دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیستم، شماره دوم، ۱۳۹۲
http://jwfst.gau.ac.ir

تأثیر برخی عوامل فیزیوگرافی و فیزیکوشیمیایی خاک رویشگاه جنگلی ممرز بر زی‌توده کرم خاکی

*نگار مقیمیان[۱] و یحیی کوچ[۲]
[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران،
[۲]استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران
تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۳۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/٤/۲٤

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات عوامل فیزیوگرافی و تعیین رابطه آن‌ها با ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، مساحت ۲٦۸/۷ هکتار از جنگل‌های خانیکان نوشهر در اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۱ مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ٦۰ نمونه خاک از ۳ عمق ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متر با روش نمونه‌برداری تصادفی- سیستماتیک برداشت شد. در محل برداشت نمونه‌های خاک، عوامل فیزیوگرافی (شیب، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) ثبت گردید. خصوصیات خاک شامل اسیدیته، وزن مخصوص ظاهری، رطوبت اشباع، کربن آلی، نیتروژن کل، بافت خاک و زی‌توده کرم‌های خاکی در محیط آزمایشگاه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. هم‌زمان با نمونه‌برداری خاک، کرم‌های خاکی نیز به‌صورت جداگانه و به روش دست‌چین کردن از خاک جدا و در ۳ گروه اکولوژیک اپی‌ژئیک، آنسئیک و اندوژئیک دسته‌بندی شد. شیب منطقه به ۵ کلاسه (۲۰-۰، ٤۰-۲۰، ٦۰-٤۰ و ۸۰-٦۰ درصد) و ارتفاع از سطح دریا به ۳ کلاسه (۱۵۰-۱۰۰، ۲۰۰-۱۵۰ و ۲٦۰-۲۰۰ متر) تقسیم گردید. آنالیز واریانس صورت گرفته بیانگر آن است که مقادیر اسیدیته، وزن مخصوص ظاهری، رطوبت اشباع و بافت خاک دارای تفاوت‌های معنی‌داری در بین کلاسه‌های شیب و جهت‌های جغرافیایی بوده‌اند. مقادیر نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن به‌ترتیب تفاوت‌های معنی‌داری را در بین جهت‌های جغرافیایی و کلاسه‌های شیب نشان داد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی مورد بررسی تفاوت‌های معنی‌داری را در

* مسئول مکاتبه: negar_moghimian@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

بین کلاسه‌های ارتفاعی نشان نداد. تعداد و زی‌توده اپی‌ژئیک‌ها تفاوت‌های آماری معنی‌داری را در بین کلاسه‌های مختلف شیب و جهت‌های جغرافیایی نشان داد. اپی‌ژئیک‌ها بیش‌تر در لایه‌های سطحی خاک (۱۰-۰ سانتی‌متری)، آنسئیک‌ها و اندوژئیک‌ها بیش‌ترین فعالیت خود را در عمق‌های پایین‌تر (۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری) نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: کرم خاکی، خاک، شیب، جهت، ارتفاع از سطح دریا، تحلیل مؤلفه‌های اصلی

مقدمه

در کشور ایران که به‌رغم دارا بودن اکوسیستمی خشک و شکننده (علی‌عرب و همکاران، ۲۰۰۵) سرعت تخریب جنگل بیش از احیا و توسعه آن است (بانک جهانی، ۲۰۰۰). با توجه به برتری‌های زیاد جنگل‌ها باید سعی شود این منابع با اجرای مدیریتی اصولی هرچه بهتر حفظ و توسعه یابند. شناخت ویژگی‌های خاک یکی از پایه‌های مدیریت اصولی جنگل است که بسیاری از گزینه‌های اکولوژی و جنگل‌شناسی از جمله انتخاب گونه، تعیین حاصل‌خیزی رویشگاه، نرخ رویش توده و میزان سطح ذخیره‌گاه مورد نیاز در جنگل تحت‌تأثیر آن قرار دارند (علی‌عرب و همکاران، ۲۰۰۵). توسعه و تحول خاک و پوشش گیاهی وابسته به آن، فرآیند پیچیده‌ای است که دستاورد آن تغییر و تفاوت در خصوصیات خاک است، به‌طوری‌که ترکیب پوشش گیاهی جنگلی و میزان رشد آن را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. بیش‌تر تفکیک عملکرد خاک به‌صورت مراحل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی به‌دلیل اثرات متقابل و طبیعت پیچیده آن‌ها بسیار مشکل به‌نظر می‌رسد (وستردال و همکاران، ۲۰۱۳).

فون خاک به‌عنوان مهم‌ترین اجزای اکوسیستم خاکی در نظر گرفته می‌شوند که می‌توانند بر چرخه عناصر غذایی و حاصل‌خیزی خاک تأثیرگذار باشند (پائولو و همکاران، ۲۰۱۰؛ یان و همکاران، ۲۰۱۲). در بسیاری از پژوهش‌ها (کلسی و همکاران، ۲۰۱۱؛ گوی و همکاران، ۲۰۱۲؛ هولدس‌ورث و همکاران، ۲۰۱۲؛ بلوئین و همکاران، ۲۰۱۳) فون خاک به‌عنوان مهم‌ترین مشخصه در ارزیابی کیفیت و سلامت خاک مطرح بوده که فراوانی و زی‌توده آن‌ها متأثر از شرایط اکولوژیکی رویشگاه می‌باشد. کرم‌های خاکی به‌عنوان مهم‌ترین خرده‌ریزخوار و مهندسین اکوسیستم خاک‌های جنگلی قلمداد می‌شوند (بلوئین و همکاران، ۲۰۱۳). فعالیت حیاتی کرم‌های خاکی بر حاصل‌خیزی خاک و رویشگاه تأثیر به‌سزایی دارد که مقدار آن با اندازه جمعیت کرم خاکی متناسب است. تراکم و زی‌توده کرم خاکی

Archive of SID

www.SID.ir

از جمله شاخص‌هایی هستند که پتانسیل فعالیت‌های حیاتی و کیفیت خاک را نشان می‌دهند (رحمانی و صالح‌راستین، ۲۰۰۰). برخلاف افزایش گسترده مطالعات در مورد علوم مربوط به کرم‌های خاکی در طی سال‌های اخیر اما هنوز اساس بیولوژی و اکولوژی آن‌ها مشخص نشده است. از طرفی، جمعیت بی‌مهرگان خاکی از جمله کرم خاکی به‌عنوان شاخص جدیدی در ارزیابی اکوسیستم‌های جنگلی مورد استفاده قرار می‌گیرد و از اهمیت خاصی برخوردار است (جلیلوند و کوچ، ۲۰۱۲).

ینی[1] از ۵ عامل مواد مادری، اقلیم، موجودات زنده، زمان و پستی و بلندی به‌عنوان متغیرهای مستقل و مشخص‌کننده وضعیت سیستم خاک یاد کرده و افزوده است که هر یک از این عوامل می‌توانند به فرض ثابت بودن دیگر عوامل به‌طور مستقل تغییر کنند (ساریلدیز و همکاران، ۲۰۰۵). در عین‌حال خاک نقش عمده‌ای در ایجاد تغییر و تنوع در جنگل ایفا می‌نماید و از طرف دیگر جنگل‌ها نیز نقش قابل‌توجهی در تغییر و توسعه خصوصیات خاک به عهده دارند (فیشر و بینکلی، ۲۰۰۰). فیزیوگرافی نیز به‌عنوان عامل مؤثر در تعدیل سایر عوامل خاک‌سازی به‌طور اساسی از طریق روابط وابسته دمایی و رطوبتی بر جریان تشکیل خاک تأثیر می‌گذارد. در ضمن نیم‌رخ‌های واقع بر شیب‌های ملایم در کل عمیق‌تر بوده، دارای پوشش گیاهی پرپشت‌تر و مواد آلی بیش‌تری نسبت به موارد مشابه واقع در توپوگرافی‌های شیب‌دار هستند (ساریلدیز و همکاران، ۲۰۰۵).

فیزیوگرافی به‌عنوان یک فاکتور کنترل‌کننده اساسی برای تغییرات مکانی مشخصه‌های خاک در شرایط اقلیمی متفاوت مورد توجه خاص می‌باشد. بنابراین بسیاری از مطالعات تلاش کرده‌اند ویژگی‌های خاک و الگوی پراکنش آن‌ها در محدوده‌های مشخص را با استفاده از مشخصه‌های رویشگاه تعیین نمایند (زوشی، ۲۰۰۶). در هر حال بیش‌تر این مطالعات مشخصه‌های رویشگاهی شیب (بالای دامنه، دامنه و پایین دامنه) را در ارتباط با تغییرات ویژگی‌های خاک مورد مطالعه قرار داده‌اند (کولماتیسکی و همکاران، ۲۰۰۴) بنابراین بررسی مشخصه‌های مختلف خاک در ارتباط با سایر عوامل فیزیوگرافی دیگر مانند ارتفاع از سطح دریا و جهت جغرافیایی کم‌تر مورد بحث واقع شده است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر برخی عوامل فیزیوگرافی (شیب، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) و مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی خاک رویشگاه جنگلی ممرز بر زی‌توده کرم‌های خاکی در جنگل خانیکان نوشهر انجام گردیده است.

1- Jenny

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: این پژوهش در جنگل‌های خانیکان، سری سوم از حوزه آب‌خیز کرکرود و در محدوده آب‌خیز شماره ۳۸ واقع در عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ۳۳ دقیقه و ۱۵ ثانیه تا ۳۷ درجه و ٤٥ دقیقه و ۳٦ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه و ٤٥ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه و ٤٥ ثانیه شرقی انجام گرفت. حداقل ارتفاع ۵۰ متر و حداکثر آن ۱٤۰۰ متر از 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 (در استان مازندران) واقع شده است. به‌طورکلی خاک‌های منطقه مورد بررسی دارای منشأ مادری آهکی و مارنی و در بعضی نقاط شیل‌های ذغالی می‌باشد. سری مورد بررسی دارای خاکی تکامل‌یافته و به نسبت عمیق تا عمیق و در نقاط مرتفع کم‌عمق است. بافت خاک به‌طور عموم نیمه‌سنگین تا سنگین با درصد رس بیش از ۳۵-۳۰ درصد است که بیانگر زه‌کشی ضعیف خاک می‌باشد. اسیدیته خاک، قلیایی بوده و همچنین ریزش و لغزش‌های جدید در بیش‌تر مناطق دیده می‌شود. تیپ اصلی و غالب جنگل در این منطقه، ممرز می‌باشد (کوچ و همکاران، ۲۰۰۸). سایر گونه‌های چوبی دیگر (انجیلی، ولیک، بلوط، شمشاد، ازگیل وحشی، توسکا قشلاقی، خرمندی، لرگ، پلت، انجیر، خاس و ملج) نیز به‌صورت پایه‌ای در این تیپ جنگلی مشاهده می‌شود (کوچ و همکاران، ۲۰۰۸).

گودبرداری و تجزیه خاک: این بررسی در سطح ۲٦۸/۷ هکتار از جنگل‌های خانیکان در محدوده ارتفاعی ۲٦۰-۱۰۰ متر انجام پذیرفت. تعداد ٦۰ نمونه خاک مربعی شکل، در اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۱، با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر از ۳ عمق ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متر با روش نمونه‌برداری تصادفی- سیستماتیک برداشت شد. در محل برداشت نمونه‌های خاک، عوامل فیزیوگرافی شامل شیب (با استفاده از شیب‌سنج سونتو)، جهت جغرافیایی (با استفاده از قطب‌نما) و ارتفاع از سطح دریا (با استفاده از آلتی‌متر و بر حسب متر) ثبت گردید. نمونه‌های خاک نیز در فضای باز پخش و پس از خشک شدن، خاک به‌دست آمده خرد و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. اسیدیته خاک در گل اشباع به‌وسیله دستگاه pH متر، وزن مخصوص ظاهری با استفاده از روش توزین، رطوبت اشباع با استفاده از گل اشباع به روش توزین، نیتروژن کل به روش کجلدال، کربن آلی به روش

Archive of SID

www.SID.ir

والکلی- بلاک و سپس محاسبه نسبت کربن به نیتروژن و بافت خاک به روش هیدرومتری اندازه‌گیری شد (شارنبروچ و بوخیم، ۲۰۰۷). به‌منظور بررسی مشخصه‌های خاک در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی ثبت شده، شیب منطقه به ۵ کلاسه (۲۰-۰، ۴۰-۲۰، ۶۰-۴۰ و ۸۰-۶۰ درصد) و ارتفاع از سطح دریا به ۳ کلاسه (۱۵۰-۱۰۰، ۲۰۰-۱۵۰ و ۲۶۰-۲۰۰ متر) تقسیم شده و در آنالیز به‌کار گرفته شد.

نمونه‌گیری و تفکیک کرم‌های خاکی: هم‌زمان با نمونه‌برداری خاک، کرم‌های خاکی نیز به‌صورت جداگانه، کامل و به روش دست‌چین کردن از خاک جدا شدند. هم‌زمان با جداسازی، کرم‌های خاکی هر میکروسایت به ۳ گروه اکولوژیک اپی‌ژییک، آنسییک و اندوژییک مطابق جدول گروه‌های اکولوژیک بوچه (۱۹۷۷) تقسیم شد (ادواردز و بوهلن، ۱۹۹۶). نمونه‌ها تمیز و شمارش شده، در پاکت‌های مقوایی قرار گرفتند و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و سپس وزن آن‌ها به‌وسیله ترازو تا دقت میلی‌گرم اندازه‌گیری شد (سید و همکاران، ۲۰۱۲).

آنالیز داده‌ها: در اولین مرحله، نرمال بودن داده‌ها به‌وسیله آزمون کولموگراف اسمیرنوف[1] و همگن بودن واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون لون[2] مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور بررسی تفاوت یا تفاوت نداشتن مقادیر خصوصیات خاک، تعداد و زی‌توده کرم‌های خاکی در کلاسه‌های مختلف، آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد. در صورت نرمال نبودن داده‌ها، از روش تبدیل داده‌ها استفاده شد و این تبدیل به‌وسیله محاسبه ریشه دوم داده‌ها انجام پذیرفت. آزمون دانکن نیز به‌منظور مقایسه چندگانه میانگین به‌کار گرفته شد. تجزیه عاملی، تکنیکی آماری برای ایجاد الگویی زیربنایی یا مدلی خاص در تعیین ارتباط پیچیده بین متغیرهاست، به همین منظور ارتباط تعداد و زی‌توده گروه‌های اکولوژیک کرم‌های خاکی با مشخصه‌های مختلف خاک در کلاسه‌های مختلف فیزیوگرافی با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) با ایجاد ماتریس به‌دست آمده در برنامه PC-ORD تحت Windows (مک‌کون و مفورد، ۱۹۹۹) مورد بررسی قرار گرفت.

1- Kolmogorov-Smirnov Test
2- Levene Test

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

ویژگی‌های خاک: بررسی مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی خاک در کلاسه‌های مختلف شیب بیانگر آن است که مقادیر اسیدیته، وزن مخصوص ظاهری، درصد رطوبت اشباع، نسبت کربن به نیتروژن و بافت خاک دارای تفاوت‌های آماری معنی‌داری در کلاسه‌های مختلف می‌باشند. بیش‌ترین مقادیر اسیدیته، وزن مخصوص ظاهری، درصد رطوبت اشباع و نسبت کربن به نیتروژن در کلاسه اول شیب (۲۰-۰ درصد) و بیش‌ترین مقادیر درصد شن، سیلت و رس به‌ترتیب در کلاسه‌های چهارم (۸۰-۶۰ درصد)، دوم (۶۰-۴۰ درصد) و اول (۲۰-۰ درصد) مشاهده شد. کم‌ترین مقادیر درصد رطوبت اشباع و رس در کلاسه چهارم شیب مشاهده گردید (جدول ۱). بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در جهت‌های مختلف جغرافیایی نیز نشان‌دهنده وجود تفاوت‌های آماری معنی‌داری می‌باشد. به‌طوری‌که بیش‌ترین مقادیر اسیدیته در جهت جنوب‌شرقی و بیش‌ترین مقادیر درصد کربن و نیتروژن در جهت جنوب‌غربی مشاهده شد. سایر مشخصه‌های مورد بررسی (به‌جز نسبت کربن به نیتروژن) نیز تفاوت‌های آماری معنی‌داری را در جهت‌های مختلف جغرافیایی داشته است. مقادیر وزن مخصوص ظاهری، درصد رطوبت اشباع، کربن، نیتروژن، نسبت کربن به نیتروژن و رس نیز تفاوت‌های معنی‌داری را در عمق‌های مختلف جهت‌های جغرافیایی نشان داد (جدول ۱). بررسی صورت گرفته تفاوت‌های آماری معنی‌داری را برای کلاسه‌های مختلف ارتفاعی در ارتباط با مقادیر مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی خاک نشان نداده اما عمق‌های مختلف خاک دارای تفاوت‌های آماری معنی‌داری در کلاسه‌های مختلف ارتفاعی بوده‌اند (جدول ۱). بررسی عمق‌های مختلف نیز نشان داد که بیش‌ترین درصد سیلت در عمق اول (۱۰-۰ سانتی‌متری)، وزن مخصوص ظاهری، درصد رطوبت اشباع، درصد نیتروژن و رس در عمق سوم (۳۰-۲۰ سانتی‌متری) و نسبت کربن به نیتروژن در عمق دوم کلاسه‌های مختلف شیب (۲۰-۱۰ سانتی‌متری) مشاهده شد. کم‌ترین مقادیر اسیدیته به عمق اول، درصد نیتروژن به عمق دوم و نسبت کربن به نیتروژن و درصد سیلت به عمق سوم خاک کلاسه‌های مختلف شیب اختصاص داشت (جدول ۱).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین مشخصه‌های خاک در کلاسه‌های شیب، جهت‌های جغرافیایی، کلاسه‌های ارتفاعی و عمق‌های مختلف.

مشخصه‌های خاک/ متغیرها		اسیدیته	وزن مخصوص ظاهری	رطوبت اشباع (درصد)	کربن (درصد)	نیتروژن (درصد)	نسبت کربن به نیتروژن	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
کلاسه‌های شیب (درصد)	۰-۲۰	۵/۶۹ (۰/۱۳)^{a}	۱/۰۰ (۰/۰۲)^{a}	۶۰/۷۹ (۱/۶۲)^{a}	۲/۷۹ (۰/۱۶)^{a}	۰/۲۲ (۰/۰۱)^{a}	۱۲/۶۸ (۰/۲۳)^{a}	۵۶/۱۳ (۲/۳۵)^{b}	۱۶/۳۶ (۱/۹۹)^{b}	۲۶/۸۰ (۱/۶۴)^{a}
	۲۰-۴۰	۵/۱۷ (۰/۰۹)^{b}	۰/۸۸ (۰/۰۱)^{b}	۵۴/۵۵ (۰/۸۵)^{b}	۲/۷۷ (۰/۱۷)^{b}	۰/۲۲ (۰/۰۱)^{a}	۱۲/۵۸ (۰/۲۸)^{ab}	۵۵/۰۰ (۲/۸۹)^{b}	۲۴/۰۰ (۱/۷۲)^{a}	۲۱/۰۰ (۱/۷۶)^{b}
	۴۰-۶۰	۵/۰۴ (۰/۱۴)^{b}	۰/۸۷ (۰/۰۱)^{b}	۴۸/۹۹ (۱/۱۷)^{c}	۲/۱۹ (۰/۱۹)^{b}	۰/۲۱ (۰/۰۱)^{b}	۱۰/۴۲ (۰/۷۵)^{b}	۵۹/۲۹ (۱/۸۷)^{b}	۲۰/۸۲ (۱/۰۸)^{ab}	۱۹/۶۱ (۱/۱۲)^{b}
	۶۰-۸۰	۵/۰۳ (۰/۱۷)^{b}	۰/۸۵ (۰/۰۲)^{b}	۳۸/۹۱ (۰/۵۵)^{d}	۲/۰۱ (۰/۳۰)^{b}	۰/۱۶ (۰/۰۱)^{b}	۱۲/۵۶ (۰/۵۹)^{ab}	۷۱/۴۰ (۲/۲۱)^{a}	۱۶/۵۶ (۱/۳۷)^{b}	۱۲/۰۰ (۱/۱۲)^{c}
جهت‌های جغرافیائی	شمالی	۵/۵۵ (۰/۱۸)^{ab}	۱/۰۱ (۰/۰۳)^{a}	۶۵/۰۶ (۲/۴۰)^{a}	۲/۴۶ (۰/۱۷)^{ab}	۰/۱۹ (۰/۰۱)^{b}	۱۲/۹۳ (۰/۲۵)	۷۴/۶۰ (۲/۹۷)^{a}	۱۴/۶۸ (۱/۵۶)^{b}	۱۰/۷۰ (۱/۵۷)^{d}
	جنوبی	۴/۹۲ (۰/۱۱)^{b}	۰/۹۳ (۰/۰۲)^{ab}	۵۳/۳۹ (۰/۸۱)^{c}	۲/۲۱ (۰/۲۲)^{b}	۰/۲۰ (۰/۰۲)^{ab}	۱۱/۰۳ (۰/۷۱)	۵۷/۰۰ (۴/۷۴)^{b}	۱۹/۷۷ (۲/۴۱)^{ab}	۲۲/۱۱ (۳/۲۵)^{a}
	شرقی	۵/۶۰ (۰/۲۸)^{ab}	۱/۰۱ (۰/۰۶)^{a}	۵۷/۲۶ (۴/۱۷)^{abc}	۲/۴۵ (۰/۳۴)^{ab}	۰/۱۹ (۰/۰۲)^{b}	۱۲/۸۹ (۰/۵۸)	۶۷/۰۰ (۳/۲۸)^{ab}	۱۸/۷۷ (۲/۶۴)^{ab}	۱۳/۷۷ (۱/۸۱)^{bcd}
	غربی	۵/۴۶ (۰/۲۴)^{ab}	۰/۹۷ (۰/۰۴)^{a}	۵۴/۴۶ (۰/۵۶)^{bc}	۲/۲۵ (۰/۲۵)^{b}	۰/۱۸ (۰/۰۱)^{b}	۱۲/۴۰ (۰/۶۵)	۶۱/۰۰ (۴/۶۹)^{b}	۱۸/۳۰ (۲/۷۲)^{ab}	۱۹/۳۶ (۲/۶۰)^{ab}
	شمال‌شرقی	۴/۹۴ (۰/۱۰)^{b}	۰/۸۶ (۰/۰۱)^{b}	۶۲/۴۲ (۲/۱۴)^{abc}	۲/۵۹ (۰/۲۳)^{ab}	۰/۲۲ (۰/۰۱)^{ab}	۱۱/۵۹ (۰/۴۲)	۵۸/۰۰ (۲/۱۷)^{b}	۲۳/۴۵ (۱/۷۶)^{a}	۱۸/۲۹ (۱/۰۸)^{ab}
	شمال‌غربی	۵/۴۸ (۰/۱۴)^{ab}	۰/۸۵ (۰/۰۱)^{b}	۶۳/۷۱ (۲/۲۸)^{ab}	۲/۸۷ (۰/۲۷)^{ab}	۰/۲۴ (۰/۰۱)^{ab}	۱۱/۹۰ (۰/۴۸)	۵۶/۰۰ (۲/۲۰)^{b}	۲۳/۸۷ (۱/۵۲)^{a}	۱۸/۹۷ (۱/۲۶)^{ab}
	جنوب‌شرقی	۶/۰۰ (۰/۴۰)^{a}	۰/۹۸ (۰/۰۶)^{a}	۶۴/۱۱ (۳/۱۶)^{ab}	۲/۲۶ (۰/۳۶)^{b}	۰/۱۸ (۰/۰۲)^{b}	۱۲/۴۹ (۰/۷۰)	۷۴/۶۶ (۵/۴۴)^{a}	۱۳/۶۹ (۲/۸۰)^{b}	۱۱/۶۳ (۲/۹۷)^{cd}
	جنوب‌غربی	۴/۹۲ (۰/۱۷)^{b}	۰/۸۶ (۰/۰۲)^{b}	۵۵/۰۸ (۱/۲۵)^{bc}	۳/۳۷ (۰/۴۷)^{a}	۰/۲۷ (۰/۰۳)^{a}	۱۲/۴۴ (۰/۸۲)	۵۸/۴۶ (۳/۴۹)^{b}	۲۳/۹۶ (۲/۳۷)^{a}	۱۷/۲۳ (۲/۲۱)^{abc}
کلاسه ارتفاعی (متر)	۱۰۰-۱۵۰	۴/۹۵ (۰/۲۱)	۰/۹۲ (۰/۰۳)	۶۷/۵۲ (۲/۷۲)	۲/۳۸ (۰/۲۴)	۰/۱۸ (۰/۰۱)	۱۳/۲۰ (۰/۵۴)	۶۳/۸۶ (۴/۸۸)	۱۷/۶۵ (۲/۱۴)	۱۸/۲۶ (۲/۹۸)
	۱۵۰-۲۰۰	۵/۴۶ (۰/۰۹)	۰/۹۴ (۰/۰۱)	۶۱/۸۰ (۱/۵۷)	۲/۷۶ (۰/۱۵)	۰/۲۲ (۰/۰۱)	۱۲/۵۲ (۰/۲۵)	۶۲/۲۱ (۱/۷۳)	۲۰/۳۸ (۱/۰۵)	۱۶/۵۰ (۱/۰۰)
	۲۰۰-۲۶۰	۵/۲۴ (۰/۱۱)	۰/۹۰ (۰/۰۱)	۶۶/۴۰ (۱/۳۲)	۲/۴۱ (۰/۱۵)	۰/۲۰ (۰/۰۱)	۱۲/۰۱ (۰/۳۱)	۶۴/۲۳ (۲/۱۳)	۱۸/۵۳ (۱/۲۰)	۱۶/۹۱ (۱/۱۲)
عمق خاک (سانتی‌متر)	۰-۱۰	۵/۳۴ (۰/۱۱)	۰/۸۷ (۰/۰۱)^{b}	۵۱/۵۰ (۱/۲۶)^{b}	۲/۵۴ (۰/۱۸)	۰/۲۰ (۰/۰۱)^{ab}	۱۲/۷۰ (۰/۴۱)^{ab}	۶۴/۴۴ (۲/۰۹)	۲۱/۱۹ (۱/۴۱)^{a}	۱۴/۳۳ (۱/۰۲)^{b}
	۱۰-۲۰	۵/۳۰ (۰/۱۲)	۰/۹۳ (۰/۰۲)^{ab}	۵۳/۹۰ (۱/۲۹)^{b}	۲/۴۹ (۰/۱۴)	۰/۱۹ (۰/۰۱)^{b}	۱۳/۱۰ (۰/۱۴)^{a}	۶۱/۹۵ (۲/۲۷)	۱۹/۹۲ (۱/۲۴)^{ab}	۱۷/۷۶ (۱/۲۲)^{b}
	۲۰-۳۰	۵/۳۰ (۰/۱۲)	۰/۹۴ (۰/۰۲)^{a}	۵۸/۳۵ (۱/۵۵)^{a}	۲/۸۶ (۰/۲۰)	۰/۲۳ (۰/۰۱)^{a}	۱۲/۴۳ (۰/۳۲)^{b}	۶۱/۱۱ (۲/۳۳)	۱۷/۲۷ (۱/۱۸)^{b}	۲۱/۶۰ (۱/۴۸)^{a}

حروف مختلف در ستون بیانگر معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح ۹۹ و یا ۹۵ درصد ($P<0/01$ یا $P<0/05$) می‌باشد. اعداد در داخل پرانتز (± اشتباه معیار) است.

Archive of SID

www.SID.ir

گروه اکولوژیک کرم‌های خاکی: آنالیز واریانس صورت گرفته بیانگر آن است که کلاسه‌های مختلف شیب، جهت‌های جغرافیایی و عمق‌های مختلف خاک از نظر تعداد و زی‌توده کرم‌های اپی‌ژئیک و اندوژئیک دارای تفاوت‌های آماری معنی‌داری می‌باشند. همچنین تعداد اپی‌ژئیک‌ها، تعداد و زی‌توده آنسئیک‌ها و اندوژئیک‌ها تفاوت‌های آماری معنی‌داری را در کلاسه‌های مختلف ارتفاعی نشان داده‌اند (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد و زی‌توده اپی‌ژئیک‌ها در کلاسه اول شیب و عمق‌های اول خاک مشاهده گردید. بیش‌ترین تعداد و زی‌توده اندوژئیک‌ها در عمق سوم خاک مشاهده گردید. بیش‌ترین تعداد و زی‌توده اپی‌ژئیک‌ها در جهت شمالی مشاهده شد و در سایر جهت‌ها هیچ تعداد کرمی از گروه اپی‌ژئیک یافت نشد. همچنین کلاسه اول ارتفاعی دارای بیش‌ترین تعداد و زی‌توده اپی‌ژئیک‌ها بوده و در سایر کلاسه‌ها هیچ تعداد کرمی از این گروه یافت نشد (جدول ۲).

رابطه گروه‌های کرم خاکی با عوامل فیزیوگرافی: نتایج تجزیه مؤلفه‌های اصلی در کلاسه‌های مختلف شیب نشان می‌دهد که مؤلفه‌های اصلی اول و دوم به‌ترتیب ۷۵/۵۳ و ۲۰/۳۶ درصد از تغییرات را توجیه می‌کنند. موقعیت قرارگیری کلاسه‌های شیب، مشخصه‌های خاک و گروه‌های اکولوژیک کرم‌های خاکی بر روی محورهای PCA در شکل ۱ نمایش داده شده است. همان‌طورکه در شکل مشخص است بیش‌تر مشخصه‌ها، سمت مثبت محور اول را به خود اختصاص داده و همبستگی مثبتی را با این سمت از محور اول نشان داده‌اند. در ارتباط با جهت‌های مختلف جغرافیایی نیز مؤلفه‌های اول و دوم به‌ترتیب ۵۸/۵۹ و ۱۶/۵۶ درصد از تغییرات را توجیه می‌کنند. موقعیت مکانی جهت‌های جغرافیایی، مشخصه‌های خاک و کرم‌های خاکی نسبت به محورهای اول و دوم در شکل ۲ نشان داده شده است. تجزیه مؤلفه‌های اصلی اول و دوم در ارتباط با کلاسه‌های مختلف ارتفاعی نشان‌دهنده این است که هر یک از این محورها به‌ترتیب ۶۶/۳۳ و ۳۳/۶۶ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کنند. موقعیت قرارگیری کلاسه‌های ارتفاعی، مشخصه‌های خاک و گروه‌های اکولوژیک کرم‌های خاکی بر روی محورهای PCA در شکل ۳ نمایش داده شده است. علایم اختصاری فاکتورهای محیطی به‌کار گرفته شده در تحلیل PCA در جدول ۳ ارایه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

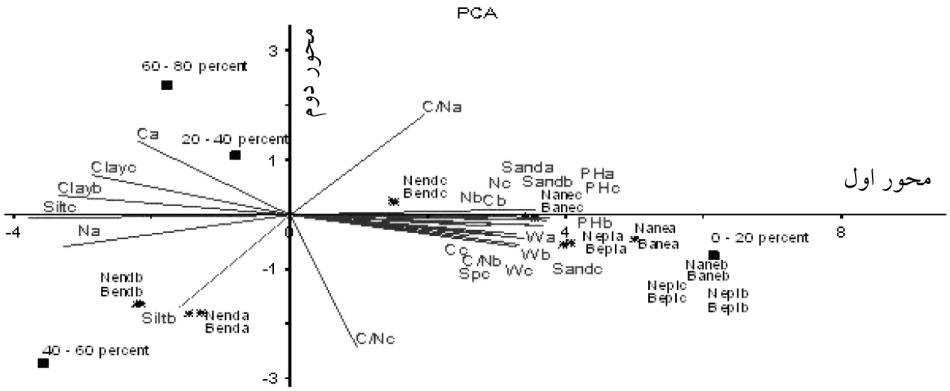
جدول ۲- میانگین تعداد و زی‌توده کرم‌های خاکی در کلاسه‌های شیب، جهت‌های جغرافیایی، کلاسه‌های ارتفاعی و عمق‌های مختلف.

گروه‌های اکولوژیک		تعداد کرم خاکی (تعداد در مترمربع)			زی‌توده کرم خاکی (میلی‌گرم در مترمربع)		
کرم خاکی/ متغیرها		اپی‌ژئیک	آنسئیک	اندوژئیک	اپی‌ژئیک	آنسئیک	اندوژئیک
کلاسه‌های شیب (درصد)	۰-۲۰	۰/۷۸ (۰/۰۱)^{a}	۰/۱۸ (۰/۰۵)	۰/۶۵ (۰/۰۵)	۷/۷۸ (۱/۰۶)^{a}	۲/۱۱ (۰/۳۲)	۷/۹۵ (۱/۰۷)
	۲۰-۴۰	۰/۱۱ (۰/۰۳)^{b}	۰/۰۷ (۰/۰۲)	۰/۵۳ (۰/۰۴)	۱/۰۹ (۰/۰۹)^{b}	۰/۸۶ (۰/۰۵)	۶/۳۷ (۱/۰۱)
	۴۰-۶۰	۰/۰۸ (۰/۰۱)^{b}	۰/۰۰ (۰/۰۰)	۰/۷۵ (۰/۰۶)	۱/۰۰ (۰/۰۴)^{b}	۰/۰۰ (۰/۰۰)	۹/۲۵ (۲/۲۴)
	۶۰-۸۰	۰/۰۶ (۰/۰۱)^{b}	۰/۰۰ (۰/۰۰)	۰/۲۶ (۰/۰۲)	۰/۶۶ (۰/۰۳)^{b}	۰/۰۰ (۰/۰۰)	۳/۳۳ (۱/۰۲)
جهت‌های جغرافیایی	شمالی	۰/۳۳ (۰/۰۹)^{a}	۰/۲۵ (۰/۰۷)	۰/۱۳ (۰/۰۹)	۳/۰۸ (۱/۱۱)^{a}	۱/۸۸ (۰/۱۰)	۱/۲۷ (۰/۱۳)
	جنوبی	۰/۰۰ (۰/۰۰)^{b}	۰/۰۰ (۰/۰۰)	۰/۲۲ (۰/۰۴)	۰/۰۰ (۰/۰۰)^{b}	۰/۰۰ (۰/۰۰)	۲/۰۰ (۰/۲۴)
	شرقی	۰/۰۰ (۰/۰۰)^{b}	۰/۱۱ (۰/۰۳)	۰/۶۱ (۰/۰۷)	۰/۰۰ (۰/۰۰)^{b}	۱/۳۳ (۰/۱۲)	۷/۲۲ (۰/۵۶)
	غربی	۰/۰۰ (۰/۰۰)^{b}	۰/۰۰ (۰/۰۰)	۰/۰۵ (۰/۰۰)	۰/۰۰ (۰/۰۰)^{b}	۰/۰۰ (۰/۰۰)	۰/۶۶ (۰/۱۲)
	شمال‌شرقی	۰/۰۰ (۰/۰۰)^{b}	۰/۱۴ (۰/۰۲)	۰/۸۰ (۰/۰۷)	۰/۰۰ (۰/۰۰)^{b}	۱/۶۹ (۰/۱۸)	۹/۱۴ (۱/۱۲)
	شمال‌غربی	۰/۰۰ (۰/۰۰)^{b}	۰/۰۶ (۰/۰۱)	۰/۴۸ (۰/۱۰)	۰/۰۰ (۰/۰۰)^{b}	۰/۴۵ (۰/۰۹)	۵/۵۴ (۱/۰۲)
	جنوب‌شرقی	۰/۰۰ (۰/۰۰)^{b}	۰/۰۰ (۰/۰۰)	۰/۷۷ (۰/۱۳)	۰/۰۰ (۰/۰۰)^{b}	۰/۰۰ (۰/۰۰)	۱۰/۶۶ (۲/۳۷)
	جنوب‌غربی	۰/۰۰ (۰/۰۰)^{b}	۰/۰۰ (۰/۰۰)	۰/۴۶ (۰/۰۶)	۰/۰۰ (۰/۰۰)^{b}	۰/۰۰ (۰/۰۰)	۵/۱۳ (۱/۰۹)
کلاسه ارتفاعی (متر)	۱۰۰-۱۵۰	۰/۰۰ (۰/۰۰)	۰/۲۲ (۰/۱۰)	۰/۲۷ (۰/۱۲)	۰/۰۰ (۰/۰۰)	۲/۶۶ (۰/۰۰)	۳/۰۵ (۰/۱۱)
	۱۵۰-۲۰۰	۰/۰۲ (۰/۰۰)	۰/۰۸ (۰/۰۲)	۰/۶۲ (۰/۱۵)	۰/۱۷ (۰/۰۹)	۰/۹۰ (۰/۰۴)	۷/۲۷ (۱/۲۷)
	۲۰۰-۲۶۰۰	۰/۰۱ (۰/۰۰)	۰/۰۶ (۰/۰۲)	۰/۵۳ (۰/۱۶)	۰/۱۲ (۰/۰۶)	۰/۷۱ (۰/۲۱)	۶/۷۷ (۲/۳۵)
عمق خاک (سانتی‌متر)	۰-۱۰	۰/۹۵ (۰/۱۶)^{a}	۰/۰۶ (۰/۰۳)	۰/۴۵ (۰/۱۴)^{b}	۹/۶۱ (۲/۱۱)^{a}	۰/۶۱ (۰/۲۱)	۵/۲۳ (۰/۷۴)^{b}
	۱۰-۲۰	۰/۰۱ (۰/۰۰)^{b}	۰/۰۳ (۰/۰۱)	۰/۱۶ (۰/۰۷)^{b}	۰/۱۳ (۰/۰۵)	۰/۴۶ (۰/۰۷)	۲/۱۶ (۰/۵۸)^{b}
	۲۰-۳۰	۰/۰۱ (۰/۰۰)^{b}	۰/۱۸ (۰/۰۸)	۱/۱۱ (۰/۴۵)^{a}	۰/۰۸ (۰/۰۲)	۲/۲۰ (۱/۱۲)	۱۳/۶۳ (۳/۲۴)^{a}

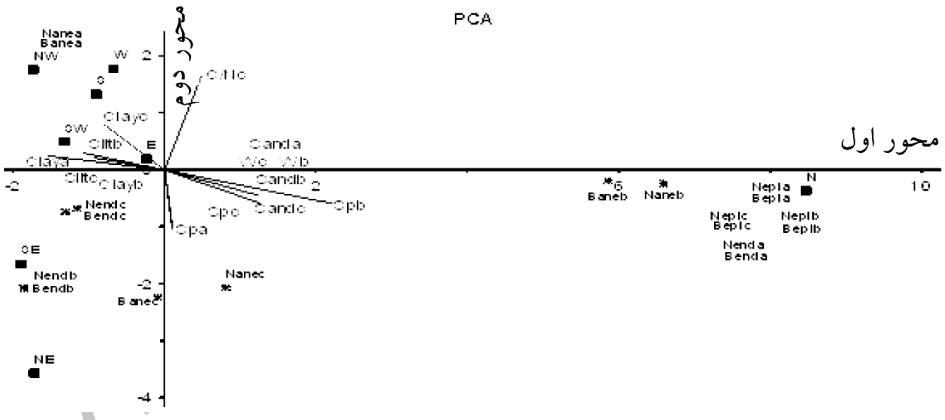
حروف مختلف در ستون بیانگر معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح ۹۹ و یا ۹۵ درصد ($P<0/01$ یا $P<0/05$) می‌باشد. اعداد در داخل پرانتز (± اشتباه معیار) است.

Archive of SID

www.SID.ir

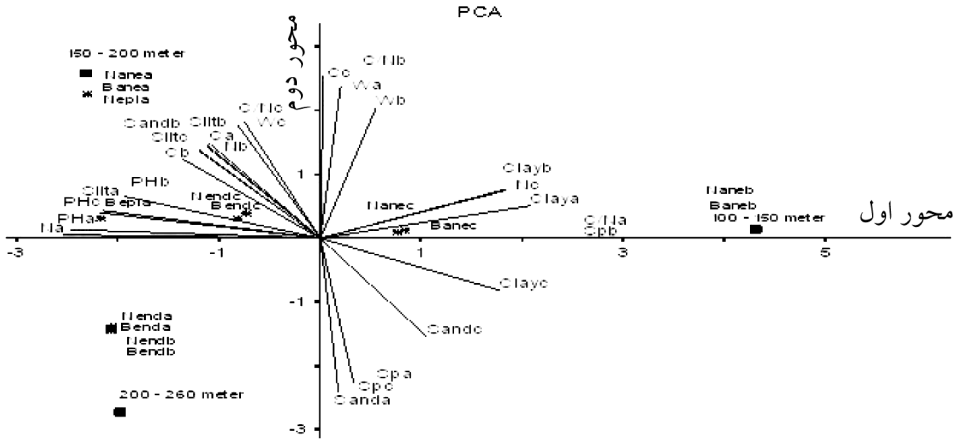


شکل ۱- موقعیت مکانی کلاسه‌های شیب، مشخصه‌های خاک و کرم‌های خاکی نسبت به محورهای اول و دوم (فاکتور اول: مقدار ویژه= ۱۳/۵۹، درصد واریانس متناظر با عامل= ۷۵/۵۳، درصد واریانس تجمعی= ۷۵/۵۳ و فاکتور دوم: مقدار ویژه= ۳/٦٦، درصد واریانس متناظر با عامل= ۲۰/۳٦، درصد واریانس تجمعی= ۹۵/۹۰) (Cutoff r2 value =۰/٦۰۰ و Vector scaling =۰/٦۵).



شکل ۲- موقعیت مکانی جهت‌های جغرافیایی، مشخصه‌های خاک و کرم‌های خاکی نسبت به محورهای اول و دوم (فاکتور اول: مقدار ویژه= ۱۰/۵٤، درصد واریانس متناظر با عامل= ۵۸/۵۹، درصد واریانس تجمعی= ۵۸/۵۹ و فاکتور دوم: مقدار ویژه= ۲/۹۸، درصد واریانس متناظر با عامل= ۱٦/۵٦، درصد واریانس تجمعی= ۷۵/۱٦) (Cutoff r2 value =۰/۲۰۰ و Vector scaling =۰/٦۵).

www.SID.ir



شکل ۳- موقعیت مکانی کلاسه‌های ارتفاعی، مشخصه‌های خاک و کرم‌های خاکی نسبت به محورهای اول و دوم (فاکتور اول: مقدار ویژه= ۹/۲۸، درصد واریانس متناظر با عامل= ٦٦/۳۳، درصد واریانس تجمعی= ٦٦/۳۳ و فاکتور دوم: مقدار ویژه= ٤/۷۱، درصد واریانس متناظر با عامل= ۳۳/٦٦، درصد واریانس تجمعی= ۱۰۰/۰۰) (Cutoff r2 value =۰/٦۰۰ و Vector scaling =۰/٦٥).

جدول ۳- فاکتورهای محیطی و علامت اختصاری آن‌ها در تجزیه و تحلیل PCA.

ردیف	ملاحظات	واحد	متغیرهای مورد بررسی
۱	اسیدیته در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	-	pH_a, pH_b, pH_c
۲	وزن مخصوص ظاهری در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	گرم بر سانتی‌مترمکعب	W_a, W_b, W_c
۳	رطوبت اشباع در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	درصد	Sp_a, Sp_b, Sp_c
٤	کربن آلی خاک در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	درصد	C_a, C_b, C_c
٥	نیتروژن خاک در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	درصد	N_a, N_b, N_c
٦	نسبت کربن به نیتروژن خاک در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	-	C/N_a, C/N_b, C/N_c
۷	شن در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	درصد	$Sand_a$, $Sand_b$, $Sand_c$
۸	سیلت در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	درصد	$Silt_a$, $Silt_b$, $Silt_c$
۹	رس در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	درصد	$Clay_a$, $Clay_b$, $Clay_c$
۱۰	تعداد اپی‌ژئیک در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	تعداد در مترمربع	$Nepi_a$, $Nepi_b$, $Nepi_c$
۱۱	تعداد آنسئیک در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	تعداد در مترمربع	$Nane_a$, $Nane_b$, $Nane_c$
۱۲	تعداد اندوژئیک در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	تعداد در مترمربع	$Nend_a$, $Nend_b$, $Nend_c$

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۳- فاکتورهای محیطی و علامت اختصاری آن‌ها در تجزیه و تحلیل PCA.

ردیف	ملاحظات	واحد	متغیرهای مورد بررسی
۱۳	زی‌توده اپی‌ژئیک در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	میلی‌گرم در مترمربع	$Bepi_a$, $Bepi_b$, $Bepi_c$
۱٤	زی‌توده آنسئیک در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	میلی‌گرم در مترمربع	$Bane_a$, $Bane_b$, $Bane_c$
۱۵	زی‌توده اندوژئیک در لایه‌های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری	میلی‌گرم در مترمربع	$Bend_a$, $Bend_b$, $Bend_c$
۱٦	کلاسه شیب ۲۰-۰	درصد	۲۰-۰ درصد
۱۷	کلاسه شیب ٤۰-۲۰	درصد	٤۰-۲۰ درصد
۱۸	کلاسه شیب ٦۰-٤۰	درصد	٦۰-٤۰ درصد
۱۹	کلاسه شیب ۸۰-٦۰	درصد	۸۰-٦۰ درصد
۲۰	جهت جغرافیایی شمالی	-	N
۲۱	جهت جغرافیایی جنوبی	-	S
۲۲	جهت جغرافیایی شرقی	-	E
۲۳	جهت جغرافیایی غربی	-	W
۲٤	جهت جغرافیایی شمال‌شرقی	-	NE
۲۵	جهت جغرافیایی شمال‌غربی	-	NW
۲٦	جهت جغرافیایی جنوب‌شرقی	-	SE
۲۷	جهت جغرافیایی جنوب‌غربی	-	SW
۲۸	کلاسه ارتفاعی ۱۵۰-۱۰۰ متر	متر	۱۵۰-۱۰۰ متر
۲۹	کلاسه ارتفاعی ۲۰۰-۱۵۰ متر	متر	۲۰۰-۱۵۰ متر
۳۰	کلاسه ارتفاعی ۲٦۰-۲۰۰ متر	متر	۲٦۰-۲۰۰ متر

بحث

ویژگی‌های خاک: پستی و بلندی به‌طور غیرمستقیم و از طریق تأثیر بر اقلیم خرد و فراوانی و تنوع موجودات زنده در پیدایش خاک مؤثر است و همچنین تأثیر قابل‌توجهی در پیدایش و تکامل خاک داشته و بر نفوذپذیری آب، ثبات و نحوه قرار گرفتن قسمت‌های مختلف سنگ بستر اثر می‌گذارد و از این جهت می‌تواند بر سایر مشخصه‌های خاک نیز تأثیرگذار باشد (شوانهولتز و همکاران، ۲۰۰۰؛ اورگاس و همکاران، ۲۰۰۲؛ زیرلواجناند و ویلپرت، ۲۰۰٤؛ ساریلدیز و همکاران، ۲۰۰۵؛ زوشی، ۲۰۰٦). در این پژوهش نیز تفاوت‌های آماری معنی‌داری در کلاسه‌های مختلف فیزیوگرافی از نظر مشخصه‌های مختلف خاک مشاهده گردید. جهت شیب، در جذب نور خورشید تأثیر فراوانی دارد به‌طوری‌که در نیم‌کره شمالی خاک‌های واقع بر شیب‌های رو به جنوب و غرب اشعه‌های مستقیم

Archive of SID

www.SID.ir

بیش‌تری دریافت می‌دارند. بنابراین گرم‌تر و خشک‌تر از خاک‌های واقع بر شیب‌های شمالی و شرقی هستند. دماهای بالاتر در دامنه‌های جنوبی و غربی منجر به افزایش اتلاف آب از طریق تبخیر شده و در نتیجه برخی مناطق با کمبود آب مواجه می‌شوند (ونتریا و همکاران، ۲۰۰۳). خاک‌های واقع بر شیب‌های جنوبی و غربی دارای افق‌های A نازک‌تر و افق‌های B توسعه‌یافته‌تر با میزان رس بیش‌تر، پوشش گیاهی کم‌تراکم‌تر و مواد آلی کم‌تری نسبت به خاک‌های واقع بر شیب‌های شمالی و شرقی می‌باشد (شوانهولتز و همکاران، ۲۰۰۰؛ ساریلدیز و همکاران، ۲۰۰۵) که در این پژوهش نیز قابل مشاهده می‌باشد. طرز قرار گرفتن و جهت شیب‌ها به بروز تفاوت در اقلیم خرد و ترکیب و ساختار پوشش گیاهی منجر می‌شود که این امر نیز به نوبه خود سبب بروز دگرگونی‌هایی در خاک می‌گردد (ونتریا و همکاران، ۲۰۰۳).

لوتز و چندلر و یانگبرگ اسیدیته خاک را به‌عنوان یک شاخص شیمیایی در کیفیت خاک در نظر گرفتند. بسیاری از واکنش‌های شیمیایی که دسترسی به عناصر غذایی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند از محیط شیمیایی و به‌ویژه اسیدیته خاک تأثیر پذیرفته‌اند. بنابراین واضح است که اسیدیته خاک باید به‌عنوان یک شاخص کلیدی در شیمی خاک در نظر گرفته شود (شوانهولتز و همکاران، ۲۰۰۰). بررسی مقادیر اسیدیته خاک در کلاسه‌های فیزیوگرافی نشان داد که بین کلاسه‌های شیب و جهت جغرافیایی تفاوت‌های آماری معنی‌داری مشاهده گردید. در حالی‌که کلاسه‌های ارتفاعی و عمق‌های خاک تفاوت‌های معنی‌داری را در ارتباط با عوامل مختلف فیزیوگرافی نشان نداد. بیش‌ترین مقادیر اسیدیته به کلاسه شیب ۲۰-۰ درصد و جهت جغرافیایی جنوب‌غربی تعلق داشت. ناواس و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی ویژگی‌های خاک و فاکتورهای فیزیوگرافی کنترل‌کننده رویش گیاهان در بخش‌های مرکزی اسپانیا پرداخت. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که شیب‌های شمال‌شرقی دارای pH اسیدی می‌باشد که دلیل آن را آب‌شویی کربنات‌ها از پروفیل‌های خاک معرفی نمود. در این پژوهش نیز مقادیر اسیدیته خاک در شیب‌های شمال‌شرقی به نسبت اسیدی بود.

بیش‌ترین مقادیر وزن مخصوص ظاهری در کلاسه شیب ۲۰-۰ درصد و عمق‌های سوم (۳۰-۲۰ سانتی‌متری) کلاسه‌های فیزیوگرافی بوده است. وزن مخصوص ظاهری خاک‌ها، وزن مخصوص خاک در حالت طبیعی است. به‌طور عموم هرچه بافت خاک رسی‌تر باشد تخلخل خاک بیش‌تر بوده در نتیجه وزن مخصوص ظاهری خاک نیز کم‌تر می‌باشد (جعفری‌حقیقی، ۲۰۰۳). کوچ (۲۰۰۷) نیز عنوان نمود که وزن مخصوص ظاهری با درصد رس همبستگی منفی و با درصد شن همبستگی مثبت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

در این پژوهش در مناطق دارای شیب‌های کم‌تر (۲۰-۰ درصد) به‌دلیل در دسترس بودن، تردد جانداران (انسان‌ها و حیوانات) بیش‌تر انجام می‌شود بنابراین وزن مخصوص افزایش بیش‌تری داشته است. از سوی دیگر، با افزایش عمق خاک به طرف لایه‌های پایین‌تر، به‌علت فشردگی خاک، وزن مخصوص ظاهری افزایش می‌یابد (جعفری‌حقیقی، ۲۰۰۳) که در عمق‌های پایین‌تر خاک (۳۰-۲۰ سانتی‌متری) در این پژوهش نیز کاملاً مشهود است. در لایه‌های فوقانی خاک، به‌دلیل برهم‌خوردگی‌های خاک و وجود ریشه‌های گیاهان و فعالیت موجوداتی مثل کرم‌های خاکی میزان خلل و فرج خاک بیش‌تر بوده بنابراین وزن مخصوص ظاهری کم‌تر می‌باشد که با نتایج کوچ (۲۰۰۷) مطابقت دارد.

بیش‌ترین درصد رطوبت اشباع نیز در کلاسه شیب ۲۰-۰ درصد و جهت جغرافیایی شمالی مشاهده شدند و در ضمن عمق‌های سوم (۳۰-۲۰ سانتی‌متری) بالاترین مقادیر این مشخصه را به خود اختصاص دادند. به‌طورکلی تغییرات رطوبت و مقادیر رطوبت اشباع در جنگل‌های مختلف بسیار متفاوت می‌باشد (گاگنون و همکاران، ۲۰۰۳) و بسته به موقعیت‌های موجود مقادیر متفاوتی را به خود اختصاص می‌دهند. در هر حال وجود مقادیر رطوبتی بالاتر در جهت‌های شمالی کاملاً طبیعی به‌نظر می‌رسد و در مطالعات مختلفی نیز به آن اشاره شده است (ونتریا و همکاران، ۲۰۰۳). ناواس و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهش خود بیان نمود که شیب‌های جنوب‌غربی دارای درصد رطوبت پایین‌تری نسبت به جهت‌های دیگر می‌باشد. در این پژوهش نیز کم‌ترین مقادیر رطوبت اشباع در جهت‌های جنوب، غرب و جنوب‌غربی مشاهده شد که بیش‌تر در معرض تابش نور خورشید قرار داشته‌اند و منجر به افزایش اتلاف آب از طریق تبخیر شده است.

کربن آلی به‌عنوان مؤلفه عملکردی و ساختاری حاصل‌خیزی خاک ملاحظه شده و به‌طور وسیعی در مدیریت خاک‌های جنگلی و حاصل‌خیزی رویشگاه استفاده شده است (داولینگ و همکاران، ۱۹۸٦). دوران و پارکین (۱۹۹٤) از کربن آلی خاک به‌عنوان یکی از پارامترهای شیمیایی که قابلیت دسترسی به عناصر غذایی را تسهیل می‌کند و یکی از مؤلفه‌های محیطی کیفیت خاک می‌باشد، نام برده‌اند. رگونالد و پالمر (۱۹۹۵) نیتروژن را به‌عنوان یک مشخصه شیمی خاک، برای ارزیابی اختلالات کیفی خاک در بین سیستم‌های تحت مدیریت مراتع نیوزلند به‌کار بردند. محتویات کربن و نیتروژن خاک بسیار مرتبط با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بیولوژی خاک می‌باشد و به‌طور گسترده به‌عنوان شاخص‌های کیفیت خاک محسوب می‌شوند (زوشی، ۲۰۰٦؛ پائولو و همکاران، ۲۰۱۰؛ یان و همکاران، ۲۰۱۲). مطالعات مختلفی محتوای کربن و نیتروژن خاک را به‌عنوان متغیرهای مهم در حاصل‌خیزی خاک‌های جنگلی عنوان نمودند (لافلر، ۲۰۰۷). نسبت کربن به نیتروژن، شاخصی برای

Archive of SID

www.SID.ir

تعیین میزان تجزیه هوموس و لاشبرگ محسوب می‌شود و به این وسیله می‌توان میزان افت وزن و حجم لاش‌برگ را محاسبه نمود (تیلور و همکاران، ۱۹۸۹). بررسی نسبت کربن به نیتروژن خاک نیز نشان داد که بیش‌ترین مقادیر آن در کلاسه شیب ۲۰-۰ درصد و عمق‌های دوم خاک در کلاسه‌های مختلف فیزیوگرافی بوده است. بافت خاک از جمله خصوصیات فیزیکی مهم معرفی شده است. خاک‌های طبیعی از ذراتی به اندازه‌های مختلف تشکیل شده‌اند (شارنبروچ و بوخیم، ۲۰۰۷). بافت خاک تا حد زیادی متأثر از درجه شیب رویشگاه می‌باشد و در مطالعات متعددی به آن اشاره گردیده است (شوانهولتز و همکاران، ۲۰۰۰). خاک‌هایی که بر روی شیب‌های تند قرار می‌گیرند به‌طور عموم دارای بافت‌های زبرتر و درشت‌تری بوده در حالی‌که شیب‌های هموارتر، دارای بافت‌های ریزتری از خاک می‌باشند. ذرات سیلت و رس از شیب‌های بالاتر برداشته شده و در شیب‌های پایین‌تر متمرکز و تجمع پیدا می‌کنند (زوشی، ۲۰۰۶) که نتایج این پژوهش را نیز تأیید می‌کند. پرجیتزر و همکاران (۱۹۸۳) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که رسوبات ریز بافت از شیب‌های شدیدتر به‌سمت شیب‌های کم‌تر در یک جنگل مطالعاتی در آمریکا تجمع پیدا کرده است. رالز و پاچپسکی (۲۰۰۲) اثر معنی‌دار درجه شیب رویشگاه بر روی پراکنش مکانی بافت خاک براساس تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به‌دست آمده از ۲۱۶ پدون خاک را در یک منطقه جنگلی در آمریکا گزارش داده‌اند.

همان‌طورکه عنوان گردید درصد شیب بر روی نوع بافت خاک مؤثر بوده است. لازم به ذکر است که بافت خاک نیز به‌طور مؤثر بر روی ذخایر کربن و نیتروژن اثرگذار می‌باشد به‌طوری‌که وجود ذرات رس در ساختار خاک منجر به پایداری کربن و رانده شدن نیتروژن خاک می‌گردد (آدس، ۱۹۸۸). اگرچه در این پژوهش تفاوت‌های معنی‌داری در بین کلاسه‌های مختلف شیب از نظر مشخصه‌های کربن و نیتروژن مشاهده نگردید اما بیش‌تر بودن مقادیر کربن در کلاسه اول شیب می‌تواند بیانگر همین مطلب باشد. در ضمن ذرات رس بخش بزرگ‌تری از بافت خاک را در شیب‌های جنوبی نسبت به سایر جهت‌ها تشکیل می‌دهد (ورما و همکاران، ۱۹۹۰) که با نتایج این پژوهش نیز هم‌خوانی دارد. نتایج به‌دست آمده از این بررسی نشان داد که تغییرات مقادیر کربن آلی در لایه‌های مورد بررسی خاک به‌صورت نامنظم بوده که تصور می‌شود به عامل آب‌شویی این متغیر در افق‌های مختلف مرتبط باشد (اگرچه این روند تغییرات در عمق‌ها معنی‌دار نبوده است). مقدار کربن آلی رابطه مستقیمی با نیتروژن خاک دارد (شوانهولتز و همکاران، ۲۰۰۰). بر همین اساس، مقدار این عنصر نیز تغییرات نامنظمی را در لایه‌های خاک نشان داده است.

Archive of SID

www.SID.ir

تحلیل مؤلفه‌های اصلی: بررسی تعداد و زی‌توده گروه‌های مختلف کرم‌های خاکی در کلاسه‌های مختلف فیزیوگرافی نشان داد که کلاسه شیب ۲۰-۰ درصد دارای بیش‌ترین تعداد و زی‌توده کرم‌های اپی‌ژئیک (که بیش‌تر به زیر طبقه اپی‌آنسییک تعلق داشته‌اند) بوده است که تصور می‌شود در ارتباط با مقادیر بالاتر اسیدیته خاک باشد. به‌طورکلی بیش‌تر کرم‌های خاکی به اسیدیته خاک حساس می‌باشند در نتیجه تعداد و زی‌توده آن‌ها در خاک‌های اسیدی کاهش می‌یابد (سید و همکاران، ۲۰۱۲). براساس پژوهش‌های انجام شده، بیش‌تر کرم‌های خاکی واکنش متمایل به خنثی را ترجیح می‌دهند (نیرینک و همکاران، ۲۰۰۰). دلپورت (۲۰۰۱) نیز در پژوهش خود اسیدیته پایین خاک را به‌عنوان یک عامل منفی اثرگذار بر حضور کرم‌های خاکی معرفی نمود. به‌طورکلی کلاسه شیب ۲۰-۰ درصد با توجه به شرایط بهتر از نظر مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی (اسیدیته بالاتر و بافت سبک‌تر خاک) شرایط مساعدتری را برای گروه‌های مختلف کرم‌های خاکی ایجاد کرده به‌طوری‌که گروه‌های اپی‌ژئیک و آنسئیک کرم‌ها در این کلاسه شیب قابل مشاهده هستند.

اپی‌ژئیک‌ها بیش‌تر در لایه‌های سطحی خاک فعالیت داشته و قدرت حفاری چندانی ندارند بنابراین قادر به حفاری خاک و مهاجرت به بخش‌های عمیق‌تر خاک نمی‌باشند (جلیلوند و کوچ، ۲۰۱۲) بنابراین تعداد و زی‌توده آن‌ها در بخش‌های سطحی خاک افزایش پیدا کرده است. در حالی‌که گونه‌های اندوژییک و آنسیک به بافت‌های نامناسب خاک بردبارتر می‌باشند و حتی شرایط خشکی خاک را بهتر تحمل می‌کنند به‌دلیل این‌که آن‌ها قادرند به لایه‌های عمیق‌تر خاک مهاجرت کنند و می‌توانند با رفتن به قسمت‌های عمیق‌تر تابستان را در آن‌جا به سر ببرند و از خشکی دوری کنند (جلیلوند و کوچ، ۲۰۱۲). نتایج این پژوهش نیز نشان داد که بیش‌ترین تعداد و زی‌توده کرم‌های اندوژئیک در عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متری خاک قابل مشاهده می‌باشد. جهت جغرافیایی شمالی بیش‌ترین تنوع کرم‌های خاکی را شامل شده به‌طوری‌که هر ۳ گروه اکولوژیک کرم‌های خاکی در این جهت قابل مشاهده می‌باشند. تصور می‌شود درصد رطوبت بالاتر خاک در جهت شمالی منجر به تجمع بیش‌تر کرم‌های خاکی در این جهت شده است.

حدود ۹۰-۸۰ درصد وزن تازه کرم‌ها را آب تشکیل می‌دهد و از این‌رو احتیاج آن‌ها به رطوبت بسیار زیاد بوده و در اثر خشک شدن خاک بیش‌تر از بین می‌روند (سید و همکاران، ۲۰۱۲). با توجه به رطوبت بالای خاک در جهت شمالی این مقدار رطوبت منجر به تجمع بیش‌تر کرم‌ها در این محدوده شده است. تغییرات کم ارتفاع از سطح دریا در ارتباط با تعداد و زی‌توده کرم‌های خاکی

Archive of SID

www.SID.ir

ملموس نبوده اما تغییرات گروه‌های مختلف کرم در عمق‌های مختلف خاک قابل‌توجه بوده به‌طوری‌که بیش‌ترین حضور اپی‌ژئیک‌ها در عمق اول خاک بوده در حالی‌که آنسئیک‌ها و اندوژئیک‌ها بیش‌تر در عمق سوم خاک مشاهده شدند. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که عوامل فیزیوگرافی (به‌خصوص درصد شیب و جهت‌های جغرافیایی) به‌طور مؤثر می‌توانند بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژی خاک اثرگذار باشند. لازم به ذکر است که در این بررسی، به‌دلیل محدوده کم ارتفاعی (۲۶۰-۱۰۰ متر) تغییرات ارتفاعی چندان تأثیرگذار گزارش نگردید اما باید توجه داشت که عامل ارتفاع از سطح دریا نیز از جمله عوامل مؤثر در تغییرات مشخصه‌های خاک در مطالعات مختلف (شارما و همکاران، ۲۰۰۹؛ مختاری‌کارچگانی و همکاران، ۲۰۱۲) عنوان گردید.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش بیانگر آن است که بر خلاف شباهت پوشش گیاهی غالب منطقه (تیپ جنگلی ممرز)، گروه‌های اکولوژیک کرم‌های خاکی واکنش‌های متفاوتی را به عوامل مختلف فیزیوگرافی نشان داده‌اند. تغییرپذیری مشخصه‌های مختلف فیزیکوشیمیایی خاک دلیل اصلی واریانس جمعیت کرم‌های خاکی در کلاسه‌های مختلف شیب، ارتفاع و جهت‌های جغرافیایی معرفی می‌گردد. براساس نتایج این پژوهش، در مجموع می‌توان اشاره داشت که کرم‌های خاکی شیب‌های کم‌تر منطقه و جهت جغرافیایی شمالی را برای زندگی خود بیش‌تر ترجیح می‌دهند (تغییرات کم ارتفاعی در منطقه مورد مطالعه تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای را بر جمعیت کرم‌های خاکی نشان نمی‌دهد). دلیل این موضوع نیز مناسب‌تر بودن مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی خاک در این موقعیت‌هاست. گروه اکولوژیک اپی‌ژئیک از آن‌جایی‌که قدرت حفاری چندانی به داخل خاک ندارند لایه‌های بالایی خاک را جهت زندگی خود انتخاب کرده‌اند در حالی‌که اندوژئیک‌ها لایه‌های پایین‌تر خاک را ترجیح داده‌اند. در هر حال باید توجه داشت آگاهی از تعداد و زی‌توده کرم‌های خاکی در مناطقی که از نظر پوشش گیاهی، خاک و اقلیم تا اندازه‌ای مشابه جنگل‌های شمال ایران می‌باشند به درک بهتر وضعیت جمعیت بی‌مهرگان خاک‌زی در این مناطق منجر می‌گردد. مطالعه جمعیت و زی‌توده کرم‌های خاکی یکی از بهترین روش‌های ارزیابی کیفیت و سلامت خاک توده‌های جنگلی محسوب می‌شود که باید به آن توجه خاص نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1.Aliarab, A.R., Hosseini, S.M. and Jalali, S.Gh. 2005. Effect of Acer velutinum Boiss, Poplus deltoids Marsh., *Robinia pseudocacia* L., and Cupressus sempervierence L. var. horizontalis on some physicochemical soil properties in east Haraz plantation (Nortnern Iran). Soil and Water Sci. J. 19: 104-113. (In Persian)

2.Blouina, M., Hodsonb, M.E., Delgadoc, E.A., Bakerd, G., Brussaarde, L., Buttf, K.R., Daig, J., Dendoovenh, L., Peresi, G., Tondohj, J.E., Cluzeauk, D. and Brunl, J. 2013. A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services, Europ. J. Soil Sci. 64: 161-182.

3.Deleporte, S. 2001. Changes in the earthworm community of an acidophilus lowland beech forest during a stand rotation, Soil Biology, 37: 1-7.

4.Doran, I.W. and Parkin, T.R. 1994. Defining and assessing soil quality. In: 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, 1328: 335-356.

5.Doweling, A.Y., Webb, A.A. and Scanlan, Y.C. 1986. Surface soil chemical and physical patterns in a brig low-Dawson gom forest central careens land, J. Ecol. 12: 155-182.

6.Edwards, C.A. and Bohlen, P.J. 1996. Biology and Ecology of Earthworms, 3rd. Chapman and Hall, London, 426p.

7.Fisher, R.F. and Binkley, D. 2000. Ecology and management of forest soils, John Wiley and Sons, INC, 489p.

8.Gagnon, J.L., Jokele, E.J., Moser, W.K. and Huber, D.A. 2003. Dynamics of artificial regeneration gaps within along leaf pine Flatwoods ecosystem, Forest Ecology and Management, 172: 133-144.

9.Guei, A.M., Baidai, Y., Tondoh, J.E. and Huising, J. 2012. Functional attributes: compacting vs. decomposing earthworms and influence on soil structure, Current Zoology, 58: 556-565.

10.Holdsworth, A.R., Frelich, L.E. and Reich, P.B. 2012. Leaf litter disappearance in earthworm-invaded northern hardwood forests: role of tree species and the chemistry and diversity of litter, Ecosystems, 15: 913-926.

11.Jafari Haghighi, M. 2003. Methods of soil analysis (Samples collected and analyzed for physical and chemical). Nedaye zohi, 236p. (In Persian)

12.Jalilvand, H. and Kooch, Y. 2012. Factors influence the distribution and abundance of earthworm communities in difference forest types (man-made and natural forests), Inter. J. Green Herb. Chem. 1: 26-38.

13.Kelsey, J.W, Slizovskiy, I.B., Petriello, M.C. and Butler, K.L. 2011. Influence of plant-earthworm interactions on SOM chemistry-DDE bioaccumulation, Chemosphere, 83: 897-902.

Archive of SID

www.SID.ir

14.Kooch, Y. 2007. Determination and differentiation of ecosystem units in relation to soil properties in Khanilan forests, M.Sc. Thesis of Forestry, Mazandaran University, 130p. (In Persian)
15.Kooch, Y., Jalilvand, H., Bahmnyar, M.A. and Pormajidian, M.R. 2008. Forest Types Classification on The basis of IVI (Importance Value Index) With Respect to Aspects in khanikan (Chalous Lowland Forest. J. Environ. Stud. 46: 38-33. (In Persian)
16.Kulmatiski, A., Voget Siccama, D.J., Tilley, T.G., Kolesinskas, J.P. Wickwire, K. and Larson, B.C. 2004. Landscape determinants of soil carbon and nitrogen storage in southern New England, Soil Sci. Soc. Am. J. 68: 2014-2022.
17.Loffler, J. 2007. The influence of micro-climate, snow cover, and soil moisture on ecosystem functioning in high mountains. J. Geograph. Sci. DOI: 10.1007/s11442-007-0003-3.
18.Mc Cune, B. and Mefford, M. 1999. Multivariate Analysis of Ecological data Version 4.17. MJM Software. Gleneden Beach, Oregon, USA, 233p.
19.Mokhtari Karchegani, P., Ayoubi, Sh., Mosaddeghi, M.R. and Honarjoo, N. 2012. Soil Organic Carbon Pools in Particle-Size Fractions as Affected by Slope Gradient and Land Use Change in Hilly Regions, Western Iran, J. Moun. Sci. 9: 87-95.
20.Navas, A.J., Machin, S., Begueria, M., Lopez, V. and Gasper, L. 2008. Soil properties and physiographic factors controlling the natural vegetation re-growth in a disturbed catchments of the central Spanish Pyrenees, Agron. For. Syst. J. 72: 173-185.
21.Neirynck, J., Mirtcheva, S., Sioen, G. and Lust, N. 2000. Impact of Tilia platyphyllos Scop. Fraxinus exceslsior L., Acer pseudoplatanus L., Quercus robur L. and Fagus sylvatica L. on earthworm biomass and physico - chemical properties of loamy topsoil, Forest Ecology and Management, 133: 275-286.
22.Oades, J.M. 1988. The retention of organic matter in soils, Biochemistry, 5: 35-70.
23.Orgeas, J., Ourcival, J.M. and Bonin, G. 2002. Seasonal and spatial patterns of foliar nutrients in rock oak (*Quercus suber* L.) growing on siliceous soils in province (France), Plant Ecology, 164: 201-211.
24.Paolo, A.G., Raffaella, B., Danio, A., Attilio, D.R. and Ettore, C. 2010. Assessment of soil-quality index based on micro arthropods in corn cultivation in Northern Italy, Ecological Indicators, 10: 129-135.
25.Pregitzer, K.S., Barnes, B.V. and Lemme, G.D. 1983. Relationship of topography to soils and vegetation in an upper Michigan ecosystem, Soil Sci. Soc. Am. J. 47: 117-123.
26.Rahmani, R. and Saleh Rastin, N. 2000. Abundance, vertical distribution and seasonal changes in earthworms' populations of Oak-Hornbeam, Hornbeam and Beech Forest in Neka, Caspian Forests, Iran. Iran. J. Natur. Res. 53: 37-52. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

27.Rawls, W.J. and Pachepsky, Y.A. 2002. Using field topographic descriptors to estimate soil water retention, Soil Sci. 167: 423-435.
28.Regnold, J.P. and Palmer, A.S. 1995. Significance of gravimetric versus volumetric measurement of soil quality under biodynamic, conventional and continuous grass management, J. Soil Water Conserv. 3: 298-305.
29.Sariyildiz, T., Anderson, J.M. and Kucuk, M. 2005. Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey, Soil Biology and Biochemistry, 37: 1695-1706.
30.Sayyad, E., Hosseini, S.M., Hosseini, V. and Salehe-Shooshtari, M.H. 2012. Soil macrofauna in relation to soil and leaf litter properties in tree plantations, J. For. Sci. 58: 170-180.
31.Scahrenbroch, B.C. and Bockheim, J.G. 2007. Impacts of forest gaps on soil properties and processes in old growth northern hardwood-hemlock forests, Plant and Soil, 294: 219-233.
32.Schoenholtz, S.H., Van Miegroet, H. and Burger, J.A. 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities, Forest Ecology and Management, 138: 335-356.
33.Sharma, C.M., Suyal, S., Ghildiyal, S.K. and Gairola, S. 2009. Role of physiographic factors in distribution of Abies pindrow (Silver Fir) along an altitudinal gradient in Himalayan temperate Forests. The Environmentalist, 30: 1. 76-84.
34.Taylor, B.R., Parkinson, D. and Parson, W.F. 1989. Nitrogen and lignin content as predictors of lignin decay rates. A microcosm test, Ecology, 70: 97-104.
35.Venterea, R.T., Lovett, G.M., Groffman, P.M. and Schwarz, P.A. 2003. Landscape patterns of net nitrification in a northern hardwood conifer forest, Soil Sci. Soc. Am. J. 67: 527-539.
36.Verma, K.S., Shyampura, R.L. and Jain, S.P. 1990. Characterization of soils under forest of Kashmir valley, J. Ind. Soc. Soil Sci. 38: 107-115.
37.Vesterdal, L., Nicholas, C., Sigurdsson, D. and Gundersen, P. 2013. Do tree species influence soil carbon stocks in temperate and boreal forests? Forest Ecology and Management, In Press.
38.World Bank. 2000. World resources 2000-2001: people and ecosystems, the fraying web of life. Washington D.C. World Resources Institute, 389p.
39.Yan, S., Singh, A., Shenglei, N., Chonghui, F., Silong, L., Yuanliang, W., Cui, Y. and Hu, L. 2012. A soil fauna index for assessing soil quality, Soil Biology and Biochemistry, 47: 158-165.
40.Zirlewagen, D. and Wilpert, K.V. 2004. Using model scenarios to predict and evaluate forest management impacts on soil base saturation at landscape level, Europ. J. For. Res. 123: 269-282.
41.Zushi, K. 2006. Spatial distribution of soil carbon and nitrogen storage and forest productivity in a watershed planted to Japanese cedar (Cryptomeria Japonica D. Don), J. For. Res. 11: 351-358.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 20 (2), 2013
http://jwfst.gau.ac.ir

The Effect Some of Physiographic Factors and Soil Physico-Chemical Features of Hornbeam Forest Ecosystem on Earthworms Biomass

***N. Moghimian[1] and Y. Kooch[2]**
[1]M.Sc. Graduate, Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [2]Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran
Received: 09/21/2012; Accepted: 07/15/2013

Abstract

To investigate the physiographic factors and related soil physico-chemical and biological characteristics, 268.7 ha of Noushahr khanikan forests were studied on May 2012. 60 soil samples were taken from 0-10, 10-20 and 20-30 cm depths with systematically random method. The physiographic factors including slope, aspect and altitude recorded in soil sampling location. Soil acidity, bulk density, saturation moisture, organic carbon, total nitrogen, soil texture and biomass of earthworms were measured in the laboratory. The earthworms were collected simultaneously with the soil sampling by hand sorting and classified to epigeic, anecic and endogeic ecological groups. Site slope were divided to four classes (0-20, 20-40, 40-60 and 60-80%) and altitude divided to three classes (100-150, 150-200 and 200-260 m). Analysis of variance is indicating acidity, bulk density, saturation moisture and soil texture had significant differences among aspects and slope classes. Nitrogen and carbon to nitrogen ratio values showed significant differences among aspect and slope classes, respectively. Altitude classes showed no difference in viewpoint of physico-chemical properties. Epigeics number and biomass had significant statistical differences among aspect and slope classes. Epigeics found in soil superficial layer (0-10 cm). The most activity of anecic and endogeic groups was visible in more beneath depths (10-20 and 20-30 cm).

Keywords: Earthworm, Soil, Slope, Aspect, Altitude, Principle component analysis

* Corresponding Author; Email: negar_moghimian@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir