



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گزن

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد نوزدهم، شماره دوم، ۱۳۹۱

<http://jwsc.gau.ac.ir>

## معرفی گروه‌های بوم‌شناختی گیاهی ذخیره‌گاه شمشاد پارک جنگلی سی‌سنگان و بررسی ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های خاک

زینب رودی<sup>۱</sup>، \* حمید جلیوند<sup>۲</sup> و امید اسماعیل‌زاده<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، آنتشیار دانشکده منابع طبیعی،  
<sup>۲</sup> دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، آستادیار دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور  
تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۳۱

### چکیده

برای تعیین گروه‌های بوم‌شناختی در پارک جنگلی سی‌سنگان و بررسی ارتباط آن‌ها با متغیرهای خاک، بخش ذخیره‌گاه پارک به مساحت ۵۴۳/۵ هکتار مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۴۶ قطعه نمونه به روش سیستماتیک-انتخابی با سطح ۴۰۰ مترمربع (۲۰×۲۰ متر) برای برآورد پوشش گیاهی درختی، درختچه‌ای و علفی به‌نحوی در سطح عرصه پیاده شدند که در توده‌های شمشادی آمیخته، خالص و غیرشمشادی تقریباً به تعداد مساوی قرار گرفتند همچنین ویژگی‌های خاک شامل اسیدیته، رطوبت، هدایت الکتریکی، آهک، کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب، اجزای بافت خاک (رس، سیلت و شن) و C/N در هر قطعه نمونه در دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. پوشش گیاهی به روش TWINSpan طبقه‌بندی و سپس گروه‌های بوم‌شناختی منطقه مشخص شد که نتیجه آن شکل‌گیری سه گروه مورد اشاره در بالا بوده است. پس از طبقه‌بندی رویشگاه محاسبه ارزش شاخص گونه‌ها برای معرفی گونه‌های شاخص هر اجتماع گیاهی با استفاده از روش IV انجام پذیرفت. بررسی معنی‌داری متغیرهای خاک در داخل گروه‌ها با روش تجزیه واریانس و مقایسه میانگین دانکن انجام پذیرفت و برای تحلیل گرادیان فاکتورهای خاک از روش PCA استفاده شد. نمایش قطعات نمونه در تحلیل DCA و PCA نشان داد که قطعات نمونه هر گروه گیاهی در

\*مسئول مکاتبه: [hj\\_458\\_hj@yahoo.com](mailto:hj_458_hj@yahoo.com)

کنار یکدیگر قرار گرفته و تشکیل گروه‌های متمایزی را می‌دهند. مجموع تجزیه و تحلیل‌های آماری صورت گرفته در ارتباط با ویژگی‌های خاک و گروه‌های بوم‌شناختی نشان داد که اسیدیته، پتاسیم قابل جذب، هدایت الکتریکی، درصد کربن آلی، نسبت کربن آلی به نیتروژن کل، رطوبت و بافت خاک از ویژگی‌های اصلی تغییرپذیری در گروه‌های بوم‌شناختی منطقه می‌باشند.

**واژه‌های کلیدی:** گروه گونه‌های بوم‌شناختی، PCA، DCA، TWINSpan، شمشاد

### مقدمه

توسعه و انتشار گونه‌های گیاهی در طبیعت بر حسب تصادف و اتفاق نیست. پراکنش هر گونه گیاهی در محدوده‌های جغرافیایی خاصی امکان‌پذیر است و هر گونه گیاهی با توجه به نیازهای محیطی (ویژگی‌ها و خواص‌های بوم‌شناختی) ویژه‌ای که دارد مکانی را به‌عنوان رویشگاه مناسب خود انتخاب می‌کند. این به آن معنی است که همبستگی عمیقی بین گیاهان و شرایط محیطی که در آن رویش دارند برقرار است به‌طوری‌که ترکیب و ساختار هر جامعه گیاهی تا حد زیادی تحت‌تأثیر عوامل محیطی قرار دارد (مولر و همکاران، ۱۹۷۴). گیاهانی که به‌طور مکرر با یکدیگر در نواحی با ترکیب مشابهی از رطوبت خاک، مواد غذایی، نور و دیگر عوامل حضور می‌یابند، فرض می‌شود که دارای نیازهای بوم‌شناختی یا بردباری مشابهی هستند و تحت گروهی دسته‌بندی می‌شوند، این گروه‌ها به‌نام گروه گونه‌های بوم‌شناختی نام‌گذاری می‌شوند (بارنز و همکاران، ۱۹۹۸). ایده گروه گونه‌های بوم‌شناختی براساس این فرضیه استوار است که فرآیندهای اجتماع‌پذیری و تکاملی مثل رقابت در طول سالیان متمادی، سبب حضور یک سری از گونه‌های گیاهی در شرایط محیطی خاصی می‌شود که در آن شرایط نسبت به سایر گونه‌ها بهتر عمل کرده و سازگارتر می‌باشند (کاشیان و همکاران، ۲۰۰۳). با مطالعه گروه گونه‌های بوم‌شناختی، اجتماعات گیاهی که در شرایط محیطی مشابه‌ای حضور می‌یابند تفکیک شده و فاکتورهای محیطی مؤثر در پراکنش گونه‌های گیاهی شناسایی می‌شوند (برگرون و بوچارد، ۱۹۸۳). هر یک از گروه گونه‌های بوم‌شناختی دارای اطلاعات بوم‌شناختی محل انتشار خود است و بنابراین می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را از خصوصیات خاک و دیگر متغیرهایی که اندازه‌گیری آن‌ها به‌نسبت مشکل می‌باشد، به‌راحتی در اختیار بگذارد (پرگیتزر و همکاران، ۱۹۸۳). گروه گونه‌های بوم‌شناختی گیاهی برای شناسایی انواع بوم‌نظام‌ها در بیشه‌زارهای سوزنی‌برگ و

جنگل‌های پهن‌برگ ایالت میشیگان (آرچامبلت و همکاران، ۱۹۹۰؛ کاشیان و همکاران، ۲۰۰۳)، رویشگاه‌های جنگلی کاج زرد (*Pinus ponderosa*) در ایالت آریزونا (آبلا و کووینگتون، ۲۰۰۶a؛ آبلا و کووینگتون، ۲۰۰۶b) و طبقه‌بندی جوامع جنگلی یونان (برگمیر و دیموپولوس، ۲۰۰۸) مورد استفاده قرار گرفت. همچنین در مطالعات بسیاری عنوان شده است که روش گروه گونه‌های بوم‌شناختی توصیف مناسبی از وضعیت پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه را ارائه می‌دهد (ویتاکر و لوین، ۱۹۷۷؛ فیلیپس و همکاران، ۲۰۰۲؛ پیکارد و فرانس، ۲۰۰۳؛ وایت و هودف، ۲۰۰۴).

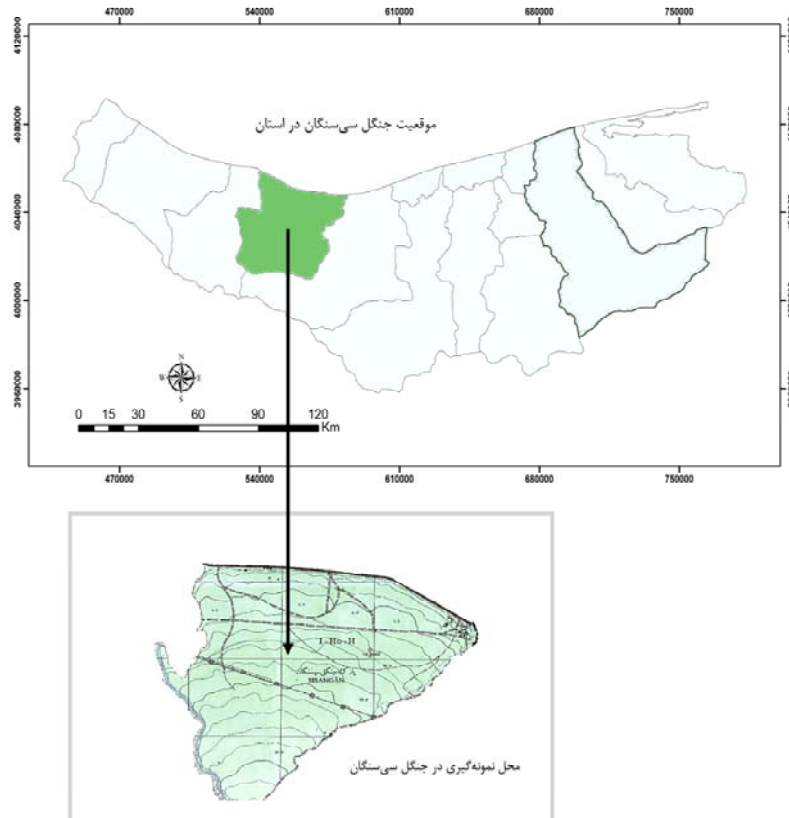
شمشاد خزری (*Buxus hyrcana* Pojark.) تنها گونه از جنس شمشاد در جنگل‌های هیرکانی ایران است، که به صورت لکه‌های کوچک و بزرگ پراکنده در میان دره‌ها و دامنه کوه‌ها قرار دارد (جلیلی و جمزاد، ۱۹۹۹). شمشاد از معدود درختان همیشه سبز جنگل‌های شمال ایران محسوب می‌شود که دیرزیستی بالایی داشته و به دلیل تولید چوب با ارزش، متأسفانه همواره مورد سوءاستفاده قرار گرفته و سطوح وسیعی از جنگل‌های آن توسط قاچاقچیان بهره‌برداری شده است. به طوری که امروزه سطح جنگل‌های شمشاد کاهش چشم‌گیری یافته و این گونه در لیست گونه‌های در معرض انقراض جنگل‌های هیرکانی قرار داده شده است (جلیلی و جمزاد، ۱۹۹۹). مطالعه بر روی اجتماعات گیاهی گونه شمشاد تا به حال اندک بوده است. در مطالعه جامعه‌شناسی توده‌های شمشاد خزری در جنگل‌های شمال، جوامع راش-شم شادستان (*Fageto-Buxetum*) (حمزه، ۱۹۹۴)، ون-شمشادستان (*Fraxino-Buxetum*) (طبری، ۲۰۰۰)، داغداغان-شمشادستان (*Celticeto-Buxetum*) و نمودار-شمشادستان (*Tillio-Buxetum*) (زارع و همکاران، ۱۹۹۸) گزارش شدند. قلندرآبشی و همکاران (۲۰۰۷) در طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک درختی جنگل حفاظت شده چشمه‌بلبل بندرگز، که یک رویشگاه شمشاد در جنگل‌های هیرکانی شرقی می‌باشد، تعداد چهار اجتماع شمشادی شامل: آزاد-شمشاد (*Zelkova carpinifolia-Buxus hyrcana*)، آزاد-انجیلی-شمشاد (*Zelkova carpinifolia*) را *Parrotia persica-Buxus hyrcana*، بلوط-ممرز-شمشاد (*Quercus castaneifolia-Carpinus*) و شیردار-شمشاد (*betulus-Buxus hyrcana*) و *Acer cappadocicum-Buxus. hyrcana* را شناسایی و تفکیک نمودند.

با توجه به این‌که پوشش گیاهی استقرار یافته بر روی خاک در هر منطقه نشان‌دهنده پایداری خصوصیات مطلوب فیزیکی و شیمیایی خاک و نیز مساعد بودن شرایط اقلیمی می‌باشد (گریک‌اسمیت، ۱۹۸۳؛ کرمی، ۱۹۸۵؛ شهنوازی، ۲۰۰۱) و از سوی دیگر در مناطق هموار و مسطح تغییر مشخصات خاک به عنوان مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر در تمایز ترکیب پوشش گیاهی منطقه محسوب می‌شوند (صالحی

و همکاران، ۲۰۰۵؛ زرین‌کفش و رضایی‌کلانتری، ۲۰۰۷). بنابراین توسعه و تحول خاک و پوشش گیاهی وابسته به آن نباید به‌عنوان یک فرآیند ساده در نظر گرفته شود. بلکه فرآیند پیچیده‌ای است که نتیجه آن تغییر و تفاوت در خصوصیات خاک است. طوری که ترکیب پوشش گیاهی جنگلی و میزان رشد آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (جونز و همکاران، ۱۹۹۴). بررسی تغییرات فاکتورهای فیزیکی - شیمیایی خاک در ارتباط با پوشش گیاهی توسط بسیاری از پژوهش‌گران (رستمی‌شاهراجی، ۱۹۹۰؛ زاهدی‌امیری، ۱۹۹۸؛ مصدق، ۱۹۹۹؛ اسچونهولتز و همکاران، ۲۰۰۰؛ محمدی‌لیمایی، ۲۰۰۱؛ جعفری و همکاران، ۲۰۰۲؛ زارع، ۲۰۰۲؛ زاهدی‌امیری و محمدی‌لیمایی، ۲۰۰۲؛ طالشی، ۲۰۰۴؛ صالحی، ۲۰۰۴؛ سهراب، ۲۰۰۵؛ صالحی و همکاران، ۲۰۰۵؛ قلندرآیسی و همکاران، ۲۰۰۷؛ اسدی، ۲۰۱۱) مورد مطالعه قرار گرفته است. محمودی و همکاران (۲۰۰۵) در طبقه‌بندی جنگل براساس گروه گونه‌های گیاهی و بررسی ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی و بیولوژیک خاک دریافتند که خصوصیات خاک و به‌خصوص ویژگی‌های فیزیکی آن نقش مؤثری در تفکیک گروه‌های بوم‌شناختی و گسترش جوامع گیاهی دارند. هدف از این پژوهش معرفی گروه گونه‌های گیاهی ذخیره‌گاه شمشاد سی‌سنگان با توجه به توده‌های شمشاد آمیخته، خالص و غیرشمشادی و تعیین ارتباط آن‌ها با مهم‌ترین متغیرهای خاکی به‌وسیله روش‌های تلفیقی تجزیه و تحلیل‌های طبقه‌بندی و رسته‌بندی بود.

### مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** پارک جنگلی سی‌سنگان یکی از منحصر به فردترین رویشگاه‌های جلگه‌ای به‌ویژه با اختلاط گونه شاخصی هم‌چون شمشاد است که در بخش حاشیه جنوبی دریای خزر واقع می‌باشد. این رویشگاه در حدفاصل شهرهای رویان و نوشهر و در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه و ۳۰ ثانیه و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۷ دقیقه و ۰۰ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۴۹ دقیقه و ۳۰ ثانیه قرار گرفته است (شکل ۱). سطح پارک ۵۹۱/۶۵ هکتار می‌باشد که از این میزان ۵۴۳/۵۹ هکتار آن متعلق به بخش حفاظت شده شمشادی است. به‌طورکلی شیب عرصه در کلاسه ۵-۰ درصد و بسیار ملایم بوده و از ارتفاع ۲۶- متر در بخش ساحلی شروع و تا ارتفاع ۱۲۵ متر از سطح دریا به طرف جنگل‌های کوهستانی ادامه می‌یابد (بی‌نام، ۲۰۰۴). با استفاده از آمار و اطلاعات، نقشه‌ها و سال‌نامه‌های اقلیم‌شناسی ایستگاه هواشناسی نوشهر متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۱۲۷۴ میلی‌متر، متوسط دمای سالیانه ۱۸ درجه سانتی‌گراد و اقلیم منطقه براساس اقلیم‌مای آمبرژه جزو مناطق خیلی مرطوب با زمستان‌های معتدل محسوب می‌شود.



شکل ۱- نقشه موقعیت مکانی پارک جنگلی سی سنگان در استان مازندران.

**جمع آوری داده‌ها:** نمونه برداری از پوشش گیاهی با استفاده از روش سیستماتیک- انتخابی انجام شد (باربور و همکاران، ۱۹۹۹). برای این منظور نخست ترانسکت‌هایی با فواصل ۲۰۰ متری در جهت گرادیان ارتفاع (عمود بر خطوط میزان منحنی) در نظر گرفته شد؛ سپس تعداد ۴۶ قطعه نمونه به صورت انتخابی و با فواصل تقریبی ۲۰۰ متری در امتداد ترانسکت‌ها پیاده شدند. مساحت قطعات نمونه مطابق اندازه قطعه نمونه پیشنهادی برای مطالعه پوشش‌های جنگلی نواحی معتدله، ۴۰۰ متر مربع (۲۰×۲۰ متری) در نظر گرفته شد (بارنز و همکاران، ۱۹۹۸). در هر قطعه نمونه فهرست همه گونه‌های گیاهی به همراه میزان فراوانی یا درصد تاج پوشش آن‌ها ثبت شد. اندازه‌گیری فراوانی گونه‌های درختی و درختچه‌ای به صورت عینی و فراوانی گونه‌های علفی به صورت تخمینی یا ذهنی

(به درصد نسبت به مساحت پلات) براساس مقیاس فراوانی - غلبه براون - بلانکه تعیین شد (براون - بلانکه، ۱۹۳۲). نمونه‌های خاک در مرکز هر قطعه نمونه و در زیر لایه لاش‌برگ با استفاده از اوگر به قطر ۸ سانتی‌متر در دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر برداشت شد. نمونه‌های خاک بعد از انتقال به آزمایشگاه و اندازه‌گیری درصد رطوبت آن‌ها، در معرض هوا خشک شده و پس از جدا کردن ریشه‌ها، سنگ و سایر ناخالصی‌ها ابتدا تمامی نمونه‌ها کوبیده شده و سپس از الک با قطر ۲ میلی‌متر عبور داده شدند. ویژگی‌های خاک شامل: رطوبت (اختلاف وزن خاک مرطوب و خاک خشک شده در آن)، بافت خاک (به روش هیدرومتری بایکاس)، اسیدیته خاک (به وسیله دستگاه pH متر و به کارگیری مخلوط ۱:۲/۵ خاک و آب مقطر)، هدایت الکتریکی (با عصاره‌گیری از گل اشباع نمونه‌ها و به کارگیری دستگاه مخصوص هدایت‌گر الکتریکی<sup>۱</sup>)، نیتروژن کل (به روش کج‌لدال<sup>۲</sup>)، فسفر قابل جذب (با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر)، پتاسیم قابل جذب (با استفاده از دستگاه فلیم‌فوتومتر)، کربن آلی (به روش والکی - بلاک<sup>۳</sup>)، محاسبه نسبت کربن به نیتروژن و آهک (به روش تیتراسیون) اندازه‌گیری شدند (غازان‌شاهی، ۱۳۸۵).

**تجزیه و تحلیل داده‌ها:** برای تسهیل درک مفهوم تغییرات تدریجی ترکیب پوشش گیاهی و کمک به فهم بهتر ارتباط بین گونه‌ها و عوامل محیطی، قطعات نمونه از نظر ترکیب گونه‌ای به گروه‌هایی طبقه‌بندی شدند. برای این منظور از روش تحلیل دوطرفه گونه‌های شاخص<sup>۴</sup> بهره‌گیری شد. در واقع قطعات نمونه براساس وجود یا نبود گونه‌ها و نیز فاکتوری به نام شبه‌گونه<sup>۵</sup> با هم مقایسه شده و قطعات نمونه‌ای که دارای تشابه نمونه‌ای بیش‌تری باشند، در کنار هم قرار می‌گیرند (مصدیقی، ۲۰۰۱). تحلیل و طبقه‌بندی TWINSpan با استفاده از بسته نرم‌افزاری Pc-Ord for Win. Ver. 4.17 انجام شد

- 1- Electric Conductivitor
- 2- Kjeldahl
- 3- Walkley-Black
- 4- TWINSpan (Two-Way Indicator Species Analysis)
- 5- Pseudo Species

شبه‌گونه معادل کمی متغیرهای کیفی است، به‌عنوان مثال گونه مرمرز با پوشش ۴۵ درصد براساس جدول اقتباس شده از جدول ترکیبی پوشش - فراوانی براون - بلانکه دارای شش شبه‌گونه با کدهای R، +، ۲a، ۲b و ۳ به‌ترتیب دارای سطح پوشش ۱-، ۲/۵-، ۵-۲/۵، ۵-۱۲/۵، ۲۵-۱۲/۵ و ۵۰-۲۵ درصد است. پس فراوانی گونه‌ها با یک یا چند شبه‌گونه جایگزین می‌شود. با استفاده از TWINSpan ابتدا قطعات نمونه طبقه‌بندی می‌شوند و سپس گونه‌ها براساس ارزش وزنی‌شان (متغیر کمی گونه‌ها) در داخل هر قطعه نمونه طبقه‌بندی می‌شوند (مصدیقی، ۲۰۰۱).

(مک‌کوین و مففورد، ۱۹۹۹). پس از طبقه‌بندی رویشگاه و تعیین گروه‌های بوم‌شناختی محاسبه ارزش شاخص<sup>۱</sup> گونه‌ها برای معرفی گونه‌های شاخص هر اجتماع گیاهی با استفاده از تحلیل ارزش شاخص یا روش IV انجام پذیرفت (مک‌کوین و مففورد، ۱۹۹۹). در روش IV ابتدا مقادیر وفور نسبی<sup>۲</sup> و فراوانی نسبی<sup>۳</sup>، گونه‌های هر گروه بوم‌شناختی محاسبه شده و سپس با بهره‌گیری از رابطه ۱ مقادیر ارزش شاخص گونه‌های گیاهی در هر گروه بوم‌شناختی محاسبه شد.

$$IV_{JK} = RA_{JK} \times RF_{JK} \times 100 \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در آن،  $IV_{JK}$  = ارزش شاخص گونه J در گروه k،  $RA_{JK}$  = وفور نسبی گونه J در گروه k،  $RF_{JK}$  = فراوانی نسبی گونه J در گروه k.

ارزیابی معنی‌دار بودن مقادیر ارزش شاخص نیز با استفاده از آزمون مونت‌کارلو<sup>۴</sup> به‌عمل آمد (مک‌کوین و مففورد، ۱۹۹۹). بر این اساس گونه‌ای که دارای بیش‌ترین ارزش شاخص در یک گروه باشد (با تفاوت معنی‌دار آماری) به‌عنوان گونه شاخص آن گروه یا اجتماع گیاهی معرفی شد (مصدیقی، ۲۰۰۱). محاسبه ارزش شاخص و معنی‌داری آن با استفاده از نرم‌افزار Pc-Ord for Win. Ver. 4.17 انجام گرفت. همچنین برای بررسی طول گرادیان به‌منظور انتخاب روش مناسب در تحلیل داده‌های محیطی و نمایش و تمایز گروه‌ها در دیاگرام رسته‌بندی از روش تحلیل گرادیان غیرمستقیم<sup>۵</sup> (DCA) استفاده شد. سپس از آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA)<sup>۶</sup> به‌منظور تعیین مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی-شیمیایی مؤثر خاک در تفکیک و طبقه‌بندی گروه‌های بوم‌شناختی منطقه استفاده شد. آنالیز مؤلفه‌های اصلی یک روش رج‌بندی مستقیم است که بر مبنای همبستگی عوامل محیطی عمل می‌کند (جانگمن و همکاران، ۱۹۸۷). این آنالیز از طریق یافتن ترکیبات همبسته عوامل محیطی در قالب ترکیبات جدیدی به‌نام مؤلفه، منجر به کاهش ابعاد ماتریس داده‌ها می‌شود (مصدیقی، ۲۰۰۱). تحلیل‌های DCA و PCA نیز با استفاده از بسته نرم‌افزاری Pc-Ord for Win. Ver. 4.17 انجام پذیرفتند.

- 
- 1- Indicator Value
  - 2- Relative Abundance
  - 3- Relative Frequency
  - 4- Monte Carlo
  - 5- Detrended Correspondence Analysis
  - 6- Principal Component Analysis

## نتایج

تجزیه و تحلیل پوشش گیاهی: با استفاده از تحلیل TWINSpan و براساس مقادیر درصد تاج پوشش تعداد ۵۲ گونه گیاهی مربوط به ۴۶ قطعه نمونه رویشگاه سی‌سنگان تعداد ۳ گروه بوم‌شناختی شناسایی و طبقه‌بندی شد (جدول ۱). پس از طبقه‌بندی رویشگاه و تعیین گروه‌های بوم‌شناختی با استفاده از تحلیل گونه‌های شاخص محاسبه ارزش شاخص برای هر گونه در هر گروه به‌عمل آمده و بر این اساس گروه گونه‌هایی که در شرایط مشابه محیطی قرار گرفتند؛ مشخص شدند (جدول ۲). جدول ۲ بیانگر آن است که مقادیر شاخص تعداد ۳۷ گونه از ۵۲ گونه در رابطه با گروه‌های طبقه‌بندی شده در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است. تلفیق نتایج تجزیه و تحلیل TWINSpan و تحلیل گونه‌های شاخص به شرح زیر است:

گروه ۱: این گروه ۱۸ قطعه نمونه را که بیش‌تر در توده شمشاد آمیخته قرار دارند شامل می‌شود. گونه‌های *Parrotia persica*، *Hedera pastochowii* و *Acer cappadocicum* به‌ترتیب با مقادیر شاخص ۶۸/۱، ۴۴/۷ و ۴۴/۴ به‌عنوان گونه‌های شاخص این گروه محسوب می‌شوند.

گروه ۲: این گروه ۱۳ قطعه نمونه را که بیش‌تر در توده شمشاد خالص قرار دارند شامل می‌شود. گونه‌های *Buxus hyrcana*، *Celtis australis* و *Ficus carica* به‌ترتیب با مقادیر شاخص ۵۱/۶، ۳۱/۳ و ۲۲/۳ به‌عنوان گونه‌های شاخص این گروه محسوب می‌شوند.

گروه ۳: این گروه ۱۵ قطعه نمونه را که در توده بدون شمشاد قرار دارند شامل می‌شود. *Quercus castaneifolia* با مقدار شاخص ۳۷ به‌عنوان گونه درختی شاخص این گروه محسوب می‌شود. گونه‌های علفی شاخص در گروه ۳ در (جدول ۲) بیان شده‌اند.

با توجه به نمودار پراکنش قطعات نمونه در گروه‌های بوم‌شناختی (شکل ۲) مشاهده می‌شود که تحلیل DCA نیز نتایج به‌دست آمده از طبقه‌بندی تحلیل TWINSpan را تأیید نموده و شکل ۲ به روشنی تفکیک و تمایز ۳ گروه را نمایش می‌دهد.

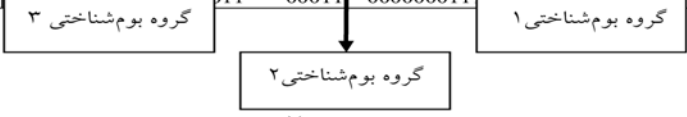


### تحلیل رابطه گروه‌های بوم‌شناختی با ویژگی‌های خاک

موقعیت متغیرهای محیطی نسبت به مؤلفه‌های اول و دوم (تحلیل PCA): متغیرهای خاک که در تجزیه و تحلیل PCA مورد استفاده قرار گرفتند همراه با علامت اختصاری آن‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است. شکل ۲ پراکنش و موقعیت مکانی متغیرهای محیطی (فاکتورهای خاک) در تجزیه PCA را نشان می‌دهد. در سمت راست و بالای محور اول پارامترهای  $\text{CN}_1$ ،  $\text{pH}_1$ ،  $\text{pH}_2$ ،  $\text{N}_1$ ،  $\text{K}_1$ ،  $\text{K}_2$  و  $\text{LIME}_1$  قرار داشته و ویژگی‌های تیپ شمشاد خالص (گروه دوم) را بیان می‌دارد و در سمت راست و پایین محور اول  $\text{SAND}_1$ ،  $\text{SAND}_2$ ،  $\text{CN}_2$ ،  $\text{N}_2$ ،  $\text{OC}_2$ ،  $\text{P}_1$ ،  $\text{EC}_1$  و  $\text{EC}_2$  قرار گرفته‌اند که ویژگی‌های تیپ شمشاد آمیخته (گروه اول) را نشان می‌دهند. البته با توجه به مشابهت نسبی که از نظر پوشش گیاهی بین گروه ۱ و ۲ وجود دارد این متغیرها در روی محور در فواصل نزدیک به هم مشاهده می‌شوند. این در حالی است که در سمت منفی محور اول که گروه سوم (بدون شمشاد) قرار دارد متغیرهای  $\text{MOIST}_1$ ،  $\text{MOIST}_2$ ،  $\text{SILT}_1$ ،  $\text{SILT}_2$ ،  $\text{OC}_1$ ،  $\text{P}_2$ ،  $\text{CLAY}_1$  و  $\text{CLAY}_2$  بیش‌ترین همبستگی را دارا می‌باشند (معادل فارسی کدهای با حروف لاتین بالا در جدول ۳ آمده است). مشاهده می‌شود که در تمایز گروه سوم از دو گروه دیگر بافت خاک نقش به‌سزایی دارد و گروه سوم که تیپ غیرشمشادی منطقه را شامل می‌شود دارای بافت خاک سنگین‌تر و به‌تبع آن رطوبت بیش‌تری نسبت به دو گروه دیگر می‌باشد. این در حالی است که تیپ شمشادی منطقه دارای بافت خاک شنی و سبک می‌باشد. نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون مقایسه میانگین دانکن نیز نشان داد که در بین فاکتورهای مورد بررسی اسیدیته، پتاسیم قابل جذب، نسبت کربن آلی به نیتروژن کل، هدایت الکتریکی، کربن آلی، رطوبت و بافت خاک نقش مؤثرتری را در تفکیک و تمایز گروه‌های بوم‌شناختی جنگل سی‌سنگان ایفا می‌کنند (جدول‌های ۵ و ۶). به‌طورکلی نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی گروه‌های بوم‌شناختی منطقه براساس خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک (جدول ۴) و نیز معنی‌داری متغیرهای محیطی در گروه‌های بوم‌شناختی (جدول ۵) بیانگر آن است که ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک در تمایز گروه‌ها از یکدیگر بسیار مؤثر بوده‌اند و از این نظر نتایج به‌دست آمده از تحلیل پوشش گیاهی مورد تأیید قرار گرفته است.

جدول ۱- جدول دوطرفه طبقه‌بندی قطعات نمونه و گونه‌های گیاهی در تحلیل TWINSpan.

گونه‌ها	شماره قطعه نمونه	کد گونه
	3 244 1214444 41112 22 1223 233 23333113 1231 9752497760135663590438544671268389012308522141	
Ilex spi	---224---2-----	0000
Mentha a	--1-1--11--1-----	0000
Oplismen	-54445617677555-----	0000
Potentil	---221111-111-----	0000
Ajuga re	-4-42---111-----1	000100
Carex di	-1-1-11--1-----	000100
Lamium a	-3-231111-21111-----1-----	000100
Poa triv	--2--22111---1-----1-----	000100
Brachypo	12442221434333311-1-----1---	000101
Cardamin	-111--1--1121-----	000101
Carex sy	-2-3111-1-42-1-----	000101
Geum urb	---1111--1111-----	000101
Microste	11222211--3141---1-----	000101
Rumex ac	-1-1-1-11-1111-----1	000101
Viola al	63443456554476511---1111-----1--1-----	000111
Cornus a	-1111-1---11111-1-----1-----	0010
Carex re	211113111111112-1-----1-11--1-111	001100
Carpesiu	-11111111-11111-1-----1----1--1	001100
Conyza c	1--1111-11--11--1-----1-----	001100
Carex ri	212213311533321111--1111-----11--1-11-1-111	001101
Jasminum	1--111112111111-1-----2-11-1	001101
Prunella	-111113111-1211-1-----11--1	001101
Pteris	---132213-----1-2-----1--1-1---	001111
Stellari	---1---1--1-1-1-----	001111
Tamus co	--1---11111111-11-----1-----1	001111
Ruscus h	234245553434353-1-11-1111111112-1113321-2-1-11	010
Bidens t	-111111-111111111111-----1-----1--11---	011
Gleditsc	---46-2-4--4---1-5-----3---	011
Polypodi	1111111111111111-----111---1--1--1-11-111-1-	011
Smilax e	11214313312432-1-11--11111111-11111-1-111111-	011
Carpinus	-3-7-8777877688-----3-4--56554766767-57-26-5	100
Quercus	-7467666--6655---6---766665467-----	100
Zelkova	-35-6-----54---76-673-----4-----	100
Acer vel	---3-5-4-----56-----455-----	101
Asplenu	1-1-----1-1111---1-1--1-1-111--111-----1-	101
Geraium	1-----1--1-----1--1	101
Rubus hy	-11111213312-21-1141-1112111111112--1-11-21111	101
Evnymus	---1-----1-----1-1-----1	1100
Phylliti	-111-1--1-11---11121-11-11-111-31--13-1111--1-	1100
Solanum	--1-----3-----1-----1-1---	1100
Albizzia	1-----3-----3-----6-----	11010
Cyclamen	1-1-1-----1-----2-----4-----	11010
Hedera p	12111322111122114-2--14111-331222555111421311	11010
Crataegu	3-----3-----3-----3-3	11011
Parrotia	9-734-5-----654-----44566636544-65464657	11011
Atropa b	-----1-2-----1-----11-	1110
Buxus hy	-----8877888778888888-8778787787878787	1110
Celtis a	-----4--6465-4-----2-----5--	1110
Ficus ca	-----4-4-2-3-----34-----	1110
Acer cap	-----5-----455464-----5	1111
Diospyru	-----3-2-4-----	1111
Tilia pl	-----445-	1111

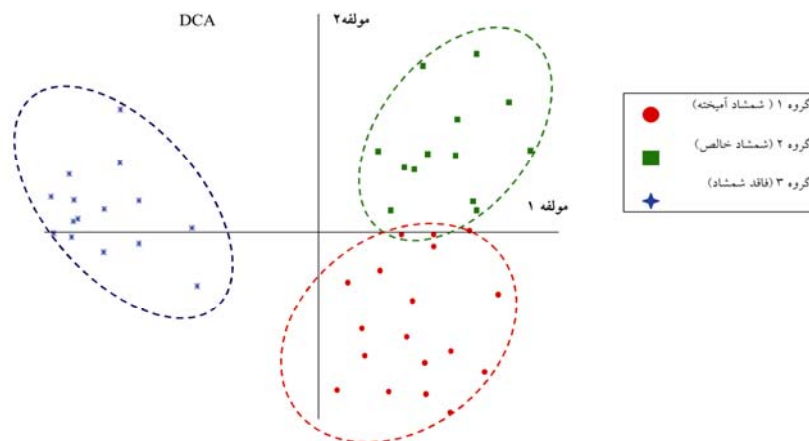


## زینب رودی و همکاران

جدول ۲- مقادیر بیشینه شاخص ارزش گونه‌های گیاهی در هر گروه بوم‌شناختی.

مقدار شاخص	گروه	گونه	مقدار شاخص	گروه	گونه
۸۴/۹**	۳	<i>Prunella vulgaris</i> L.	۶۸/۱**	۱	<i>Hedera pastwchovii</i> Woron. Ex Grossh.
۸۳/۹**	۳	<i>Smilax exelsa</i> L.	۴۴/۸*	۱	<i>Parotia persica</i> (DC.) C.A. May.
۷۹/۷**	۳	<i>Lamium album</i> L.	۴۴/۴**	۱	<i>Acer cappadocicum</i> Gled.
۷۹/۵**	۳	<i>Microstegium vimineum</i> (Trin.)	۴۳/۵ <sup>ns</sup>	۱	<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newm.
۷۷/۸**	۳	<i>Carpesium abrotanoides</i> L.	۲۵/۱ <sup>ns</sup>	۱	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L.
۶۲/۹**	۳	<i>Bidens tripartite</i> L.	۱۶/۷ <sup>ns</sup>	۱	<i>Diospyrus lotus</i> L.
۶۲/۷**	۳	<i>Polypodium vulgare</i> L.	۱۶/۷ <sup>ns</sup>	۱	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.
۶۱/۳**	۳	<i>Cornus australis</i> C. A. Mey.	۱۲/۶ <sup>ns</sup>	۱	<i>Crataegus microphylla</i> C. Koch
۶۰**	۳	<i>Carex sylvatica</i> L.	۱۰ <sup>ns</sup>	۱	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.
۶۰**	۳	<i>Potentilla reptans</i> L.	۹/۷ <sup>ns</sup>	۱	<i>Cyclamen coum</i> Miller.
۵۹/۸**	۳	<i>Rumex acetosella</i> L.	۵۱/۶**	۲	<i>Buxus hyrcana</i> Pojark.
۵۹/۷**	۳	<i>Jasminum officinale</i> L.	۴۴/۵ <sup>ns</sup>	۲	<i>Rubus hyrcanus</i> Woron.
۵۳/۳**	۳	<i>Cardamine impatiens</i> L.	۳۱/۳**	۲	<i>Celtis australis</i> L.
۵۳/۳**	۳	<i>Geum urbanum</i> L.	۲۸/۴*	۲	<i>Zelkova carpinifolia</i> (Pall.) Dipp.
۵۰/۴**	۳	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	۲۲/۳*	۲	<i>Ficus carica</i> L.
۴۸/۷**	۳	<i>Carpinus betulus</i> L.	۲۰/۹ <sup>ns</sup>	۲	<i>Atropa belladonna</i> L.
۴۶/۷**	۳	<i>Ajuga reptans</i> L.	۱۳/۳ <sup>ns</sup>	۲	<i>Gerauim robertianum</i> L.
۴۵/۹**	۳	<i>Poa trivialis</i> L.	۱۳/۱ <sup>ns</sup>	۲	<i>Solanum nigrum</i> L.
۴۲/۹**	۳	<i>Tamus communis</i> L.	۹/۴ <sup>ns</sup>	۲	<i>Evonymus latifolia</i> (L.) Mill.
۳۷*	۳	<i>Quercus castaneaefolia</i> C. A. May.	۶/۸ <sup>ns</sup>	۲	<i>Acer velutinum</i> Boiss.
۳۴/۸*	۳	<i>Pteris cretica</i> L.	۹۹/۶**	۳	<i>Viola alba</i> L.
۳۳/۳**	۳	<i>Carex divulsa</i> L.	۹۹/۴**	۳	<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.
۳۳/۳**	۳	<i>Mentha aquatica</i> L.	۹۷/۸**	۳	<i>Carex remota</i> L.
۲۶/۷**	۳	<i>Ilex spinigera</i> (Loes) Loes.	۹۶/۸**	۳	<i>Carex riparia</i> L.
۲۶*	۳	<i>Stellaria media</i> (L.) Cyr.	۹۳/۳**	۳	<i>Oplismenus undolatifolius</i> (Ard.) P. Beauv.
۱۵/۲ <sup>ns</sup>	۳	<i>Gleditschia caspica</i> Desf.	۸۷/۳**	۳	<i>Ruscus hyrcanus</i> Woron.

\*\* معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد، \* معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد، <sup>ns</sup> عدم معنی‌داری، گروه بوم‌شناختی: ۱ (شمشاد آمیخته)، ۲ (شمشاد خالص) و ۳ (بدون شمشاد).



شکل ۲- نمودار پراکنش قطعات نمونه در گروه‌های بوم‌شناختی تحلیل DCA.

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۱۹)، شماره (۲) ۱۳۹۱

جدول ۳- فاکتورهای خاک که در دو عمق ۰-۱۵ (۱) و ۱۵-۳۰ (۲) در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مورد استفاده قرار گرفتند.

ردیف	کد فاکتورهای خاک در تجزیه مؤلفه‌های اصلی	واحد
۱	اسیدیته در عمق ۰-۱۵ (pH <sub>1</sub> ) و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر (pH <sub>2</sub> )	-
۲	هدایت الکتریکی در عمق ۰-۱۵ (EC <sub>1</sub> ) و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر (EC <sub>2</sub> )	میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر
۳	پتاسیم قابل جذب در عمق ۰-۱۵ (K <sub>1</sub> ) و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر (K <sub>2</sub> )	قسمت در میلیون
۴	نیترژن کل در عمق ۰-۱۵ (N <sub>1</sub> ) و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر (N <sub>2</sub> )	درصد
۵	فسفر قابل جذب در عمق ۰-۱۵ (P <sub>1</sub> ) و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر (P <sub>2</sub> )	قسمت در میلیون
۶	آهک در عمق ۰-۱۵ (LIM <sub>1</sub> ) و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر (LIM <sub>2</sub> )	درصد
۷	کربن آلی در عمق ۰-۱۵ (OC <sub>1</sub> ) و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر (OC <sub>2</sub> )	درصد
۸	نسبت کربن به نیترژن در عمق ۰-۱۵ (CN <sub>1</sub> ) و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر (CN <sub>2</sub> )	درصد
۹	رطوبت در عمق ۰-۱۵ (MOIST <sub>1</sub> ) و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر (MOIST <sub>2</sub> )	درصد
۱۰	شن در عمق ۰-۱۵ (SAND <sub>1</sub> ) و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر (SAND <sub>2</sub> )	درصد
۱۱	سیلت در عمق ۰-۱۵ (SILT <sub>1</sub> ) و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر (SILT <sub>2</sub> )	درصد
۱۲	رس در عمق ۰-۱۵ (CLAY <sub>1</sub> ) و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر (CLAY <sub>2</sub> )	درصد

جدول ۴- نتایج آنالیز PCA برای فاکتورهای خاک در گروه‌های بوم‌شناختی جنگل سی‌سنگان.

متغیر	محور اول	محور دوم	متغیر	محور اول	محور دوم
pH <sub>1</sub>	۰/۲۲	۰/۱۱	pH <sub>2</sub>	۰/۲۲	۰/۱۷
EC <sub>1</sub>	۰/۲۱	-۰/۲۱	EC <sub>2</sub>	۰/۲۲	۰/۲۴
LIME <sub>1</sub>	۰/۲۳	۰/۰۷	LIME <sub>2</sub>	۰/۲۰	-۰/۰۸
OC <sub>1</sub>	-۰/۱۰	۰/۴۵	OC <sub>2</sub>	۰/۲۳	-۰/۱۷
N <sub>1</sub>	-۰/۲۳	-۰/۰۴	N <sub>2</sub>	۰/۲۲	۰/۱۴
P <sub>1</sub>	۰/۱۸	-۰/۲۱	P <sub>2</sub>	-۰/۲۲	-۰/۰۵
K <sub>1</sub>	۰/۱۹	۰/۲۸	K <sub>2</sub>	۰/۲۲	-۰/۱۶
CN <sub>1</sub>	۰/۰۱	۰/۵۰	CN <sub>2</sub>	۰/۲۳	-۰/۲۳
MOIST <sub>1</sub>	-۰/۲۳	۰/۰۳	MOIST <sub>2</sub>	-۰/۲۰	-۰/۰۷
SAND <sub>1</sub>	۰/۲۳	-۰/۰۲	SAND <sub>2</sub>	۰/۲۳	۰/۲۲
SILT <sub>1</sub>	-۰/۱۷	۰/۳۲	SILT <sub>2</sub>	-۰/۲۱	-۰/۰۱
CLAY <sub>1</sub>	-۰/۲۳	-۰/۰۴	CLAY <sub>2</sub>	-۰/۲۳	-۰/۰۱
Eigenvalue	۸/۲۰	۲/۸۶			

اعداد نشان‌دهنده مقدار فاکتورهای خاک روی دو مؤلفه اول تحلیل PCA می‌باشد.

زینب رودی و همکاران

جدول ۵- نتایج آنالیز واریانس یک طرفه متغیرهای خاک در گروه‌های بوم‌شناختی.

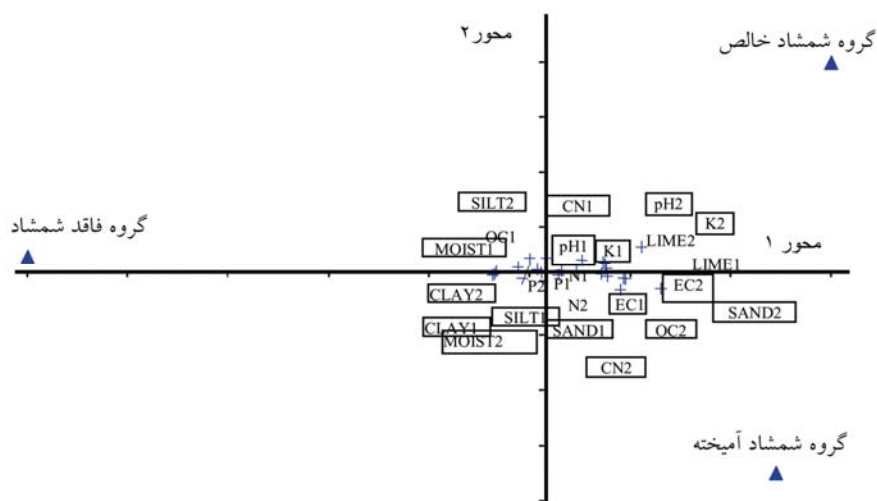
متغیر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	متغیر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
PH <sub>1</sub>	بین گروه‌ها	۰/۰۴۴	۱۲/۶۷ <sup>**</sup>	بین گروه‌ها	۲	۰/۰۷۸	۴/۲۵ <sup>*</sup>
	داخل گروه‌ها	۰/۰۰۳	-	داخل گروه‌ها	۴۳	۰/۰۱۸	-
EC <sub>1</sub>	بین گروه‌ها	۰/۳۶	۳۰/۰۴ <sup>**</sup>	بین گروه‌ها	۲	۰/۱۳۶	۱۷/۰۹ <sup>**</sup>
	داخل گروه‌ها	۰/۰۱۲۱	-	داخل گروه‌ها	۴۳	۰/۰۰۸	-
LIM <sub>1</sub>	بین گروه‌ها	۰/۱۳۶	۱/۷۲ <sup>ns</sup>	بین گروه‌ها	۲	۰/۱۸۶	۱۰/۳۴ <sup>**</sup>
	داخل گروه‌ها	۰/۰۷۹	-	داخل گروه‌ها	۴۳	۰/۰۱۸	-
OC <sub>1</sub>	بین گروه‌ها	۰/۱۱۶	۵/۴۷ <sup>**</sup>	بین گروه‌ها	۲	۰/۰۰۸	۰/۵۴۶ <sup>ns</sup>
	داخل گروه‌ها	۰/۰۲۱	-	داخل گروه‌ها	۴۳	۰/۰۱۵	-
N <sub>1</sub>	بین گروه‌ها	۰/۰۲۸	۱/۱۸۶ <sup>ns</sup>	بین گروه‌ها	۲	۰/۱۹	۹/۵۱۳ <sup>**</sup>
	داخل گروه‌ها	۰/۰۲۴	-	داخل گروه‌ها	۴۳	۰/۰۲	-
K <sub>1</sub>	بین گروه‌ها	۰/۱۰۹	۵/۰۰۲ <sup>**</sup>	بین گروه‌ها	۲	۰/۲۵۹	۹/۲۹۴ <sup>**</sup>
	داخل گروه‌ها	۰/۰۲۲	-	داخل گروه‌ها	۴۳	۰/۰۲۸	-
EC <sub>2</sub>	بین گروه‌ها	۰/۶۲۲	۱۹/۳۹ <sup>**</sup>	بین گروه‌ها	۲	۰/۰۵۵	۴/۰۶۱ <sup>*</sup>
	داخل گروه‌ها	۰/۰۳۲	-	داخل گروه‌ها	۴۳	۰/۰۱۴	-
LIME <sub>2</sub>	بین گروه‌ها	۰/۱۵۵	۲/۳۲ <sup>ns</sup>	بین گروه‌ها	۲	۰/۴۸۹	۲۲/۴ <sup>**</sup>
	داخل گروه‌ها	۰/۰۶۹	-	داخل گروه‌ها	۴۳	۰/۰۲۲	-
OC <sub>2</sub>	بین گروه‌ها	۰/۳۶۱	۷/۷۹۳ <sup>**</sup>	بین گروه‌ها	۲	۰/۱۰۳	۱۶/۹۴ <sup>**</sup>
	داخل گروه‌ها	۰/۰۴۶۳	-	داخل گروه‌ها	۴۳	۰/۰۰۶	-
CN <sub>2</sub>	بین گروه‌ها	۰/۲۳۴	۵/۷ <sup>**</sup>	بین گروه‌ها	۲	۰/۲۱۸	۱۴/۶۸ <sup>**</sup>
	داخل گروه‌ها	۰/۰۴۱	-	داخل گروه‌ها	۴۳	۰/۰۱۵	-
N <sub>2</sub>	بین گروه‌ها	۰/۰۲۴	۲/۲۳۶ <sup>ns</sup>	بین گروه‌ها	۲	۰/۰۰۱	۰/۱۰۵ <sup>ns</sup>
	داخل گروه‌ها	۰/۰۱۱	-	داخل گروه‌ها	۴۳	۰/۰۱	-
K <sub>2</sub>	بین گروه‌ها	۰/۲۰۸	۶/۸۸۷ <sup>**</sup>	بین گروه‌ها	۲	۰/۲۰۸	۶/۸۸۷ <sup>**</sup>
	داخل گروه‌ها	۰/۰۳۰	-	داخل گروه‌ها	۴۳	۰/۰۳۰	-

\*\* معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد، \* معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد و <sup>ns</sup> عدم معنی‌داری.

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین دانکن متغیرهای خاک در گروه‌های بوم‌شناختی.

گروه‌ها			متغیر	گروه‌ها			متغیر
بدون شمشاد (۱)	شمشاد خالص (۲)	شمشاد آمیخته (۱)		بدون شمشاد (۱)	شمشاد خالص (۲)	شمشاد آمیخته (۱)	
۰/۷۰۵ <sup>ab</sup>	۰/۷۷۵ <sup>a</sup>	۰/۶۳۲ <sup>b</sup>	CN <sub>1</sub>	۰/۸۵۸ <sup>b</sup>	۰/۹۶۴ <sup>a</sup>	۰/۹۳۴ <sup>a</sup>	PH <sub>1</sub>
۰/۴۴۲ <sup>b</sup>	۰/۶۵۱ <sup>a</sup>	۰/۶۶۲ <sup>a</sup>	CN <sub>2</sub>	۰/۵۱۲ <sup>b</sup>	۰/۶۸۰ <sup>a</sup>	۰/۶۷۵ <sup>a</sup>	PH <sub>2</sub>
۰/۹۴۶ <sup>a</sup>	۰/۸۸۶ <sup>b</sup>	۰/۸۴۶ <sup>b</sup>	P <sub>1</sub>	۰/۳۷۷ <sup>c</sup>	۰/۵۶۷ <sup>b</sup>	۰/۶۷۳ <sup>a</sup>	EC <sub>1</sub>
۰/۸۸۸ <sup>a</sup>	۰/۸۷۱ <sup>a</sup>	۰/۸۷۸ <sup>a</sup>	P <sub>2</sub>	۰/۲۶۵ <sup>b</sup>	۰/۵۵۹ <sup>a</sup>	۰/۶۴۴ <sup>a</sup>	EC <sub>2</sub>
۰/۷۰۱ <sup>a</sup>	۰/۵۳۵ <sup>b</sup>	۰/۵۳۸ <sup>b</sup>	MOIST <sub>1</sub>	۰/۳۵۵ <sup>a</sup>	۰/۵۳۸ <sup>a</sup>	۰/۵۰۰ <sup>a</sup>	LIME <sub>1</sub>
۰/۸۰۲ <sup>a</sup>	۰/۶۷۶ <sup>b</sup>	۰/۷۴۱ <sup>ab</sup>	MOIST <sub>2</sub>	۰/۱۸۱ <sup>b</sup>	۰/۳۹۱ <sup>a</sup>	۰/۲۷۷ <sup>ab</sup>	LIME <sub>2</sub>
۰/۴۵۵ <sup>b</sup>	۰/۶۴۹ <sup>a</sup>	۰/۶۴۶ <sup>a</sup>	SAND <sub>1</sub>	۰/۷۷۹ <sup>a</sup>	۰/۷۸۰ <sup>a</sup>	۰/۶۳۴ <sup>b</sup>	OC <sub>1</sub>
۰/۴۴۴ <sup>b</sup>	۰/۷۳۸ <sup>a</sup>	۰/۷۶۷ <sup>a</sup>	SAND <sub>2</sub>	۰/۴۰۰ <sup>b</sup>	۰/۶۵۰ <sup>a</sup>	۰/۶۷۸ <sup>a</sup>	OC <sub>2</sub>
۰/۶۹۵ <sup>a</sup>	۰/۶۷۷ <sup>a</sup>	۰/۶۵۰ <sup>a</sup>	SILT <sub>1</sub>	۰/۳۵۶ <sup>a</sup>	۰/۴۳۸ <sup>a</sup>	۰/۴۲۵ <sup>a</sup>	N <sub>1</sub>
۰/۹۰۱ <sup>a</sup>	۰/۸۰۳ <sup>b</sup>	۰/۷۴۳ <sup>c</sup>	SILT <sub>2</sub>	۰/۷۲۳ <sup>a</sup>	۰/۷۷۷ <sup>a</sup>	۰/۷۹۸ <sup>a</sup>	N <sub>2</sub>
۰/۷۷۰ <sup>a</sup>	۰/۵۶۱ <sup>b</sup>	۰/۵۹۱ <sup>b</sup>	CLAY <sub>1</sub>	۰/۵۰۴ <sup>b</sup>	۰/۶۸۰ <sup>a</sup>	۰/۵۷۱ <sup>b</sup>	K <sub>1</sub>
۰/۸۵۳ <sup>a</sup>	۰/۶۳۴ <sup>b</sup>	۰/۶۵۶ <sup>b</sup>	CLAY <sub>2</sub>	۰/۴۳۵ <sup>b</sup>	۰/۶۷۳ <sup>a</sup>	۰/۵۹۲ <sup>a</sup>	K <sub>2</sub>

\*\*معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد، \*معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد و <sup>ns</sup> عدم معنی‌داری.



شکل ۳- پراکنش و موقعیت مکانی گروه‌های بوم‌شناختی و متغیرهای خاک در تحلیل PCA.

## بحث

نظر به این که جنگل سی سنگان دارای ترکیبات متفاوت پوشش گیاهی از نظر حضور و یا حضور نداشتن گونه شمشاد در سطح عرصه می باشد و با استناد به نتایج به دست آمده از آنالیز طبقه بندی TWINSpan و تحلیل رسته بندی PCA (شکل ۳) می توان بیان کرد که روش گروه گونه های بوم شناختی توصیف مناسبی را از وضعیت پوشش گیاهی منطقه نشان می دهد که از این نظر نتایج این پژوهش با نتایج به دست آمده از پژوهش های بسیاری از پژوهشگران (ویتاکر و لوین، ۱۹۷۷؛ فیلیس و همکاران، ۲۰۰۲؛ پیکارد و فرانس، ۲۰۰۳؛ وایت و هودف، ۲۰۰۴) انطباق داشت. همچنین نتایج تحلیل PCA و آزمون های معنی داری ویژگی های فیزیکی - شیمیایی خاک در گروه های بوم شناختی منطقه بیانگر آن است که گروه های بوم شناختی منطقه نه تنها از نظر ترکیب پوشش گیاهی از یکدیگر متمایزند بلکه از نظر خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک نیز با یکدیگر تفاوت معنی داری دارند. در واقع با توجه به هموار و جلگه ای بودن منطقه می توان اذعان داشت که تفاوت در خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک منطقه به عنوان مهم ترین عوامل محیطی مؤثر در تفرق گروه گونه های بوم شناختی و تفکیک تیپ های شمشادی و بدون شمشادی منطقه محسوب می شوند. بنابراین نتایج این پژوهش ارتباط مستقیم تغییر مشخصات خاک با پوشش گیاهی را به روشنی تبیین نموده و از این نظر نتایج این پژوهش مشابه نتایج مطالعات صالحی و همکاران (۲۰۰۵) و زرین کفش و رضایی کلاتری (۲۰۰۷) می باشد. به علاوه، نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان داد که استفاده از آنالیز چندمتغیره درک بهتری را برای تعیین ارتباط بین گروه گونه های بوم شناختی و تغییر مشخصات خاک، ارائه می دهد. با توجه به شکل ۳ مشاهده شد که هرچه از گروه شمشادی خالص که در سمت راست محور مختصات قرار دارد به سمت چپ محور مختصات یعنی گروه غیر شمشادی نزدیک شویم اسیدیته خاک تغییر کرده و خاک به طرف اسیدی شدن میل می نماید. اسیدیته خاک یکی از مهم ترین فاکتورهای مؤثر در تفکیک جوامع و گروه های اکولوژیک محسوب می شود (زاهدی امیری، ۱۹۹۸؛ محمدی لیمایی، ۲۰۰۱؛ طالشی، ۲۰۰۴؛ محمودی و همکاران، ۲۰۰۵). از نظر آهک نیز، گروه دوم (تیپ شمشاد خالص) دارای درصد آهک بیشتری نسبت به دو گروه تیپ شمشاد آمیخته و تیپ بدون شمشاد می باشد. با توجه به این که گونه شمشاد حساسیتی به اسیدیته خاک از خود نشان نمی دهد و بر روی اغلب خاک ها حتی خاک های آهکی رشد می نماید (مصدق، ۱۹۹۹) می توان علت بیشتر بودن درصد آهک و مقدار pH این گروه را توجیه نمود. مقدار پتاسیم قابل جذب نیز در گروه دوم (شمشاد

خالص) بیش‌ترین و در گروه سوم (بدون شمشاد) کم‌ترین مقدار خود را داراست و تفاوت بین گروه‌ها از نظر این متغیر معنی‌دار بوده است که این نتایج با یافته‌های به‌دست آمده از بررسی قلندرآیسی و همکاران (۲۰۰۷) در جنگل شمشاد چشمه‌بلبل لیوان- بنفشه‌تپه مطابقت دارد البته در پژوهش ذکر شده ازت نیز به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در تمایز بین گروه‌ها ذکر شد که از این نظر مشابهتی با نتایج پژوهش فعلی ندارد. زیرا اختلاف بین گروه‌ها از نظر ازت معنی‌دار نبوده است (جدول‌های ۵ و ۶). درصد شن نیز در سمت مثبت محور اول قرار دارد، و بیانگر آن است که بافت خاک می‌تواند نقش قابل‌توجهی در رشد جوامع شمشاد داشته باشد که این نتیجه در مطالعه‌ای که اسدی (۲۰۱۱) در جنگل حفاظت شده شمشاد خیبوس انجام داد نیز مشاهده شد. زیرا خاک‌هایی که دارای بافت سنگین هستند هر چند از نظر مواد غذایی و رطوبت، کمبودی ندارند اما نمی‌توانند به‌عنوان یک خاک ایده‌آل برای رشد و توسعه آن محسوب شوند (رستمی‌شاهراجی، ۱۹۹۰). در پژوهش رستمی‌شاهراجی (۱۹۹۰) همچنین تأکید شده است که خاک‌های مناطق رویش شمشاد به‌طور کلی هیچ‌گونه محدودیتی از نظر مواد غذایی و رطوبت وجود نداشته و جزء خاک‌های بسیار غنی و حاصل‌خیز هستند که این نتیجه با نتایج به‌دست آمده از این پژوهش و اسدی (۲۰۱۱) مطابقت دارد. زیرا مشخصه‌های حاصل‌خیزی خاک در سمت مثبت محور اول که توده‌های شمشادی در این سمت حضور دارند قرار گرفته‌اند. بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که حاصل‌خیزی خاک از جمله عوامل مؤثر در تمایز بین گروه‌های بوم‌شناختی است (زاهدی‌امیری و محمدی‌لیمایی، ۲۰۰۲). درصد رس خاک بیش‌ترین همبستگی را با سمت چپ محور اول (گروه سوم) دارد که به تبع آن بیش‌ترین مقدار رطوبت نیز در این گروه مشاهده شده است. بنابراین بافت خاک، تأثیر بسیار زیادی در تفکیک گروه‌های بوم‌شناختی منطقه دارد که این نتیجه در مطالعه اسچونهولتز و همکاران (۲۰۰۰)، صالحی (۲۰۰۴)، سهرابی (۲۰۰۵) و محمودی و همکاران (۲۰۰۵) نیز به‌دست آمده است. بیش‌ترین مقدار هدایت الکتریکی در گروه اول و کم‌ترین مقدار آن در گروه سوم مشاهده شد و اختلاف بین گروه‌ها از نظر این عامل معنی‌دار بوده است (جعفری و همکاران، ۲۰۰۲). درصد کربن آلی در عمق ۱۵-۳۰ سانتی‌متر و نسبت کربن به نیتروژن نیز در تفکیک گروه‌ها از یکدیگر مؤثر بوده‌اند که این موضوع با نتایج صالحی و همکاران (۲۰۰۵) و اسدی (۲۰۱۱) مطابقت دارد. نسبت کربن به نیتروژن نیز در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر در گروه دوم (شمشاد خالص) بیش‌ترین مقدار خود را دارا بوده است. که علت آن را می‌توان به تراکم بالای شمشاد و در نتیجه تولید انبوه لاش‌برگ و نیز پایین بودن نرخ تجزیه لاش‌برگ



درختان شمشاد در مقایسه با لاش‌برگ سایر درختان پهن‌برگ همراه شمشاد در منطقه نسبت داد. چون بالا بودن ضخامت لاش‌برگ و نیز ضخیم بودن لاشبرگ‌ها سبب پایین آمدن نرخ تجزیه لاش‌برگ و در نتیجه بالا رفتن نسبت C/N می‌شود که این نتیجه در مطالعه شمشادستان‌خیبوس (اسدی، ۲۰۱۱) نیز به‌دست آمد.

### نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این پژوهش نشان داد که پوشش گیاهی می‌تواند به‌عنوان ابزاری مناسب در طبقه‌بندی رویشگاه‌های طبیعی با خصوصیات ناهمگن بوم‌شناختی کاربرد داشته باشد. همچنین خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک در الگوی پراکنش جوامع گیاهی منطقه از اهمیت زیادی برخوردارند.

### منابع

1. Ghazan Shahi, J. 1996. Soil and plant analysis. (Translated), Tehran Aeezh, 312p.
2. Abella, S.R. and Covington, W.W. 2006a. Forest ecosystems of an Arizona Pinus ponderosa landscape: multifactor classification and implications for ecological restorations. *J. Biogeography*, 33: 1368-1383.
3. Abella, S.R. and Covington, W.W. 2006 b. Vegetation-environment relationships and ecological species groups of an Arizona Pinus ponderosa landscape, U.S.A. *Plant Ecology*, 185: 255-268.
4. Anonymous. 2004. Forestry plan of Sisangan forest park. Iranian Forests and Rangelands Organization, Head Office of Nowshahr Natural Resources, Afforestation and Parks, 128p. (In Persian)
5. Archambault, L., Barnes, B.V. and Witter, J.A. 1990. Landscape ecosystems of disturbed oak forests of southeastern Michigan, U.S.A. *Can. J. Forest Res.* 20: 1570-1582.
6. Asadi, H. 2011. Study of ecologic and seed bank of Hyrcanian Buxus (*Buxus hyrcana* pojark) in the Khibos reservation region. MSc Thesis, Faculty of Natural Resources of Tarbiat Modarres University, 116p. (In Persian)
7. Barbur, M.G., Burk, J.H., Pitts, W.D., Gilliam, F.S. and Schwartz, M.W. 1999. *Terrestrial Plant Ecology* (3th. edition), an important of Addison Wesley Longman Incorporation, 649p.
8. Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R. and Spur, S.H. 1998. *Forest ecology*. John Wiley and Sons. INC. 774p.
9. Bergeron, Y. and Bochar, A. 1983. Use of ecological groups in analysis and classification of plant communities in a section of Westren Quebec. *Vegetatio*, 56: 45-63.

10. Bergmeier, E. and Dimopoulos, O. 2008. Identifying plant communities of thermophilous deciduous forest in Greece: species composition, distribution, ecology and syntaxonomy. *Plant Biosystems*, 142: 228-254.
11. Braun-Blanquet, J. 1932. *Plant sociology, the study of plant communities* (translation of *Pflanzensoziologie* by Fuller, G.D. and H.S. Conard, 1983), McGraw Hill Book Company, Inc. New York, 439p.
12. Ghalandar Ayeshi, Sh., Zahedi Amiri, Gh., Rahmani, R. and Etemad, V. 2007. Investigation and classification of tree and shrub covers in Cheshmehbolbol Box tree Community. *Iran. J. Natur. Resour.* 60: 3: 893-906. (In Persian)
13. Greig-Smith, P. 1983. *Quantitative plant ecology*. University of California press. Berkeley, Calif. 359p.
14. Hamzeh, B. 1994. Investigation and recognition of plant communities in Lesakouti forests (Southeastern of Tonekabon). Tehran: Research Institute of Forests and Rangelands, 37p. (In Persian)
15. Jafari, M., Zare-Chahoki, M., Azarnivand, H., Bajestani-Maibodi, N. and Zahedi-Amiri, Gh. 2002. Study of relationships between rangeland plants cover in Poshtkoh of Yazd. With physical and chemical soil properties using multivariate analysis. *Iran. J. Natur. Resour.* 55: 3. 419-433. (In Persian)
16. Jalili, A. and Jamzad, Z. 1999. *Red data book of Iran*. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 748p. (In Persian)
17. Jones, C.G., Lawton, J.H. and Schachak, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69: 373-386.
18. Jongman, R.H.G., Ter Braak, C.J.F. and Van Tongeren, O.F.R. 1987. *Data analysis in community and landscape ecology*. Pudoc, Wageningen.
19. Karami, M. 1985. Investigation methods of plant cover. *Jahad Daneshgahy*, 107p. (In Persian)
20. Kashian, D.M., Barnes, B.V. and Walker, W.S. 2003. Ecological species groups of land form level ecosystems dominated by jack pine in northern Lower Michigan, U.S.A. *Plant Ecology*, 166: 75-91.
21. Mahmoodi, J., Zahedi-Amiri, Gh., Adeli, A. and Rahmani, R. 2005. Identification of plant ecological groups and relations them with soil properties in plainy forest of Kellarabad of Chalos. *Iran. J. Natur. Forest*, 58: 2. 351-362. (In Persian)
22. Mesdaghi, M. 2001. *Vegetation description and analysis, a practical approach*. Mashhad Jahad's University Press, Mashhad, 287p. (In Persian)
23. McCune, B. and Mefford, M.J. 1999. *Pc-ord, Multivariate Analysis of ecological data, version 4*. M.J.M. software design, Glenden Beach, Oregon, USA, 237p.
24. Mohammadi-Limaie, C. 2001. Classification of plant ecological groups and relation them with physical and chemical soil characteristics in midland Neka forest permanent plots. M.Sc. Thesis. Tehran University, Faculty of Natural Resources, 92p. (In Persian)

25. Mosadegh, A. 1999. Geographical forests of world. Published by Tehran University, 454p. (In Persian)
26. Muller-Dombois, D. and Ellenberg, H. 1974. Aim and Methods of vegetation ecology. Wiley, New York, 547p.
27. Phillips, P.D., yasman, I., Brash, T.E. and Vangardigen, P.R. 2002. Grouping tree species for analysis of forest data in Kalimantan (Indonesian Borneo). Forest Ecology and management. 157: 205-216.
28. Picard, N. and France, A. 2003. Are ecological groups of species optimal for forest dynamic modeling. Ecological modeling, 163: 175-186.
29. Pregitzer, K.S., Barnes, B.V. and Lemme, G.D. 1983. Relationship of topography to soils and vegetation in upper Michigan ecosystem. Soil. Sci. Soc. Am. J. 47: 117-123.
30. Rostami-Shahraji, T. 1990. Study of some ecological factors impact on Hyrcanian Buxetum in the North of Iran. M.Sc. Thesis, Tarbiat Modarres University, Faculty of Natural Resources, 116p. (In Persian)
31. Salehi, E. 2004. Study of physical and chemical soil properties changes in relation to tree cover component and topographical factors in section of Namkhaneh's forest at Khairoodkenar. Ph.D. Thesis, Tehran University, Faculty of Natural Resources, 196p. (In Persian)
32. Salehi, E., Zarinkafsh, M., Zahedi-Amiri, Gh. and Marvi-Mohajer, M. 2005. Study of Study of physical and chemical soil properties changes in relation to tree ecological groups in Namkhaneh's forest at Khairoodkenar. Iran. J. Natur. Resour. 58: 3. 567-578. (In Persian)
33. Schoenholtz, S.H., Van Miegoret, H. and Burger, J.A. 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of soil quality: Challenges and opportunities. Forest Ecology and Management, 132: 335-356.
34. Shahnavaizi, H. 2001. Quantitative and qualitative evaluation of created regeneration gaps in Golband beeches (Chaman Serie). Islamic Azad University, Sciences and Researches Unit, 115p. (In Persian)
35. Sohrabi, H. 2005. Ecosystemical units analysis of Persian oak growth region. MSc thesis, Tarbiat Mpdarres University, Faculty of Natural Resources, 64p. (In Persian)
36. Tabari, M. 2000. Ecology, silviculture and management of natural mixed of Ash tree (*Fraxinus excelsior* L.) stands in Hyrcanian forests. Hyrcanian forest management and sustainable development conference, Iranian Forests and Rangeland Organization, Tehran, Pp: 385-398. (In Persian)
37. Taleshi, H. 2004. Plant society of lowland forests in eastern Nowshahr. MSc thesis, Tarbiat Modarres University, Faculty of Natural Resources, 86p. (In Persian)

38. White, D.A. and Hood, C.S. 2004. Vegetation Patterns and environmental gradients in tropical dry forests of the northern Yucatan peninsula. *J. Vegetation Sci.* 15: 151-160.
39. Whittaker, R.H. and Levin, S.A. 1977. The role of mosaic phenomena in natural community. *Theoretical population Biology*, 12: 117-139.
40. Zahedi Amiri, G.H. 1998. Relation between ground vegetation and soil characteristics in a mixed hardwood stand, Ph.D. Thesis, university of Ghent, begum academic press, 319p. (In Persian)
41. Zahedi Amiri, G.H. and Mohammadi Limayi, S. 2002. Relationship between plant ecological groups in herbal layer and forest stand factors (case study: Neka forest, Iran). *Iran. J. Natur. Resour.* 55: 3. 341-353. (In Persian)
42. Zarinkafsh, M. and Rezaei-Kalantari, A. 2007. Study and determination of properties and characteristics of forest soils in relation to plant ecological communities in some locations of northern forest of Iran. *Quarterly Community Scientific and Technology of Natural Resources*, Islamic Azad University of Noshar and Chalous, 1: 19-32. (In Persian)
43. Zare, H., Assadullahi, F. and Rahmani, R. 1998. An introductory study on the association of *Celtiseto-Buxetum* in Mazga-Nowshahr forest. *Pajouhesh and Sazandegi*, 39: 4-9. (In Persian)
44. Zare, H. 2002. Ecological study of birth tree sites in Sangedeh and Lar. MSc Thesis, Tarbiat Modarres University, Faculty of Natural Resources, 92p. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 19 (2), 2012  
<http://jwsc.gau.ac.ir>

## **Identification of Ecological Plant Species Groups of Sisangan Reserve *Buxus Hyrcana* Forest Park and Studying their Relationship with Soil Properties**

**Z. Roodi<sup>1</sup>, \*H. Jalilvand<sup>2</sup> and O. Esmailzadeh<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>Associate Prof., Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>3</sup>Assistant Prof., Faculty of Natural Resources and Sea Science, Tarbiat Modares University, Nour

Received: 2011/07/11; Accepted: 2012/08/21

### **Abstract**

In order to determine the ecological groups in Sisangan Forest Park and study its relationship with soil variables, reserve area of the park (approximately 543.5 hectare) were evaluated. Total 46 systematic-selected sample plots, about 400 m<sup>2</sup> (20×20 m) for estimation of tree, shrub and herb vegetations in the field of mixed Bux tree, pure stands and non-Bux were almost equal numbers were selected. TWINSpan vegetation analysis program was used to classify ecological groups which resulted formational of three above mentioned groups. After site classification, indicator species values were accounted by IV method. Soil acidity, moisture content, electrical conductivity, organic carbon, total nitrogen, available phosphorus and potassium, soil texture and ratio of organic carbon to total nitrogen in each plot at the depth of 0-15 and 15-30 cm were determined. Significant consideration of soil variables within groups, one-way analysis of variance and Duncan's group mean comparison range were applied; and for gradient analysis of soil factors PCA was used. Sample plots in PCA and DCA showed that each samples of plant groups were stayed closed together and they form the idiosyncratic groups. Statistical analysis showed that soil acidity, available potassium, electrical conductivity, organic carbon, ratio of organic carbon to total nitrogen, moisture content and soil texture are the basic characteristics' variability in ecological region.

**Keywords:** Ecological species groups, TWINSpan, DCA, PCA, *Buxus hyrcana* Pojark

---

\* Corresponding Author; Email: [hj\\_458\\_hj@yahoo.com](mailto:hj_458_hj@yahoo.com)

