

واکنش گروه‌های کرم‌های خاک سطحی به تغییرپذیری مشخصه‌های اکولوژیکی یک جنگل پهن‌برگ

فائزه سادات طریقت^۱، یحیی کوچ^{۲*}، سید محسن حسینی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۱۴)

چکیده

کرم‌های خاکی به‌عنوان مهم‌ترین مهندسین اکوسیستم خاک‌های جنگلی قلمداد می‌شوند. پژوهش حاضر جهت بررسی واکنش گروه‌های کرم‌های خاکی (اپی‌ژئیک، آنسئیک و اندوژئیک) در لایه سطحی خاک به تغییرپذیری مشخصه‌های اکولوژیکی (کربن لاشبرگ، نیتروژن لاشبرگ، نسبت C/N لاشبرگ، کربن خاک، نیتروژن خاک، نسبت C/N خاک، محتوی رطوبت و pH) پارک جنگلی نور صورت گرفت. جهت انجام تحقیق حاضر، چهار گونه توسکا قشلاقی، سفیدپلت، اوجا و انجیلی انتخاب و نمونه‌برداری لاشبرگ و خاک در زیر تاج درخت در میکروقطعه نمونه (۳۰ × ۳۰ و عمق ۱۵ سانتی‌متری) انجام پذیرفت. همزمان با نمونه‌برداری، کرم‌های خاکی بصورت جداگانه، کامل و به روش دست‌چین کردن از خاک جدا شده و زیتوده هر یک در محیط آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. مطابق با نتایج، خاک تحتانی گونه توسکا، بیش‌ترین فراوانی (۰/۳ تعداد در متر مربع) و زیتوده (سه میلی‌گرم در متر مربع) اپی‌ژئیک‌ها و بیش‌ترین فراوانی (۱/۴ تعداد در متر مربع) و زیتوده (۱۴ میلی‌گرم در متر مربع) اندوژئیک‌ها را به خود اختصاص داده بود. در خاک تحتانی گونه انجیلی، کرم‌های خاکی اپی‌ژئیک و اندوژئیک مشاهده نشد. همچنین، کمترین حضور (۰/۵ تعداد در متر مربع) و زیتوده (۰/۵ میلی‌گرم در متر مربع) آنسئیک‌ها در خاک تحتانی گونه انجیلی مشاهده شد. نتایج این تحقیق بیانگر تأثیر مثبت گونه درختی توسکا قشلاقی، بواسطه محتوی نیتروژن زیاد لاشبرگ، بر شاخص بیولوژیکی کیفیت خاک بوده که می‌تواند جهت احیای مناطق تخریب‌یافته سطوح شمالی کشور مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: لاشبرگ، خاک، نسبت کربن به نیتروژن، رطوبت، pH.

سادات طریقت ف.، کوچ ی.، حسینی س.م. ۱۳۹۸. واکنش گروه‌های کرم‌های خاک سطحی به تغییرپذیری مشخصه‌های اکولوژیکی یک جنگل پهن‌برگ. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۷ شماره ۱. ص: ۴۴-۵۳.

۱- دانشجوی دکتری علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان

۲- استادیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت‌مدرس (مکاتبه‌کننده)

۳- استاد گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت‌مدرس

*پست الکترونیک: yahya.kooch@modares.ac.ir

مقدمه

گردانند. مواد مزبور یک نوع کمپلکس آلی- معدنی است که بر حاصل‌خیزی خاک اثر مثبت داشته و برای تمایز پروفیل‌ها و نیز تشخیص تیپ خاک‌های هوموس‌دار کلید مؤثری می‌باشند (Jafari & Sarmadian, 2011). از آن- جایی که کرم‌های خاکی برای فعالیت نیاز به کیفیت خوب خاک دارند، به عنوان شاخص‌های با ارزش کیفیت خاک در نظر گرفته می‌شوند، بطوری که تراکم و زیتوده آن‌ها متأثر از شرایط اکولوژیکی رویشگاه می‌باشد (Sigurdsson & Gudleifsson, 2013).

پوشش‌های درختی با تغییر در ویژگی‌های خاک از طریق تفاوت در کمیت و کیفیت شیمیایی لاشبرگ، مواد آلی، نسبت کربن به نیتروژن، رطوبت و اسیدیته خاک، فراوانی و ساختار جمعیت کرم خاکی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Schwarz *et al.*, 2015). در پژوهشی، سارلو (Sarlo, 2006) مشاهده کرد که زیتوده کرم‌های خاکی در بخش تحتانی گونه‌های درختی مختلف بسیار متغیر است که این تغییرات ناشی از کیفیت لاشبرگ‌ها و تغییرپذیری مشخصه‌های خاک می‌باشد. همچنین، اسمیس و همکاران (Smith *et al.*, 2008) در بررسی خود، به تأثیر گونه‌های درختی بر جمعیت کرم‌های خاکی اشاره داشته‌اند. یافته‌های صیاد و همکاران (Sayyad *et al.*, 2010) در جنگل‌کاری‌های مختلف نشان داد که نیتروژن خاک می‌تواند عامل مهمی بر حضور و فعالیت کرم‌های خاکی باشد. مطابق با پژوهش پالم و همکاران (Palm *et al.*, 2013)، گروه اکولوژیک اپی‌ژئیک کرم‌های خاکی بیشتر متأثر از عوامل فیزیوگرافی رویشگاه بوده، در حالی که جمعیت و فعالیت اندوژئیک‌ها متأثر از ویژگی مختلف خاک می‌باشند. در یک بررسی، مقیمیان و کوچ (Moghimian & Kooch, 2013) اشاره داشتند که مشخصه‌های رطوبت و pH خاک مؤثرترین عوامل بر تغییرپذیری جمعیت گروه‌های اکولوژیک اپی‌ژئیک، آنسئیک و اندوژئیک در رویشگاه جنگلی ممرز می‌باشند. اپی‌ژئیک‌ها و آنسئیک‌ها بیش‌تر در لایه بالایی خاک و اندوژئیک‌ها در لایه‌های پایین‌تر خاک فعالیت داشته‌اند. مطابق با مطالعه کوچ و همکاران (Kooch *et al.*, 2017) حضور گونه‌های درختی مختلف می‌تواند اثرات متفاوتی بر جمعیت گروه‌های اکولوژیک کرم‌های خاکی داشته باشد. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که استقرار گونه درختی ممرز در یک اکوسیستم آمیخته جنگلی می‌تواند بواسطه

درختان از طریق تأثیر بر ساختار فیزیکی و میزان ورودی لاشبرگ، مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این گونه‌های درختی با توجه به وسعت تاج‌پوشش و میزان رویش خود، مقادیر متفاوتی از لاشبرگ را با کیفیت‌های متنوع تولید می‌کنند (Burton *et al.*, 2007). ترکیب شیمیایی شاخ و برگ درختان بستگی به نوع گونه درختی و رویشگاه داشته و ترکیبات شیمیایی لاشبرگ‌های آن‌ها نیز متفاوت خواهد بود، در این میان نسبت کربن به نیتروژن می‌تواند شاخص مناسبی برای تعیین کیفیت لاشبرگ باشد که این نسبت در گونه‌های درختی مختلف بسیار متفاوت می‌باشد (Cardelus *et al.*, 2009). درختان از طریق تولید اسیده‌های آلی در برگ می‌توانند بر اسیدیته خاک اثر زیادی گذاشته و بسته به نوع گونه درختی، اسیدیته خاک را تغییر دهند (Bakhshipour *et al.*, 2012). همچنین گونه‌های درختی می‌توانند با توجه به الگوی ساقاب و تاج- بارش متفاوتی که دارند در تغییرپذیری محتوی رطوبت خاک در بخش تحتانی گونه‌های درختی بسیار اثرگذار باشند (Sansoulet *et al.*, 2008). درختان مشخصه‌های زیستی خاک را نیز تغییر می‌دهند که در میان آن‌ها، کرم- های خاکی به دلیل نقش فعال خود در حاصل‌خیز کردن خاک‌های جنگلی حائز اهمیت هستند (Marvie, 2011).

گونه‌های کرم‌های خاکی از نظر اکولوژیکی به سه گروه اپی‌ژئیک، آنسئیک و اندوژئیک طبقه‌بندی می‌شوند. اپی-ژئیک‌ها در سطح خاک زندگی می‌کنند و لانه دائمی ندارند (Lubbers *et al.*, 2015). کرم‌های خاکی آنسئیک از لاشبرگ تازه در سطح خاک تغذیه می‌کنند ولی لانه- های خود را در لایه‌های معدنی زیر سطح خاک ایجاد کرده و تمایل به حرکت در آن مکان‌ها را دارند، در حالی- که اندوژئیک‌ها در خاک‌های عمقی زندگی می‌کنند و با حفظ حرکت خود در لایه‌های زیرین خاک، از مواد آلی در لایه‌های پایینی استفاده می‌کنند (Laossi *et al.*, 2010). کرم‌های خاکی تأثیر مستقیم بر سرعت تجزیه لاشریزه‌ها داشته و علاوه بر این با تأثیر بر فعالیت میکروبی خاک، سرعت تجزیه آن‌ها را افزایش می‌دهند (Dechaine *et al.*, 2005). کرم‌های خاکی اجزای خاک را تغذیه و پس از گذراندن از لوله گوارشی، آن‌ها را مجدداً به خاک بر می-

درختی ۱۰ درخت سالم در یک کلاسه قطری یکسان انتخاب گردید. در زیر هر تک درخت جنگلی عمل نمونه برداری خاک و لاشبرگ در راستای شمالی انجام پذیرفت. نمونه برداری زیر تاج درخت در میکروقطعه نمونه (۳۰ × ۳۰ و عمق ۱۵ سانتی متری) صورت گرفت (Kooch *et al.*, 2017). مقدار کربن آلی لاشبرگ به روش احتراق، نیلسون و همکاران (Nilsson *et al.*, 1999)، مورد اندازه گیری قرار گرفت. به منظور سنجش نیتروژن لاشبرگ ابتدا نمونه ها را معدنی کرده و سپس با عمل تقطیر میزان ازت کل به روش برمنر و مولوانی، (Bremner & Mulvaney, 1982) محاسبه شد. نمونه های خاک در فضای باز خشک شدند و خاک حاصله خرد و از الک دو میلی متری عبور داده شد. رطوبت خاک به روش توزین، اسیدیته (واکنش) به روش پتانسیومتری از طریق دستگاه pH متر الکتریکی، کربن آلی به روش والکلی بلاک و ازت کل به روش کجلدال در محیط آزمایشگاه اندازه گیری شد (Jafari Haghghi, 2003). همزمان با نمونه برداری خاک، کرم های خاکی نیز به صورت جداگانه، کامل و به روش دست چین کردن از خاک جدا و به سه گروه اپی ژئیک، آنسییک و اندوژئیک دسته بندی شدند (Edwards & Bohlen, 1996). نمونه های جمع آوری شده کرم های خاکی تمیز و شمارش شده، در پاکت های مقوایی قرار گرفتند و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سلسیوس خشک شدند و سپس وزن آن ها به وسیله ترازو تا دقت میلی گرم اندازه گیری شد (Sayyad *et al.*, 2012).

تجزیه و تحلیل داده ها

داده های جمع آوری شده در نرم افزار اکسل به عنوان بانک اطلاعات ذخیره شد. سپس به منظور تجزیه و تحلیل و همچنین مقایسه داده ها، ابتدا نرمالیت آن ها با آزمون کولموگروف اسمیرنوف و همگنی واریانس با آزمون لون تست گردید. به منظور بررسی وجود تفاوت های آماری معنی دار ($p < 0.05$) مشخصه های لاشبرگ و خاک مورد مطالعه در بین گونه های درختی توسکا قشلاقی، سفیدپلت، اوجا و انجیلی از تجزیه واریانس یکطرفه استفاده و مقایسه میانگین مشخصه ها با آزمون دانکن مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی ارتباط بین تعداد و زیتوده کرم های خاکی و مشخصه های لاشبرگ و

کیفیت مناسب لاشبرگ منجر به افزایش وفور و زیتوده گروه های اکولوژیک اپی ژئیک، آنسییک و اندوژئیک کرم های خاکی گردد. همچنین pH و نسبت کربن به نیتروژن تا حد زیادی فراوانی کرم های خاکی را تحت تأثیر قرار می دهند (Mariappan *et al.*, 2013). هدف از پژوهش حاضر بررسی و مطالعه تغییر پذیری تراکم و زیتوده گروه های مختلف کرم های خاکی در بخش تحتانی گونه های درختی پهن برگ اکوسیستم های جنگلی شمال کشور می باشد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

تحقیق حاضر در عرصه جلگه ای پارک جنگلی نور، با مساحت ۳۲/۱۸ هکتار، واقع در ۵۰ کیلومتری شرق نوشهر و ۵۰ کیلومتری غرب بابلسر با طول جغرافیایی ۴۶° ۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶° ۴۷ شمالی انجام گرفت. این منطقه در تقسیم بندی حوزه های آبخیز شمال کشور در حوزه ۵۰ قرار دارد. بر اساس آمار حاصل از اطلاعات هواشناسی ایستگاه چمستان، میانگین دمای روزانه منطقه مورد مطالعه ۱۶/۱ درجه سلسیوس و میانگین بارندگی سالیانه آن ۸۰۳ میلی متر می باشد. اراضی این منطقه مربوط به عهد کواترنر بوده و جزء آبرفت های جلگه ای محسوب می شوند. این منطقه دارای سنگ مادر با رسوبات آبرفتی و منشا آهکی می باشند. به طور کلی شیب عرصه جنگلی مورد مطالعه کم تر از سه درصد می باشد. خاک این منطقه عمیق بوده و بافت آن سیلتی لومی است. میزان رس در لایه های پایینی خاک این منطقه افزایش داشته اما به طور کلی از بافت متوسط برخوردار است. نسبت کربن به نیتروژن خاک این اراضی بین ۷ تا ۱۷ است که نشان می دهد خاک این منطقه دارای مواد غذایی زیاد، فعالیت زیستی و تجزیه لاشبرگ بالاست. به طور کلی خاک عرصه مورد مطالعه عمیق، خنثی تا قلیایی و غنی از مواد آلی می باشد که نشانگر کیفیت مطلوب این رویشگاه است.

روش نمونه برداری و تجزیه آزمایشگاهی

پس از جنگل گردشی در عرصه مورد نظر، گروه هایی (لکه-هایی) از گونه های پهن برگ خزان کننده بومی جنگل های خزری شامل توسکا قشلاقی، اوجا، سفیدپلت و انجیلی شناسایی شد. جهت انجام پژوهش حاضر، از هر گونه

خاک‌های عمیق‌تر را فراهم می‌کند (Capelle *et al.*, 2015). به دلیل این که نسبت C/N لاشبرگ و خاک بطور معنی‌دار در بخش تحتانی گونه انجیلی نسبت به گونه‌های سفیدپلت، توسکاقشلاقی و اوجا بالاتر بوده (شکل ۱ ج- و)، فعالیت میکروبی و در پی آن تجزیه و فسادپذیری بقایای گیاهی در خاک تحتانی این گونه پایین بوده و بنابراین تعداد کمتری کرم‌های آنسئیک در خاک تحتانی انجیلی نسبت به سایر گونه‌های مورد مطالعه مشاهده شد. در پژوهشی، راجاپاکشا و همکاران (Rajapaksha *et al.*, 2013) نشان دادند که کرم‌های آنسئیک از میان لاشبرگ-های پهن‌برگان مختلف، لاشبرگ گونه شاه‌بلوط را به دلیل خوش‌خوراک بودن (نسبت C/N بالا) به میزان کمتری مورد تغذیه قرار داده‌اند.

اندوزئیک‌ها در بخش تحتانی گونه‌های درختی با نسبت C/N لاشبرگ و خاک پایین و pH بالاتر، حضور بیشتری نشان دادند. این گروه از کرم‌های خاکی، از لاشبرگ تازه تغذیه می‌کنند، اما در بخش عمقی خاک ساکن هستند و تونل‌هایی به عمق ۲ متر به صورت عمودی ایجاد می‌کنند. مواد غذایی را از سطح به عمق منتقل کرده و در لایه‌های عمقی خاک مورد تغذیه قرار داده و موجب جابه‌جایی خاک بخش عمقی به سطح می‌شوند (Capelle *et al.*, 2015). در پژوهش حاضر نیز احتمالاً تمایل زیاد این گونه از کرم‌های خاکی به لاشبرگ‌های تازه و با کیفیت، سبب افزایش حضور آن‌ها در بخش تحتانی گونه درختی توسکا نسبت به سایر گونه‌های درختی دیگر شده است (شکل ۲ ه- و). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که فاکتورهای محیطی pH (مؤثر بر تعداد و زیتوده اندوزئیک‌ها)، کربن و C/N لاشبرگ و خاک (مؤثر بر تعداد و زیتوده آنسئیک‌ها و اندوزئیک‌ها) و نیتروژن لاشبرگ (تأثیرگذار بر جمعیت اپی‌ژئیک‌ها) رابطه معنی‌داری با تعداد و زیتوده گروه‌های مختلف کرم‌خاکی دارند (جدول ۳). در پژوهش حاضر نیز مقادیر pH خاک تغییرات معنی‌داری را در بخش تحتانی گونه‌های درختی مورد مطالعه به نمایش گذاشته، بطوری که کمترین مقدار این مشخصه به گونه درختی انجیلی (۶/۰۸) اختصاص داشته و گونه‌های درختی توسکا (۷/۱۹)، سفیدپلت (۷/۰۰) و اوجا (۶/۸۲) تفاوت آماری معنی‌داری را نشان ندادند. بر همین اساس کمترین میزان فعالیت اندوزئیک‌ها نیز در بخش تحتانی گونه درختی انجیلی مشاهده شد. در یک بررسی، نیرینک و همکاران

خاک همبستگی پیرسون استفاده گردید. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری در بسته نرم‌افزاری SPSS نسخه ۲۰ انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

مطابق با نتایج این تحقیق مشخصه‌های مختلف لاشبرگ تفاوت‌های آماری معنی‌داری را در بین گونه‌های درختی مورد مطالعه نشان داده‌اند (جدول ۱). در همین ارتباط لاشبرگ گونه درختی توسکا مقادیر نیتروژن بالاتری را نسبت به سایر گونه‌های درختی دارا بوده است (شکل الف). همچنین حضور گونه‌های درختی مختلف در عرصه مورد مطالعه اثرات معنی‌داری بر فعالیت گروه اکولوژیک اپی‌ژئیک کرم‌های خاکی داشته‌اند (جدول ۲). جمعیت بیشتر و معنی‌دار گروه اکولوژیک اپی‌ژئیک در بخش تحتانی درختان توسکا (شکل ۲ الف) می‌تواند در ارتباط مستقیم با مشخصه نیتروژن لاشبرگ این گونه درختی توجیه گردد. مرور منابع (Chaudhuri *et al.*, 2013) حاکی از آنست که اپی‌ژئیک‌ها از لایه آلی خاک تغذیه می‌کنند و لاشبرگ‌های با میزان بالای نیتروژن را ترجیح می‌دهند. در همین راستا، نتایج پژوهش حاضر بیانگر همبستگی مثبت و معنی‌دار بین مشخصه نیتروژن لاشبرگ و تراکم اپی‌ژئیک‌ها (جدول ۳) در سطح عرصه مورد بررسی می‌باشد.

جمعیت و زیتوده کرم‌های خاکی آنسئیک تحت تأثیر گونه‌های درختی مختلف تفاوت‌های آماری معنی‌داری را نشان داده‌اند. حضور گونه درختی انجیلی باعث کاهش معنی‌دار فعالیت این گروه از کرم‌های خاکی در عرصه مورد مطالعه شده است. بر اساس نتایج این تحقیق، آنسئیک‌ها مقاومت بیشتری نسبت به اپی‌ژئیک‌ها در برابر شرایط نامساعد کیفیت لاشبرگ و خاک نشان داده و حتی در بخش تحتانی گونه درختی انجیلی، تعداد کمی از این گونه کرم خاکی مشاهده شد (شکل ۲ ج- د). آنسئیک‌ها، در بخش سطحی لایه معدنی خاک حضور داشته و محیط‌هایی را با مواد غذایی غنی ترجیح می‌دهند و بیشتر لاشبرگ‌هایی را مورد تغذیه قرار می‌دهند که نسبت کربن به نیتروژن در آن‌ها نسبتاً پایین است (Yavitt *et al.*, 2015). این گونه کرم‌خاکی از بقایای گیاهی فساد یافته در خاک سطحی تغذیه، سوراخ‌های عمودی عمیق به سمت لایه‌های پایین‌تر ایجاد و امکان ترکیب خاک سطحی با

دارای نیتروژن بالا خوش‌خوراک‌تر هستند و بیش‌تر از برگ‌هایی که دارای C/N بالا می‌باشند، مورد استفاده کرم‌های خاکی قرار می‌گیرند (Ma *et al.*, 2003). درحالی که صیاد و همکاران (Sayyad *et al.*, 2012) در مطالعه‌ای که روی جنگلکاری‌ها با گونه‌های تثبیت‌کننده و غیرتثبیت‌کننده نیتروژن و اثر آن‌ها بر جانوران خاک انجام دادند، مشاهده کردند که تفاوت‌های مشاهده شده در فراوانی و زیتوده جانوران خاک در زیر گونه‌های درختی مختلف به خصوصیت تثبیت‌کنندگی نیتروژن آن‌ها ارتباطی ندارد و بیش‌تر به سرعت تجزیه لاشریزه‌ها بستگی دارد. همچنین کرم‌های خاکی به اسیدیته خاک حساس می‌باشند در نتیجه تعداد و زیتوده آن‌ها در خاک-های اسیدی کاهش می‌یابد. بر اساس پژوهش‌های انجام شده، با افزایش pH خاک، زیتوده کرم‌های خاکی افزایش می‌یابد (Rashid *et al.*, 2014).

(Neiryneck *et al.*, 2000) در پژوهش خود مشاهده کردند که تعداد و زیتوده کرم‌های خاکی در خاک‌های با نسبت C/N پایین بالاتر است و با یکدیگر رابطه معکوس دارند. از آنجایی که کرم‌های خاکی تجزیه‌کنندگان مهم مواد آلی هستند (Capelle *et al.*, 2015)، احتمالاً نسبت بالای C/N به دلیل کاهش روند تجزیه، موجب کاهش جمعیت کرم خاکی می‌شود (Singh *et al.*, 2012). نتایج این تحقیق نیز نشان داد که گونه توسکا، به عنوان یک گونه درختی تثبیت‌کننده نیتروژن، با آزاد سازی بیش‌تر نیتروژن نسبت به گونه‌های دیگر و کاهش نسبت C/N، بیشترین تعداد و زیتوده کرم‌خاکی را نسبت به سایر گونه‌های مورد مطالعه داشته و تفاوت‌های آماری معنی‌داری مشاهده شد. این نتیجه نشان‌دهنده نقش محدودکنندگی نیتروژن در تغییرپذیری جمعیت کرم‌های خاکی می‌باشد (Sigurdsson & Gudleifsson, 2013). برگ‌های

جدول ۱- تجزیه واریانس مشخصه‌های لاشبرگ و خاک در ارتباط با گونه‌های درختی

Table 1. ANOVA for litter and soil properties in relation to different tree species.

Variables sources	DF	Mean of square							
		Litter C	Litter N	Litter C/N	Soil C	Soil N	Soil C/N	moisture	Soil pH
Tree species	3	1638**	1.13**	3709**	1.14 ^{ns}	0.1**	935**	60.8 ^{ns}	2.34**
Error	36	41.7	0.04	74.5	0.5	0.01	141	41.7	0.34
Coefficient of variation	-	13.4	5.76	4.72	4.18	2.64	13	14.2	14.4

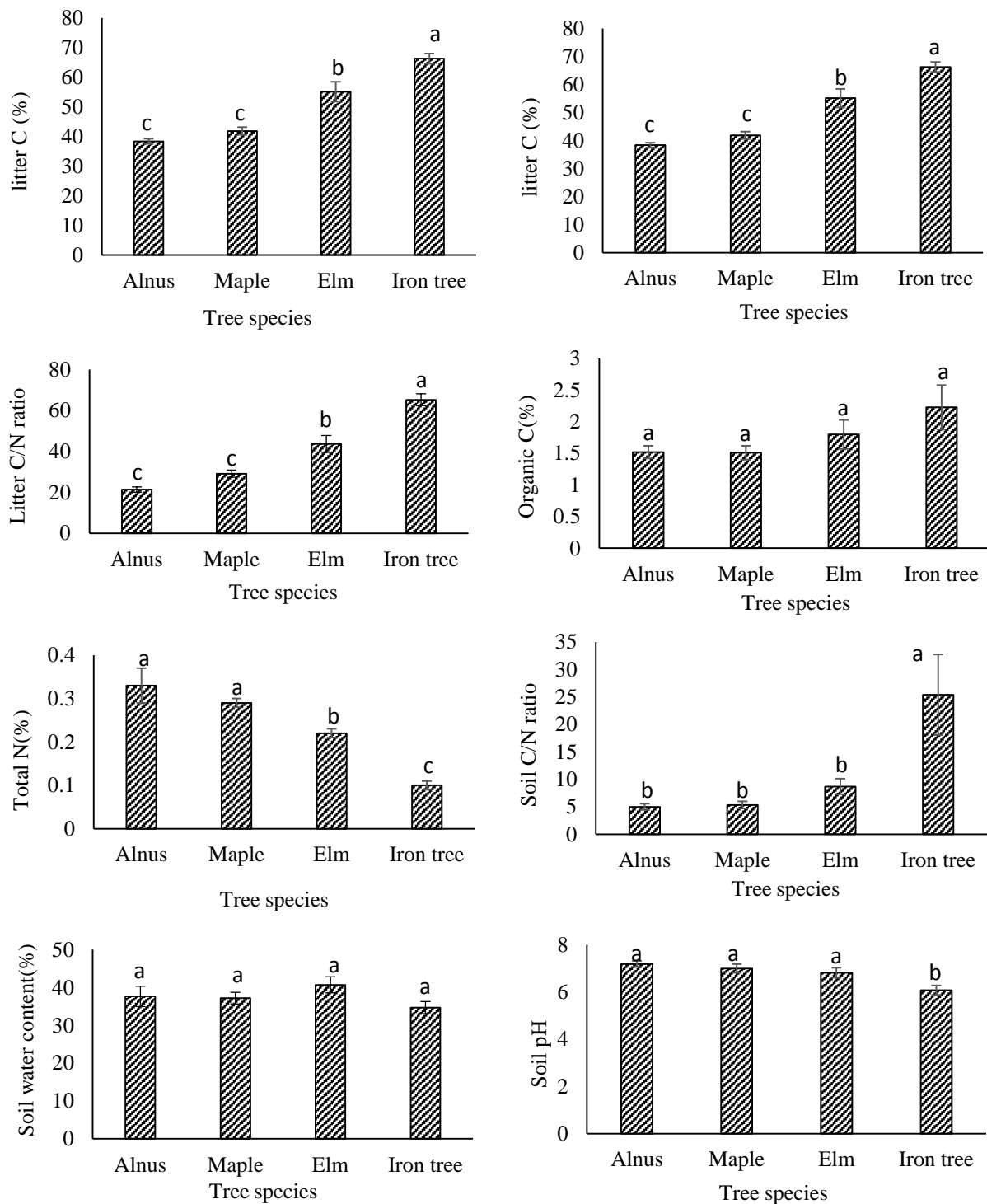
^{ns} و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح یک درصد آماری بر اساس آزمون دانکن. ns and ** are showing non-significant and significant at level of one percent based Duncan test.

جدول ۲- تجزیه واریانس تعداد و زیتوده گروه‌های اکولوژیک کرم‌های خاکی در ارتباط با گونه‌های درختی

Table 1. ANOVA for density and biomass of earthworm's ecological groups under different tree species.

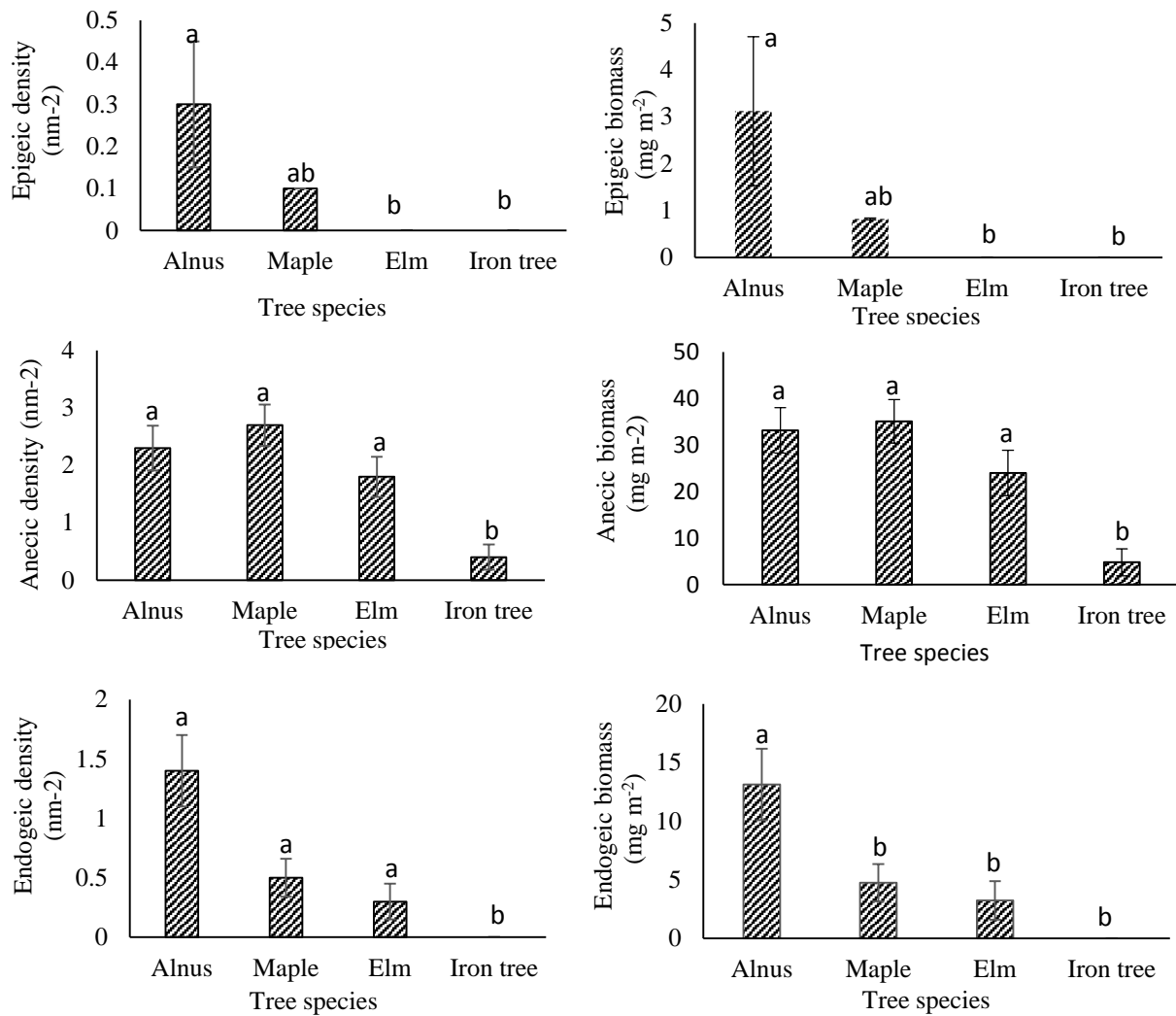
Variables sources	DF	Mean of square					
		Epigeic density	Epigeic biomass	Anecic density	Anecic biomass	Endogeic density	Endogeic biomass
Tree species	3	0.20*	21.8 ^{ns}	10.1**	1917**	3.63**	312**
Error	36	0.08	8.08	1.17	196	0.36	36.53
Coefficient of variation	-	11.1	12.7	11.5	7.46	12.2	10.42

^{ns}، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد آماری بر اساس آزمون دانکن. ns, * and ** are showing non-significant, significant at level of one and five percent based Duncan test.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر گونه‌های درختی (توسکا، افرا، نارون و انجیلی) درخت آهن) بر مشخصه‌های لاشبرگ و خاک

Figure 1. Compare mean the effect of tree species (Alnus, Maple, Elm and Iron tree) on litter and soil properties



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر گونه‌های درختی بر تعداد و زیتوده گروه‌های اکولوژیک کرم‌های خاکی

Figure 2. Compare mean the effect of tree species on earthworm ecological groups density/biomass

جدول ۳- همبستگی پیرسون (میزان معنی‌داری) بین گروه‌های کرم‌های خاکی با مشخصه‌های لاشبرگ و خاک

Table 1. Pearson correlation (significant value) between earthworm groups with litter and soil features

Earthworms/features	Litter C	Litter N	Litter C/N ratio	Soil organic C
Epigeic density	-0.249(0.133) ns	0.249(0.048) *	-0.249(0.122) ns	-0.040(0.784) ns
Epigeic biomass	-0.245(0.107) ns	0.271(0.050) *	-0.259(0.107) ns	-0.049(0.764)
Anecic density	-0.590(0.000) **	0.291(0.044) *	-0.510(0.001) **	-0.283(0.049) *
Anecic biomass	-0.631(0.000) **	0.360(0.023) *	-0.561(0.000) **	-0.310(0.048) *
Endogeic density	-0.546(0.000) **	0.570(0.000) **	-0.528(0.000) **	-0.317(0.046) *
Endogeic biomass	-0.536(0.000) **	0.554(0.000) **	-0.511(0.001) **	-0.312(0.050) *
	Soil N	Soil C/N ratio	Water content	Soil pH
Epigeic density	0.283(0.042) *	-0.137(0.400) *	0.105(0.519) ns	0.191(0.238) ns
Epigeic biomass	0.295(0.047) *	-0.136(0.404) ns	0.014(0.524) ns	0.201(0.214) ns
Anecic density	0.499(0.001) **	-0.365(0.020) *	0.252(0.117) ns	0.219(0.174) ns
Anecic biomass	0.578(0.000) **	-0.406(0.009) *	0.268(0.094) ns	0.274(0.087) ns
Endogeic density	0.596(0.000) **	-0.324(0.041) *	0.196(0.298) ns	0.529(0.000) **
Endogeic biomass	0.576(0.000) **	-0.318(0.046) *	0.177(0.274) ns	0.535(0.000) **

اعداد داخل پرانتز، میزان معنی‌داری را نشان می‌دهند. ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد آماری.

The values in parenthesis are showing the significant level. ns, * and ** are showing non-significant, significant at level of one and five percent.

نتیجه‌گیری کلی

گونه درختی توسکا قشلاقی شرایط مناسبی را برای فعالیت انواع کرم‌های خاکی فراهم آورده است. بر همین اساس، نتایج این تحقیق بیانگر تأثیر مثبت گونه درختی توسکا قشلاقی، در مقایسه با گونه‌های سفیدپلت، اوجا و انجیلی، بر شاخص بیولوژیکی کیفیت خاک بوده که می‌تواند جهت احیای مناطق تخریب‌یافته سطوح شمالی کشور مورد توجه قرار گیرد.

یافته‌های این پژوهش بیانگر آن است که فعالیت گروه‌های اکولوژیک کرم‌های خاکی (اپی‌ژئیک، آنسئیک و اندوژیک) در اکوسیستم‌های جنگلی متأثر از مشخصه‌های کیفی لاشبرگ و خاک می‌باشند. محتوی نیتروژن زیاد لاشبرگ زیر تاج پوشش

References

- Bakhshipour R., Ramezanpour H., and Lashkarboluki E. 2012. Studying the effect of *Pinus taeda* and *Populus sp.* plantation on some forest soils properties (Case study: Fidareh of Lahidjan). *Iranian Journal of Forest*, 4: 321-332. (In Persian)
- Bremner J. M., and Mulvaney C. S. 1982. Nitrogen-Total. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. Eds, Methods of Soil Analysis. Part 2 Chemical and Microbiological Properties. *American Society of Agronomy Madison, Wisconsin*, pp. 595-624.
- Burton J., Chen C.R., Xu Z.H., and Ghadiri H. 2007. Soluble organic nitrogen pools in adjacent native and plantation forests of subtropical Australia. *Soil Biology and Biochemistry*, 39: 2723-2734.
- Capelle C.V., Schrader S., and Arpaia S. 2015. Selection of focal earthworm species as non-target soil organisms for environmental risk assessment of genetically modified plants. *Science of the Total Environment*, 548: 360-369.
- Cardelus C.L., Mack M.C., Woods C., DeMarco J., and Treseder K.K. 2009. The influence of tree species on canopy soil nutrient status in a tropical lowland wet forest in Costa Rica. *Plant and Soil*, 318:47-61.
- Chaudhuri P.S., and Nath S.J. 2011. Community structure of earthworms under rubber plantations and mixed forests in Tripura, India. *Environmental Biology*, 32: 537-41.
- Chaudhuri P.S., Bhattacharjee S.D.A., Chattopadhyay, S., and Bhattacharya, D. 2013. Impact of age of rubber (*Hevea brasiliensis*) plantation on earthworm communities of West Tripura India. *Journal of Environmental Biology*, 34: 59-65.
- Dechaine J., Ruan H., Leon Y.S., and Zou X. 2005. Correlation between earthworms and plant litter decomposition in a tropical wet forest of Puerto Rico. *Pedobiologia*, 49: 601-607.
- Edwards C.A., and Bohlen P.J. 1996. *Biology and Ecology of Earthworms*, 3rd. Chapman and Hall, London, 426p.
- Jafari Haghighi M. 2003. Soil analysis, sampling and important physical and chemical analysis method with emphasis on theory and application basics, Nedaye Zoha Publication, 240p. (In Persian)
- Jafari M., and Sarmadian F. 2011. Fundamental of soil science and soil taxonomy. Tehran, *University of Tehran Press*, 788 p. (In Persian)
- Kooch Y., Rostayee F., and Hosseini S.M. 2016. Effects of tree species on topsoil properties and nitrogen cycling in natural forest and tree plantations of northern Iran. *Catena*, 144: 65-73.
- Kooch Y., Samadzadeh B. and Hosseini S. M. 2017. The effects of broad-leaved tree species on litter quality and soil properties in a plain forest stand. *Catena*. 150: 223-229.
- Laossi K.R., Noguera D.C., and Barot S. 2010. Earthworm-mediated maternal effects on seed germination and seedling growth in three annual plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 42:319-323.
- Lubbers I.M., Groenigen K.J.V., Brussaard L., and Groenigen J.W.V. 2015. Reduced greenhouse gas mitigation potential of no-tillage soils through earthworm activity. *Scientific Reports*, 5: 1-11.
- Ma Y., Dickinson N., and Wong M.H. 2003. Intraaction between earthworms.trees.soil.nutrition and metal mobility in amended Pb/Zn mine tailings from Guangdong. *Soil Biology and Biochemistry*, 35: 1369-1379.

- Mariappan V., Karthikairaj K., and Isaiarasu L. 2013. Relationship between earthworm abundance and soil quality of different cultivated lands in Rajapalayam, Tamilnadu. *World Applied Sciences Journal*, 27: 1278-1281.
- Marvie Mohadjer M.R. 2011. Silviculture. Tehran, *University of Tehran Press*, 385p. (In Persian).
- Moghimian N., and Kooch Y. 2013. The effect some of physiographic factors and soil physico-chemical features of Hornbeam forest ecosystems on earthworm's biomass. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 20: 1-22. (In Persian)
- Neiryneck J., Mirtcheva S., Sioen G., and Lust N. 2000. Impact of *Tilia platyphyllos* Scop. *Fraxinus excelsior* 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.
- Nilsson M.C., Wardle D. A., and Dahlberg A. 1999. Effects of plant litter species composition and diversity on the Boreal forest plant-soil system. *Oikos*, 86: 16–26.
- Palm J., Loes N., and Schröder B. 2013. Modelling distribution patterns of anecic, epigeic and endogeic earthworms at catchment-scale in agro-ecosystems. *Pedobiologia*, 56: 23– 31.
- Rajapaksha N.S., Butt K.R., Vanguelova E.I., and Moffat A.J. 2013. Earthworm selection of Short Rotation Forestry leaf litter assessed through preference testing and direct observation. *Soil Biology and Biochemistry*, 67: 12–19.
- Rashid M.I., Goede R.G.M., Corral Nuenz G.A., Brussaard L., and Lantinga E.A. 2014. Soil pH and earthworms affect herbage nitrogen recovery from solid cattle manure in production grassland. *Soil Biology and Biochemistry*, 68:1-8.
- Sansoulet J., Cabidoche Y.M., Cattan P., Ruy S., and Simunek J. 2008. Spatially distributed water fluxes in an Andisol under banana plants: experiments and three-dimensional modeling. *Vadose Zone Journal*, 7: 819–829.
- Sarlo M. 2006. Individual tree species effects on earthworm biomass in a tropical plantation in Panama. *Caribbean Journal of Science*, 42: 419-427.
- Sayyad E., Hosseini S.M., Hosseini V., and Salehe Shooshtari M.H. 2012. Plantations in Dez River floodplain influence soil macrofauna differently. *Journal of Water and Soil*, 26: 700-707. (In Persian)
- 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. *Journal Forest Science*, 58: 170-180.
- Sayyad E., Hosseini S.M., Hosseini V., Jalili S.G., and Salehe Shooshtari M.H. 2010. Effect of *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia salicina* and *Dalbergia sisso* plantation on soil macrofauna. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17: 560-567. (In Persian)
- Schwarz B., Dietrich C.H., Cesarz S., Scherer Lorenzen M., Auge H., Schulz E., and Eisenhauer N. 2015. Non-significant tree diversity but significant identity effects on earthworm communities in three tree diversity experiments. *European Journal of Soil Biology*, 67: 17-26.
- Sigurdsson B.D. and Gudleifsson B.E. 2013. Impact of afforestation on earthworm populations in Iceland. *ICEL. Agricultural Science*, 26: 21-36.
- Singh A., Piyanka S., Kumari S., and Sinha M.P. 2012. Impact of different litters on growth and production of a megascolecid earthworm (*Perionyx sansibaricus*) in experimental condition. *African Journal of Agricultural Research*, 7: 5381-5386.
- Smith R.G., McSwine C.P., Grandy A.S., Suwanawaree P., Snider R.M., and Robertson G.P. 2008. Diversity and abundance of earthworms across agricultural land-use intensity gradient. *Soil and Tillage Research*, 100: 83-88.
- Yavitt J.B., Fahey T.J., Sherman R.E., and Groffman P.M. 2015. Lumbricid earthworm effects on incorporation of root and leaf litter into aggregates in a forest soil, New York State. *Biogeochemistry*, 125: 261–273.

Response of Topsoil Earthworm Groups to Variability of Ecological Characters in a Broad-leaved Forest

Faeze Sadat Tarighat¹, Yahya Kooch^{*2}, Seyed Mohsen Hosseini³

(Received: July 2016 Accepted: December 2017)

Abstract

Earthworms are as the most important soil forest ecosystem engineers. The objective of this study was to evaluate the response of topsoil earthworm groups (epigeic, anecic and endogeic) to variability of ecological characters (litter C, litter N, litter C/N, soil C, soil N, soil C/N, pH and moisture content) in Noor Forest Park. Litter and soil samples were taken, with microplots of 30×30×15 cm, from under tree canopy of *Alnus glutinosa*, *Ulmus glabra*, *Populus caspica* and *Parrotia persica* species. Earthworms were collected during soil sampling, water-washed and weighed. Biomass was defined as the weight of the worms after drying at the laboratory. Results showed that the soil under *Alnus glutinosa* has higher abundance and biomass of epigeic (0.3 n/m² and 3 g/m² respectively) and endogeic (1.4 n/m² and 14 mg/m² respectively). Whereas no epigeic and endogeic was found under *Parrotia persica*. The least density and biomass (0.5 n/m² and 0.5 mg/m² respectively) of anecic earthworms was recorded under *Parrotia persica*. The results of this research indicate positive role of *Alnus glutinosa* species, related to high litter N, on biological index of soil quality that can be considered to restore degraded forests in northern Iran.

Keywords: C/N, Litter, Moisture, pH, Soil.

Tarighat F.S Kooch Y. and Hosseini S.M. 2019. Response of topsoil earthworm groups to variability of ecological characters in a broad-leaved forest. *Applied Soil Research*, 7(1): 44-53.

1-Ph.D. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Iran.

2-Assistant Professor, Department of Range Management, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran.

3-Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran.

*Corresponding Author Email: yahya.kooch@modares.ac.ir