

ارتباط بین پوششهای رستنی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جوامع راش (مطالعه موردی: جنگل آموزشی - پژوهشی خیرودکنار نوشهر)

جواد اسحاقی‌راد^{۱*}، قوام‌الدین زاهدی امیری^۲، محمدرضا مروی مهاجر^۳ و اسداله متاجی^۴

* نویسنده مسئول، استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، پست الکترونیک: j.eshagh@urmia.ac.ir

۲- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۳- استاد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۴- استادیار، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی.

تاریخ پذیرش: ۸۷/۸/۲۵

تاریخ دریافت: ۸۶/۳/۱۲

چکیده

این تحقیق در جوامع *Fagetum* و *Rusco-Fagetum orientalis*، *Carpino-Fagetum orientalis* و *Alno-Fagetum orientalis* بخشهای نمخانه، گرازبن و چلیبر (جنگل آموزشی - پژوهشی خیرودکنار نوشهر) انجام شده است. هدف از این تحقیق، بررسی ارتباط بین پوشش کف جنگل و شرایط ادا فیزیکی و تعیین گونه یا گروهی از گونه‌های معرف است که شاخصی مناسب برای پیش‌بینی شرایط ویژه محیطی در جوامع راش منطقه مورد مطالعه باشند. از روش نمونه‌برداری طبقه‌بندی شده برای انتخاب محل قطعات نمونه استفاده شد و در هر جامعه گیاهی در جهت‌های جغرافیایی مختلف اقدام به انتخاب قطعات نمونه گردید و در مجموع ۱۲۰ قطعه نمونه از جوامع راش منطقه مورد بررسی برداشت شد. برای برداشت فلورستیک در قطعات نمونه مربعی شکل به مساحت ۴۰۰ متر مربع، پوشش گیاهی در آشکوبهای مختلف (درختی، درختچه‌ای و علفی) با استفاده از جدول براون - بلانکه ثبت گردید. در مرکز قطعات نمونه، از دو عمق ۰-۱۰ و ۱۰-۳۰ سانتی‌متر افق معدنی خاک، نمونه‌های خاک برداشته شد. مجموعه‌ای از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در محل استقرار قطعات نمونه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. دو روش رسته‌بندی، روش آنالیز تطبیقی قوس‌گیری شده (Detrended Correspondence Analysis = DCA) و روش آنالیز تطبیقی متعارفی (Canonical Correspondence Analysis = CCA) برای تجزیه و تحلیل ارتباط بین پوشش گیاهی و متغیرهای محیطی بکار گرفته شد. نتایج بررسی نشان داد که پراکنش گونه‌ها در جوامع راش منطقه مورد مطالعه عمدتاً به عوامل جهت، درصد رس، ازت کل، فسفر، درصد مواد آلی و کاتیون‌های تبادل‌ی مرتبط می‌باشد. گونه‌های *Mercurialis*، *Geranium robertianum*، *Ruscus hyrcanus* و *perennis* معرف حاصل‌خیزی زیاد خاک و گونه‌های *Blechnum spicant*، *Festuca drymeia* و *Epimedium pinnatum* بیانگر شرایط حاصل‌خیزی کم (نسبت به گونه‌های فوق) و گونه‌های *Carex divulsa*، *Carex remota* و *Sanicula europaea* مبین شرایط حاصل‌خیزی حد وسط می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: راش، گونه‌های علفی، حاصل‌خیزی خاک، آنالیزهای چندمتغیره.

مقدمه

به‌طور غیرمستقیم به شرایط رویشگاهی آن پی برد (Wang, 1999). توجه به این نکته ضروریست که اگرچه هر گونه دامنه بوم‌شناختی معینی دارد، اما فقط گونه‌هایی قابلیت پیش‌بینی شرایط رویشگاهی را دارا می‌باشند که دارای دامنه بوم‌شناختی محدودتری به‌ویژه در شرایط محیطی و با مقیاس محلی باشند که به این گونه‌ها،

هنگامی که دامنه بوم‌شناختی یک گونه شناخته شود، حضورش در یک رویشگاه ویژه با تعیین شرایط رویشگاهی (خاکی، اقلیمی) آن قابل پیش‌بینی است و یا بعکس می‌توان با حضور یک گونه در یک رویشگاه

می‌شود؛ بنابراین با توجه به اهمیت جوامع راش از جهت تنوع زیستی و تولید چوب، برای اجرای طرحهای جنگل‌شناسی مبتنی بر جنگلداری نزدیک به طبیعت، شناسایی گونه‌های معرف شرایط متفاوت خاک در این جوامع از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابراین اهداف این تحقیق عبارتند از:

- تعیین مهمترین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مؤثر بر پراکنش گونه‌ها؛
- بررسی ارتباط میان پوشش گیاهی و شرایط ادا فیزیکی و تعیین گونه یا گروهی از گونه‌های معرف که شاخصی مناسب برای پیش‌بینی شرایط ویژه محیطی در جوامع راش منطقه مورد مطالعه باشند.

مواد و روشها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

برای نیل به اهداف تعیین شده، این تحقیق در جوامع *Carpino-Fagetum* *Alno-Fagetum orientalis* و *Rusco-Fagetum orientalis* (جنگل آموزشی- پژوهشی خیرودکنار نوشهر) که در ۷ کیلومتری شرق نوشهر بین $36^{\circ} 27'$ تا $36^{\circ} 36'$ عرض شمالی و $51^{\circ} 43'$ تا $51^{\circ} 43'$ طول شرقی واقع شده، انجام گرفته است (شکل ۱). بخش نمخانه، گرازبن و چلیبر به ترتیب ۱۰۲۲، ۱۰۳۵ و ۹۰۰ هکتار وسعت داشته و دارای ۴ نوع تیپ خاک قهوه‌ای آهکی اسکلتی، قهوه‌ای کالسیک، قهوه‌ای جنگلی و قهوه‌ای شسته شده می‌باشند (سرمدیان و جعفری، ۱۳۸۰).

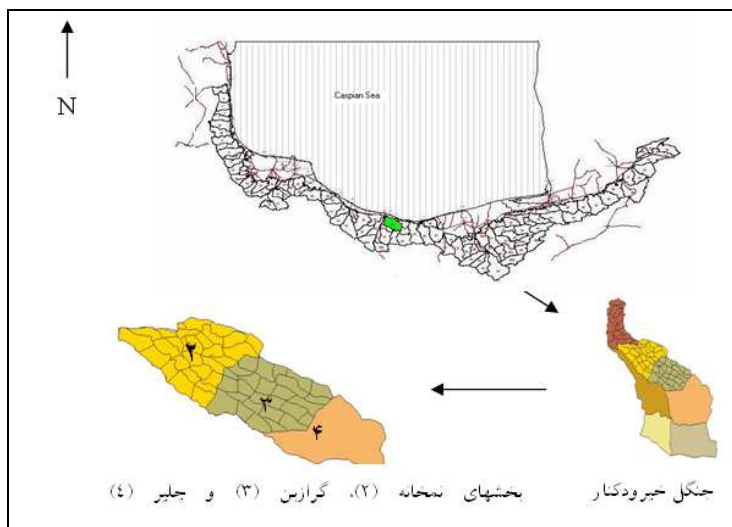
این بخشها از آن جهت انتخاب شده‌اند که بهره‌برداری در این بخشها به صورت علمی و با شدت کم صورت گرفته که کمترین تخریب را در کمیت و کیفیت توده‌های جنگلی داشته است. شکل ۲ نقشه جوامع گیاهی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

گونه‌های معرف اطلاق می‌شود. از این جهت عناصر رویشی علفی (کف جنگل) حساسیت بیشتری به تغییرات شرایط محیطی به ویژه شرایط خاکی داشته و می‌تواند به‌عنوان یک معرف زیستی عمل نمایند (Wilson & Pyatt, 2001) و بسیاری از ویژگیهای خاکی را به صورت یکپارچه نشان دهند. این درحالیست که اندازه‌گیری مستقیم بسیاری از ویژگیهای خاکی مستلزم صرف هزینه و زمان زیاد بوده و نیز تفسیر نتایج مربوط به یک ویژگی در نتیجه اثر متقابلش با سایر ویژگیها مشکلاتی را به همراه خواهد داشت، درحالی‌که عناصر رویشی علفی معرف می‌تواند یک سنجش خوب، سریع، آسان و کم هزینه از شرایط رویشگاهی به ویژه شرایط خاکی را فراهم نمایند (Gegout & Krizova, 2003).

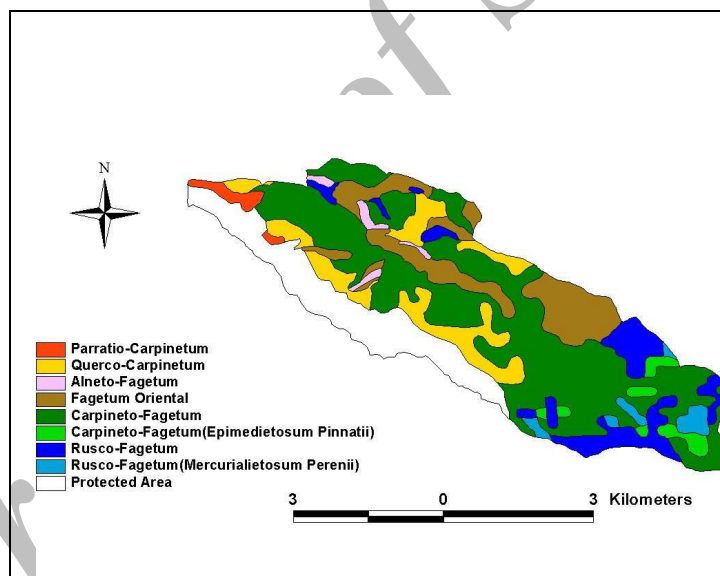
از این‌رو، در بسیاری از کشورها از رستنیهای کف جنگل به‌عنوان معرفهایی از کیفیت خاک جنگل، در تشخیص کیفیت رویشگاه، به‌عنوان یک مؤلفه اساسی در سیستم طبقه‌بندی رویشگاه و ابزاری برای پیش‌بینی توان تولید جنگل استفاده شده است (Wilson & Pyatt, 2001).

نکته حائز اهمیت اینست که از یک طرف معیار تمایز و تعریف جوامع جنگلی گونه‌های معرف می‌باشد که براساس آنها جوامع جنگلی از یکدیگر تفکیک می‌شوند و از طرف دیگر، یکی از مهمترین عوامل مؤثر در ظهور یک گونه معرف، شرایط خاکی است؛ به عبارت دیگر حضور یک گونه معرف در یک جامعه گیاهی به‌طور بسیار زیادی به خصوصیات ویژه خاک در آن جامعه مرتبط می‌باشد (Zas & Alonso, 2002). هرچند در جنگلهای شمال ایران به‌طور مجزا به تعیین جوامع گیاهی و یا بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک پرداخته شده ولی به ارتباط مکانی این دو زمینه توجه کمتری شده است تا بتوان از طریق گونه‌های معرف، شرایط خاکی رویشگاه را تشخیص داد.

جوامع راش یکی از مهمترین جوامع جنگلی در جنگلهای پهن‌برگ خزان‌کننده شمال کشور محسوب



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲- نقشه جوامع گیاهی منطقه مورد مطالعه (متاجی، ۱۳۸۲)

انتخاب نمونه‌ها براساس تغییرات داخل آنها تقسیم شده باشد. سپس نمونه‌ها با استفاده از انواع مختلف راهبرد نمونه‌گیری به هر کدام از طبقه‌های مختلف تخصیص می‌یابد. طبقه‌های اصلی در ابتدا براساس تفاوتی در فرم‌های رویشی، فیزیونومی و ساختار پوشش بدست می‌آیند. سایر معیارهای طبقه‌بندی عبارت از نوع

روش مطالعه

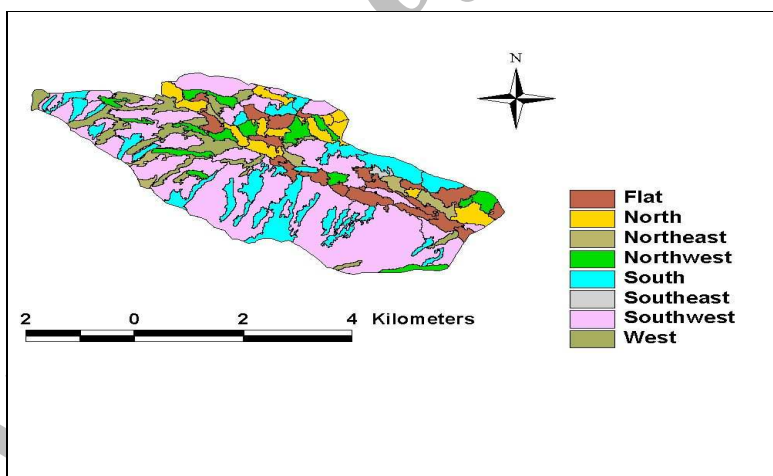
نمونه‌برداری فلورستیک

در بسیاری از مطالعات اکولوژی جوامع گیاهی، به‌صورت اختیاری یا اجباری از نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده استفاده می‌شود (Dombois & Ellenberg, 1974). اصول طبقه‌بندی اینست که پوشش گیاهی منطقه قبل از

با توجه به تغییرات زیاد جهت‌های اصلی و فرعی جغرافیایی در منطقه مورد بررسی، جهت‌های جغرافیایی پس از جامعه گیاهی به‌عنوان مهمترین عامل مؤثر در راهبرد نمونه‌برداری مدنظر قرار گرفت. بنابراین با تهیه نقشه جهت‌های جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (شکل ۳) در هر جامعه گیاهی در جهت‌های جغرافیایی مختلف اقدام به انتخاب قطعات نمونه گردید. در محدوده سطح تغییرات جهت‌های جغرافیایی هر جامعه، سایر عوامل نظیر ارتفاع از سطح دریا، شیب (در صورت ایجاد تغییر در سیمای رستنیها) و اختلاف فلورستیکی مدنظر قرار گرفتند. همچنین با عنایت به اثرهای حاشیه‌ای گاو سراها، جاده‌ها و درختان بهره‌برداری شده بر یکنواختی پوشش قطعات نمونه، از انتخاب قطعات نمونه در اطراف مکانهای یادشده خودداری شد.

بهره‌برداری از منطقه، تفاوت‌های محیطی مهم مانند جهت، شیب، نوع ساختارهای زمین‌شناسی و غیره می‌باشند. چون معمولاً قبل از نمونه‌گیری منابع اصلی تغییرات در پوشش گیاهی شناسایی می‌شوند، بنابراین استفاده از طرح نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده توصیه می‌گردد. هر قدر تنوع و تغییرات پوشش گیاهی در فواصل معینی از منطقه بیشتر باشد، در این صورت نمونه‌گیری با شدت بیشتری انجام می‌شود (مصداتی، ۱۳۸۰).

برای انتخاب محل استقرار قطعات نمونه، معیارهای زیر در نظر گرفته شد: همه گونه‌های مشمول تیپ را در بر گیرد و محل پیاده نمودن قطعه نمونه بایستی به‌گونه‌ای باشد که پوشش گیاهی داخل آن همگن بوده و از نظر محیطی یکنواخت باشد (عطری، ۱۳۷۶). در این تحقیق هر کدام از جوامع گیاهی به‌عنوان طبقه‌های اصلی نمونه‌برداری در نظر گرفته شد. همچنین



شکل ۳- نقشه جهت‌های جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

درختچه‌ای و علفی ثبت شد و همچنین فراوانی و پوشش گونه‌های مختلف با استفاده از جدول ترکیبی براون- بلانکه برداشت شدند.

برای تعیین مساحت قطعات نمونه برای برداشت گیاگانی از روش سطح حداقل استفاده می‌شود (عطری، ۱۳۷۶) و بر طبق این روش، حداقل سطح قطعات نمونه در منطقه مورد مطالعه ۴۰۰ متر مربع تعیین گردید. در هر قطعه نمونه فهرست کلیه گونه‌ها اعم از درختی و

نمونه برداری خاک

از آن جا که هدف این تحقیق بررسی ارتباط بین پوشش کف جنگل و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بوده، بنابراین برای دستیابی به این هدف ضروری بود که شرایط خاک در محل برداشت فلورستیک بررسی شود، از این رو همزمان با برداشت فلورستیک در مرکز قطعات نمونه از دو عمق ۰-۱۰ و ۱۰-۳۰ سانتی متری افق معدنی خاک نمونه‌ها برداشت شدند (Barnes *et al.*, 1998).

در بررسی ویژگیهای خاک مجموعه‌ای از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک برای هر دو عمق مورد بررسی اندازه‌گیری شدند که عبارتند از: وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه و پارافین، بافت خاک به روش هیدرومتری، آهک به روش کلسیمتری، رطوبت اشباع به روش گل اشباع، رطوبت زراعی با دستگاه Pressure Plate، pH خاک با آب مقطر برای تعیین اسیدیته کنونی و pH خاک با KCL برای اسیدیته تبدلی با دستگاه pH متر الکتریکی، درصد کربن آلی به وسیله روش والکلی و بلاک (Walkley & Black)، درصد ازت کل به روش کجلدال، فسفر قابل جذب به روش السون، منیزیم، پتاسیم و کلسیم قابل جذب با استفاده از دستگاه ICP. همچنین درصد تخلخل خاک، نسبت C/N (به عنوان شاخصی از معدنی شدن مواد آلی) و نیز اشباع بازی به صورت مجموع کاتیونهای تبدلی (کلسیم، پتاسیم و منیزیم) محاسبه شدند.

روشهای تجزیه و تحلیل داده‌ها

اطلاعات مربوط به درصد پوشش گونه‌های درختی، درختچه‌ای و علفی ثبت شده در قطعات نمونه مختلف به صورت یک فایل و اطلاعات مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک برداشت شده به همراه خصوصیات فیزیوگرافی (جهت، شیب و ارتفاع از سطح دریا) در هر قطعه نمونه به عنوان یک فایل مجزا وارد

رایانه شد. داده‌های مربوط به جهت با استفاده از رابطه Beers (1966) به صورت رابطه (۱) در تجزیه و تحلیلها استفاده شد (Legendre, 1998):

$$A' = \text{Cos}(45-A) + 1 \quad (1)$$

A' = مقدار تبدیل شده جهت

A = مقدار آزمون جهت

مقدار A' بین صفر و دو می‌باشد و جهت شمال شرقی دارای بیشترین مقدار و جهت جنوب غربی دارای کمترین مقدار است.

کلیه داده‌های خاک از جهت نرمال بودن مورد بررسی قرار گرفته و در صورت لزوم از روابط تبدیل داده‌ها برای نرمال کردن آنها استفاده شد.

با توجه به متفاوت بودن واحدهای متغیرهای مختلف در ماتریس خام داده‌های متغیرهای محیطی، داده‌ها با استفاده از میانگین صفر و واریانس واحد استاندارد شدند. لازم به ذکر است که برای ورود اطلاعات از نرم افزار Excel و برای انجام تجزیه و تحلیلها از نرم افزار PC-ORD نسخه ۳/۱ و CANACO نسخه ۴/۵ استفاده شد.

برای تعیین این که از روشهای خطی یا غیرخطی در تجزیه و تحلیل پوشش گیاهی یا ارتباط بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی استفاده شود از روش Leps & Smilauer (2003) استفاده شد. در این روش ابتدا روش آنالیز تطبیقی قوس‌گیری شده Detrended (Correspondence Analysis = DCA) بر روی پوشش گیاهی اجرا می‌شود، در صورتی که طول تغییرات (Lengths of gradient) در این روش کمتر از ۳ باشد، در صورت لزوم باید از روشهای خطی از جمله PCA برای تعیین روابط خطی در پوشش گیاهی یا عوامل محیطی استفاده کرد. در صورتی که طول تغییرات بیش از ۳ باشد باید از روشهای غیرخطی در تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده نمود. از آن جا که در این مطالعه پس از اجرای روش DCA طول تغییرات ۳/۲۲ بدست آمد، بنابراین در

باشد، بیانگر این مطلب است که گرادیان موجود در ساختار رستنیها کاملاً مرتبط با متغیرهای محیطی اندازه‌گیری شده است (Wilson & Pyatt, 2001).

نتایج

در مجموع تعداد ۱۲۰ قطعه نمونه در جهت‌های مختلف برداشت شده و فهرست گونه‌های گیاهی و فراوانی و درصد پوشش گونه‌ها در سه اشکوب جداگانه (علفی، درختچه‌ای و درختی) ثبت گردید. به‌طورکلی ۸۳ گونه در قطعات نمونه ثبت گردید که شامل ۱۱ گونه درختی، ۹ گونه درختچه‌ای و ۶۳ گونه علفی بوده است.

نتایج تجزیه و تحلیل DCA

محورهای اول و دوم رسته‌بندی DCA برای نمایش نتایج انتخاب گردیدند، چرا که این دو محور علاوه بر این که کاملاً غیر همبسته بوده ($P < 0.01$, $R=0.01$)، دارای بیشترین ارزش ویژه (Eigen value) بوده (به‌ترتیب ۰/۱۹۴ و ۰/۱۱۸) و همچنین بیشترین تغییرات موجود در ساختار پوشش گیاهی توسط این دو محور بیان می‌شود (ارزش ویژه برای محور سوم ۰/۰۵۶ می‌باشد).

شکل ۴، محورهای اول و دوم رسته‌بندی گونه‌ها را که حاصل از تجزیه و تحلیل DCA است، نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که از آن جا که نشان دادن نام کامل گونه‌ها در دیاگرام رسته‌بندی گونه‌ها باعث مخدوش شدن دیاگرام می‌شود، نام گونه‌ها به‌صورت اختصار شامل چهار حرف اول جنس و سه حرف اول گونه در دیاگرام آمده است. برای تعیین ماهیت اکولوژیکی این محورها می‌توان از سرشت اکولوژیکی گونه‌هایی با سرشت اکولوژیک مشخص که دارای بیشترین و کمترین ارزشها در دو محور می‌باشند، کمک گرفت. اما با توجه به ناشناخته بودن سرشت بسیاری از گونه‌های کف جنگل، از همبستگی بین ارزشهای قطعات نمونه در دو محور اول با متغیرهای

این تحقیق از دو روش رسته‌بندی، روش آنالیز تطبیقی قوس‌گیری شده (DCA) و آنالیز تطبیقی متعارفی (Canonical Correspondence Analysis=CCA) برای یافتن ارتباط غیرخطی متغیرها با پوشش گیاهی استفاده شد. این روشها روابط غیر خطی بین داده‌ها را آشکار می‌سازند (Jongman et al., 1995).

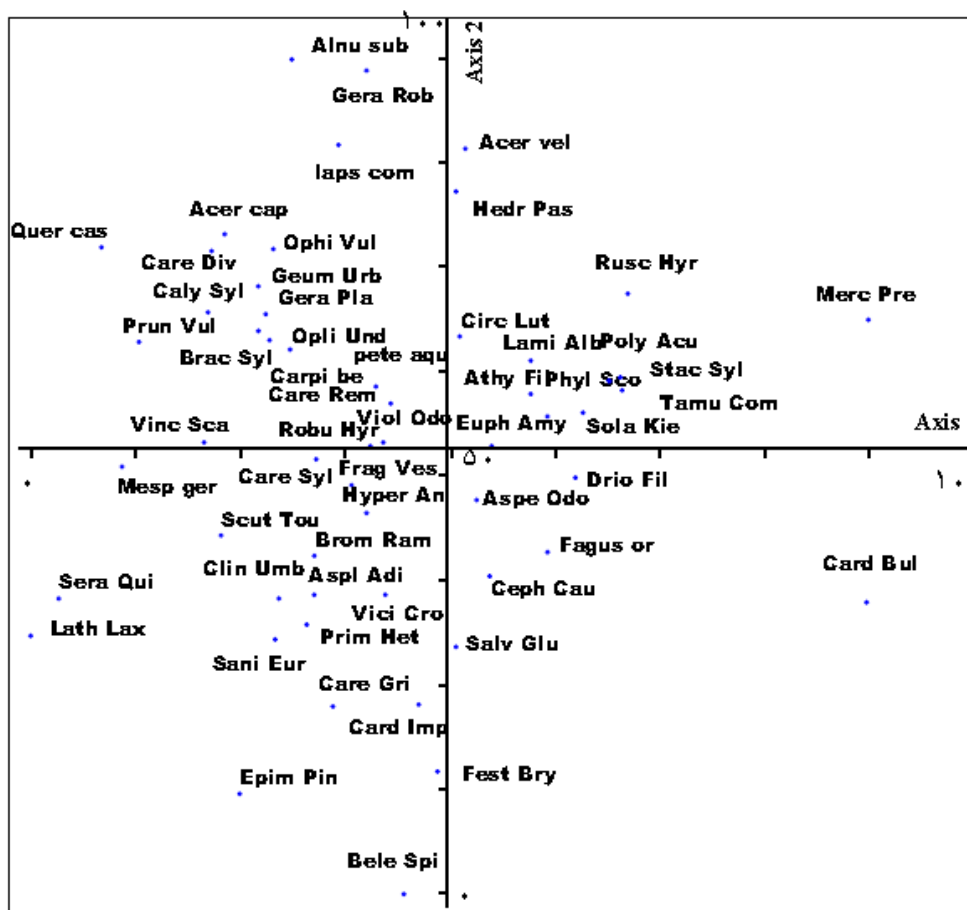
آنالیز DCA از روشهای رسته‌بندی غیرمستقیم محسوب شده و نوع بهبود یافته‌ای از روشهای معدل‌گیری معکوس (Reciprocal Averaging) و آنالیز تطبیقی (Correspondence Analysis) است که از سال ۱۹۸۰ تاکنون به‌طور گسترده‌ای در رسته‌بندی پوشش گیاهی استفاده شده است (مصدیقی، ۱۳۸۰).

برای تفسیر اکولوژیکی رسته‌بندی حاصل از تجزیه و تحلیل DCA، همبستگی بین ارزشهای قطعات نمونه در سه محور اول که اصولاً بیشترین تغییرات را نشان می‌دهند با متغیرهای محیطی (خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک؛ شرایط فیزیوگرافی) متناظر با هر قطعه نمونه با استفاده از معیار همبستگی پیرسون محاسبه شده و از نظر معنی‌دار بودن آماری مورد بررسی قرار گرفتند.

روش CCA یکی از کارآمدترین روشهای رسته‌بندی مستقیم برای بررسی روابط میان گونه‌ها و عوامل محیطی محسوب می‌شود که توسط اکولوژیست هلندی به‌نام Terbraak توسعه یافته است. در این رسته‌بندی از داده‌های مربوط به ماتریس گونه در قطعات نمونه به‌همراه داده‌های ماتریس عوامل محیطی در قطعات نمونه استفاده می‌شود. در این رسته‌بندی با رگرسیون چندگانه بین داده‌های پوشش گیاهی و متغیرهای محیطی، سهم متغیرهای محیطی اندازه‌گیری شده در تغییرات پوشش گیاهی مشخص می‌شود و مهمترین عوامل محیطی تأثیرگذار بر تغییرات پوشش گیاهی تعیین می‌گردند (مصدیقی، ۱۳۸۰).

در صورتی‌که همبستگی بین ارزش قطعات نمونه حاصل از تجزیه و تحلیل DCA و محورهای CCA زیاد

محیطی (خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک؛ شرایط فیزیوگرافی) متناظر با هر قطعه نمونه استفاده شد (جدول ۱).



شکل ۴- رسته‌بندی گونه‌ها حاصل از تجزیه و تحلیل DCA (محورهای اول و دوم)

دارای ارزش زیاد در محور اول هستند، در جهت‌های شمالی جوامع راش منطقه مورد مطالعه حضور دارند و گونه‌هایی مانند *Quercus* و *Lathyrus laxiflorus* که دارای ارزش زیاد در سمت چپ محور اول می‌باشند، در جهت‌های جنوبی پراکنش دارند.

متغیر جهت شیب، همبستگی مثبت زیاد و معنی‌داری با محور اول داشته و از آن جا که براساس رابطه Beers جهت‌های شمالی دارای ارزش زیاد و جهت‌های جنوبی دارای ارزش کم می‌باشند، سمت راست محور اول نشان‌دهنده جهت شمالی و سمت چپ محور اول مبین جهت جنوبی است. بنابراین گونه‌هایی مانند

جدول ۱- جدول همبستگی بین متغیرهای محیطی اندازه‌گیری شده و محورهای DCA

مشخصه	محور ۱	محور ۲	محور ۳	مشخصه	محور ۱	محور ۲	محور ۳
وزن مخصوص ظاهری (۱)	-۰/۰۹	۰/۱	۰/۰۱-	فسفر قابل جذب (۱)	۰/۰۴	۰/۲	۰/۰۴
وزن مخصوص ظاهری (۲)	-۰/۰۷	۰/۱۸	۰/۰۶	فسفر قابل جذب (۲)	۰/۱۱	۰/۴۱**	-۰/۰۲
درصد تخلخل (۱)	۰/۰۹	-۰/۱	۰/۰۱	درصد مواد آلی (۱)	۰/۰۶	۰/۴۶**	۰/۱۱
درصد تخلخل (۲)	۰/۰۷	-۰/۱۸	۰/۰۶-	درصد مواد آلی (۲)	۰/۱۹	۰/۴۶**	-۰/۱۱
رس (۱)	-۰/۰۴	-۰/۱۲	۰/۰۸-	ازت کل (۱)	۰/۰۹	۰/۵۶**	۰/۱۷
رس (۲)	-۰/۲۷**	-۰/۲۹**	۰/۰۶	ازت کل (۲)	۰/۲۸**	۰/۳۶**	۰/۰۹
سیلت (۱)	۰/۱۳	۰/۰۰	۰/۱۳	C/N (۱)	-۰/۰۶	-۰/۲۳	-۰/۰۷
سیلت (۲)	۰/۲۱	۰/۱	۰/۰۱-	C/N (۲)	-۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۲۶
شن (۱)	-۰/۱	۰/۲	۰/۰۴-	پتاسیم تبادل (۱)	۰/۰۳	۰/۴۰**	-۰/۰۶
شن (۲)	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۰۹-	پتاسیم تبادل (۲)	-۰/۱۴	۰/۲۴	-۰/۰۵
آهک (۱)	۰/۰۳	۰/۲	۰/۰۰	کلسیم تبادل (۱)	۰/۱۱	۰/۳۳**	۰/۰۸
آهک (۲)	۰/۱	۰/۲	۰/۰۶	کلسیم تبادل (۲)	-۰/۰۲	۰/۲۱	۰/۰۵
pH (محلول) (۱)	-۰/۰۲	-۰/۰۱	۰/۰۱-	منیزیم تبادل (۱)	۰/۱۴	۰/۲۱	-۰/۰۸
pH (محلول) (۲)	۰/۱۷	-۰/۱۱	۰/۰۲	منیزیم تبادل (۲)	۰/۰۷	۰/۰۱	-۰/۰۱
pH (تبادل) (۱)	-۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳	اشباع بازی (۱)	۰/۱۲	۰/۴۲**	۰/۰۶
pH (تبادل) (۲)	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۰۴	اشباع بازی (۲)	-۰/۰۱	۰/۲۱	۰/۰۴
جهت	۰/۶۴**	-۰/۰۳	۰/۰۶	رطوبت اشباع (۱)	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱۶
شیب	۰/۰۶	-۰/۱۵	۰/۲	رطوبت اشباع (۲)	-۰/۰۵	-۰/۰۱	۰/۰۱
ارتفاع	۰/۰۹	۰/۱	۰/۲۵-	رطوبت زراعی (۱)	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۱۸
				رطوبت زراعی (۲)	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۰۵

(۱) عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متر، (۲) عمق ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر، (***) همبستگی معنی‌دار با $P < 0.01$

متغیرهای ازت کل و درصد مواد آلی در هر دو عمق، پتاسیم و کلسیم تبادل و اشباع بازی در عمق اول و فسفر قابل جذب در عمق دوم، همبستگی مثبت زیاد و معنی‌داری با محور دوم دارند. از آن جا که این متغیرها شاخصهای مهم حاصلخیزی خاک محسوب می‌شوند، در نتیجه محور دوم گرادیان حاصلخیزی خاک را نشان می‌دهد. سمت مثبت محور دوم حاصلخیزی زیاد و سمت منفی محور دوم حاصلخیزی کم را نشان می‌دهد. از آن جا که گونه‌های *Acer velutinum* و *Lapsana communis*

ارزش زیادی در سمت مثبت محور دوم می‌باشند، بنابراین در قطعات نمونه‌ای که دارای شرایط حاصلخیزی زیادی می‌باشند، حضور دارند. از طرف دیگر، گونه‌هایی مانند *Epimedium* و *Festuca drymeia* *Blechnum spicant* در قسمت پایین محور دوم قرار دارند، در نتیجه در قطعات نمونه‌ای که دارای شاخصهای حاصلخیزی کمی هستند پراکنش دارند.

نداشته و یا به عبارت دیگر گونه‌های غیر ترجیح‌پذیر محسوب می‌شوند. این موضوع از نظر اکولوژیکی کاملاً منطقی بوده، چرا که این گونه‌ها در بیشتر قطعات نمونه برداشت شده از جنگلهای راش منطقه مورد بررسی حضور دارند.

هر چه ارزش یک گونه در روی یک محور افزایش یابد، ترجیح‌پذیری آن گونه نسبت به آن گرادیان بیشتر می‌شود. در ضمن هر چه فاصله یک گونه نسبت به یک بردار همبستگی یک متغیر با محورهای رسته‌بندی کمتر باشد، نشان‌دهنده اینست که در اثر افزایش آن متغیر، بر حضور و فراوانی آن گونه افزوده می‌شود.

گونه‌های *Lapsana communis* *Acer velutinum* *Geranium robertianum* و *Alnus subcordata* در سمت مثبت محور دوم قرار گرفته و در قطعات نمونه‌ای که میزان ازت کل و درصد مواد آلی و کاتیون‌های تبدلی آن در سطح زیادی می‌باشد حضور دارند، از این جهت این گونه‌ها نشان‌دهنده شرایط حاصل‌خیزی زیاد خاک در جوامع راش منطقه مورد بررسی می‌باشند.

گونه *Ruscus hyrcanus* در راستای دو بردار درصد نیتروژن در عمق دوم و درصد رطوبت اشباع در عمق اول و در جهت مخالف راستای درصد رس در لایه دوم قرار دارد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که این گونه در رویشگاههایی با خاکهای نیمه‌سنگین غنی از ازت و با رطوبت زیاد حضور دارد.

گونه *Mercurialis perennis* در ناحیه اول دیاگرام رسته‌بندی گونه در سمت مثبت دو گرادیان جهت و حاصل‌خیزی خاک قرار دارد، در نتیجه این گونه در رویشگاههایی در جهت شمالی و حاصل‌خیزی نسبتاً زیاد حضور دارد. گونه *Cardamine bulbifera* دارای ارزش زیاد در محور اول می‌باشد، بنابراین این گونه فقط در جهت‌های شمالی جوامع راش منطقه مورد بررسی قرار دارد.

نتایج تجزیه و تحلیل CCA

در تجزیه و تحلیل DCA، محورهایی از حد بیشتر تغییرات موجود در ساختار رستنیها استخراج می‌شوند و سپس همبستگی بین متغیرهای محیطی با این محورها مورد بررسی قرار می‌گیرد، درحالی‌که در تجزیه و تحلیل CCA به‌طور مستقیم آن قسمت از تغییرات که توسط تغییرات متغیرهای محیطی اندازه‌گیری شده توجیه می‌شود، استخراج می‌گردد.

محورهای اول و دوم رسته‌بندی CCA به‌علت دارا بودن بیشترین ارزش ویژه (Eigen value) (به ترتیب ۰/۱۵۹، ۰/۰۹۹) برای نمایش نتایج انتخاب شدند. ارزش ویژه برای محور سوم ۰/۰۴۰ می‌باشد.

با توجه به شکل ۵ و جدول همبستگی بین متغیرهای محیطی اندازه‌گیری شده و محورهای CCA (جدول ۲)، محور اول همبستگی مثبت زیادی با متغیر جهت دارد، درحالی‌که متغیرهای ازت کل و درصد مواد آلی در هر دو عمق، پتاسیم و کلسیم تبدلی و فسفر قابل جذب در عمق دوم همبستگی مثبت زیاد و معنی‌داری با محور دوم دارند، بنابراین محور دوم گرادیان حاصل‌خیزی خاک را نشان می‌دهد.

نکته بسیار قابل‌توجه در جدول همبستگی متغیرهای محیطی و محورهای CCA، همبستگی زیاد ارزش قطعات نمونه حاصل از تجزیه و تحلیل DCA و محورهای CCA است که بیانگر این مطلب است که گرادیان موجود در ساختار رستنیها کاملاً مرتبط با متغیرهای محیطی اندازه‌گیری شده است.

با توجه به رسته‌بندی گونه‌ها حاصل از تجزیه و تحلیل CCA (شکل ۵)، براساس گرادیان‌های شناخته شده براحتی می‌توان سرشت اکولوژیک گونه‌های مختلف را تشخیص داد.

گونه‌هایی که دارای ارزش کمی از دو محور بوده و یا به عبارت دیگر در اطراف مرکز محورهای مختصات قرار دارند، گونه‌هایی هستند که گرایشی به گرادیان‌های موجود

جدول ۲- جدول همبستگی بین متغیرهای محیطی اندازه‌گیری شده و محورهای CCA

مشخصه	محور ۱	محور ۲	محور ۳	مشخصه	محور ۱	محور ۲	محور ۳
وزن مخصوص ظاهری (۱)	-۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۵	فسفر قابل جذب (۱)	-۰/۰۱	۰/۲۲	-۰/۱۶
وزن مخصوص ظاهری (۲)	-۰/۱۲	۰/۲	-۰/۰۷	فسفر قابل جذب (۲)	۰/۰۴	۰/۴۶**	۰/۰۰
درصد تخلخل (۱)	۰/۱۲	-۰/۰۵	-۰/۰۵	درصد مواد آلی (۱)	-۰/۰۳	۰/۴۹**	-۰/۲
درصد تخلخل (۲)	۰/۱۲	-۰/۲	۰/۰۷	درصد مواد آلی (۲)	۰/۱	۰/۵۷**	۰/۲۳
رس (۱)	-۰/۰۵	-۰/۱۳	۰/۱۹	ازت کل (۱)	-۰/۰۲	۰/۵۹**	-۰/۲۷
رس (۲)	-۰/۲۸**	-۰/۳۴**	-۰/۰۳	ازت کل (۲)	۰/۲۱	۰/۵۲**	۰/۰۱
سیلت (۱)	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۲۸	C/N (۱)	۰/۰۰	-۰/۲۲	۰/۱
سیلت (۲)	۰/۲۶	۰/۲۲	-۰/۱۷	C/N (۲)	-۰/۰۹	۰/۲۲	۰/۲۷
شن (۱)	-۰/۱۸	۰/۲	۰/۰۲	پتاسیم تبادلی (۱)	-۰/۰۸	۰/۴۵**	۰/۱۸
شن (۲)	۰/۱۳	۰/۲۸	۰/۲۶	پتاسیم تبادلی (۲)	-۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۱۳
آهک (۱)	-۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۱۳	کلسیم تبادلی (۱)	۰/۰۲	۰/۳۹**	۰/۰۲
آهک (۲)	۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۰۹	کلسیم تبادلی (۲)	-۰/۱۱	۰/۲۳	۰/۱۸
(محلول) pH (۱)	-۰/۰۱	-۰/۰۸	۰/۰۰	منیزیم تبادلی (۱)	۰/۰۹	۰/۲۸**	۰/۲۱
(محلول) pH (۲)	۰/۲۱	-۰/۱۰	۰/۱۰	منیزیم تبادلی (۲)	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۱۶
(تبادلی) pH (۱)	-۰/۰۳	-۰/۰۲	-۰/۱	اشباع بازی (۱)	۰/۰۲	۰/۴۶**	۰/۰۵
(تبادلی) pH (۲)	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۰۱	اشباع بازی (۲)	-۰/۱۱	۰/۲۲	۰/۱۹
جهت	۰/۷۲**	۰/۲۲	۰/۲۷	رطوبت اشباع (۱)	۰/۱۶	۰/۱۷	-۰/۲۱
شیب	۰/۰۹	-۰/۱۵	-۰/۱	رطوبت اشباع (۲)	-۰/۰۹	-۰/۰۳	۰/۱۳
ارتفاع	۰/۰۶	۰/۲	۰/۳۳	رطوبت زراعی (۱)	۰/۲	۰/۲	-۰/۱۶
DCA محور اول	۰/۸۴**	۰/۲۲	۰/۰۷	رطوبت زراعی (۲)	۰/۰۰	۰/۱۷	۰/۲
DCA محور دوم	-۰/۲	۰/۷۹**	-۰/۱۲				
DCA محور سوم	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۵۱**				

(۱) عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متر، (۲) عمق ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر، (***) همبستگی معنی‌دار با $P < ۰/۰۱$

حاصل‌خیزی کم خاک در جوامع راش منطقه مورد بررسی می‌باشند.

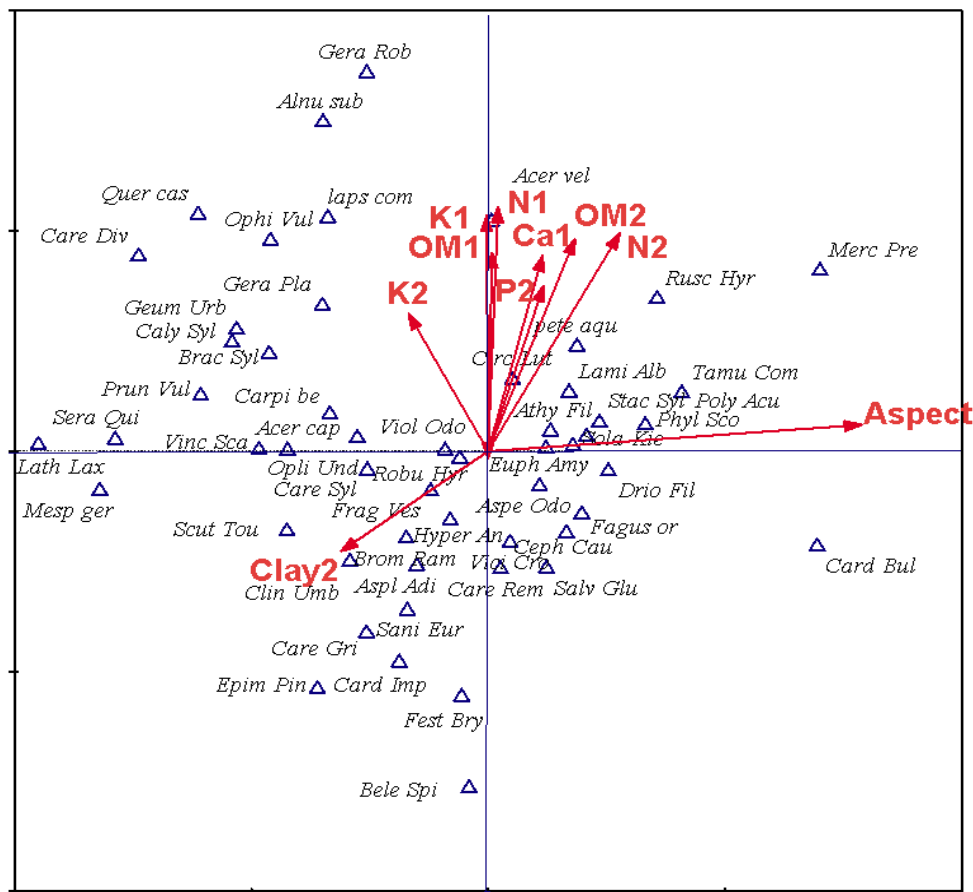
گونه *Scutellaria* و *Clinopodium umbrosum* گونه *tournefort* در راستای بردار درصد رس عمق دوم و در ناحیه سوم واقع شده است، در نتیجه این گونه در خاکهایی با بافت سنگین و بیشتر در جهت‌هایی متمایل به جهت‌های جنوبی حضور دارند. گونه‌های *Lathyrus* *Vincetoxicum* *Serratula hyrcanica* *Jaxiflorus*

گونه‌های *Festuca drymeia* *Blechnum spicant* *Cardamine impatiens* *Carex grioletti* و *Epimedium pinnatum* در سمت منفی محور دوم قرار گرفته و در قطعات نمونه‌ای که میزان ازت کل و درصد مواد آلی و کاتیون‌های تبادلی آن در سطح کمی می‌باشد، حضور دارند؛ بدین جهت این گونه‌ها نشان‌دهنده شرایط

دارای ارزش زیاد در محور دوم و ارزش منفی زیاد در محور اول می‌باشند، در نتیجه این گونه‌ها در جهت‌های جنوبی و رویشگاههایی با حاصل خیزی زیاد حضور دارند.

nigrum در سمت منفی محور اول قرار گرفته‌اند، از این رو این گونه‌ها فقط در جهت‌های جنوبی در جوامع راش منطقه مورد مطالعه پراکنش دارند.

گونه‌های *Quercus castaneifolia*، *Carex divulsa* و *Ophioglossum vulgatum* در ناحیه دوم قرار داشته که



شکل ۵- رسته‌بندی گونه‌ها حاصل از تجزیه و تحلیل CCA (OM = درصد مواد آلی، N = ازت کل، CA = کلسیم، K = پتاسیم، P = فسفر قابل جذب، Clay = درصد رس و Aspect = جهت)

گونه معرف را فراهم نمایند. بسیاری از گونه‌هایی با فراوانی زیاد در منطقه مورد مطالعه از جمله *Asperula Rubus*، *Euphorbia amygdaloides*، *odorata* و *hyrcanus* در هر دو رسته‌بندی DCA و CCA در نزدیک مرکز دیاگرام قرار گرفته‌اند، بنابراین

بحث

دامنه زیاد مقادیر متغیرهای خاک و شرایط فیزیوگرافی در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که بایستی اندازه‌های متفاوتی از متغیرهای محیطی با همدیگر ترکیب شوند تا شرایط محیطی مشابه مناسب برای رویش یک یا چند

گسترش دارد؛ درحالی که در این بررسی، تغییرات شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک در ارتباط با تغییرات کل پوشش رستنی (پوشش کف، درختچه‌ای و درختی) فقط در جوامع راش بخش نمخانه به انضمام جوامع راش بخشهای گرازین و چلیپ با استفاده از آنالیزهای رسته‌بندی DCA و CCA مورد مطالعه قرار گرفته است. زمانی (۱۳۷۵) عوامل ارتفاع از سطح دریا و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را در پراکنش جوامع جنگلی مؤثر می‌داند. در این مطالعه با توجه به این که دامنه ارتفاعی محدود بوده (حدود ۵۰۰ متر) و در ضمن بر روی جوامع راش تأکید شده است، عامل ارتفاع از سطح دریا عامل مؤثری در گسترش گونه‌ها نبوده است. این موضوع می‌تواند به این علت باشد که محدوده انتشار جوامع راش در منطقه مورد مطالعه در یک دامنه ارتفاعی ۸۰۰-۱۶۰۰ متری می‌باشد (متاجی، ۱۳۸۲).

در صورتی که گونه‌های معرف را براساس شرایط حاصل‌خیزی خاک رتبه‌بندی نمایم گونه‌های *Lapsana communis*, *Geranium robertianum* و *Ruscus hyrcanus*, *Mercurialis perennis* و *vulgatum Ophioglossum* معرف حاصل‌خیزی زیاد خاک و گونه‌های *Blechnum spicant*, *Festuca drymeia*, *Carex grioletti*, *Cardamine impatiens*, و *Epimedium pinnatum* بیانگر شرایط حاصل‌خیزی کم و گونه‌های *Carex divulsa*, *Salvia glutinosa*, *Carex bulbifera* و *Sanicula europaea* مبین شرایط حاصل‌خیزی حد وسط می‌باشند.

منابع مورد استفاده

- اشجع، ب.، ۱۳۸۱. ارتباط گروههای اکولوژیک کرم خاکی با حاصل‌خیزی خاک و پوشش گیاهی جنگل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۰۵ صفحه.

پراکنش وسیع این گونه‌ها ناشی از فقدان یک ترجیح‌پذیری مشخص برای شرایط ویژه محیطی می‌باشد. هر دو رسته‌بندی DCA و CCA نشان می‌دهند که پراکنش گونه‌ها در جوامع راش منطقه مورد مطالعه عمدتاً به عوامل جهت، درصد رس، ازت کل، فسفر، درصد مواد آلی و کاتیون‌های تبادل‌ی مرتبط است. در این مطالعه ارتباط مستقیمی بین پراکنش گونه‌ها و گسترش گروه‌ها با متغیرهای شیب، ارتفاع از سطح دریا، وزن مخصوص ظاهری، درصد تخلخل، درصد شن و سیلت، اسیدیته محلول و تبدالی و نسبت C/N در منطقه مورد بررسی مشاهده نشد.

متاجی (۱۳۸۲) با بررسی مشخصات خاک در دو جامعه *Rusco-Fagetum* و *Carpino-Fagetum* بخش چلیپ منطقه مورد مطالعه نشان داد که مشخصه‌هایی چون درصد رس، رطوبت اشباع، ازت کل و کربن آلی در جامعه *Carpino-Fagetum* و مشخصه‌هایی چون عمق خاک، درصد سیلت، فسفر و اسیدیته خاک در جامعه *Rusco-Fagetum* عوامل مؤثر در گسترش این جوامع می‌باشند. درحالی که اشجع (۱۳۸۱) ضمن بررسی ارتباط گروههای اکولوژیک کرم خاکی با حاصل‌خیزی خاک و پوشش گیاهی جنگل در بخش نمخانه جنگل خیرودکنار عنوان می‌دارد که تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند بافت، اسیدیته، کربن، درصد ازت کل، وزن مخصوص ظاهری و نسبت C/N بر ترکیب گروههای اکولوژیک درختی تأثیر به‌سزایی دارد. صالحی (۱۳۸۳) بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری، میزان فسفر قابل جذب در افقهای سطحی، نسبت C/N و درصد کربن آلی را از مهمترین عوامل مؤثر بر گسترش تیپ‌های درختی از جمله راش- ممرز و ممرز- بلوط دانسته است. اختلاف نتایج (در برخی از موارد) می‌تواند به این علت باشد که مطالعات اخیر فقط بر روی پوشش درختی تأکید داشته و یا تمام جوامع بخشهای نمخانه مورد بررسی قرار گرفته که جامعه *Quercus-Carpinetum* نیز در قسمتهای مختلف

- زمانی، خ.، ۱۳۷۵. بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکها در ارتباط با رویشگاههای جنگلی در منطقه کردکوی استان گلستان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۰۳ صفحه.
- سرمیدیان، ف. و جعفری، م.، ۱۳۸۰. بررسی خاکهای جنگلی ایستگاه تحقیقاتی - آموزشی دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران (خبرودکنار - نوشهر). مجله منابع طبیعی ایران، ویژه نامه سال ۱۳۸۰، ۱۰۳ صفحه.
- عطری، م.، ۱۳۷۶. فیتوسوسیولوژی (جامعه شناسی گیاهی)، (ترجمه). انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، شماره ۱۷۱، ۳۸۴ صفحه.
- صالحی، ع.، ۱۳۸۳. بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در ارتباط با ترکیب پوشش درختی و عوامل توپوگرافی در بخش نمخانه جنگل خیرودکنار. رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۰۴ صفحه.
- متاجی، الف.، ۱۳۸۲. طبقه بندی رویشگاه براساس جوامع گیاهی، ساختار توده و وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک در جنگلهای طبیعی. رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۶۴ صفحه.
- مصداقی، م.، ۱۳۸۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۸۸ صفحه.
- Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S. and Spurr, S., 1998. Forest ecology, John Wiley and Sons, INC., 773 p.
- Dombois, D.M. and Ellenberg, H., 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York, London, Sydney, Toronto, 547 p.
- Gegout, J. and Krizova, E., 2003. Comparison of indicator values of forest understory plant species in Western Carpathians (Slovakia) and Vosges Mountains (France). Forest Ecology and Management, 182: 1-11.
- Jongman, R.H.G., Ter Braak, C.J.F. and van Tongeren, O.F.R., 1995. Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge university press, 299 p.
- Legendre, P., 1998. Numerical Ecology. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 853p.
- Leps, J., and Smilauer, P., 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge university press, 267 p.
- Wang, G.G., 1999. Use of understory vegetation in classifying soil moisture and nutrient regims. Forest Ecology and Management, 129: 93-100.
- Wilson, S. McG. and Pyatt, D.G., 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.
- Zas, R. and Alonso, M., 2002. Understory vegetation as indicators of soil characteristics in northern Spain. Forest Ecology and Management, 171: 101-111.

Relationship between vegetation and physical and chemical properties of soil in *Fagetum* communities (Case study: Kheiroudkenar forest)

J. Eshaghi Rad^{1*}, Gh. Zahedi Amiri², M.R. Marvi Mohajer³ and A. Mataji⁴

1* - Corresponding author, Assistant Prof., University of Urmia, E-mail: j.eshagh@urmia.ac.ir

2- Associate Prof., University of Tehran.

3- Professor, University of Tehran.

4- Assistant Prof., Islamic Azad University, Science and Research branch, Tehran.

Abstract

This study was carried out in *Carpino-Fagetum orientalis*, *Rusco-Fagetum orientalis*, *Fagetum oriental* and *Alno-Fagetum orientalis* forest communities of Namkhaneh, Gorazbon and Chelir districts of Kheiroudkenar forest. The aim of the research was investigation on relationship between understory vegetation and soil condition and to determine the indicator species for predicting of specific site situation of *Fagetum* communities of the study area. Selective stratification sampling method was used to locate samples. One plot is sampled on each aspect in each community. Totally, 120 sample plots were selected in the *Fagetum* communities in the study area. The plot size was 400 m² considering to minimal area method. At each sample plot, floristic list and an estimate of percent cover and abundance of each vascular plant in separate strata were recorded by using of Braun-Blanquet scale. At the center of sample plots, two soil samples were taken from 0-10 and 10-30 cm layers of mineral soil. The physical and chemical soil properties in each sample were analyzed. Two ordinations approach, DCA and CCA, were applied to determine the relationships between vegetation data and environmental variables. Results showed that the distribution of plant species is mainly associated with aspect, clay, total nitrogen, organic matter, phosphorous and exchangeable cations. *Geranium robertianum*, *Mercurialis perennis* and *Ruscus hyrcanus* indicate high soil fertility, while *Festuca drymeia*, *Blechnum spicant* and *Epimedium pinnatum* show low soil fertility. *Carex remota*, *Sanicula europaea* and *Carex divulsa* indicate a moderate soil fertility conditions.

Key words: beech, herbal vegetation, soil fertility, multivariate analysis.