناسب‌ترین روش‌های طبقه‌بندی رویشگاه‌ها است. از آنجایی که گیاهان مناسب‌ترین شاخص در شناسایی وضعیت و گروه‌بندی رویشگاه‌ها محسوب می‌شود، از این روش تعیین گروه‌های همگن گیاهی از اهمیت زیادی برخوردار است (۴۴). این نوع از پژوهش‌ها اخیراً در برخی از اکوسیستم‌های ایران با هدف تبیین روابط گروه‌های گونه‌ای اکولوژیک و فاکتورهای محیطی در حال انجام است (برای مثال، ۳ و ۲). در پژوهش کنونی روابط متقابل داده‌های حضور گونه‌های ماندابی و تعدادی از عوامل بوم‌شناختی در دامنه‌های جنوبی البرز با استفاده از روش شناسی که به طور گستره در رویشگاه‌های دیگر برای مثال در ایتالیا (۴۰) و فنلاند (۳۸) استفاده گردیده است، بررسی شد. در این بررسی نتایج حاصل از کاربرد دو روش TWINSpan و نیم‌رخ بوم‌شناختی در تبیین ارتباط گونه‌های مختلف با شرایط بوم‌شناختی در بسیاری از موارد همخوانی داشت. اما در مواردی نیز نتایج متناقض بود، برای مثال سه گونه *Dactylorhiza umbrosa*، *Potentilla reptans* و *Plantago major* به دلیل اینکه در تعداد قطعه نمونه‌های کمتری حضور داشته‌اند، در تجزیه و تحلیل TWINSpan نتوانسته‌اند به عنوان گونه‌های شاخص معرفی شوند. اما در روش نیمرخ بوم‌شناختی و محاسبه



مشخص و در خاک‌های با ویژه گی‌های فیزیکی و شیمیایی ویژه رویش دارند.

نتایج بیانگر این است که ارتفاع و اسیدیته و بافت خاک از مهمترین عوامل موثر در استقرار تعدادی از گونه‌ها مانند *Ligularia persica*, *Gypsophila elegans* و *Schoenoplectus lacustris* به شمار می‌روند که دو گونه اولی در اجتماعات گیاهان ماندابی ارتفاع بالا و گونه سوم در ارتفاعات پست گزارش شده است (۲۸). همچنین براساس یافته‌های قبلی (۲۶ و ۳۴) عامل ارتفاع در استقرار گونه‌های *P. major*, *P. sibiricorum*, *L. salicaria* و *C. diluta* بسیار موثر بوده است. افزون بر این، ارتفاع به عنوان مهمترین عامل استقرار گیاهان به ویژه گونه‌های تالابی، در گذشته نیز گزارش شده است (۴۵ و ۳۵ و ۹). رسته بندی به روش DCA نشان داده است که پوشش گیاهی ماندابی به طور متفاوتی تحت تاثیر عوامل بوم‌شناختی قرار می‌گیرد و برخی از آنها مانند ارتفاع، بافت و اسیدیته خاک نقش اصلی را ایفا می‌کنند (۲۸). گستره تغییرات pH در این پژوهش بین ۴/۷ تا ۸/۳ بوده است، بنابراین بر همسو با نتایج برخی گزارش‌ها در خارج از کشور به نظر می‌رسد که اسیدیته خاک عامل مهم و تاثیر گذاری بر استقرار گونه‌های شاخص بوده است (۴۹ و ۲۰). همچنین *S. lacustris* در حاشیه رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، مکان‌هایی که غنای گونه‌ای بسیار پایین است (۱۲)، به عنوان گیاه هلو فیت غالب (جدول ۲) همراه با *P. australis* (که در این پژوهش به دلیل فراوانی بالا از فهرست تجزیه و تحلیل حذف شده است) در مناطق پست می‌روید (۲۷ و ۱۷). یادآوری می‌شود که در این رویشگاه‌ها، بافت خاک رسی، میزان اسیدیته پایین و از نظر ماده آلی فقیر می‌باشد. *D. umbrosa* و *G. elegans* در چمنزارهای مرطوب شیب‌های جنوبی البرز غربی گزارش شده است (۲۷). این زیستگاه‌ها بیشتر در مناطق مرتفع با خاک‌های اسیدی سرشار از ماده آلی با بافت ماسه‌ای گسترش دارند، که با نیازهای بوم‌شناختی این دو گونه هماهنگ می‌باشد. *G.*

*persica* و *elegans* در مقایسه با سایر گونه‌های شاخص ماندابی زیستگاه‌های اسیدی تر را ترجیح می‌دهند. گونه اخیر از عناصر انحصاری و همی کریپتوفیت ساکن در ارتفاعات البرز مرکزی می‌باشد و حضور آن با گزارش‌های قبلی هماهنگ است (۳۱ و ۳۹). جمعیت‌های *L. salicaria* در شیب جنوبی البرز به عنوان عضوی از گروه پوششی گذار (ecoton) بین انواع اصلی مانداب‌ها (۲۷) به ویژه در مناطق پست با خاک‌های قلیایی و عاری از ماده آلی دیده می‌شود. *P. major* از همین گروه پوششی، خاک‌های دارای مقادیر بیشتری از ماده آلی را در مقایسه با *L. salicaria* بر می‌گزیند. بدیهی است که در چنین شرایطی به دلیل همبستگی منفی بین میزان اسیدیته و ماده آلی خاک (۲۸)، *P. major* در مقایسه با *L. salicaria* از خاک‌های قلیایی دوری کند و یا حداقل حساسیتی به pH خاک از خود نشان ندهد. جالب است که *C. diluta* بر خلاف *P. major* به عنوان گونه‌های شاخص در ارتفاعات میانی (۲۵۵۰-۲۰۵۰ متر) و در رویشگاه‌هایی دیده شده است که مقدار ماده آلی خاک آن با خاک رویشگاه‌های *P. major* برابر است. حضور *C. diluta* در گذشته نیز در ارتفاعات میانی دامنه‌های جنوبی البرز گزارش شده است (۲۸). نتیجه آنکه در طول شیب ارتفاعی (عامل اصلی بوم‌شناختی در استقرار گیاهان) عوامل بوم‌شناختی دیگر با درجه اهمیت کمتر در تعیین گونه‌های شاخص دخالت می‌نمایند. از سوی دیگر گونه‌های *E. uniglumis* و *E. quinqueflora* با میدان بوم‌شناختی محدود خود به عنوان گونه‌های شاخص به ترتیب برای خاک‌هایی با ترازهای میانه از اسیدیته (۷/۶-۴/۶) و ترازهای بیشینه از ماده آلی (۴۱/۲-۶/۶ درصد) معرفی می‌شوند. در حالی که *E. palustris* با دامنه گسترده تر بوم‌شناختی در خاک‌های قلیایی و شور همراه با لای فراوان دیده شده است (۲۸). بنابراین هر یک از گونه‌های گیاهی با شرایط بوم‌شناختی ویژه‌ای در ارتباط است و نتایج بدست آمده تنها برای مناطق مشابه صادق است. به

پژوهش‌های دامنه دار در این زمینه سبب شناخت نسبتاً کامل از میزان وابستگی معنی دار گونه‌های گیاهی به برخی از عوامل بوم‌شناختی خواهد شد و بهره‌برداری از آنها نه تنها برای اهداف بوم‌شناختی، آمایش سرزمین و کاهش هزینه‌های آزمایشگاهی موثر خواهد بود.

### سپاسگزاری

از مساعدت‌های معاونت‌های پژوهشی دانشکده زیست‌شناسی دانشگاه تهران، موسسه جنگل‌ها و مراتع کشور و دانشگاه مازندران برای انجام این پژوهش سپاسگزاری می‌گردد.

کارگیری روش‌های آماری چند متغیره فهم روابط متقابل بین گونه‌ها و شرایط بوم‌شناختی را آسانتر می‌نماید. در این بررسی عوامل بوم‌شناختی مانند ارتفاع، میزان اسیدیته و بافت خاک نقش بسیار موثری در استقرار گونه‌های ماندابی به ویژه *G. elegans* و *S. lacustris*, *L. persica* به عنوان گونه‌های شاخص ماندابی داشته‌اند.

مهمترین گونه‌های شاخص یا معرف مانداب‌های البرز جنوبی، با درک درست از چگونگی پاسخ گونه‌های ماندابی نسبت به عوامل محیطی قابل ارزیابی است. یافتن این گونه‌ها و میزان شاخص بودن آنها به عوامل محیطی به طور گسترده در امور مدیریتی و حفاظتی از طبیعت به ویژه مناطق حساس و حفاظت شده حائز اهمیت می‌باشد.

### منابع

- ۱- اسدی، م.، معصومی، ع. و مظفریان، ا. ۱۳۶۷-۱۳۹۱. فلور ایران. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. تهران.
- ۲- پوربابایی، ح.، حیدری، م.، نقی‌لو، م. و فقیر، م. ۱۳۹۴. رابطه بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی در رویشگاه سفید مازو (*Quercus petraea* L. subsp. *iberica* (stev.) K rassiln) مطالعه موردی: جنگل‌های اسالم. مجله پژوهش‌های گیاهی. ۱(۲۸): ۵۳-۶۲.
- ۳- جعفری، ج. طبری کوچک سرایی، م. حسینی، م. و کوچ، ی. ۱۳۹۴. تاثیر فاکتورهای خاک روی تنوع زیستی گیاهی گروه گونه‌های اکولوژیک در جنگل حفاظت شده خراسان شمالی. ۱(۲۸): ۷۹-۹۰.
- ۴- جعفری، م.، طولی، ع. و عباسی، ح. ۱۳۸۹. بررسی شرایط رویشگاهی و رابطه گونه-محیط در چند گونه گیاهی شاخص مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی م: راتع چهارباغ شهریار، استان تهران. رستنیا. ۱(۱): ۱۷-۲۷.
- ۵- حیدری، م.، پوربابایی، ح.، اسماعیل زاده، ا.، صالحی، ع. و اسحاقی راد، ج. ۱۳۹۳. گونه‌های گیاهی شاخص برای بررسی شرایط آدافیکی جنگل با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک در اکوسیستم جنگلی بلوط (*Quercus brantii* var. *persica*) زاگرس، شهرستان ایلام. مجله پژوهش‌های گیاهی ۵(۲۷): ۸۱۱-۸۲۸.
- ۶- فهیمی پور، ا.، زارع چاهوکی، م. ع. و طولی، ع. ۱۳۸۹. بررسی ارتباط برخی گونه‌های شاخص مرتعی با عوامل محیطی (مطالعه موردی: بخشی از مراتع طالقان میانی). مرتع ۴(۱): ۲۳-۳۲.
- 7- Allison, L.E., C.D. Moode (1965) Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy Series, No. 9, American Society of Agronomy, Wisconsin Series, 1379 pp.
- 8- Archambault, L., B.V. Barnes, J.A. Witter (1989) Ecological species groups of oak ecosystem of southeastern Michigan. *Forest Sci.* 35: 1058-1074.
- 9- Baruch, Z (1984) Ordination and classification of vegetation along an altitudinal gradient in the Venezuelan páramos. *Vegetatio* 55: 115-126.
- 10- Bouyoucus, G.J (1951) A recalibration of the hydrometer for making technical analysis of soils. *Agron. J.* 43: 434-438.
- 11- Braun-Blanquet J (1964) Pflanzensozologie: Grundzüge der Vegetationskunde. 3. neu bearb. Aufl. Springer-Verlag, Wien, 866 pp.
- 12- Burnside, N. G., C. B. Joyce, E. Puurmann, D. M. Scott (2007) Use of vegetation classification and plant indicators to assess grazing abandonment in Estonian coastal wetlands. *Journal of Vegetation Science* 18: 645-654.

- 13- Charle, M.D. and R.R Elena (1995) Caracterizacion de estaciones forestales de Pinus sylvestris y su relacion con la calidad de estacion. *Stud. Oecol.* 12, 49-63.
- 14- Clevering O. A., W.M.G. Gulik (1997) Restoration of *Scripus lacustris* and *Scripus maritimus* stands in a former tidal area. *Aquatic Botany* 55: 29-246.
- 15-Daget, P., M. Godron (1982) *Analyse fréquentielle de l'ecologie des espèces dans les communautés*. Masson, Paris: 178 pp.
- 16-Daubenmire, R. F (1976) The use of vegetation in assessing the productivity of forest lands. *Botan. Rev.* 42: 115- 143.
- 17- Devineau J.L (2001) Woody species as soil indicators in some savannas and fallows of West Burkina Faso. *Phytocoenologia.* 31: 325-351.
- 18- Di'az-Maroto, I (1997) Estudio ecológico y dasométrico de las masas de carballo (*Quercus robur* L.) en Galicia. Ph.D. Thesis. Polytechnic Universidad Politecnica de Madrid.
- 19- Ellenberg, H (1974) Indicator values of vascular plants in central Europe. *Scripta Geobotanica* 9. 97pp.
- 20-Gauthier, B.M., M. Godron, P. Hiernaux, J. Lepart (1977) Un type complémentaire de profil écologique: le profil incide'. *Can. J. Bot.* 55: 2859-2865.
- 21- Gerdol R.T., L. Bragazza (2001) Syntaxonomy and community ecology of mires in the Rhaetian Alps (Italy). *Phytocoenologia* 31: 271- 300.
- 22-Guillerm, J.L (1971) Calcul de l'information fournie par un profile'cologique et valeur indicatrice des espèces. *Oecol. Plant.* 6: 209-225.
- 23-Hall, H. M., J. Grinnell (1919) Life-zone indicators in California. *Proc. Calif. Acad. Sci.* 9: 37-67.
- 24-Haury, J (995) Patterns of macrophyte distribution within a Breton brook compared with other study scales. *Landscape Urban Plan.* 31: 349-361.
- 25-Hill, M.O (1979) TWINSPLAN: A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in Ordered Two-way Table of Classification of the Individuals and Attributes. Cornell University Press, New York.
- 26- Kamrani, A. (2010a) Ecological studies of vegetation on transition ecosystems between land and water in southern slopes of Alborz Mountain. PhD thesis. University of Tehran. Tehran, Iran, 176 p.
- 27-Kamrani, A., A. Naqinezhad, A. Jalili, F. Attar (2010) Environmental gradients across wetland vegetation groups in the arid slopes of western Alborz Mountains, N. Iran. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae.* 79: 295-304.
- 28- Kamrani, A., A. Jalili, A. Naqinezhad, F. Attar, A.A. Maassoumi, S.C. Shaw (2011a) Relationships between environmental variables and vegetation across mountain wetland sites, N Iran. *Biologia* 66: 76-87.
- 29-Kamrani, A., A. Naqinezhad, F. Attar, A. Jalili, D. Charlet (2011b) Wetland flora and diversity of the Western Alborz Mountains, North Iran. *PHYTOLOGIA BALCANICA* 17: 53-66.
- 30- Khalili, A (1973) Precipitation patterns of Central Alburz. *Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B* 21:215-232.
- 31-Klein, J.C (2001) La végétation altitudinale de L'Alborez Central (Iran): entre les regions irano-touranienne et euro-sibérienne. Téhéran: Institut Français de Recherche en Iran.
- 32- Klimeš, L (2003) Life-forms and clonality of vascular plants along an altitudinal gradient in E Ladakh (NW Himalayas). *Basic Appl. Ecol.* 4: 317-328.
- 33- Mcgeoch, M.A., S.L. Chown (1998) Scaling up the value of bioindicators. *Trend Ecol. Evol.*, 13: 46-47.
- 34-Naqinezhad, A. (2008) Ecology of wetlands in southern slopes of Central Alborz Mts. (between Karaj-Chalus and Firuzkuh roads). PhD thesis. University of Tehran. P 170.
- 35-Naqinezhad A., A. Jalili, F. Attar, A. Ghahreman, B.D. Wheeler, J.G. Hodgson, S.C. Shaw, A. Maassoumi (2009) Floristic characteristics of the wetland sites on dry southern slopes of the Alborz Mts., N. Iran: The role of altitude in floristic composition. *Flora.* 204: 254-269.

- 36- Naqinezhad A., H. Zare-Maivan, H. Gholizadeh, J. G. Hodgson (2013) Understory vegetation as an indicator of soil characteristics in the Hyrcanian area, N. Iran. *Flora* 208: 3–12.
- 37- Nelson D.W. , Sommers L.E (1996) Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page A.L. et al., *Methods of Soil Analysis, Part 2*, 2nd ed. Agronomy 9:961–1010. Am. Soc. Of Agron., Inc. Madison, WI.
- 38- Nieppola, J (1993) Site classification in *Pinus sylvestris* L. forests in southern Finland. *Silva Fenn.* 27: 9–20.
- 39- Noroozi J., Akhiani H., S.W. Breckle (2008) Biodiversity and phytogeography of the alpine flora of Iran. *Biodivers. Coserv.* 17: 493– 521.
- 40- Petraglia A., M. Tomaselli (2003) Ecological profiles of wetland plant species in the northern Apennines (N. Italy). *J. Limnol.* 62: 71-78.
- 41- Raunkiaer, C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Charendon Press, Oxford.
- 42- Rechinger, K.H. (ed.). 1963-2005. *Flora Iranica*. Vols 1-176. Druck-u. Verlagansalt, Graz.
- 43- Sabeti, H (1969) *Les Etudes Bioclimatique de L' Iran*. Université de Téhéran, Tehran, No. 1231, 266pp.
- 44- Spies, T. A., B.V. Barnes (1985). A multifactor ecological classification of the northern hardwood and conifer ecosystems of Sylvania recreation area, upper Peninsula, Michigan. *Can. J. Forest Res.* 15: 949-960.
- 45- Sterling, A (1996) Los sotos, refugio de vida Silvestre. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentacion, Madrid.
- 46- Wilson, S. McG., D.G Pyatt (2001) The use of ground vegetation and humus type as indicators of soil nutrient regime for an ecological site classification of British forests. *Forest Ecology and Management.* 140: 101-116.
- 47- Vasconcellos, T., M. Tavares, N. Gaspar (1999) Aquatic plants in the rice fields of the Tagus Valley, Portugal. *Hydrobiologia*, 415: 59-65.
- 48- Zas, R., M. Alonso (2002) Understory vegetation as indicators of soil characteristics in northwest Spain. *Forest Ecology and Management* 171: 101–111.
- 49- Zelnik, I., Čarni A (2008) Wet meadows of the alliance Molinion and their environmental gradients in Slovenia. *Biologia.* 63: 187–196.

## Are wetland species of Alborz steppes used as ecological indicators? Test on a hypothesis and ecological profile of species

Kamrani A.<sup>1</sup> and Naqinezhad A.R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Biology Dept., Faculty of Basic Science, Shahed University, Tehran, I.R. of Iran

<sup>2</sup> Biology Dept., Faculty of Basic Science, Mazandaran University, Babolsar, I.R. of Iran

### Abstract

Wetlands are characterized with unique flora and vegetation in southern slopes of Alborz Mts. To date, there are scarce studies related to mountain wetland indicator species and the main factors affecting their distributional patterns. The aim of the project is to test a hypothesis that represents the consideration of wetland species as ecological indicators. To reach this aim, the relationships between altitude, soil properties and the occurrence of indicator species (in 512 relevés) were examined by using TWINSpan analysis and ecological profile method. Out of 41 studied plant species, 11 species were identified as indicator species in three vegetation groups by TWINSpan analysis. Group I, with *Ligularia persica*, *Gypsophila elegans* were restricted in high altitude (> 2500 m) and in acidic (< 6.3) and sandy soils (> 55%), Group II, with *Pedicularis sibtorphii* and *Carex diluta* were observed in the middle level of ecological variables particularly altitude (2050-2550 m) and pH (6.4-7.6), and Group III, with *Schoenoplectus lacustris*, *Carex songorica* and *Lythrum salicaria* have been found in the lower altitude (< 2000 m), where soil is characterized by high pH (>7.7), EC (> 10 ms/cm) and percent of clay (> 36%). Finally 12 plant species (out of 41) had significant relationships ( $p < 0.05$ ) with altitude and soil variables by using ecological profile method.

**Key words:** Ecological Profile, Indicator species, Vegetation, Wetland, TWINSpan