محور مقاله: بیولوژی خاک و کودهای زیستی

بررسی پارامترهای محیطی موثر بر فراوانی کرم‌های خاکزی

سمانه تاجیک[۱*]، شمس الله ایوبی[۲]

[۱] دانش آموخته دکتری گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۲] استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

بی‌مهرگان خاکزی مانند کرم‌های خاکزی از طریق تسهیل کردن فرآیند تجزیه مواد آلی و بقایای ریشه و لاشبرگ‌ها، بهبود بخشیدن به حاصلخیزی و ساختار فیزیکی خاک و همچنین تاثیر بر ترکیب گیاهی، نقش مهمی در چرخه عناصر غذایی و پایداری اکوسیستم ایفا می‌کنند. بدین منظور این مطالعه به بررسی تاثیر پارامترهای محیطی بر فراوانی کرم‌های خاکزی در اراضی جنگلی منطقه شصت کلاته استان گلستان انجام شد. نمونه‌برداری به طریق شبکه‌بندی سیستماتیک تصادفی از ۱۵۳ نقطه و از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متر توسط قاب فلزی با ابعاد ۱۰×۱۰×۱۰ سانتی‌متر انجام گرفت. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان دادند که فراوانی کرم‌های خاکزی به طور معنی‌داری تحت تاثیر پارامترهای محیطی می‌باشند. ویژگی‌های خاک شامل هدایت الکتریکی، کربن آلی، نیتروژن کل و تنفس میکروبی همبستگی معنی‌داری با فراوانی کرم‌های خاکزی نشان دادند. همچنین پارامترهای توپوگرافی و شاخص پوشش گیاهی بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای، می‌توانند به طور معنی‌داری فراوانی کرم‌های خاکزی را تحت تاثیر قرار بدهند. البته احتمالا تاثیر پارامترهای توپوگرافی بر فراوانی کرم‌های خاکزی به صورت غیر خطی می‌باشد که پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده بیشتر مورد بررسی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: ویژگی‌های خاکی، پارامترهای توپوگرافی،همبستگی، آنالیز مولفه‌های اصلی

مقدمه

خاک‌ها نتیجه روابط پیچیده بین اقلیم، گیاهان، جانوران، ترکیب و ساختار مواد مادری، توپوگرافی و نهایتا سن عوارض زمین می‌باشد. ارتباط‌های گسترده‌ای بین ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک وجود دارد که فرآیندهای موجود در خاک را کنترل می‌کنند و با تغییرات زمانی و مکانی خاک مرتبط هستند (Baretta و همکاران ۲۰۱۴). ارزیابی این متغیرهای محیطی یکی از مهم‌ترین راه‌های بررسی شرایط مدیریتی و کیفیت سیستم جنگل می‌باشد.

جانوران خاکزی شامل شاخه‌های زیاد و متنوعی در خاک هستند که ویژگی‌های تاکسونومی، جزئیات طبیعت تاریخی و بیولوژیک آن ها ناشناخته است. بی‌مهرگان خاکزی از طریق تسهیل کردن فرآیند تجزیه مواد آلی و بقایای ریشه و لاشبرگ‌ها، بهبود بخشیدن به حاصلخیزی و ساختار فیزیکی خاک و تاثیر بر ترکیب گیاهی نقش مهمی در چرخه عناصر غذایی و پایداری اکوسیستم ایفا می‌کنند (Bardgett و همکاران، ۲۰۱۳). از آن جایی‌که جانوران خاکزی به تغییرات ویژگی‌های محیطی حساس می‌باشند به عنوان یکی از شاخص‌های مهم در بررسی کیفیت خاک استفاده شده‌اند (بارتا و همکاران ۲۰۱۴). از بین بی‌مهرگان خاکزی (بزرگتر از ۲ میلی‌متر)، کرم‌های خاکی، موریانه‌ها و مورچه‌ها نقش مهمی در کنترل ساختمان خاک ایفا می‌کنند. این بی‌مهرگان به دلیل جمعیت زیاد و فعالیت‌شان در اکوسیستم گرمسیری به عنوان مهندسین خاک شناخته می‌شوند. در مطالعات مختلفی فرض شده است که بی‌مهرگان خاکزی به دلیل تاثیر در نقل و انتقال و ترسیب کربن، تنظیم فعالیت و اجتماع میکروبی، تغییرات مواد غذایی و خاکدانه‌سازی، نقش

*ایمیل نویسنده مسئول: samaneh10941@yahoo.com

مهمی در پویایی اکوسیستم (چرخه عناصر غذایی و نگهداری و حفاظت از ساختار خاک) دارند. کرم‌های خاکی به عنوان مهندسین اکوسیستم شناخته می‌شوند که ساختار فیزیکی خاک محیط خود را تغییر داده، بر جریان انرژی و مواد غذایی در خاک تاثیر می‌گذارند.

به طور کلی، می‌توان بیان نمود که کرم‌های خاکزی به چند طریق باعث تغییر در ساختار خاک میگردند: ۱) کرم‌های خاکی مواد آلی را با ذرات خاک به صورت خاکدانه ترکیب می‌کنند. از آنجایی که مواد آلی خاک به عنوان یک فاکتور اساسی نقشی کلیدی در کنترل منافذ خاک و پایداری خاکدانه‌ها ایفا می کنند ، ترکیب مواد آلی تازه با خاک نقش موثری در ساختار خاک دارد. ۲) کرم‌های خاکی قادر هستند با بلعیدن خاکدانه‌ها منجر به تغییر در ساختار داخلی خاکدانه‌ها و ایجاد خاکدانه‌های بیوژنیک[1] شوند. ۳) کرم‌های خاکی می‌توانند عامل هوادیدگی کانی‌ها باشند. این نقش بی‌مهرگان احتمالا متغیر بوده و بستگی به ویژگی‌های خاک و گونه کرم‌های خاکی دارد (Mujinya و همکاران ۲۰۱۱).

گونه‌های گیاهی و حیوانی در محدوده اکولوژیک خود با یکدیگر و و محیطشان در ارتباط متقابل هستند. بنابراین در بررسی پاسخ یک گونه به تغییرمحیطی و تاثیر آن بر اکوسیستم، باید تمامی روابط متقابل درنظر گرفته شود. همچنین تعیین فاکتورهای موثر بر جانوران خاکزی از جمله نخستین پارامترهای اصلی در بررسی مدیریت می‌باشند. فراوانی کرم‌های خاکزی متاثر از فاکتورهای متعددی می‌باشد که نگهداری و یا انقراض آن ها را کنترل می‌کنند. از آن جایی که این فاکتورها در مقیاس های مکانی و زمانی مختلفی عمل می‌کنند، بنابراین فرایندهای اکولوژیکی بستگی به مقیاس زمانی و مکانی دارند و دارای ساختار پیچیده‌ای هستند. از سوی دیگر، به دلیل آن که اجتماع بی‌مهرگان خاکزی مانند کرم‌های خاکزی به مقدار زیادی توسط ویژگی‌های محیطی تعیین می‌شوند، فاکتور موثری برای بررسی اکوسیستم می‌باشند. بنابراین اطلاع از چگونگی فاکتورهای موثر بر جانوران خاکزی مانند کرم‌های خاکزی نه تنها به ما این امکان را می‌دهد که قدرت تاثیر تغییرات محیطی آینده بر آن ها را پیش‌بینی کنیم بلکه امکان ارزیابی درست و احیاء آن ها را هم فراهم می‌کند(Bardgett و همکاران، ۲۰۱۳).

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری

منطقه مورد مطالعه شامل جنگل آموزشی پژوهشی منطقه شصت کلاته شهر گرگان دراستان گلستان است. این منطقه در شیب شمالی کوه-های البرز واقع شده است. که به صورت شرقی- غربی در امتداد دریای خزر قرار دارد. ارتفاع این منطقه کوهستانی از سطح دریا بین ۲۸۰ تا ۷۰۶ متر متغیر است. متوسط بارندگی سالیانه این منطقه از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴، به مقدار ۵۲۵/۸ میلی‌متر است که بین ۳۴۶ تا ۷۲۴ میلی متر تغییر کرده است.

برای انجام این تحقیق، نمونه‌برداری به طریق شبکه‌بندی سیستماتیک تصادفی از ۱۵۳ نقطه در جنگل سری یک با ماده مادری لسی صورت گرفت. موقعیت محل پلات‌های نمونه‌برداری توسط GPS شناسایی شدند. در فصل بهار (اردیبهشت ماه) در هر پلات از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متر توسط قاب فلزی با ابعاد ۱۰×۱۰×۱۰ سانتی‌متر با استفاده از روش حاصلخیزی و بیولوژی خاک‌های مناطق گرمسیری (TSBF method) نمونه مرکب (سه تکرار) تهیه گردید. پس از انتقال نمونه‌های تهیه شده به آزمایشگاه و قبل از خشک شدن و ازدست رفتن رطوبت خاک، به منظور جداسازی کرم‌های خاکی از روش جداسازی با دست استفاده شد. در این روش ابتدا نمونه‌های خاک با وزن مشخصی روی یک سطح صاف پهن شدند سپس توسط چراغ مطالعه سطح نمونه کاملا روشن گردید و با استفاده از قلمو و گیره کوچک نمونه‌های کرم‌های خاکی جدا شدند و در الکل ۹۶٪ قرار داده شدند.

آنالیزهای آزمایشگاهی

نمونه‌های خاک تهیه شده از عمق ۰-۱۰ سانتی‌متری پس از جداسازی بی‌مهرگان، هوا خشک شدند و پس عبور از الک ۲ میلی‌متر آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی به شرح زیر در آن ها انجام گرفت: اسیدیته و هدایت الکتریکی توسط دستگاه pH متر و EC متر در عصاره ۱: ۲/۵ خاک به آب، نیتروژن کل خاک به روش کلدال (TN)،کربن آلی به روش والکلی بلک (OC)،کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی (CCE)، ذرات

1- Biogenic aggregates

تشکیل دهنده بافت خاک شامل شن (Sand)، سیلت (Silt)، رس(Clay) توسط روش هیدرومتر و تنفس میکروبی (Resp) به روش تیتراسیون در نمونه‌های مورد مطالعه اندازه‌گیری شدند.

استخراج متغیرهای کمکی

به منظور محاسبه پارامترهای توپوگرافی، شاخص‌های گیاهی و دمای سطح زمین از نقشه DEM و تصاویر ماهواره‌ای لندست[1] ۸ در نرم افزار ArcGIS (version 10.1) و SAGA GIS (version 1.3.) استفاده گردید وپارامترهای زیر بدست آمدند.

۱. سایه‌اندازی[2] (Hillshading) اندازه‌گیری زاویه بین سطح و نور ورودی که برحسب ردایان محاسبه می‌گردد. ۲. شیب (Slope)، ۳. جهت شیب[3] (Aspetc): جهت بیشترین نرخ تغییر ارتفاع در هر سلول نقشه DEM است و نشان‌دهنده جهت جریان مواد است. ۴. فاکتور طول شیب[4] (LS): یک تابع از طول یک قطعه شیب و سینوس زاویه شیب است و تعیین کننده حمل و نقل تقریبی رسوبات و نیروهای فرسایشی است. ۵. ارتفاع (DEM): که مقدار ارتفاع از سطح دریا را بیان می‌کند. ۶. شاخص رطوبت[5] (WI): حد جریان تجمعی در حوضه آبریز را در ارتباط با مقدار شیب بیان می‌کند.

همچنین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ شاخص‌های گیاهی زیر محاسبه گردیدند:

شاخص اختلاف نرمال شده گیاهی[6] (NDVI):

$$NRVI= ((RVI-1))/((RVI+1)) \quad (۱-۱)$$

دمای سطح زمین[7] (LST): با استفاده از نقشه NDVI، باندهای ۱۰ و ۱۱ (باندهای حرارتی) لندست ۸ بدست می‌آیند.

تجزیه و تحلیل‌های آماری

بعد از انجام تجزیه‌های آزمایشگاهی، بدست آوردن فراوانی کرم‌های خاکزی و استخراج پارامترهای توپوگرافی، اطلاعات آماری توسط نرم افزار R تجزیه وتحلیل شدند. ضرایب همبستگی اسپیرمن محاسبه‌گردید. همچنین به منظور تعیین و بررسی ارتباط بین پارامترهای توپوگرافی، شاخص گیاهی، ویژگی‌های خاک، فراوانی کرم‌های خاکزی و میزان تاثیر آنها بر یکدیگر از آنالیز مولفه‌های اصلی استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان دادند که همبستگی معنی‌داری بین فراوانی کرم‌های خاکزی با هدایت الکتریکی (۰/۲۰- ;P <۰/۰۵)، کربن آلی (۰/۲۳- ;P <۰/۰۱)، نیتروژن کل (۰/۲۸- ;P <۰/۰۱) و تنفس میکروبی (۰/۱۸- ;P <۰/۰۵) وجود دارد (جدول ۱). همبستگی بین فراوانی بی‌مهرگان و فاکتورهای خاکی مختلف، اغلب به منظور نشان دادن تفاوت کیفیت خاک استفاده شده‌اند. ادوگنا و ابگز (۲۰۱۵) نشان دادند که همبستگی تغییرات ویژگی‌های خاک به شدت تحت تاثیر پارامترهای بیرونی مانند نوع مدیریت و کاربری زمین می‌باشند. بنابراین با توجه به نتایج همبستگی، می‌توان بیان کرد که ویژگی‌های خاک می‌توانند توضیح خوبی در زمینه پراکنش جانوران خاکزی باشند. همچنین فراوانی کرم‌های خاکزی تحت تاثیر منابع غذایی دردسترس جانوران، کربن آلی و نیتروژن کل می‌باشند (Dunxiao و همکاران ۱۹۹۹).

همچنین نتایج آنالیز همبستگی بین فراوانی کرم‌های خاکزی و پارامترهای توپوگرافی نشان دادند که هیچ گونه همبستگی خطی بین پارامترهای توپوگرافی و فراوانی کرم‌های خاکزی وجود ندارد و تنها شاخص پوشش گیاهی NDVI، همبستگی معنی‌داری با فراوانی کرم‌های خاکزی (۰/۲۲- ;P <۰/۰۱) نشان دادند. کابلنتز و رایترز (۲۰۰۴) بیان کردند که همبستگی خطی ضعیفی بین توپوگرافی و تنوع زیستی وجود دارد و احتمالا ارتباط آن ها به صورت غیر خطی می‌باشد.

1- Landsat 8
2- Analytical hill shading
3- Slope aspect
4- slope-length factor
5- Wetness Index
6- Normalized Difference Vegetation Index
7- Land surface temperature

بر طبق نتایج، هدایت الکتریکی خاک همبستگی مثبتی با فراوانی و غنای بی‌مهرگان خاکزی در هر دو عمق داشته است. این نتایج مطابق با نتایج بدست آمده از دیگر مطالعات است و می‌توان به افزایش عناصر غذایی خاک با افزایش هدایت الکتریکی نسبت داد (Stenchly و همکاران ۲۰۱۷) که در نهایت منابع مواد غذایی بیشتری در دسترس جانوران خاکزی قرار می‌دهند. کربن آلی به دلیل آن که نقش موثربیر منابع غذایی جانداران خاکزی دارد، از ارتباط معنی‌داری با آن ها می‌باشد. مطالعات مختلفی به بررسی ارتباط بین کربن آلی و جانوران خاکزی پرداخته‌اند. این مطالعات نشان دادند که از یک سو جانوران خاکزی نقش موثری در تجزیه لاشبرگ و مواد آلی خاک دارند و از طرف دیگر کربن آلی به عنوان یک منبع غذایی اصلی برای جانوران خاکزی بوده است (Mueller و همکاران ۲۰۱۶).

همبستگی معنی‌دار بین تنفس میکروبی با فراوان و تنوع زیستی بی‌مهرگان خاکزی را می‌توان به تاثیر مستقیم بی‌مهرگان خاکزی مانند کرم‌های خاکی در تنفس میکروبی خاک نسبت داد. به طوری که محققین نشان دادند که در خاک‌های محتوی جانوران خاکزی بیشترین مقدار تنفس میکروبی انجام می‌گیرد (Ṣandor و همکاران ۲۰۱۵). علاوه بر این، برخی بی‌مهرگان خاکزی از طریق تغذیه از جامعه میکروبی خاک و رها سازی مواد غذایی ذخیره شده در زیست توده آن ها، با تنفس میکروبی خاک مرتبط می‌باشند.

جدول ۱. همبستگی بین ویژگی‌های خاک و فراوانی کرم‌های خاکزی

متغیر	فراوانی کرم‌های خاکزی	pH	هدایت الکتریکی	کربنات کلسیم معادل	کربن آلی	نیتروژن کل	رس	سیلت	شن	تنفس میکروبی
فراوانی کرم‌های خاکزی	۱/۰۰	۰/۱۴	۰/۲۰*	-۰/۰۵	۰/۲۳**	۰/۲۸**	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۱۸*
pH	۰/۱۴	۱/۰۰	۰/۶۴**	۰/۵۲**	۰/۲۳**	۰/۲۴**	۰/۱۴*	-۰/۳۱**	۰/۱۳	۰/۱۱
هدایت الکتریکی	۰/۲۰*	۰/۶۴**	۱/۰۰	۰/۳۴**	۰/۵۹**	۰/۵۵**	۰/۲۰*	-۰/۲۶**	۰/۰۷	۰/۵۴**
کربنات کلسیم معادل	-۰/۰۴	۰/۵۲**	۰/۳۴**	۱/۰۰	۰/۲۰*	۰/۰۹	۰/۰۳	-۰/۲۷**	۰/۲۳**	۰/۰۷
کربن آلی	۰/۲۳**	۰/۲۳**	۰/۵۹**	۰/۲۰*	۱/۰۰	۰/۷۶**	۰/۲۸**	-۰/۳۸**	۰/۲۳**	۰/۶۰**
نیتروژن کل	۰/۲۸**	۰/۲۴**	۰/۵۵**	۰/۰۹	۰/۷۶**	۱/۰۰	۰/۱۴	-۰/۳۳**	۰/۳۲**	۰/۶۵**
رس	۰/۰۰	۰/۱۴	۰/۲۰*	۰/۰۳	۰/۲۸**	۰/۱۴	۱/۰۰	-۰/۵۳**	-۰/۳۶**	۰/۰۷
سیلت	۰/۰۰	-۰/۳۱**	-۰/۲۶**	-۰/۲۷**	-۰/۳۸**	-۰/۳۳**	-۰/۵۳**	۱/۰۰	-۰/۵۰**	-۰/۲۳**
شن	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۲۳**	۰/۲۳**	۰/۳۲**	-۰/۳۶**	-۰/۵۰**	۱/۰۰	۰/۲۶**
تنفس میکروبی	۰/۱۸*	۰/۱۱	۰/۵۴**	۰/۰۷	۰/۶۰**	۰/۶۵**	۰/۰۷	-۰/۲۳**	۰/۲۶**	۱/۰۰

*و**: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج درصد و یک درصد.

جدول ۲. همبستگی بین پارامترهای توپوگرافی و فراوانی کرم‌های خاکزی

متغیر	فراوانی کرم‌های خاکزی	Hillshading	Aspect	Elevation	slope	WI	NDVI	LST
فراوانی کرم‌های خاکزی	۱/۰۰	۰/۰۵	-۰/۰۷	۰/۰۲	-۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۲۲**	-۰/۰۱
Hillshading	۰/۰۵	۱/۰۰	-۰/۷۴**	۰/۱۲	۰/۱۶*	-۰/۱۲	-۰/۰۶	۰/۰۷
Aspect	-۰/۰۷	-۰/۷۴**	۱/۰۰	۰/۰۰	-۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۴	-۰/۱۲
Elevation	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۰۰	۱/۰۰	۰/۳۰**	-۰/۳۲**	-۰/۱۰	-۰/۸۳**
slope	-۰/۰۵	۰/۱۶*	-۰/۰۲	۰/۳۰**	۱/۰۰	-۰/۵۵**	۰/۰۰	-۰/۲۲**
WI	۰/۰۴	-۰/۱۲	۰/۰۸	-۰/۳۲**	-۰/۵۵**	۱/۰۰	۰/۰۲	۰/۲۰*
NDVI	۰/۲۲**	-۰/۰۶	۰/۰۴	-۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۲	۱/۰۰	۰/۱۸*
LST	-۰/۰۱	۰/۰۷	-۰/۱۲	-۰/۸۳**	-۰/۲۲**	۰/۲۰*	۰/۱۸*	۱/۰۰

*و**: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج درصد و یک درصد.

به منظور بررسی چگونگی ارتباط خطی بین پارامترها محیطی با فراوانی کرم‌های خاکزی و همچنین تعیین تاثیرگذارترین پارامترهای محیطی بر فراوانی کرم‌های خاکزی، از آنالیز مولفه‌های اصلی استفاده گردید. نتایج (شکل۱، جدول ۳) نشان دادند که اولین و دومین مولفه اصلی ایجاد شده، به صورت

تجمعی قادر به توجیه حدود ۵۶ درصد از تغییرات هستند. هدایت الکتریکی، کربن آلی، نیتروژن کل و بافت خاک مهم‌ترین پارامترهای خاکی در توجیه واریانس بوده‌اند. همچنین دمای سطح زمین (LST)، شاخص رطوبت (WI) و شاخص پوشش گیاهی (NDVI) از جمله موثرترین پارامترها در فراوانی کرم‌های خاکزی در منطقه مورد مطالعه بوده‌اند.

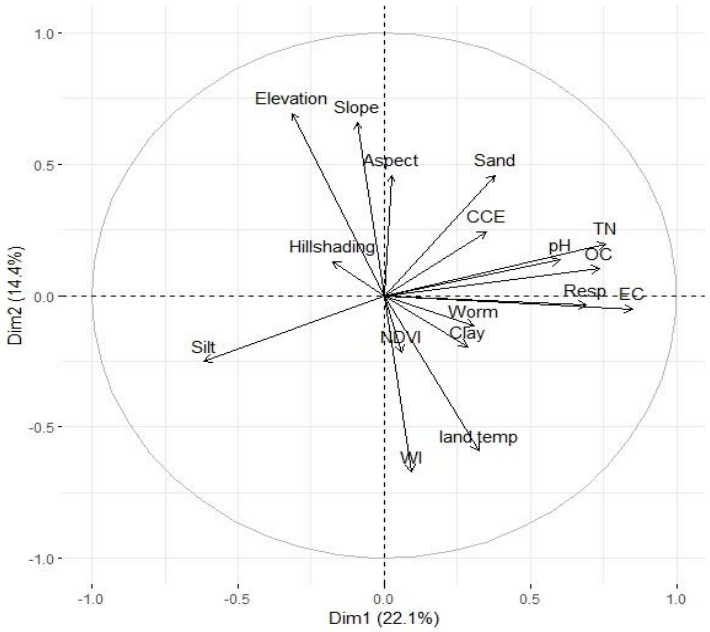
بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان بیان نمود که پارامترهای توپوگرافی و شاخص پوشش گیاهی بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای، می‌توانند به طور معنی‌داری فراوانی کرم‌های خاکزی را تحت تاثیر قرار بدهند. بعلاوه، ویژگی‌های خاک به تنهایی قادر به توجیه و تفسیر تغییرات آن ها نیستند. پانج (۱۹۹۹) بیان کرد که بی‌مهرگان خاکزی مانند کرم‌های خاکی که فعالیت‌هایی مانند حفاری در خاک را انجام می‌دهند، به طور معنی‌داری تحت تاثیر توزیع اندازه ذرات خاک، تراکم خاک، اسیدیته و فشار اکسیژن می‌باشند.

مطالعات مختلفی نشان دادند که عناصر غذایی خاک، کربن و نیتروژن زیست توده میکروبی و تنفس میکروبی از جمله پارامتر هایی در خاک هستند که تحت تاثیر دما و رطوبت خاک می‌باشند (He و همکاران ۲۰۱۶). نهایتا، دما و رطوبت خاک می‌توانند کربن آلی خاک و جانوران خاک را کنترل کنند. جاوهار و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که دما، مقدار کربن آلی و رطوبت خاک می‌توانند به صورت مستقیم بر جانوران خاکزی تاثیر داشته باشند. همچنین آن ها می‌توانند به صورت غیر مستقیم از طریق تاثیر بر ویژگی‌های خاک، پراکنش آن ها را کنترل کنند. علاوه بر این، رطوبت و دما می‌توانند از طریق تاثیر بر منابع غذایی پراکنش آنها در خاک را کنترل کنند. گانگالسکی و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که فرآیندهای تغذیه‌ای جانوران خاکزی مرتبط با رطوبت و دما می‌باشد. گیاهان به طور مستقیم از طریق کمیت و کیفیت لاشبرگ و ترشحات و بقایای ریشه‌ای بر پراکنش، فراوانی و تنوع جانوران خاکزی تاثیر می‌گذارند. همچنین گیاهان به طور غیر مستقیم از طریق تاثیر بردمای خاک، رطوبت، هدایت الکتریکی ، اسیدیته، کربن آلی و نیتروژن خاک پراکنش، فراوانی و تنوع آن ها را کنترل می‌کنند.

علاوه بر این، با توجه به آن که فراوانی کرم‌های خاکزی مرتبط با شرایط محیطی ایجاد شده حاصل از اثر متقابل بین ویژگی‌های خاک، رطوبت خاک و دمای سطح زمین می‌باشد. می‌توان خلاصه نمود که این اثرات متقابل تغییرات پیچیده‌ای در پارامترهای محیطی ایجاد می‌کنند. از این رو برای بررسی دقیق روابط و فراوانی کرم‌های خاکزی نیاز به مدل‌های غیر خطی و پیشرفته‌تر می‌باشد.

جدول ۳- نتایج آنالیز مولفه‌های اصلی برای مولفه‌های اصلی مهم

PCA	واریانس	واریانس توجیه شده٪	واریانس تجمعی٪
PC1	۳/۶۳	۳۶/۳۰	۳۶/۳۰
PC2	۱/۹۶	۱۹/۶۳	۵۵/۹۳
PC3	۱/۳۴	۱۳/۴۵	۶۹/۳۷
PC4	۱/۰۸	۱۰/۷۷	۸۰/۱۴



شکل ۱. آنالیز مولفه های اصلی مهم‌ترین پارامترها

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که فراوانی کرم‌های خاکزی به طور معنی‌داری تحت تاثیر پارامترهای محیطی می‌باشند. ویژگی‌های خاک شامل هدایت الکتریکی، کربن آلی، نیتروژن کل و تنفس میکروبی همبستگی معنی‌داری با فراوانی کرم‌های خاکزی نشان دادند در حالی که پارامترهای توپوگرافی همبستگی معنی‌داری با فراوانی کرم‌های خاکزی ندارند و تنها شاخص پوشش گیاهی ارتباط مثبت و معنی‌داری با آنها دارند. همچنین نتایج آنالیز مولفه‌های اصلی نشان دادند که پارامترهای توپوگرافی و شاخص پوشش گیاهی بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای، می‌توانند به طور معنی‌داری فراوانی کرم‌های خاکزی را تحت تاثیر قرار بدهند. بعلاوه، ویژگی‌های خاک به تنهایی قادر به توجیه و تفسیر تغییرات آنها نیستند. از آنجایی‌که کربن آلی، نیتروژن و تنفس میکروبی از مهم‌ترین پارامترهای بیان کننده منابع غذایی در دسترس جانداران خاکزی می‌باشند، بنابراین می‌توان خلاصه نمود احتمالا تاثیر پارامترهای توپوگرافی بر فراوانی کرم های خاکی به صورت غیر مستقیم و از طریق تاثیر بر ویژگی‌های خاک می‌باشد.

منابع

1. Abegaz, A. and Adugna, A. 2015. Effects of soil depth on the dynamics of selected soil properties among the highlands resources of Northeast Wollega, Ethiopia: are these sign of degradation? Solid Earth Discuss. 7: 2011–2035.
2. Bardgett, R. D., Herrick, J. E., Six, J., Jones, T. H., Strong, D. R. and Putten, W. H. van der. 2013. Soil Ecology and Ecosystem Services. (Wall, D. H. (Ed.)). oxford university press.
3. Baretta, D., Luise, M., Bartz, C., Fachini, I., Anselmi, R., Zortéa, T., Duarte, C. R. and Baretta, M. 2014. Soil fauna and its relation with environmental variables in soil management systems. Rev. Ciência Agronômica 45: 871–879.
4. Coblentz, D. D. and Riitters, K. H. 2004. Topographic controls on the regional-scale biodiversity of the south-western USA. J. Biogeogr. 31: 1125–1138.
5. Dunxiao, H., Chunru, H., Yaling, X., Banwang, H., Liyuan, H. and Paoletti, M. G. 1999. Relationship between soil arthropods and soil properties in a suburb of Qianjiang City, Hubei, China. CRC. Crit. Rev. Plant Sci. 18: 467–473. 6. Gongalsky, K. B., Persson, T. and Pokarzhevskii, A. D. 2008. Effects of soil temperature and moisture on the feeding activity of soil animals as determined by the bait-lamina test. Appl. Soil Ecol. 39: 84–90.
7. He, X., Hou, E., Liu, Y. and Wen, D. 2016. Altitudinal patterns and controls of plant and soil nutrient concentrations and stoichiometry in subtropical China. Sci. Rep. 6: 24261.
8. Jawaheer, Z., Singh, H. and Ganeshan, S. 2015. Effect of Soil Parameters on the Distribution of Soil Fauna from Roadside Trees at Three Elevations in Mauritius. Entomol. Ornithol. Herpetol. Curr. Res. 04: 1.
9. Mueller, K. E., Eisenhauer, N., Reich, P. B., Hobbie, S. E., Chadwick, O. A., Chorover, J., Dobies, T., Hale, C. M., Jagodziński, A. M., Kałucka, I., Kasprowicz, M., Kieliszewska-Rokicka, B., Modrzyński, J., Roz˙en, A., Skorupski, M., Sobczyk, Ł., Stasińska, M., Trocha, L. K., Weiner, J., Wierzbicka, A. and Oleksyn, J. 2016. Light, earthworms, and soil

resources as predictors of diversity of 10 soil invertebrate groups across monocultures of 14 tree species. Soil Biol. Biochem. 92: 184–198.

10. Mujinya, B. B., Mees, F., Boeckx, P., Bodé, S., Baert, G., Erens, H., Delefortrie, S., Verdoodt, A., Ngongo, M. and Van Ranst, E. 2011. The origin of carbonates in termite mounds of the Lubumbashi area, D.R. Congo. Geoderma 165: 95–105.
11. Muys, B. and Lust, N. 1992. Inventory of the earthworm communities and the state of litter decomposition in the forests of Flanders, Belgium, and its implications for forest management. Soil Biol. Biochem. 24: 1677–1681.
12. Ponge, J.-F. 1999. Interaction between soil fauna and their environment. In: Going underground: ecological studies in forest soils. Research Signpost. pp. 45–76.
13. Şandor, V., Vidican, R., Stoian, V., Sfechiş, S. and Pustai, P. M. 2015. The effect of soil fauna and fertilizers on soil respiration. Res. J. Agric. Sci. 47: 194–199.
14. Stenchly, K., Dao, J., Lompo, D. J.-P. and Buerkert, A. 2017. Effects of waste water irrigation on soil properties and soil fauna of spinach fields in a West African urban vegetable production system. Environ. Pollut. 222: 58–63.

Topic for submission: Soil Biology and Biofertilizers

The effect of environmental parameters on the frequency of soil worms

Tajik[*1], S., Ayoubi[2], Sh.

[1] Ph. D., Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran,
[2] Prof., Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran,

Abstract

Soil invertebrates like earthworms play an important role in the nutritional cycle and sustainability of the ecosystem by facilitating the process of decomposition of organic matter and debris of roots and litters, improving the fertility and physical structure of the soil. The aim of this study was to investigate the effect of environmental parameters on the frequency of soil worms in forest lands in the Shast Kalateh area of Golestan province. Systematic random sampling was carried out at 153 point from 0 to 10 cm depth by a metal frame with dimensions 10 × 10 × 10 cm. The results of this study showed that the frequency of soil worms is significantly affected by environmental parameters. Soil properties including electrical conductivity, organic carbon, total nitrogen and microbial respiration indices obtained from satellite images can significantly affect the amount of soil worms. The effect of topographic parameters on the frequency of soil worms probably is nonlinear, which is suggested to be further investigated in future studies.

Keywords: Soil properties, topographic parameters, correlation, principal component analysis.

[*] Corresponding author, Email: samaneh10941@yahoo.com