Archive of SID

علـوم محـیطی سال هشتم ، شماره اول، پاییـز ۱۳۸۹
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.8, No.1, Autumn 2011

۱۵۰-۱۳۵

تنوع زیستی واحدهای زیست‌محیطی در ارتباط با برخی خصوصیات خاک در اکوسیستم جنگلی ممرز

یحیی کوچ[۱*]، سید محسن حسینی[۲]، حمید جلیلوند[۳]، اصغر فلاح[۳]

۱- *دانشجوی دکتری مهندسی منابع طبیعی- جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس نور*

۲- *گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس نور*

۳- *گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری*

چکیده

امروزه نیاز به مدیریت پایدار منابع، موجب پیدایش روش‌های جدیدی برای طبقه‌بندی منابع تحت مدیریت شده است. اهمیت تنوع زیستی و مدیریت آن و توجه به شیوه‌های نوین تعیین واحدهای مدیریتی، ایده اولیه این تحقیق را ایجاد کرد. به منظور مطالعه تنوع‌زیستی جنگل‌های پایین‌بند خانیکان چالوس، ابتدا واحدهای زیست‌محیطی با استفاده از روش تجزیه و تحلیل دو طرفه گونه‌های شاخص تهیه و منطقه به پنج واحد زیست‌محیطی مختلف تقسیم شد. برای تحلیل پارامترهای تنوع، غنا و یکنواختی در سطح واحدهای زیست‌محیطی تعیین شده از شاخص‌های سیمسون، مارگالف و هیل استفاده شد. برای مطالعات خصوصیات خاک، در هر واحد زیست‌محیطی، چهار پروفیل حفر و از سه عمق ۱۰ - ۰، ۲۰ - ۱۰ و ۳۰ -۲۰ سانتی‌متری نمونه‌های خاکی برداشته شد. برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژی خاک در محیط آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید. تجزیه عاملی، تکنیکی آماری در جهت ایجاد الگویی زیربنایی یا مدلی خاص در تعیین ارتباط پیچیده بین متغیرهاست، به همین منظور ارتباط مقادیر بدست آمده شاخص‌های مختلف تنوع زیستی با مشخصه‌های مختلف فیزیکوشیمیایی و بیولوژی خاک با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (*PCA*) مورد بررسی قرار گرفت. موقعیت مکانی متغیرهای خاکی بر روی محورها بیانگر آن است که نیتروژن عمق سوم، ظرفیت تبادلی کاتیونی عمق اول و سوم، فسفر قابل جذب عمق‌های اول، دوم و سوم در سمت چپ محور اول مستقر می‌باشند. محل قرارگیری هر یک از شاخص‌های تنوع زیستی نیز در همین ناحیه از محور تحلیل مؤلفه‌های اصلی می‌باشد بطوری که تنوع گونه‌ای سیمسون، غنای گونه‌ای مارگالف و یکنواختی هیل سمت چپ محور اول را به خود اختصاص داده‌اند. بنابراین، هر یک از مشخصه‌های تنوع زیستی رابطه مستقیمی با مشخصه‌های خاک در سمت چپ محور اول دارند. فسفر قابل جذب در هر سه عمق به عنوان مؤثرترین عامل تأثیرگذار بر مشخصه‌های تنوع زیستی عنوان گردید.

کلید واژه‌ها: تنوع، غنای گونه‌ای، یکنواختی، خاک، ممرز.

Biodiversity of Environmental Units with Respect to Some Soil Characteristics in the Hornbeam Forest Ecosystem

Yahya Kooch[1*], Seyed Mohsen Hosseini[2], Hamid Jalilvand[3], Asghar Fallah[3]

1- PhD. Candidate of Forestry, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tarbiat Modares, Noor, Mazandaran, Iran.

2- Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tarbiat Modares, Noor, Mazandaran, Iran.

3- Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Natural Resources and Agriculture Sciences, Sari, Mazandaran, Iran.

Abstract

Nowadays, the need for sustainable resource management has led to introducing new methods for classification of managed resources. The importance of biodiversity and its management and considering to new methods for determining management units introduced the initial idea for this research. For this study of biodiversity in lowland forests of Khanikan located in Chalous, environmental units were initially determined by Two-way Indicator Species Analysis. The study area was classified into five different environmental units. For analyses of the diversity, richness and evenness of the environmental units, the Simpson, Margalef and Hill indices were used. For investigation of soil characteristics, four soil profiles were taken at different depths of the profiles (0-10, 10- 20, and 20 -30cm) for each environmental unit and conveyed to the laboratory. Some soil characteristics were analyzed in the laboratory. Factor analysis is a statistical technique for producing a foundation algorithm or specific model for determination of the complex relationship among variables. To identify the relationships within biodiversity, different indices with soil physic-chemical and biological characteristics were studied by principal component analysis (PCA). The location of soil variables on the axes indicates that nitrogen at the third depth, cation exchangeable capacity of the first and third depths, available phosphorous at all depths are settled on axis 1. The settling location all the biodiversity indices was also in the direction of axis 1. The left orientation of axis 1 was devoted to Simpson diversity, Margalef richness, and Hill evenness indices. Thus, each of the biodiversity indices had a direct relationship with soil characteristics in the left orientation of axis 1. Available phosphorous was introduced as the most effective factor on biodiversity indices.

Keywords: Diversity, Richness, Evenness, Soil, Hornbeam.

* Corresponding author. *E-mail Address*: yahya.kooch@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تنوع زیستی عبارت است از بیان سطوح سازمان یافته حیات براساس سلسله مراتب ژن، فرد، گونه، جامعه زیستی و اکوسیستم می‌باشد (Jeffrey and Mcneely, 2006). مهمترین اصل در حفاظت از یک اکوسیستم، شناخت دقیق عناصر و گونه‌های تشکیل دهنده آن و مشخص کردن نیازها و خصوصیات اکولوژیکی فردی و اجتماعی گونه‌های آن است. در حقیقت مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق طرح‌های حفاظتی و اجرایی در جنگل نیازمند شناسایی نیازهای اکولوژیکی گونه‌های جنگلی منطقه و بررسی تنوع زیستی می‌باشد و با توجه به اینکه امروزه انسان‌ها با مشکلات متعدد زیست‌محیطی و تهدید تنوع زیستی مواجه هستند (Kaya and Raynal, 2006) لذا ارزیابی، بهترین راه برای نجات تنوع زیستی و یافتن ارزش‌های آن است (Barrington, 2001; Upadhaya *et al.*, 2006). اکوسیستم‌هایی که تنوع زیستی بالایی دارند پایداری اکولوژیکی و تولید بیشتری نیز دارند (Widdiocombe *et al.*, 2002).

روش طبقه‌بندی گروه گونه‌های اکولوژیک اولین بار توسط Duviegneaud (1946) در جنگل‌های جنوب‌غربی آلمان بکار گرفته شد و امروزه بطور وسیعی در اکثر کشورها برای طبقه‌بندی و توصیف پوشش بکار می‌رود. گروه گونه‌های اکولوژیک شامل گونه‌هایی می‌باشند که با هم ظهور پیدا می‌کنند و وابستگی و قرابت‌های محیطی مشترکی دارند (Grabherr *et al.*, 2003). اساس گروه گونه‌ها بر این نظریه استوار است که فرآیند تکاملی و جامعه‌پذیری از قبیل رقابت، گونه‌ها را به عوامل مختلف محیطی که بهترین سازگاری را دارند محدود می‌کنند (Kashian *et al.*, 2003).

زمانی که گروه گونه‌ها برای یک منطقه تعیین گردد پراکنش آن‌ها می‌تواند برای پی بردن به خصوصیات خاک و دیگر متغیرها که اندازه‌گیری آنها نسبتاً مشکل است استفاده شود (Meilleur *et al.*, 1992). در حالی که اغلب همه گونه‌های یک گروه با یکدیگر روی یک رویشگاه حضور دارند، حضور یک گونه از یک گروه نشان‌دهنده این نکته است که آن رویشگاه می‌تواند احتیاجات دلخواه تمام گونه‌های آن گروه را تأمین نماید (Kashian *et al.*, 2003). مطالعات متعددی نشان داده است که گروه گونه‌ها برای نشان دادن شرایط محیطی رویشگاهها بسیار مفید می‌باشند (Abella and Shelburne, 2004) کاربرد دیگر گروه گونه‌های اکولوژیک در طبقه‌بندی اکولوژیک مطرح بوده که از طریق بکارگیری توام عوامل محیطی با گروه گونه‌های اکولوژیک، واحدهای زیست‌محیطی تفکیک می‌گردد و از این طریق می‌توان ارزیابی سریعی از کیفیت رویشگاه‌ها داشت (Kooch, 2007).

خاک‌ها به عنوان بخش مهمی از اکوسیستم‌ها شناخته شده‌اند و نقش مهمی در توسعه پوشش گیاهی جنگلی دارند (Kooch *et al.*, 2007). آن‌ها آب و مواد غذایی را برای درختان و دیگر پوشش گیاهی مهیا می‌کنند. توسعه و تحول خاک و پوشش گیاهی وابسته به آن، به عنوان یک فرآیند ساده نبایستی ملاحظه گردد بلکه یک فرایند پیچیده‌ای است که ماحصل آن تغییر و تفاوت در خصوصیات خاک است بطوری که ترکیب پوشش گیاهی جنگلی و میزان رشد آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Crowley *et al.*, 2003). جهت ارزیابی حاصلخیزی رویشگاه و طبقه‌بندی آن اطلاع از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی خاک ضروری است (Schoenholtz *et al.*, 2000).

اخیراً نیاز به ارزیابی خصوصیات خاک توسعه یافته است و آن هم به واسطه بحث‌های مدیریتی در زمینه پایداری عملکرد اکوسیستم‌های جنگلی بوده است (Fisher and Binkley, 2000). کیفیت خاک

www.SID.ir

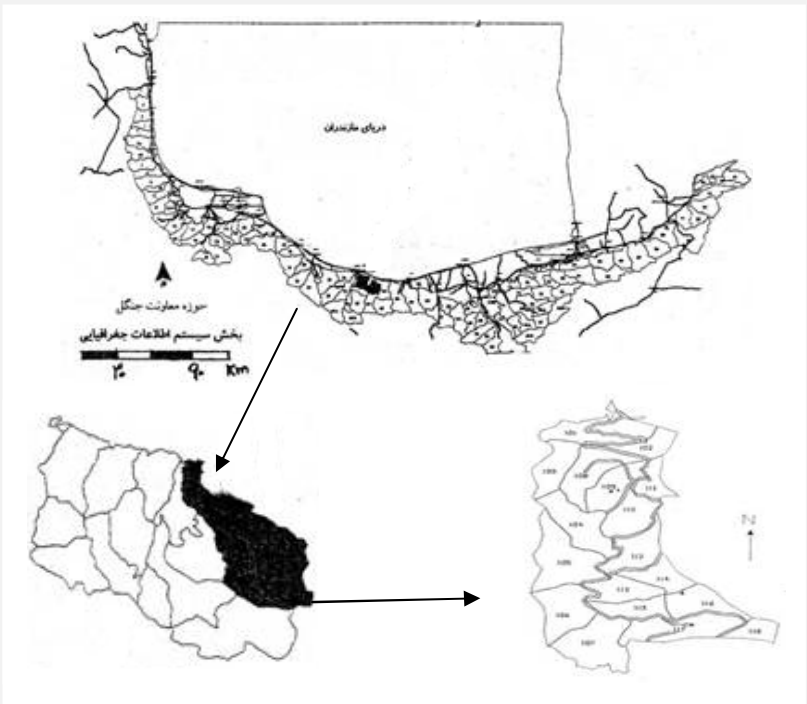
Archive of SID

(خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک) در طبقه‌بندی‌های اکولوژیک بطور معمول توسط اکولوژیست‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (Kooch, 2007) چرا که این ویژگی اغلب در مقیاس‌های مکانی و زمانی، تفاوت معنی‌داری را نشان داده‌اند (Hale *et al.*, 2005). کیفیت خاک معیاری است که بر حسب توانایی خاک در تولید بیوماس گیاهی، چرخه عناصر، ذخیره کربن و تبدیل انرژی در اکوسیستم‌های جنگلی توصیف می گردد (Fisher and Binkley, 2000; Kooch *et al.*, 2008). هدف از این پژوهش بررسی ارتباط تنوع زیستی عناصر گیاهی در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بیولوژی خاک بر اساس شاخص‌های متداول (که به عنوان یک پارامتر اساسی و کلیدی در پایداری اکوسیستم‌ها و حاصل‌خیزی آن‌ها تلقی می‌شود) در سطح واحدهای زیست‌محیطی جنگل‌های پایین‌بند خانیکان چالوس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در جنگل‌های خانیکان، سری سوم از حوزه آبخیز کرکرود و در محدوده آبخیز شماره ۳۸ (بر اساس تقسیم‌بندی سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور) واقع در عرض جغرافیایی "۱۵ ′۳۳ °۳۶ تا "۳۶ ′۴۵ °۳۷ شمالی و طول جغرافیایی "۴۵ ′۲۳ °۵۱ تا "۴۵ ′۲۷ °۵۱ شرقی انجام گرفت. حداقل ارتفاع ۵۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۱۴۰۰ متراز سطح دریا می‌باشد. این جنگل در بخش‌های شرقی و غربی رودخانه کرکرود واقع شده و این رودخانه بزرگ از وسط جنگل‌های سری مزبور گذشته و به دریای خزر می‌ریزد. جنگل‌های خانیکان با مساحت ۲۸۰۷ هکتار در قسمت جنوبی شهرستانهای چالوس و نوشهر واقع شده است (شکل ۱). بطور کلی خاک‌های منطقه مورد بررسی دارای منشأ مادری آهکی و مارنی و



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان مازندران

www.SID.ir

Archive of SID

در بعضی نقاط شیل‌های ذغالی بوده و به همین جهت از تحت الارض مناسبی برخوردار نمی‌باشند. سری مربوطه دارای خاکی تکامل یافته و نسبتاً عمیق تا عمیق و در نقاط مرتفع بعضاً کم عمق می‌باشد. بافت خاک عموماً سبک (شنی) بوده و pH خاک در بیشتر مناطق بصورت اسیدی است (Kooch, 2007). تیپ‌های غالب جنگل در این منطقه، ممرز با شاخص اهمیت ۱۵۲/۸۰ و انجیلی با شاخص اهمیت ۸۵/۳۴ می‌باشد (Kooch *et al.*, 2008).

نمونه‌برداری و جمع‌آوری داده‌ها

این بررسی در سطح ۲۶۸/۷ هکتار از جنگل‌های خانیکان در محدوده ارتفاعی ۲۶۰- ۱۰۰ متر انجام پذیرفت. تعداد ۶۰ قطعه نمونه با روش نمونه‌برداری تصادفی سیستماتیک و با سطح نمونه ۴۰۰ متر مربع (۲۰*۲۰ متر) جهت برآورد پوشش گیاهی بکار گرفته شد (Grant and Loneragan, 2001; Hedman *et al.*, 2000). در داخل هر قطعه نمونه نوع گونه‌های گیاهی شناسایی و وفور- چیرگی آن‌ها بر اساس معیارهای براون- بلانکه برآورد شد. لازم به ذکر است که گیاهان منطقه به منظور شناسایی، جمع‌آوری شده و توسط فلور ایرانیکا، عراق، ترکیه و توسط کارشناسان اداره منابع طبیعی استان مازندران نوشهر به طور دقیق شناسایی گردید.

تعیین واحدهای زیست‌محیطی

جهت تجزیه و تحلیل پوشش گیاهی از روش تجزیه و تحلیل دو طرفه *TWINSPAN*[1] در قالب نرم افزار *PC-ORD* (Mc Cune and Mefford, 1999) for *Win.* Ver.*4.17* استفاده شد. این آنالیز بر اساس برنامه فرترن[2] طراحی شده که جهت مطالعه عوامل بوم‌شناختی و گونه‌ها که نتایج آن بصورت جدول دو طرفه‌ای از گونه‌ها و قطعات نمونه نشان داده می‌شود بکار می‌رود (Kooch, 2007) بطوری که گونه‌ها در یک جدول دوطرفه قرار می‌گیرند، در واقع قطعات نمونه بر اساس وجود یا عدم وجود گونه‌ها و نیز عاملی بنام شبه‌گونه با هم مقایسه شده و قطعات نمونه‌ای که دارای نمونه‌ای با تشابه بیشتری باشند در کنار هم قرار می‌گیرند (Coker, 2000).

با توجه به اینکه هدف ما تعیین واحدهای زیست‌محیطی همگن در منطقه مورد مطالعه بوده تا پس از تفکیک قطعات نمونه همگن در چند واحد زیست‌محیطی، نمونه خاک به اندازه کافی برداشت و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد، لذا داده‌های مربوط به درصد پوشش گونه‌های گیاهی (بر اساس جدول تصحیح شده براون بلانکه) (Kooch, 2007)، با یک فرمت خاص در نرم‌افزار اکسل وارد شد و سپس طبقه‌بندی آن‌ها با استفاده از روش *TWINSPAN* انجام شد. با توجه به مقدار ارزش ویژه تغییرات[3]، تقسیم‌بندی‌های استخراج شده از روش *TWINSPAN* تا سطح سوم تقسیم، صورت گرفت و نهایتاً پنج واحد زیست‌محیطی که بوسیله قطعات نمونه در منطقه مشخص می‌شود، معرفی شد. برای نامگذاری این واحدهای زیست‌محیطی از گونه‌های معرف و میزان تکرار آن‌ها در هریک از جهات تقسیم‌بندی حاصل از اجرای *TWINSPAN* استفاده گردید. بر این اساس پنج واحد زیست‌محیطی بصورت زیر معرفی گردید (Kooch, 2007).

(۱) واحد زیست‌محیطی اول شامل گونه شاخص چوبی *Carpinus betulus* L. و گونه‌های شاخص علفی *Menta aquatica* L.

(۲) واحد زیست‌محیطی دوم شامل گونه‌های شاخص چوبی *Parrotia persica* (DC.) C. A. Mey. - *Ruscus hyrcanus* L. و گونه‌های شاخص علفی *Hedera pastuchovii* L. - *Oplismenus undulatifolius* (AC.).

www.SID.ir

Archive of SID

(۳) واحد زیست‌محیطی سوم شامل گونه‌های شاخص چوبی *Parrotia persica* (DC.) C. A. Mey. - *Ruscus hyrcanus* L. و گونه‌های شاخص علفی *Carex grioletia* L.– *Hedera* L. *Pastuchivii*.

(۴) واحد زیست‌محیطی چهارم شامل گونه‌های شاخص چوبی *Parrotia persica* (DC.) C. A. Mey. -*Cratagus* SP. و گونه‌های شاخص علفی *Brachypodium pinnatum* L. - *Viola odorata* L.

(۵) واحد زیست‌محیطی پنجم شامل گونه‌های شاخص چوبی - *Parrotia persica* (DC.) C. A. Mey. - *Cratagus* SP. - *Quercus castaneifolia* C. و گونه‌های شاخص علفی - *Brachypodium pinnatum* L. - *Rubus caesius* L.

نمونه‌گیری و تجزیه خاک

در هر کدام از واحدهای زیست‌محیطی تعیین شده، در ارتفاع و درصد شیب یکسان چهار پروفیل حفر شده و از لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری نمونه خاکی برداشت شد. با توجه به اینکه خاک منطقه مورد مطالعه کم‌عمق بوده و نیز به دلیل مشخص نبودن افق‌های آن بصورت کاملاً شفاف و برای اینکه تغییرات خصوصیات خاک با عمیق شدن خاک در پنج واحد زیست‌محیطی بهتر مشخص و مقایسه آن‌ها با هم صحیح‌تر باشد از سه عمق فوق برای نمونه‌برداری خاک استفاده شد. نمونه‌های خاک نیز در فضای باز پخش و پس از خشک شدن، خاک حاصله خرد و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. اسیدیته خاک در گل اشباع بوسیله دستگاه *pH* متر، وزن مخصوص ظاهری با استفاده از روش توزین، رطوبت اشباع با استفاده از گل اشباع به روش توزین، هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه مخصوص هدایت الکتریکی، ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از دستگاه فلیم فتومتری، نیتروژن کل به روش کجدال، کربن آلی به روش والکلی- بلاک و سپس محاسبه نسبت کربن به نیتروژن، فسفر قابل جذب به روش اولسون، بافت خاک به روش هیدرومتری و میزان آهک با استفاده از روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد (Ghazanshahi, 1997).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این تحقیق از فاکتور درصد پوشش گونه‌ها به عنوان متغیر در فرمول‌های شاخص تنوع زیستی استفاده گردید. به این منظور شاخص‌های تنوع گونه‌ای (شاخص سیمسون)، غنای گونه‌ای (شاخص مارگالف) و یکنواختی (شاخص هیل) با استفاده از نرم‌افزار تخصصی *PAST* محاسبه شد. در اولین مرحله، نرمال بودن داده‌ها بوسیله آزمون کولموگروف اسمیرنوف و همگن بودن داده‌ها با استفاده از آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی تفاوت یا عدم تفاوت واحدهای زیست‌محیطی بر اساس هر یک از شاخص‌های تنوع زیستی و ویژگی‌های خاک با توجه به نرمال و همگن بودن داده‌ها از آنالیز واریانس یکطرفه (Vujnovice *et al.*, 2002; Sagar *et al.*, 2003) استفاده گردید. آزمون همبستگی پیرسون برای ارتباط بین شاخص‌های تنوع زیستی و ویژگی‌های خاک بکار گرفته شد. تجزیه و تحلیل آماری کلیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار *SPSS 11.5* صورت گرفت.

نتایج

ویژگی‌های خاک واحدهای زیست‌محیطی

در مقایسه واحدهای زیست‌محیطی با هم برای اسیدیته و وزن مخصوص ظاهری خاک، واحدها اختلاف

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌داری را در سطح ۱ درصد نشان دادند بطوری که واحد اول دارای بیشترین مقدار این فاکتورها نسبت به سایر واحدهای دیگر بوده است. بین عمق‌های مختلف خاک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کم‌ترین مقدار رطوبت اشباع در واحد زیست‌محیطی اول مشاهده گردید و واحدهای مختلف تفاوت‌های معنی‌داری را در سطح ۱ درصد با یکدیگر نشان دادند. هم‌چنین، واحدهای مختلف اختلاف معنی‌داری را از نظر هدایت الکتریکی نشان ندادند در حالی که عمق‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد برای این فاکتور بوده‌اند، بطوری که بیشترین مقدار این فاکتور در عمق اول و کم‌ترین مقدار آن در عمق سوم مشاهده گردید (جداول ۱، ۲ و ۴).

عمق‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱ درصد در ارتباط با مقدار کربن آلی و نیتروژن خاک نشان داد بطوری که بیشترین مقدار این فاکتور در عمق اول و کم‌ترین مقدار آن در عمق سوم مشاهده گردید. واحدهای مختلف تفاوت‌های معنی‌داری را در ارتباط با این مشخصه نشان نداد. از نظر ظرفیت تبادلی کاتیونی، واحدها اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱ درصد نشان داد بطوری که واحد چهارم دارای بیشترین مقدار و واحد اول دارای کمترین مقدار برای این فاکتور بود. بین عمق‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. فسفر قابل جذب نیز اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱ درصد برای واحدها نشان داد بطوری که واحد دوم و چهارم دارای بیشترین مقدار و واحدهای اول و پنجم دارای کمترین مقدار برای این فاکتور بود. بین عمق‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. در بخش بافت خاک نیز، درصد شن اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱ درصد بین واحدها نشان داد بطوری که واحد اول دارای بیشترین مقدار و واحد چهارم دارای کم‌ترین مقدار برای این فاکتور بود. بین عمق‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جداول ۱، ۲ و ۴).

درصد سیلت اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱ درصد بین واحدهای مختلف نشان داد بطوری که واحد سوم دارای بیشترین مقدار و واحدهای اول، دوم و سوم دارای کمترین مقدار برای این فاکتور بود. بین لایه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. واحدهای مختلف تفاوت‌های معنی‌داری را از نظر درصد آهک در سطح ۱ درصد نشان داده اما بین عمق‌های مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. برای مقایسه واحدها برای تعداد و زیتوده کرم‌های خاکی، واحدها با هم اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد کرم‌های خاکی نداشت ولی بین عمق‌های خاک در پنج واحد زیست‌محیطی اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده گردید بطوری که بیشترین مقدار این فاکتور در عمق سوم و کم‌ترین مقدار آن در عمق دوم مشاهده گردید (جداول ۱، ۲ و ۴).

تنوع‌زیستی واحدهای زیست‌محیطی

به منظور بررسی تنوع زیستی در سطح واحدهای زیست‌محیطی منطقه مورد مطالعه شاخص‌های تنوع گونه‌ای سیمسون، غنای گونه‌ای مارگالف و یکنواختی هیل بکار گرفته شد. نتایج تجزیه و تحلیل واریانس یکطرفه واحدهای زیست‌محیطی نشان داد که واحدهای مختلف اختلاف معنی‌داری را در ارتباط با تنوع گونه‌ای سیمسون و غنای گونه‌ای مارگالف داشته‌اند (در سطح ۱ درصد). بیشترین تنوع گونه‌ای در واحد زیست‌محیطی پنجم و کم‌ترین مقدار آن در واحد زیست‌محیطی سوم مشاهده گردید. واحد زیست‌محیطی سوم دارای بیشترین غنای گونه‌ای و کمترین مقادیر آن در واحد زیست‌محیطی اول مشاهده گردید (جداول ۳ و ۴).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ – نتایج تجزیه و تحلیل یکطرفه واریانس ویژگی‌های خاک در واحدهای زیست‌محیطی

ویژگی	F	*P*	ویژگی	F	*P*
اسیدیته	۸/۱۳۷	۰/۰۰۰**	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	۴/۹۳۳	۰/۰۰۲**
وزن مخصوص ظاهری	۱۵/۷۸۱	۰/۰۰۰**	شن (درصد)	۳/۸۷۸	۰/۰۰۸**
رطوبت اشباع (درصد)	۴/۲۶۵	۰/۰۰۵**	سیلت (درصد)	۴/۲۷۰	۰/۰۰۵**
هدایت الکتریکی	۲/۲۵۱	۰/۰۷۷ns	رس (درصد)	۲/۴۵۵	۰/۰۵۸ ns
کربن آلی (درصد)	۲/۱۴۷	۰/۰۸۹ns	آهک (درصد)	۵/۷۹۰	۰/۰۰۱**
نیتروژن (درصد)	۲/۵۲۵	۰/۰۵۳ns	تعداد کرم‌های خاکی	۰/۷۳۳	۰/۵۷۴ ns
نسبت کربن به نیتروژن	۰/۸۱۸	۰/۵۲۰ ns	بیومس کرم‌های خاکی (گرم)	۱/۱۰۶	۰/۳۶۴ ns
ظرفیت تبادلی کاتیونی (میلی‌اکی والان در صد گرم)	۵/۷۴۲	۰/۰۰۱**			

** معنی‌داری در سطح ۱٪ ns غیر معنی‌داری

جدول ۲ – نتایج تجزیه و تحلیل یکطرفه واریانس ویژگی‌های خاک در عمق‌های مختلف

ویژگی	F	*P*	ویژگی	F	*P*
اسیدیته	۰/۰۱۹	۰/۹۸۱ ns	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	۰/۵۳۱	۰/۵۹۱ns
وزن مخصوص ظاهری	۰/۸۳۱	۰/۴۴۱ ns	شن (درصد)	۰/۰۷۲	۰/۹۳۱ns
رطوبت اشباع (درصد)	۱/۲۷۶	۰/۲۸۸ ns	سیلت (درصد)	۰/۳۴۳	۰/۷۱۱ns
هدایت الکتریکی	۵/۷۴۰	۰/۰۰۶**	رس (درصد)	۱/۵۶۶	۰/۲۱۹ns
کربن آلی (درصد)	۷/۵۱۳	۰/۰۰۱ **	آهک (درصد)	۰/۴۲۱	۰/۰۴۱*
نیتروژن (درصد)	۹/۴۷۴	۰/۰۰۰ **	تعداد کرم‌های خاکی	۳/۴۱۲	۰/۰۳۱*
نسبت کربن به نیتروژن	۲/۱۳۶	۰/۱۲۹ ns	بیومس کرم‌های خاکی (گرم)	۳/۷۲۱	۰/۶۵۸ns
ظرفیت تبادلی کاتیونی (میلی‌اکی والان در صد گرم)	۰/۰۹۲	۰/۹۱۲ ns			

** معنی‌داری در سطح ۱٪ * معنی‌داری در سطح ۵٪ ns غیر معنی‌داری

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ – تجزیه واریانس شاخص‌های تنوع زیستی در واحدهای زیست‌محیطی

نام شاخص	پارامترها	رابطه	F	*P*
تنوع سیمسون	$\S$ = شاخص سیمپسون ; S = تعداد گونه ; ni = تعداد افراد مربوط به گونه با رتبه i ; Ni = تعداد کل افراد	$\S=1-\sum_{i=1}^{s}\left[\frac{ni(ni-1)}{Ni(Ni-1)}\right]$	۳/۳۶۲	۰/۰۱۶**
غنای مارگالف	R = غنای گونه‌ای ; S = تعداد گونه‌ها ; Ln = لگاریتم طبیعی ; N = تعداد افراد	$R=\frac{S-1}{LnN}$	۳/۳۹۱	۰/۰۱۵**
یکنواختی هیل	E2 = شاخص هیل ; $\S$ = شاخص سیمپسون H = شاخص شانون‌وینر	$E2=\frac{1}{\S\times H}$	۰/۶۱۱	۰/۹۳۷ ns

** معنی‌داری در سطح ۱٪ ns غیر معنی‌داری

جدول ۴ – نتایج مقایسه میانگین مقادیر ویژگی‌های خاک و تنوع زیستی در واحدهای زیست‌محیطی مختلف

	مشخصه‌ها	واحدهای زیست محیطی					عمق‌های خاک (سانتی‌متر)		
		اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	۰ – ۱۰	۱۰ – ۲۰	۲۰ – ۳۰
ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی و بیولوژی	اسیدیته	۷/۰۹a	۵/۵۶ b	۵/۰۵b	۵/۰۸b	۵/۲۸ b	۵/۴۶	۵/۴۲	۵/۳۹
	وزن مخصوص ظاهری(gr/cm^3)	۱/۳۱a	۰/۹۰ b	۰/۹۰b	۰/۸۶b	۰/۹۸ b	۰/۹۰	۰/۹۶	۰/۹۷
	رطوبت اشباع (٪)	۴۲/۶۴ b	۶۲/۷۱ a	۶۵/۲۱a	۶۶/۷۲a	۶۶/۵۷ a	۵۸/۶۶	۶۳/۲۶	۶۶/۲۳
	هدایت الکتریکی(ds/m)	۰/۸۳	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۳	۰/۴۳	۰/۷۲ a	۰/۵۷ab	۰/۴۶ c
	کربن آلی(٪)	۱/۴۲	۲/۰۸	۳/۱۰	۳/۱۵	۲/۶۱	۳/۶۱ a	۲/۵۳b	۱/۸۰ b
	نیتروژن (٪)	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۲۹ a	۰/۱۹b	۰/۱۵ b
	نسبت کربن به نیتروژن	۱۰/۷۷	۱۱/۸۰	۱۱/۷۸	۱۲/۲۶	۱۳/۱۳	۱۲/۱۵	۱۲/۶۵	۱۱/۰۸
	ظرفیت تبادلی کاتیونی (meq/100gr)	۱۰/۷۱c	۲۴/۰۰ab	۲۲/۱۹ab	۲۸/۵۶a	۱۷/۶۶bc	۲۲/۸۵	۲۱/۷۹	۲۳/۱۱
	فسفر قابل جذب (p.p.m)	۲/۷۶b	۱۹/۱۶a	۱۱/۴۲ ab	۱۴/۲۴a	۴/۵۴b	۱۴/۱۹	۱۱/۴۴	۱۰/۹۶
	شن (٪)	۷۹/۴۱a	۶۹/۳۷ ab	۵۳/۲۶c	۶۲/۴۰bc	۶۷/۸۳abc	۶۵/۰۲	۶۳/۸۳	۶۲/۸۶
	سیلت (٪)	۱۳/۹۱ b	۱۴/۸۹b	۲۷/۹۳a	۱۸/۵۱b	۲۰/۴۵ ab	۲۱/۳۸	۲۰/۲۳	۱۸/۴۷
	رس (٪)	۶/۶۶	۵/۱۲	۴/۰۰	۵/۰۳	۶/۸۳	۱۳/۵۸	۱۵/۸۷	۱۹/۲۲
	آهک (٪)	۱۲/۹۱a	۱۵/۷۲b	۱۹/۴۶ b	۱۸/۴۱b	۱۳/۲۰b	۵/۳۰	۶/۶۶	۵/۵۵
	تعداد کرم‌های خاکی (n/m^2)	۰/۶۶	۰/۱۶	۰/۶۰	۰/۲۶	۰/۳۳	۰/۲۲ b	۰/۱۶b	۰/۷۷a
	بیومس کرم‌های‌خاکی(gr/m^2)	۰/۳۵	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۰۴ b	۰/۰۳b	۰/۲۷a
تنوع زیستی	تنوع سیمسون	۰/۲۴ ab	۰/۲۷ab	۰/۲۱b	۰/۳۲ab	۰/۴۰a	–	–	–
	غنای مارگالف	۱/۲۴b	۱/۵۷ab	۱/۸۷a	۱/۳۹ab	۱/۳۳b	–	–	–
	یکنواختی هیل	۰/۸۵	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۸۰	–	–	–

*حروف انگلیسی بکار گرفته شده در هر ردیف بیانگر متفاوت بودن میانگین متغیرها در واحدهای زیست محیطی و یا عمق‌های مختلف خاک می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

همبستگی شاخص‌های تنوع زیستی و ویژگی‌های خاک

وزن مخصوص ظاهری در عمق اول با تنوع سیمسون (۰/۸۸۶-)، نیتروژن در عمق سوم با غنای مارگالف (۰/۹۴۸)، ظرفیت تبادلی کاتیونی در عمق اول با تنوع سیمسون (۰/۹۸۴) و یکنواختی هیل (۰/۹۱۶)، ظرفیت تبادلی کاتیونی در عمق سوم با تنوع سیمسون (۰/۹۱۰)، فسفر قابل جذب در عمق اول با یکنواختی هیل (۰/۹۷۶)، فسفر قابل جذب در عمق دوم با تنوع سیمسون (۰/۹۵۵) و غنای مارگالف (۰/۹۲۸) و یکنواختی هیل (۰/۹۷۳)، فسفر قابل جذب در عمق سوم با یکنواختی هیل(۰/۸۸۵-)، تعداد کرم‌های خاکی در عمق اول با تنوع سیمسون (۰/۹۴۱-) همبستگی معنی‌داری را نشان داده‌اند. سایر مشخصه‌های خاک همبستگی معنی‌داری را با مقادیر تنوع زیستی نشان ندادند (جدول ۵).

بحث

محاسبه و مقایسه شاخص‌های مختلف تنوع به عنوان روشی مطلوب برای مطالعه تنوع زیستی مورد توجه است (Baev and Penev, 1995). تنوع زیستی در واحدهای زیست‌محیطی اکوسیستم‌های جنگلی را محققان مختلفی مدنظر قرار داده‌اند (Pitkanen, 1998; Singh, 2002; Basiri, 2003). بر اساس شاخص‌های بکار گرفته شده، دیده می‌شود که بیشترین تنوع گونه‌ای در واحد زیست-محیطی پنجم و کم‌ترین مقدار آن در واحد زیست-محیطی سوم وجود دارد. واحد سوم دارای بیشترین غنای گونه‌ای و کم‌ترین مقادیر آن در واحد اول مشاهده گردید (جداول ۳ و ۴). بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژی خاک در سطح واحدهای مختلف زیست‌محیطی بیانگر آن است که این واحدها دارای تفاوت‌های معنی‌داری از نقطه نظر اسیدیته، وزن

جدول ۵ - نتایج همبستگی پیرسون مقادیر ویژگی‌های خاک و تنوع زیستی

ویژگی‌های خاک / شاخص‌های تنوع زیستی	تنوع سیمسون	غنای مارگالف	یکنواختی هیل
وزن مخصوص ظاهری (در عمق اول)	**-۰/۸۸۶***	-۰/۸۶۳ns	-۰/۸۵۸ns
نیتروژن (در عمق سوم)	۰/۷۶۶ ns	**۰/۹۴۸***	**۰/۹۱۱***
ظرفیت تبادلی کاتیونی (در عمق اول)	**۰/۹۸۴****	۰/۸۷۱ ns	**۰/۹۱۶***
ظرفیت تبادلی کاتیونی (در عمق سوم)	**۰/۹۱۰***	۰/۷۶۶ns	۰/۷۶۴ns
فسفر قابل جذب (در عمق اول)	۰/۸۵۸ns	۰/۸۷۳ns	**۰/۹۷۶** **
فسفر قابل جذب (در عمق دوم)	**۰/۹۵۵***	**۰/۹۲۸***	**۰/۹۷۳** **
فسفر قابل جذب (در عمق سوم)	۰/۸۷۷ns	۰/۸۱۲ns	**۰/۹۵۱****
رس (در عمق اول)	۰/۷۵۹ns	۰/۸۴۵ns	**۰/۹۳۴***
آهک (در عمق اول)	**-۰/۹۲۹***	**-۰/۹۴۰***	**-۰/۸۸۵***
تعداد کرم‌های خاکی (در عمق اول)	**-۰/۹۴۱***	-۰/۶۴۹ns	-۰/۷۰۴ns

** معنی‌داری در سطح ۱٪ * معنی‌داری در سطح ۵٪ ns غیر معنی‌داری

www.SID.ir

Archive of SID

مخصوص ظاهری، درصد رطوبت اشباع، ظرفیت تبادلی کاتیونی، فسفر قابل جذب، درصد شن و سیلت و همچنین درصد آهک می‌باشند. مقادیر هدایت الکتریکی، کربن آلی، نیتروژن کل، تعداد و بیومس کرم‌های خاکی نیز تفاوت‌های معنی‌داری را در عمق‌های مختلف نشان داده است (جداول ۱، ۲ و ۴). اگرچه تنوع زیستی واحدهای زیست‌محیطی متاثر از عوامل محیطی مختلفی می‌باشد اما محققان متعددی عوامل فیزیکوشیمیایی و بیولوژی خاک را مهمترین عوامل تاثیرگذار بر تنوع گونه‌های گیاهی قلمداد نمودند (Krzic *et al.*, 2000; Roem and Breeds, 2000; Krzic *et al.*, 2003; Hardtle *et al.*, 2003; Schuster and Diekmann, 2005).

نتایج همبستگی پیرسون ویژگی‌های خاک و تنوع زیستی نیز نشان داد که از بین مشخصه‌های مختلف خاک، وزن مخصوص ظاهری، درصد آهک، تعداد کرم‌های خاکی در عمق‌های اول خاک همبستگی منفی معنی‌داری را با مقادیر تنوع‌زیستی داشته‌اند. ظرفیت تبادلی کاتیونی در اعماق اول و سوم، فسفر قابل جذب در عمق دوم همبستگی مثبت معنی‌داری را با تنوع‌زیستی نشان داده است. مقادیر غنای مارگالف نیز همبستگی مثبت معنی‌داری را با مشخصه‌های نیتروژن در عمق سوم و فسفر قابل جذب در عمق دوم نشان دادند در حالی که درصد آهک همبستگی منفی معنی‌داری را با غنای مارگالف نشان داد. نیتروژن در عمق سوم، ظرفیت تبادلی کاتیونی در عمق اول، فسفر قابل جذب در هر سه عمق و درصد رس در عمق اول همبستگی معنی‌داری را با یکنواختی هیل نشان داد. درصد آهک در عمق اول نیز دارای همبستگی منفی معنی‌داری با یکنواختی هیل بوده است (جدول ۵). این نتایج حاکی از آن است که بیشترین همبستگی بین مقادیر تنوع زیستی با عمق‌های بالایی خاک (۱۰ - ۰ سانتی‌متری) بوده، که در واقع محل تجمع اکثر ریشه‌های ریز گونه‌های علفی و چوبی نیز در این بخش از خاک می‌باشد (Zarin Kafsh, 2001).

تجزیه عاملی، تکنیکی آماری در جهت ایجاد الگویی زیربنایی یا مدلی خاص در تعیین پیچیده ارتباط بین متغیرهاست، به همین منظور ارتباط مقادیر بدست آمده شاخص‌های مختلف تنوع‌زیستی با مشخصه‌های مختلف فیزیکوشیمیایی و بیولوژی خاک با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (*PCA*) مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲). نتایج تجزیه مؤلفه‌های اصلی بر روی ۴۸ متغیر محیطی اندازه‌گیری شده در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که مؤلفه‌های اصلی اول و دوم به ترتیب ۵۸/۹۶ و ۱۹/۸۵ درصد از تغییرات واحدهای زیست‌محیطی را توجیه می‌کنند. موقعیت قرارگیری واحدهای زیست‌محیطی، ویژگی‌های خاک و شاخص‌های مختلف تنوع زیستی بر روی محورهای *PCA* در شکل ۲ نمایش داده شده است. واحدهای زیست‌محیطی سوم و چهارم به ترتیب با بردارهای ویژه ۴/۶۲- و ۴/۵۷- در سمت منفی محور اول قرار گرفته‌اند در حالی که واحد زیست‌محیطی اول با بردار ویژه ۹/۹۴ در قسمت مثبت محور اول مستقر شده است. واحدهای زیست‌محیطی دوم و پنجم هر یک به ترتیب با بردارهای ویژه ۳/۷۸- و ۵/۵۸ بخش‌های منفی و مثبت محور دوم را به خود اختصاص داده‌اند.

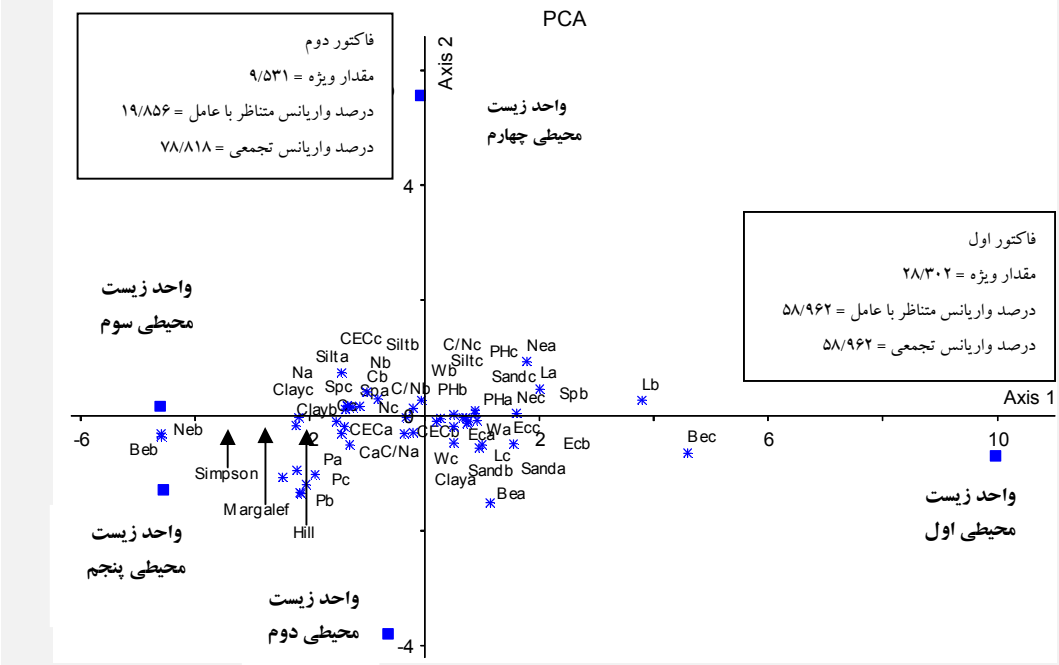
هم‌چنین موقعیت مکانی متغیرهای خاکی بر روی محورها بیانگر آن است که نیتروژن عمق سوم (با بردار ویژه ۱/۴۵-)، ظرفیت تبادلی کاتیونی در عمق اول (۱/۳۲-) و در عمق سوم (۱/۴۱-) و فسفر قابل جذب در عمق‌های اول (۱/۹۲-)، دوم (۲/۱۹-) و سوم (۲/۰۷-) در سمت چپ محور اول قرار گرفته‌اند بطوری که محل قرارگیری هر یک از شاخص‌های تنوع‌زیستی نیز در همین ناحیه از محور تحلیل مؤلفه‌های اصلی می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

تنوع گونه‌ای سیمسون (با بردار ویژه ۲/۲۴-)، غنای گونه‌ای مارگالف (۲/۴۸-) و یکنواختی هیل (۲/۱۷-) سمت چپ محور اول را به خود اختصاص داده‌اند. بنابراین هر یک از مشخصه‌های تنوع‌زیستی (تنوع، غنا و یکنواختی) رابطه مستقیمی با مشخصه‌های تشکیل دهنده سمت چپ محور اول دارند. هر یک از مشخصه‌های درصد آهک عمق اول (۱/۹۹)، تعداد کرم‌های خاکی عمق اول (۱/۷۶) و وزن مخصوص ظاهری (۰/۹۴) دارای همبستگی منفی با مشخصه‌های تنوع زیستی بوده و در سمت راست محور واقع شده‌اند. درصد رس عمق اول نیز با بردار ویژه ۰/۲۸- با قرارگیری در سمت چپ محور دوم همبستگی ضعیف‌تری را با مشخصه‌های تنوع‌زیستی نشان می‌دهد.

از نظر وزن مخصوص ظاهری، که مقدار آن در واحد اول بیشتر از سایر واحدهای دیگر بوده است. نتایج حاصل از آنالیز همبستگی (همبستگی پیرسون و کندال[۴] در آنالیز *PCA*) مشخص نمود که وزن مخصوص ظاهری با درصد رس همبستگی منفی و با درصد شن همبستگی مثبت دارد که با نتیجه Emerg (2000) منطبق است. بنابراین موضوع فوق مؤید آن است که خاک واحد اول، دارای بافت سبک‌تری نسبت به واحدهای دیگر بخصوص نسبت به واحدهای سوم و چهارم می‌باشد. واحد زیست‌محیطی اول با غالبیت گونه ممرز دارای لاشبرگ بیشتری نسبت به سایر واحدهای دیگر در سطح عرصه بوده است. از طرفی Cornlisen (1996)



شکل ۲- موقعیت مکانی واحدهای زیست محیطی، مشخصه‌های خاک و تنوع زیستی نسبت به محورهای اول و دوم

www.SID.ir

Archive of SID

ضمن مقایسه مقدار تجزیه برگ‌های درختان مختلف مشخص کرده است که ممرز، از جمله گونه‌هایی است که لاشبرگ‌های آن سریع تجزیه و تخریب می‌شود (به نقل از Salehi, 2004). بیشتر بودن مقدار لاشبرگ در این واحد زیست‌محیطی باعث وفور و بیومس بیشتر کرم‌های خاکی در این واحد گردیده است. افزایش میزان لاشبرگ‌ها و فعالیت بیشتر جانداران خاکزی در این رویشگاه، باعث شده که میزان خلل و فرج در خاک بیشتر شده و وزن مخصوص ظاهری کمتر شود و در نهایت خاک شرایط بهتری را از نظر نفوذپذیری داشته باشد. محیا شدن چنین شرایطی در این رویشگاه باعث استقرار گونه‌های متناسب با شرایط موجود شده در نتیجه غنای گونه‌ای در این واحد افزایش پیدا کرده است. از طرف دیگر، حضور فراوان گونه شمشاد در زیراشکوب واحد زیست محیطی سوم در عرصه مورد مطالعه و نظر به اینکه گونه شمشاد از نظر سرشت اکولوژیکی سایه‌پسند است و به راحتی می‌تواند اشکوب بالا را تحمل کند و همچنین تاج پوشش شمشاد پر پشت و متراکم است، بنابراین در زیر درختان شمشاد درصد سایه بیشتر است. این شرایط موجود برای اکثر گونه‌های علفی قابل تحمل نبوده بنابراین می‌تواند بر روی مقادیر تنوع اثر گذار باشد (Pourbabaie *et al.*, 2004)، بنابراین کم‌ترین تنوع عناصر گیاهی در واحد زیست‌محیطی سوم قابل مشاهده است.

با توجه به اینکه گونه ممرز در این جنگل‌ها به مثابه یک گونه باقیمانده[5] از جنگل‌های پیشین می‌باشد، دارای بیشترین فراوانی است. وجود عوامل خارجی مانند قطع بی‌رویه و چرای شدید دام، منطقه را از حالت کلیماکس خود خارج ساخته و ممرز را به دلیل قابلیت تولید بذر زیاد و قدرت مقاومت در برابر چرای شدید دام بصورت گونه غالب مطرح کرده است. با توجه به اینکه اکوسیستم جنگلی ممرز واقع در جنگل خانیکان شهرستان چالوس در بخش پایین‌بند جنگل‌های حاشیه خزری واقع شده است لذا به عنوان مناطق دست‌خورده و تحت چرای دام دارای بالاترین شاخص یکنواختی می‌باشند. چرا که تعداد افراد با یکنواختی بیشتری در بین گونه‌ها توزیع می‌گردند. بطور کلی آنچه که در این بررسی از مقایسه شاخص‌های تنوع واحدهای زیست‌محیطی برمی‌آید این است که بر خلاف انتظار، رویشگاه‌های دستخورده و تخریب یافته به دلیل ظهور گونه‌های نورپسند و مهاجم نظیر ازگیل، ولیک، آلوی جنگلی، سیب وحشی، ال، زرشک و همچنین توزیع یکنواخت‌تر افراد در بین گونه‌ها از تنوع بیشتری نسبت به جوامع اصلی برخوردارند. از تحلیل مؤلفه‌های اصلی در ارتباط با مقادیر تنوع زیستی این اکوسیستم جنگلی و ویژگی‌های خاک می‌توان نتیجه گرفت که مشخصه فسفر قابل جذب در هر سه عمق، به عنوان موثرترین عامل تاثیرگذار بر مشخصه‌های تنوع زیستی محسوب می‌گردد.

پی‌نوشت‌ها

1- TWINSPAN (Two Way Indicator Species Analysis)
2- Fortran
3- Eigen value
4- Pearson and Kendal
5- Relict

منابع

Abella, S.R. and V.B. Shelburne (2004). Ecological species group of south Carolinas Jocassee Gorges, southern Appalachian Mountains. J. Torrey Bot. Soc. 131: 220 – 231.

www.SID.ir

Archive of SID

classification: the example of the Austrian forests. Plant Ecology, 169: 21 – 34.

Grant, C.D. and W.A. Loneragan (2001). The effects of burning on the under story composition of rehabilated bauxite mines bin Western Australia: community changes vegetation succession. Forest Ecology and Management, 145: 255 - 277.

Hale, C.M., L.E. Frelich, P.B. Reich and J. Pastor (2005). Effects of Europeans Earthworm invasion on soil characteristics in Northern Hardwood forests of Minnesota, USA. Ecosystem, 8: 911 - 927.

Hardtle, W., R. Calper and V. Ruiny (2003). The effects of light and soil conditions on the species richness of the ground vegetation of deciduous forest in northern Germany. Forest Ecology and Management, 182: 327 – 338.

Hedman, C.W., S.L. Grace and S. E. Ling (2000). Vegetation composition and structure of southern coastal plain pine forests: An ecological comparison. Forest Ecology and Management, 134: 233 - 247.

Jeffrey, A. and D. Mcneely (2006). Lessons from the past: forest and biodiversity. Scientific American, 225: 116 – 132.

Kashian, D.M., B.V. Barnes and W.S. Walker (2003). Ecological species groups of landform level ecosystems dominated by

Baev, P.V. and L.D. Penev (1995). BIODIV. Program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap and cluster analysis. Version 5.1 software, 57p.

Barrington, R. (2001). Biodiversity: new trends in environmental management. Corporate Environment Strategy, 1: 39 - 48.

Basiri, R. (2003). Studying of oak site by environmental analysis in Marivan region, PhD Thesis of Forestry, Tarabiat Modares University.

Coker, P.D. (2000). Vegetation mapping: From patch to planet, edited by: Alexander R., and Millington A.C. John Wiley and Sons publication, 135: 143 - 158.

Crowley, W., S.S. Harrison, M. Coroi and V.M. Sacre (2003). An ecological assessment of the plant communities at Port Ban nature reserve in south-western Ireland. Biology and Environmental: Proceeding of Royal Irish Academy, 1038 (2): 69 - 82.

Emerg, F. (2000). Agriculture, Horticulture and Forestry. John Wiley and Sons publication.

Fisher, R.F. and D. Binkley (2000). Ecology and management of forest soils. John Wiley and Sons publication.

Ghazanshahi, J. (1997). Soil and plant analysis. Homa publications in Iran.

Grabherr, G., K. Reiter and W. Willner (2003). Towards objectivity in vegetation

www.SID.ir

Archive of SID

Krizc, M., R. Collins and P. Kallony (2003). Plant species diversity and soil quality in harvested and grazed boreal aspen stands of northern British Columbia. Forest Ecology and Management, 182: 315 – 325.

Krzic, M., B. Raynold and D. Caroliny (2000). Soil properties and species diversity of grazed crested wheatgrass and negative rangeland. Journal of Rangeland Management, 53: 353 – 358.

Mc Cune, B. and M. Mefford (1999). Multivariate Analysis of Ecological data Version 4.17. MJM Software. USA: Gleneden Beach, Oregon.

Meilleur, A., A. Bouchard and Y. Bergeron (1992). The use of understory species as indicators of landform ecosystem type in heavily disturbed forest: an evaluation in the Haut – Saint – Laurent, Quebec. Vegetatio, 102: 13 – 32.

Pitkanen, S. (1998). The use of diversity indices to assess the diversity of vegetation in managed Boreal forests. Forest Ecology and Management, 112: 121 – 137.

Pourbabaie, H., S. Shadram and M. Khorasani (2004). Comparison of plant diversity in *Alnus subcordata* afforestation with mixed afforestation of *Fraxinus exselsior – Acer insign* in Tenian region of Some – Sara of Guilan. Biology Journal, 4: 357 – 368.

Jack pine in northern Lower Michigan, USA. Plant Ecology, 166: 75 - 91.

Kaya, Z. and J. Raynal (2006). Biodiversity and conservation of Turkish forest. Biological Conservation, 97: 131 – 141.

Kooch, Y. (2007). Determination and differentiation of plant ecological units and theirs relation with some of soil characteristics in lowland forests of Chalous Khanikan, M. Sc. Thesis of Forestry, Mazandaran University.

Kooch, Y., H. Jalilvand, M.A. Bahmaniar and M.R. Pormajidian (2008). Determination of forest types on basis of Importance Value Index (IVI) in aspects of lowland forests in Chalous Khanikan, Environmental Journal, 46: 33 – 38.

Kooch, Y., H. Jalilvand, M.A. Bahmanyar and M.R. Pormajidian (2007). Ecological distribution of Indicator species and effective edaphically factors on the northern Iran lowland forests, Journal of Applied Science, 7: 1475 -1483.

Kooch, Y., H. Jalilvand, M.A. Bahmanyar and M.R. Pormajidian (2008). The Use of Principal Component Analysis in Studying Physical, Chemical and Biological Soil Properties in Southern Caspian Forests (North of Iran), Pakistan Journal of Biological Science, 11: 366 -372.

www.SID.ir

Archive of SID

Upadhaya, K., H.N. Pandey and R.S. Tripthi (2006). Understory plant diversity in subtropical humid forest of Magalia. Journal of Ecology and Environmental Science, 32: 207 - 219.

Vujnovic, K., R.W. Wein and M.R.T. Dale (2002). Predicting plant species diversity in response to disturbance magnitude in grassland remnants of central Alberta, Canadian Journal Botany, 80: 504 – 511.

Widdicombe, C.E., S.D. Archer, P.H. Burkill and S. Widdiocombe (2002). Diversity and structure of the microplankton community a cocclithophone bloomin the stratified northern, Deep - Sea Research, 49: 2887 - 2903.

Zarin Kafsh, M. (2001) Forest soil, Interaction of soil and plants regarding ecological factors forest ecosystems, Research Institute of Forests and Rangelands Publications in Iran, Number 292, 360p.

Roem, W.J. and F. Berendse (2000). Soil acidity and nutrient supply ratio as possible factors determining changes in plant species diversity in grassland and heath land communities, Biological Conservation, 92: 151 – 161.

Sagar, R., A.S. Raghubanshi and J.S. Singh (2003). Tree species composition, dispersion and diversity along a disturbance gradient in dry tropical forest region of India, Forest Ecology and Management, 186: 61 – 71.

Salehi, A. (2004). Investigation variability of soil physico – chemical characters in relation to tree species and topographic factors in Nam - Khaneh section of Kheirood – Kenar forest, PhD Thesis of Forestry, Tehran University.

Schoenholtz, S.H., H. Van Miegroet and J.A. Burger (2000). A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and properties. Forest Ecology and Management, 138: 335 - 356.

Schuster, B. and M. Diekman (2005). Species richness and environmental correlates in deciduous forests of northwest Germany. Forest Ecology and Management, 206: 197 – 205.

Singh, J.S. (2002). The biodiversity crisis: a multifaceted review. Forest Sciences, 82: 499 - 500.

www.SID.ir