نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۱، ص. ۷۰۷-۷۰۰

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 3, Jul-Aug 2012, p. 700-707

جنگلکاری‌های حاشیه رودخانه دز اثر متفاوتی بر جانوران خاک دارند

احسان صیاد[1*]- سید محسن حسینی[2]- وحید حسینی[3]- محمدحسن صالحه شوشتری[4]

تاریخ دریافت:۹۰/۱/۱۸
تاریخ پذیرش:۹۰/۱۲/۷

چکیده

جنگلکاری‌ها به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم روی جانداران خاکزی که از عوامل مهم در پویایی خاک هستند تاثیر می‌گذارند. این تحقیق به منظور ارزیابی میزان تاثیر جنگلکاری گونه‌های درختی مختلف بر جانوران خاک صورت گرفت. جنگلکاری‌های هشت گونه درختی شامل گونه‌های درختی تثبیت کننده نیتروژن (پنج گونه) و گونه‌های درختی فاقد این ویژگی (سه گونه) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۷۲ در حاشیه رودخانه دز مستقر شده‌اند. جهت ارزیابی جانوران خاک در اواسط پاییز سال ۱۳۸۵ در هر قطعه جنگلکاری، دو نمونه به مساحت ۰/۵ × ۰/۵ متر مربع از عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری به‌طور تصادفی برداشت گردید. جانوران مشاهده شده شامل کرم‌خاکی، حلزون، مورچه، خرخاکی، عنکبوت، پادمان، سوسک و هزارپا بودند. به‌طورکلی نتایج حاکی از وجود بیشترین فراوانی و زیست‌توده جانوران در جنگلکاری *A. salicina* است، در حالی که جنگلکاری *E. camaldulensis* کمترین فراوانی و زیست‌توده و بیشترین غنای جانوران خاک را داشت. مقایسه فراوانی و زیست‌توده جانوران خاک در دو گروه جنگلکاری تفاوت معنی‌داری نشان نداد. تجزیه به مولفه اصلی گونه‌های درختی جنگلکاری شده بر اساس جانوران مشاهده شده نیز نشان می‌دهد که نمی‌توان دو گروه را متفاوت دانست. بنابراین می‌توان بیان کرد که تفاوت‌های مشاهده شده زیر گونه‌های درختی مختلف به خصوصیت تثبیت کنندگی آنها ارتباطی ندارد. از آنجایی که جانوران خاک فاکتور مهمی در تنظیم تجزیه لاشریزه است مطالعه در مورد ارتباط فراوانی و غنای آنها با تجزیه لاشریزه توصیه می شود.

واژه‌های کلیدی: جنگلکاری، گونه درختی تثبیت کننده نیتروژن، جانوران خاک

مقدمه

جنگلکاری ممکن است به طور مستقیم یا غیر مستقیم روی موجودات زنده جانوری خاک که معدنی شدن و هوموسی شدن ماده - آلی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، و به میزان زیادی تعیین کننده وضعیت عناصر غذایی خاک می‌باشند، تاثیر بگذارد. اثر مستقیم جنگلکاری روی فون خاک از طریق کیفیت لاشریزه بوده و تاثیر غیر مستقیم آن ممکن است شامل تغییرات در وضعیت میکروااقلیم مانند دما، رطوبت و زیستگاه فیزیکی باشد (۱۴).

کیفیت لاشبرگ وارد شده به خاک جنگل که در گونه‌های درختی مختلف متفاوت است، ممکن است روی جمعیت کرم‌خاکی تاثیر بگذارد (۱۵). برای مثال هجوم گونه *Myrica faya* که یک درختچه تثبیت کننده نیتروژن است به جوامع گیاهی هاوایی به افزایش چهار برابری نیتروژن ورودی به سیستم منجر شده و زیست‌توده کرم‌خاکی را افزایش داده است (۱۵).

جوامع خاکزی تاثیر فراوانی بر ماده‌آلی و عناصر غذایی خاک می-گذارند و تجزیه لاشریزه نیز به وجود آنها وابسته است (۴). فعالیت کرم‌خاکی، فرایندهای کنترل کننده عناصر غذایی خاک (مانند نیتروژن) را تحت تاثیر قرار داده (۱۶) و باعث افزایش سرعت بازگشت ماده‌آلی می‌شود (۱۲). علاوه بر این جانداران روی دیگر ویژگی‌ها خاک و فرایندهای بیولوژیک آن تاثیر گذار بوده و نقش مهمی در تولید جنگل ایفا می‌کند. در هاوایی مشاهده شد که جنگلکاری خالص *Albizia*، تراکم کرم‌خاکی پنج برابری را در مقایسه با اکالیپتوس داشت (۱۵).

بینکلی و همکاران (۶) با ارزیابی تاثیر افزایش کربن خاک زیر گونه‌های درختی تثبیت کننده نیتروژن به این نتیجه رسیدند که این

۱- استادیار گروه جنگلداری، مجتمع آموزش عالی بهبهان
(*- نویسنده مسئول: Email: ehsansaiad@yahoo.com)
۲- دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس
۳- استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان
۴- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان

افزایش در نتیجه تاثیر غیر مستقیم این گونه‌ها بر جوامع خاک حاصل شده نه بر اثر افزایش نیتروژن خاک، زیرا کرم‌خاکی موجود در زیر گونه‌های درختی تثبیت کننده نیتروژن چندین برابر زیر درخت اکالیپتوس بوده است. آنها معتقدند که تاثیر گونه‌های درختی تثبیت کننده نیتروژن بر بیولوژی خاک بیشتر از شیمی خاک است که باید با تحقیق بیشتر مشخص گردد. همچنین بینکلی و گیاردینا (۵) بیان می‌کنند که نقش موجودات خاک در توسعه و تغییر تاثیرات درختان روی خاک را باید مورد تحقیق بیشتر قرار داد. بدین منظور تاثیر جنگلکاری گونه‌های مختلف بر جانوران خاک جهت آگاهی از میزان تفاوت تاثیر گونه‌ها درختی بر خاک مورد مطالعه قرار دادیم. در تحقیق حاضر همچنین این فرض که گونه‌های درختی تثبیت کننده نیتروژن در مقایسه با گونه‌های درختی فاقد این ویژگی اثر متفاوتی بر جانوران خاک دارند نیز مورد آزمون قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در حاشیه رودخانه دز واقع در ۱۵ کیلومتری جنوب غرب شهرستان دزفول در استان خوزستان قرار دارد. مشخصات جغرافیایی منطقه ″۲۴ °۳۲ عرض شمالی و ″۲۵ °۴۸ طول شرقی می‌باشد. ارتفاع از سطح دریا ۱۴۳ متر است. شیب عرصه ۳-۰ درصد و دارای سطحی نسبتا هموار است. جنگلکاری‌های موجود در منطقه توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان در سال ۱۳۷۲ صورت گرفته‌اند. اقلیم منطقه بر اساس اقلیم نمای آمبرژه نیمه خشک گرم و بر اساس ضریب خشکی دومارتون نیمه خشک می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه ۳۲۶ میلیمتر و متوسط دمای سالانه ۲۳/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بر اساس منحنی آمبروترمیک، فصل خشک منطقه ۷ تا ۸ ماه است که از اوایل فروردین آغاز شده و تا اواسط آبان ادامه دارد. سردترین ماه سال دی‌ماه و گرم‌ترین ماه تیر و مرداد می‌باشند.

جنگلکاری‌ها با هشت گونه درختی که عبارتند از گونه‌های درختی تثبیت کننده نیتروژن *Dalbergia sissoo* Roxb.، *Acacia saligna* (Labill.) H. Wendl.، *A. salicina* Lindl.، *A. farnesiana* (L.) Willd. و گونه‌های درختی فاقد ویژگی تثبیت نیتروژن *A. stenophylla* Benth.، *Eucalyptus microthec* F. Muell.، *E. camaldulensis* Dehnh. و *Populus euphratica* Oliv. در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۷۲ در حاشیه رودخانه دز توسط نهال‌های یکساله مستقر شده‌اند. قطعه‌های جنگلکاری ۳۰ متر × ۲۷ متر بوده و درختان با فاصله کاشت ۳ متر × ۳ متر در هر قطعه کاشته شده‌اند. باید توجه داشت که بلوک‌ها به موازات رودخانه جهت کاهش اثر آن قرار گرفته‌اند.

جهت ارزیابی جانوران خاک، در اواسط پاییز سال ۱۳۸۵ در هر قطعه جنگلکاری دو نمونه به مساحت ۰/۵ × ۰/۵ متر مربع از عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری به‌طور تصادفی برداشت گردید. این نمونه‌ها به سرعت خارج شده و جانداران آن به طور دستی جمع‌آوری و به‌صورت جداگانه در کیسه‌هایی نگهداری شدند. سپس تعداد و وزن تازه آنها اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که جهت مقایسه آماری فراوانی و زیست‌توده جانوران در جنگلکاری‌ها، کرم خاکی به طور جداگانه و مورچه، خرخاکی، عنکبوت، پادمان، سوسک و هزارپا به دلیل فراوانی کم با هم و با نام بندپایان و مجموع کل جانوران خاک هم با عنوان کل بررسی شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت مقایسه گونه‌های درختی تثبیت کننده نیتروژن و غیر تثبیت کننده نیتروژن و همچنین در مورد مقایسه همه گونه‌ها با هم از جدول تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. تجزیه‌های آماری توسط نرم افزار SAS 9 صورت گرفت. تجزیه چند متغیره PCA در نرم افزار PC-ORD version 4.17 انجام شد. شاخص‌های تنوع (Shannon H)، غنا (Margalef, Menhinick) و یکنواختی (Sheldon) در نرم افزار PAST version 1.39 محاسبه شدند. این شاخص‌ها از طریق روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$\text{Shannon } H' = (\sum(p_i)(\ln p_i)) \quad (۱)$$

$$\text{Menhinick} = (s/\sqrt{n}) \quad (۲)$$

$$\text{Margalef} = (S-1/\ln(n)) \quad (۳)$$

$$\text{Sheldon} = (e^H/S) \quad (۴)$$

که در آنها n تعداد افراد، P نسبت تعداد یک گونه به کل گونه‌ها و S تعداد گونه است.

نتایج

در این بررسی کرم‌خاکی، حلزون، مورچه، خرخاکی، عنکبوت، پادمان، سوسک و هزارپا مشاهده شدند که فراوانی و زیست‌توده آنها در جنگلکاری‌های مختلف به ترتیب در جدول ۱ و ۲ آمده است. همان‌گونه که در این دو جدول می توان مشاهده کرد در همه جنگلکاری‌ها به طور آشکار تعداد کرم‌خاکی نسبت به سایر جانوران فراوانی بیشتری داشتند.

متوسط فراوانی و زیست‌توده جانوران خاک در جنگلکاری *A.salicina* بیشتر از سایر جنگلکاری‌ها می‌باشد، در حالی که جنگلکاری *E.camaldulensis* کمترین مقدار فراوانی و زیست‌توده جانوران خاک را دارد. مقایسه فراوانی و زیست‌توده بندپایان تفاوت معنی‌داری را در جنگلکاری‌های مختلف نشان نداد. فراوانی و زیست‌توده کرم‌خاکی در جنگلکاری‌های مختلف به‌طور معنی‌داری متفاوت

بود (جدول ۳).

مقایسه فراوانی و زیست‌توده جانوران خاک در دو گروه جنگلکاری‌ها میزان بیشتری را در جنگلکاری گونه‌های درختی تثبیت کننده نیتروژن نشان داد که از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. این موضوع ممکن است در نتیجه واریانس زیاد بین گونه‌های هر گروه باشد (جدول ۳).

جدول ۱- میانگین (اشتباه معیار) فراوانی جانوران خاک مشاهده شده در جنگلکاری‌ها(m^2/تعداد)

جانوران خاک / جنگلکاری ها	کرم‌خاکی	حلزون	مورچه	خرخاکی	عنکبوت	پادمان	سوسک	هزارپا
P. euphratica	۴۹/۳۳ (۱۰/۴۱)	۴ (۱/۳۳)	۱/۳۳ (۱/۳۳)	۵/۳۳ (۲/۳۰)	۴ (۲/۶۶)	۵/۳۳ (۳/۵۲)	۱۶ (۱۲/۲۲)	۰ (۰/۰)
E. camaldulensis	۱۴/۶۶ (۱۴/۶۶)	۴ (۰/۰)	۰ (۰/۰)	۴ (۲/۳۰)	۱/۳۳ (۱/۳۳)	۶/۶۶ (۳/۵۳)	۲/۶۶ (۱/۳۳)	۰ (۰/۰)
E. microtheca	۵۷/۳۳ (۱۹/۶۴)	۸ (۶/۱۱)	۶/۶۶ (۴/۸۰)	۱۴/۶۶ (۱/۳۳)	۵/۳۳ (۱/۳۳)	۱۳/۳۳ (۷/۴۲)	۱۴/۶۶ (۸/۱۱)	۱/۳۳ (۱/۳۳)
A.farnesiana	۳۸/۶۶ (۱۸/۵۲)	۶/۶۶ (۲/۶۶)	۰ (۰/۰)	۵/۳۳ (۳/۵۲)	۰ (۰/۰)	۱/۳۳ (۱/۳۳)	۲/۶۶ (۲/۶۶)	۰ (۰/۰)
A. saligna	۲۸ (۱۱/۵۵)	۸/۱۳ (۲/۶۷)	۱/۳۳ (۱/۳۳)	۱۷/۳۳ (۴/۸۰)	۱/۳۳ (۱/۳۳)	۴ (۴)	۸ (۸)	۱/۳۳ (۱/۳۳)
A. stenophylla	۵۴/۶۶ (۲۴/۹۱)	۰ (۰/۰)	۱/۳۳ (۱/۳۳)	۱۷/۳۳ (۳/۵۳)	۰ (۰/۰)	۱۰/۶۶ (۲/۶۶)	۴۱/۳۳ (۱۸/۶۶)	۰ (۰/۰)
A.salicina	۱۶۱/۳۳ (۱۵/۰۲)	۰ (۰/۰)	۰ (۰/۰)	۲۱/۳۳ (۱۷/۴۹)	۱/۳۳ (۱/۳۳)	۲/۶۶ (۲/۶۶)	۲۰ (۱۲/۸۶)	۱/۳۳ (۱/۳۳)
D. sissoo	۱۰۴ (۲۹/۴۸)	۴ (۴)	۰ (۰/۰)	۱۶ (۳/۵۲)	۰ (۰/۰)	۲/۶۶ (۲/۶۶)	۱۰/۶۶ (۵/۸۱)	۰ (۰/۰)

جدول ۲- میانگین (اشتباه معیار) زیست‌توده جانوران خاک مشاهده شده در جنگلکاری‌ها(m^2/گرم)

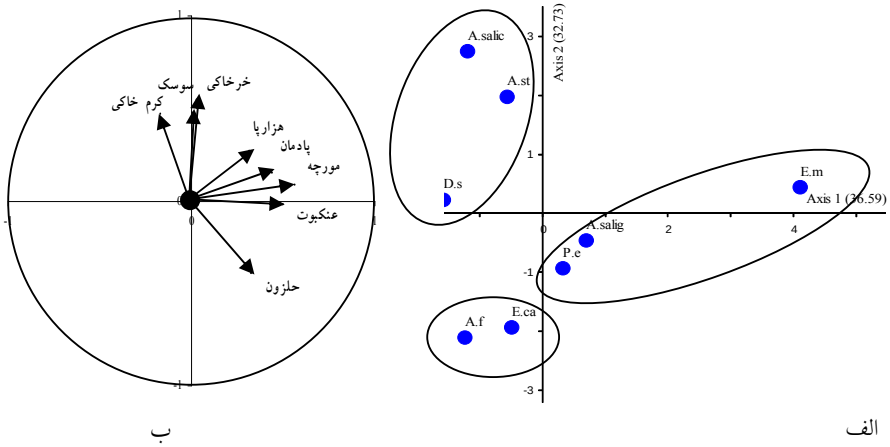
جانوران خاک / جنگلکاری ها	کرم‌خاکی	حلزون	مورچه	خرخاکی	عنکبوت	پادمان	سوسک	هزارپا
P. euphratica	۱۲/۴ (۱/۸۹)	۰/۵۳ (۰/۳۵)	۰/۰۱ (۰/۰)	۰/۰۴ (۰/۰۲)	۰/۲۸ (۰/۰۲)	۰/۰۴ (۰/۰۳)	۰/۵۱ (۰/۲۷)	۰ (۰/۰)
E. camaldulensis	۱/۳۳ (۱/۳۳)	۰/۶۸ (۰/۴۸)	۰ (۰/۰)	۱/۳۳ (۰/۰۱)	۰/۰۰۳ (۰/۰۰۳)	۰/۱۵ (۰/۰۱)	۰/۱۲ (۰/۱۱)	۰ (۰/۰)
E. microtheca	۱۰/۴ (۴/۳۹)	۰/۸ (۰/۶۱)	۰/۰۵ (۰/۰۴)	۰/۲۹ (۰/۲۴)	۰/۲۴ (۰/۳)	۰/۱۰ (۰/۰۷)	۱/۰۱ (۰/۴۰)	۰/۱۱ (۰/۱۱)
A.farnesiana	۷/۳۳ (۳/۸۵)	۱/۸۶ (۱/۰۹)	۰ (۰/۰)	۰/۰۴ (۰/۰۳)	۰ (۰/۰)	۰/۰۱ (۰/۰۱)	۰/۰۰۸ (۰/۰۰۸)	۰ (۰/۰)
A. saligna	۵/۰۶ (۲/۱۳)	۱/۸۶ (۰/۹۳)	۰/۰۱ (۰/۰)	۰/۵۶ (۰/۲۸)	۰/۰۲ (۰/۰)	۰/۳۳ (۰/۰)	۳/۶ (۳/۶)	۰/۱ (۰/۱)
A. stenophylla	۷/۰۷ (۲/۷۸)	۰ (۰/۰)	۰/۰۱ (۰/۱۰)	۰/۲۱ (۰/۰۸)	۰ (۰/۰)	۰/۱۱ (۰/۰۶)	۰/۷۳ (۰/۳۵)	۰ (۰/۰)
A.salicina	۲۵/۰۶ (۳/۴۰)	۰ (۰/۰)	۰ (۰/۰)	۰/۲۵ (۰/۲۲)	۰/۲۳ (۰/۲۳)	۰/۰۴ (۰/۰)	۱/۵۶ (۱/۲۷)	۰/۱۱ (۰/۱۱)
D. sissoo	۱۳/۷۳ (۳/۲۷)	۰/۵۳ (۰/۵۳)	۰ (۰/۰)	۰/۳۵ (۰/۵۲)	۰ (۰/۰)	۰/۰۲ (۰/۰)	۰/۷ (۰/۳۵)	۰ (۰/۰)

جدول ۳- میانگین (اشتباه معیار) مقایسه فراوانی و زیست‌توده جانوران خاک در جنگلکاری ها.

فراوانی (تعداد/m^2)	*P. euphratica*	*E. camaldulensis*	*E. microtheca*	*A.farnesiana*	*A. saligna*	*A. stenophylla*	*A.salicina*	*D. sissoo*	ANOVA[b]	Non-NFT	NFT	ANOVA[b]
کرم‌خاکی	۴۹/۳bc (۱۰/۴۱)	۱۴/۷c (۱۴/۶۶)	۵۷/۳bc (۱۹/۶۴)	۳۸/۷c (۱۸/۵۲)	۲۸/۰c (۱۱/۵۵)	۵۴/۷bc (۲۴/۹۱)	۱۶۱/۳a (۱۵/۰۲)	۱۰۴/۰ab (۲۹/۴۸)	**	۴۰/۴ (۱۰/۱۰)	۷۷/۳ (۱۵/۴۰)	ns
بندپایان	۳۲/۰ (۱۸/۰۴)	۱۴/۷ (۵/۸۱)	۵۶/۰ (۱۸/۹۰)	۹/۳ (۲/۶۶)	۳۳/۳ (۹/۶۱)	۷۰/۷ (۱۱/۳۹)	۴۶/۷ (۲۹/۷۸)	۲۹/۳ (۱۳/۱۳)	ns	۳۴/۲ (۹/۷۸)	۳۷/۹ (۸/۱۴)	ns
کل	۸۵/۳bc (۱۳/۹۰)	۳۳/۳c (۹/۶۱)	۱۲۱/۳abc (۲۳/۲۴)	۵۴/۷bc (۱۳/۹۲)	۶۹/۵bc (۲۴/۲۶)	۱۲۵/۳ab (۳۳/۳۸)	۲۰۸/۰a (۴۴/۶۰)	۱۳۷/۳ab (۴۱/۳۳)	**	۷۹/۸ (۱۵/۲۳)	۱۱۸/۹ (۱۹/۳۳)	ns
زیست‌توده(g/m^2)												
کرم‌خاکی	۱۲/۴b (۱/۸۹)	۱/۳c (۱/۳۳)	۱۰/۴bc (۴/۳۹)	۷/۳bc (۳/۸۵)	۵/۱bc (۲/۱۳)	۷/۱bc (۲/۷۸)	۲۵/۱a (۳/۴۰)	۱۳/۷b (۳/۲۷)	**	۸/۰ (۲/۲۲)	۱۱/۷ (۲/۲۸)	ns
بندپایان	۳/۶ (۱/۳۹)	۶/۴ (۴/۷۱)	۷/۲ (۴/۰۴)	۰/۳ (۰/۰۶)	۱۸/۶ (۱۴/۶)	۴/۳ (۰/۹۴)	۸/۸ (۶/۰۰)	۴/۳ (۱/۲۲)	ns	۵/۸ (۱/۹۲)	۷/۲ (۳/۱۶)	ns
کل	۱۳/۸b (۲/۱۱)	۳/۶b (۲/۹۷)	۱۳/۰b (۵/۰۲)	۹/۳b (۳/۳۹)	۱۱/۶b (۵/۸۸)	۸/۱b (۳/۰۱)	۲۷/۳a (۲/۰۶)	۱۵/۳b (۳/۸۳)	*	۱۰/۱ (۲/۴۳)	۱۴/۳ (۲/۳۵)	ns

ns معنی‌دار نیست، * در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ درصد معنی‌دار است و ** در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ معنی‌دار است. حروف مشابه در هر ردیف عدم تفاوت و حروف متفاوت وجود تفاوت در را نشان می‌دهند. NFT درخت تثبیت کننده نیتروژن و non-NFT درخت غیر تثبیت کننده نیتروژن.

به منظور بررسی تاثیر گونه‌های جنگلکاری شده بر همه جانوران خاک به طور همزمان، از تجزیه به مولفه اصلی (PCA) استفاده شد. نتایج این بخش نشان می‌دهد که گونه‌های *A.saligna* ، *E.microtheca* و *P.euphrathica* در سمت راست و سایر گونه‌ها در سمت چپ قرار می‌گیرند که البته دو گونه *A.farnesiana* و *E.camaldulensis* را می‌توان از گونه‌های *A.salicina* ، *A.stenophylla* و *D.sissoo* جدا دانست (شکل۱ الف). عامل تمایز *A.salicina*، *A.stenophylla* و *D.sissoo* کرم خاکی، سوسک و خرخاکی می‌باشند و عنکبوت، مورچه، پادمان و هزارپا نیز عامل تمایز *A.saligna*، *E.microtheca* و *P.euphrathica* می‌باشند (شکل ۱ ب).



ب الف

شکل ۱- تجزیه به مولفه اصلی (PCA) گونه‌های جنگلکاری شده بر اساس جانوران. شکل الف گروه‌بندی جنگلکاری‌ها را بر اساس دو محور محاسبه شده نشان می‌دهد. شکل ب همبستگی جانوران خاک مورد استفاده در PCA را با دو محور نشان می‌دهد.*(A.stenophylla)، A.salic (A.salicina)، D.s(D.sissoo)، A.f(A.farnesiana)، E.m(E.microtheca)، P.e(P.euphratheca) و E.ca(E.camaldulensis) A. st ،A.salig (A.saligna)*

شاخص‌های Shannon H، Evenness e^H/S و Margalef بین گونه‌های جنگلکاری شده تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. در حالی که شاخص Menhinick به طور معنی‌داری در *E.camaldulensis* و *E.microtheca* بیشتر از *A.salicina* می‌باشد. جنگلکاری‌های گونه‌های درختی تثبیت کننده نیتروژن، غنای جانوران خاک (شاخص‌های Menhinick و Margalef) بیشتری در مقایسه با جنگلکاری‌های گونه‌های درختی غیر تثبیت کننده نیتروژن دارند (جدول ۴).

جدول٤- میانگین (اشتباه معیار) شاخص های تنوع، غنا و یکنواختی در جنگلکاری ها

شاخص‌ها / جنگلکاری‌ها	*P.e*	*E. ca*	*E. m*	*A. f*	*A. salig*	*A. st*	*A. salic*	*D. s*	ANOVA	Non-NFT	NFT	ANOVA
Shannon H	۱/۰۴ (۰/۲۶)	۱/۰۵ (۰/۲۶)	۱/۴۳ (۰/۱۴)	۰/۸۰ (۰/۲۱)	۱/۱۸ (۰/۳۰)	۱/۱۸ (۰/۱۱)	۰/۵۷ (۰/۲۴)	۰/۷۰ (۰/۲۷)	ns	۱/۱۷ (۰/۱۳)	۰/۸۹ (۰/۱۱)	ns
Menhinick	۱/۰۸abc (۰/۰۴)	۱/۳۸a (۰/۲۸)	۱/۱۵ab (۰/۰۵)	۰/۹۵abc (۰/۱۴)	۱/۰۵abc (۰/۲۱)	۰/۸۴abc (۰/۱۸)	۰/۵۳c (۰/۱۰)	۰/۵۹bc (۰/۱۲)	*	۱/۲ (۰/۰۹)	۰/۷۹ (۰/۰۸)	**
Margalef	۱/۳۱ (۰/۱۲)	۱/۴۰ (۰/۳۲)	۱/۵۶ (۰/۱۷)	۰/۹۳ (۰/۱۵)	۱/۱۵ (۰/۳۶)	۱/۰۲ (۰/۱۹)	۰/۵۹ (۰/۱۵)	۰/۶۷ (۰/۱۹)	ns	۱/۴ (۰/۱۲)	۰/۸۷ (۰/۱)	**
Evenness e^H/S	۰/۵۹ (۰/۱۰)	۰/۸۱ (۰/۱۲)	۰/۷۰ (۰/۱۲)	۰/۷۱ (۰/۱۴)	۰/۸۳ (۰/۰۴)	۰/۷۶ (۰/۰۳)	۰/۵۶ (۰/۰۵)	۰/۶۴ (۰/۰۴)	ns	۰/۷۰ (۰/۰۷)	۰/۷۰ (۰/۰۴)	ns

ns معنی‌دار نیست، * در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ درصد معنی‌دار است و ** در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ معنی‌دار است. حروف مشابه در هر ردیف عدم تفاوت و حروف متفاوت وجود تفاوت در را نشان می‌دهند. NFT درخت تثبیت کننده نیتروژن و non-NFT درخت غیر تثبیت کننده نیتروژن.

بحث

نتایج فراوانی کرم‌خاکی نشان می‌دهد که تفاوت‌هایی در جنگلکاری‌ها وجود دارد، البته ویژگی تثبیت کننده نیتروژن چنین گونه‌های درختی تاثیری را نشان نداد و تفاوتی در فراوانی کرم‌خاکی در جنگلکاری‌های دو دسته مشاهده نشد. نتایج همچنین نشان می‌دهد که این تفاوت‌ها باعث ایجاد تفاوت در کل جانوران خاک شده است. تعداد و فراوانی زیاد جانوران خاک به‌ویژه کرم‌خاکی در قطعه‌های *A.salicina* ممکن است به دلیل مناسب بودن شرایط خاک و لاشریزه باشد. واران و زو (۱۴) تفاوتی را بین جمعیت کرم-خاکی زیر گونه‌های درختی مختلف کاشته شده مشاهده نکردند در حالی که برخی دیگر از محققین تاثیر گونه‌های درختی را روی توزیع کرم‌خاکی در جنگل‌های گویانان گزارش نمودند (۸). زو و باشکین (۱۶) تراکم زیاد کرم‌خاکی را زیر اکالیپتوس یافتند و نتیجه گرفتند که ممکن است در نتیجه عدم حساسیت کرم‌خاکی به ترکیبات فنولیک یا جذب این ترکیبات توسط رس و یا محتوای عناصر غذایی بالای خاک باشد. در حالی که موبوکو کیمباتسا و همکاران (۸) رابطه‌ای بین تراکم کرم‌خاکی و ترکیبات فنولیک لاشریزه و یا حتی ترکیبات فنولیک خاک سطحی نیافتند. واران و زو (۱۴) و زو (۱۵) کیفیت لاشریزه را بسیار مهم می‌دانند. علاوه بر این زو (۱۵) همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین نیتروژن لاشریزه با تراکم کرم خاکی مشاهده کرد. همچنین تاثیر مثبت نیتروژن خاک روی تراکم و زیست‌توده کرم‌خاکی مشاهده شده است (۸). موبوکو کیمباتسا و همکاران (۸) بیان داشتند که آزاد شدن نیتروژن در طول تجزیه لاشریزه اکالیپتوس کند است و خاک جنگلکاری‌های آن از لحاظ نیتروژن فقیر می‌باشد، بنابراین محدودیت نیتروژن ممکن است یک فاکتور برای تراکم کم کرم‌خاکی در جنگلکاری‌های اکالیپتوس در کنگو باشد. لذا جهت یافتن علت تفاوت‌های ایجاد شده باید به دنبال بررسی ویژگی‌های خاک و لاشریزه گونه‌ها بود.

اگرچه تفاوتی در فراوانی و زیست‌توده جانوران خاک در جنگلکاری‌های گونه‌های درختی تثبیت کننده نیتروژن در مقایسه با گونه‌های درختی غیر تثبیت کننده نیتروژن مشاهده نشده است، اما *A.salicina* به عنوان یک گونه درختی تثبیت کننده نیتروژن بیشترین جانوران خاک به‌ویژه کرم‌خاکی را در مقایسه با سایر جنگلکاری‌ها دارد. از طرفی *E.camaldulensis* به عنوان یک گونه درختی غیر تثبیت کننده نیتروژن کمترین فراوانی و زیست‌توده جانوران خاک را دارد. عدم مشاهده تفاوت در دو گروه می‌تواند توسط تفاوت‌های زیاد در فراوانی و زیست‌توده جانوران خاک در جنگلکاری گونه‌های هر گروه تشریح گردد، این واریانس زیاد در ویژگی های مذکور در هر گروه منجربه تشابه برخی گونه‌های درختی دو گروه می‌شود.

محققین مدت‌هاست دریافته‌اند که فراوانی زیاد کرم‌خاکی با

تجزیه سریع‌تر لاشریزه گیاهی همراه می‌باشد (۱۳). دچاین و همکاران (۷) بر این باورند که چون کرم‌خاکی، بیشترین زیست‌توده را در میان جانوران خاک نواحی گرمسیری دارد نقش آنها در تجزیه لاشریزه گیاهی ممکن است بر ساختار و عملکرد جنگل‌های گرمسیری تاثیر بگذارد. آنها همچنین بیان داشتند که با کاهش تعداد کرم‌خاکی در خاک‌های گرمسیری، سرعت تجزیه لاشریزه گیاهی کاهش می‌یابد. کرم‌های خاکی علاوه بر مصرف مستقیم، تجزیه لاشریزه‌های گیاهی را از طریق بالا بردن فعالیت میکروبی خاک و افزایش مصون شدن میکروب‌های خاک، افزایش می‌دهند (۷). از آنجایی که *A.salicina* بیشترین فراوانی و زیست‌توده کرم‌خاکی را دارد می‌توان پیش بینی کرد که لاشریزه آن سریع‌تر از سایر گونه-هایی که فراوانی و زیست‌توده کمتر دارند، تجزیه شود. البته باید به خاطر داشت که علاوه بر جانوران خاک، اقلیم، کیفیت لاشریزه و فعالیت میکروبی خاک نیز در تجزیه آن تاثیر دارند (۳).

پژوهشگران، غنای جانوران خاک را به منابع و شرایط مختلفی ارتباط می‌دهند. تغییرات میکرواقلیم در نتیجه تاج‌پوشش و ساختار ریشه‌ای متفاوت می‌تواند مستقیما زنده‌مانی جانداران در تمام سطوح زنجیره غذایی تجزیه کننده‌ها را کنترل نماید (۹). از طرف دیگر پوسپیچ و اسکالسکی (۱۱) اشاره کردند که تمرکز بیشتر عناصر غذایی ماکرو (Ca، N و K) در خاک غنای جانوران خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهند. اوبرت و همکاران (۲) در تحقیق دیگر اشاره نمودند که تفاوت در جانوران خاک در سطح توده در یک جنگل راش به کیفیت لاشریزه وابسته است. علاوه بر این دما و نسبت C/N مواد گیاهی فاکتورهای غیر زیستی هستند که بیشترین تاثیر را روی فراوانی و حضور خانواده‌های جانوران در رویشگاه‌ها دارند (۱). پلن و گری (۱۰) دریافتند که غنای بندپایان بزرگ در زیر *Acacia mangium* در مقایسه با *E.grandis* بیشتر بوده است. همچنین ریچ و همکاران (۱۲) تعداد کمتر خانواده‌های جانوران را در زیر اکالیپتوس مشاهده و علت آن را میزان ترکیبات فنولیک بیشتر در برگ‌های آن بیان کردند. اینکه تنوع جانوران خاک در جنگلکاری‌ها تفاوتی را نشان نداده است می‌تواند به عدم مشاهده تفاوت در یکنواختی نسبت داده شود. در حقیقت ویژگی‌های خاک به حدی توسعه نیافته‌اند تا باعث ایجاد یکنواختی‌های متفاوت در جنگلکاری‌ها گردد و درنتیجه تنوع جانوران خاک متفاوتی را ایجاد نمایند (۱).

تجزیه به مولفه اصلی (PCA) گونه‌های درختی جنگلکاری شده بر اساس جانوران مشاهده شده نشان می‌دهد که بر این اساس نیز نمی‌توان گونه‌های درختی تثبیت کننده نیتروژن را از گونه‌های درختی فاقد این ویژگی متفاوت دانست و تفاوت‌های مشاهده شده بین گونه-های مختلف به خصوصیت تثبیت کننده‌گی آنها ارتباطی ندارد.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که *A.salicina* و *E.camaldulensis* به ترتیب بیشترین فراوانی و غنا جانوران خاک را داشتند. از آنجایی که جانوران خاک فاکتور مهمی در تنظیم تجزیه لاشریزه است مطالعه‌های بیشتری باید در مورد ارتباط فراوانی و غنای آنها با تجزیه لاشریزه صورت گیرد.

منابع

1- Antunes S.C., Pereira R., Sousa J.P., Santos M.C., and Goncalves F. 2008. Spatial and temporal distribution of litter arthropods in different vegetation covers of Porto Santo Island (Madeira Archipelago, Portugal). European Journal of Soil Biology, 44:45-56.

2- Aubert M., Hedde M., Decaens T., Bureau F., Margerie P., and Alard D. 2003. Effect of tree canopy composition on earthworms and other macro-invertebrates in beech forests of Upper Normandy (France). Pedobiologia, 47:904-912.

3- Barajas-Guzman G., and Avarez-Sanchez J. 2003. The relationships between litter fauna and rates of litter decomposition in a tropical rain forest. Applied Soil Ecology, 24:91-100.

4- Binkley D. 1996. The influence of tree species on forest soils: processes and patterns. In: Mead, D.J., Ornforth, I.S. (Eds.), Proceedings of the trees and soils workshop, Agronomy Society of New Zealand, Eds. Spec. Pub. 10, Lincoln University Press, Canterbury, 1-33 pp.

5- Binkley D., and Giardina C. 1998. Why do trees affect soils in temperate and tropical forests? The warp and woof of tree-soil interactions. Biogeochemistry, 42: 89-106.

6- Binkley D., Kaye J., Barry M., and Ryan M.G. 2004. First rotation changes in soil carbon and nitrogen in a *Eucalyptus* plantation in Hawaii. Soil Science Society of America Journal, 68:1713-1719.

7- Dechaine J., Ruan H., Leon Y.S., and Zou X. 2005. Correlation between earthworms and plant litter decomposition in a tropical wet forest of Purto Rico. Pedobiologia, 49:601-607.

8- Mboukou-Kimbatsa I., Bernhard-Reversat F., Loumeto J., Ngao J., and Lavelle P. 2007. Understory vegetation, soil structure and soil invertebrates in Congolese eucalypt plantations, with special reference to the invasive plant *Chromolaena odorata* and earthworm populations. European Journal of Soil Biology, 43:48-56.

9- Negrete-Yankelevich S., Fragoso C., Newton A.C., Russell G., and Heal O.W. 2008. Species-specific characteristics of trees can determine the litter macroinvertebrate community and decomposition process below their canopies. Plant and Soil, 307:83-97

10- Pellen R., and Garay I. 1999. Edaphic macroarthropod momunities in fast-growing plantations of *Eucalypyus*

grandis Hill ex Maid (Myrtaceae) and *Acacia mangium* Wild (Leguminosae) in Brazil. European Journal of Soil Biology, 35:77-89

11- Pospiech N., and Skalski T. 2006. Factors influencing earthworm communities in post-industrial area of Krakow Soda Works. European Journal of Soil Biology, 42:S278-S283.

12- Reich P.B., Oleksyn J., Modrzynski J., Mrozinski P., Hobbie S.E., Eissenstat D.M., Chorover J., Chadwick O.A., Hale C.M., and Tjoelker M.G. 2005. Linking litter calcium, earthworms and soil properties: a common garden test with 14 tree species. Ecology Letters, 8: 811-818.

13- Tsukamoto J., and Sabang J. 2005. Soil macro-fauna in an *Acacia mangium* plantation in comparison to that in a primary mixed dipterocarp forest in the lowlands of Sarawak, Malaysia. Pedobiologia, 49:69-80.

14- Warren M.W., and Zou X. 2002. Soil macrofauna and litter nutrients in three tropical tree plantations on a disturbed site in Puerto Rico. Forest Ecology and Management, 170: 161-171.

15- Zou X. 1993. Species effects on earthworm density in tropical tree plantations in Hawaii. Biology and Fertility of Soils, 15:35-38.

16- Zou X., and Bashkin M. 1998. Soil carbon accretion and earthworm recovery following revegetation in abandoned sugarcane fields. Soil Biology and Biochemistry, 30:825-830.

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 3, Jul-Aug 2012, p. 700-707

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۱، ص. ۷۰۷-۷۰۰

Plantations in Dez River Floodplain Influence Soil Macrofauna Differently

E. Sayad[1*] - S.M. Hosseini[2] – V. Hosseini[3] – M.H. Salehe Shooshtari[4]

Received: 7-4- 2011
Accepted: 26-2- 2012

Abstract

Plantations may influence soil fauna directly or indirectly. This research was conducted in order to study the influence of species plantations on soil macrofauna. Plantations of eight tree species including nitrogen fixing trees and non-nitrogen fixing trees based on complete randomized block design with 3 replicates were established in 1372 in Dez riverside. Soil macrofauna were studied randomly with two 0.5 × 0.5 m^2 samples from the 0-25 cm top soil in 1385. Earthworm, formicidae, coleoptera, collembola, araneae, chilopoda, isopoda and gastropoda were found. The average of soil macroinvertebrate abundances and biomass were consistently higher in *A. salicina* plantations than the other, whereas, *E. camaldulensis* had the lowest abundances and biomass and the highest richness. Comparison of the arthropods abundances and biomass did not show any significant differences between the different plantations. Comparison of macrofauna abundances and biomass in tow plantation groups were not significantly different. Principal component analyze of plantation species based on soil macrofauna also did not separate the two groups, so we could say that the differences under the diverse species do not relate to their nitrogen fixing property. As soil macrofauna is an important factor in regulating litter decomposition, the study on the relation of their abundance and richness to litter decompositiom is recommended.

Keywords: Plantation, Nitrogen fixing tree species, Soil macrofauna

1-Assistant Professor of Forestry Department, Higher Education Complex of Behbahan
(* - Corresponding Author Email: ehsansaiad@yahoo.com)
2-Associated Professor of Forestry Department, Natural Rescours and Marin Science Faculty, Tarbiat Modares University
3- Assistant Professor of Forestry Department, Natural Rescours Faculty, Kurdistan University
4- Expret, Agriculture and Natural Rescours Center of Khuzestan Province