

مقایسه تنوع بی مهرگان خاکزی در عرصه‌های جنگل طبیعی و جنگل کاری‌های منطقه ساری (عمق 0-10 سانتی‌متری خاک)

شیرزاد محمدنژاد کیاسری¹، خسرو ثاقب طالبی²، رامین رحمانی³، محمد عموزاد⁴

تاریخ دریافت: 90/1/24 تاریخ پذیرش: 90/5/10

چکیده

این تحقیق به ارزیابی تنوع بی مهرگان خاکزی در عرصه‌های جنگل کاری توسکای بیلاقی، پلت، بلندمازو، زرین و عرصه جنگل طبیعی مجاور آن‌ها در منطقه دارابکلا می پردازد. در زمان تحقیق این توده‌ها 20 ساله بوده‌اند. در طول یک سال نمونه برداری از بی مهرگان خاکزی به صورت فصلی و با استفاده از استوانه‌ای به سطح مقطع 81 سانتی‌متر مربع تا عمق 10 سانتی‌متر خاک انجام پذیرفت. در ارتباط با کرم‌های خاکی بالغ نیز 200 پلات یک مترمربعی به عمق 10 سانتی‌متر حفر گردید و نمونه‌های بالغ با روش دست‌چین جمع‌آوری شدند. همچنین در هر مرحله از نمونه برداری، متغیرهای متعددی از ویژگی‌های توده، لاشبرگ و خاک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. براساس نتایج تحقیق حاضر جنگل کاری‌های پهن برگ افزایش تنوع‌زیستی بی مهرگان خاکزی را موجب شده و از نظر تنوع بی مهرگان خاکزی نیز عرصه جنگل کاری توسکا از بالاترین میزان و جنگل کاری زرین کمترین میزان را به خود اختصاص داده‌است. تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی نیز نشان داد تغییرات فصلی تنوع بی مهرگان خاکزی در تیمارهای مختلف تحت تاثیر متغیرهای درجه حرارت، تاج پوشش، شدت نور نسبی، رطوبت لاشبرگ، رطوبت خاک و مقدار نسبت کربن آلی بر فسفر لاشبرگ است.

واژه‌های کلیدی: جنگل کاری، جنگل طبیعی خزری، بی مهرگان خاکزی، تنوع، غنا

1- استادیار پژوهشی، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران نویسنده مسئول،

Ms.mohammadnejad@ gmail.com

2- دانشیار پژوهشی، عضو هیات علمی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

3- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

4- کارشناس ارشد، اداره کل منابع طبیعی ساری

مقدمه

(1998)، میزان رطوبت (دی ویس و همکاران⁹، 2006) و ارتفاع از سطح دریا است (کورچوا¹⁰، 1972). همچنین فعالیت‌های بشر نیز در روند تغییرات این موجودات نقشی اساسی دارند. تاثیر شیوه‌های مختلف زراعت بر تراکم بی‌مهرگان خاکزی به شکلی است که عملیات شخم‌زدن و فشرده‌شدن خاک تاثیر منفی بر این موجودات داشته و عملیات کاشت مستقیم بذر و به‌جا گذاشتن باقی‌مانده‌های گیاهان زراعی در سطح عرصه، تاثیری مثبت بر فراوانی بی‌مهرگان خاکزی دارند (هیولگال¹¹، 2008). استفاده از حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها نیز در زمین‌های کشاورزی (ورونوا¹² و همکاران، 1968) و عرصه‌های مختلف جنگلی (بک¹³ و همکاران) و جنگل‌کاری (فورستر¹⁴ و همکاران، 2006)، اگر چه تاثیری منفی بر بی‌مهرگان خاکزی دارند، اما انجام مبارزه بیولوژیک نقشی قابل توجه در کاهش میکروارگانیسم‌های خاک نداشته است (زالن¹⁵ و همکاران، 2007). در مجموع فعالیت‌های کشاورزی کاهش فراوانی گروه‌های مختلف بی‌مهرگان خاکزی را نسبت به عرصه‌های جنگلی فراهم می‌آورد (لورنجر¹⁶ و همکاران، 1998). همچنین عرصه جنگل طبیعی نسبت به مناطقی که دارای طرح جنگلداری و یا عملیات جنگل‌کاری بوده‌اند از تنوع بالاتری برخوردار می‌باشد و در مواردی دیگر، تنوع و زیوزن بی‌مهرگان خاکزی در عرصه‌های جنگل‌کاری نسبت

بی‌مهرگان خاکزی در تجزیه مواد آلی، چرخه نیتروژن و کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌ها نقشی مثبت دارند (ادواردز¹، 1993). این موجودات براساس نحوه تغذیه، زیوزن، میزان فراوانی و عناصر معدنی حاصل از تجزیه بدن خود در بهبود خصوصیات خاک به صورتی مستقیم و یا غیرمستقیم دخالت می‌نمایند (اندرسون و همکاران²، 1991). همچنین بی‌مهرگان خاکزی تاثیری مثبت بر ترکیب و تراکم پوشش گیاهی داشته و مراحل مختلف توالی را تقویت می‌بخشند (د دین و همکاران³، 2003). لازم به توضیح است لاشبرگ‌ها در حفظ عملکرد اکوسیستم‌های طبیعی و مناطق مدیریت‌شده نقش اساسی دارند و تجزیه لاشبرگ‌ها تحت تاثیر نوع پوشش گیاهی، شرایط آب‌وهوایی و ویژگی‌های خاک و حضور بی‌مهرگان خاکزی است (وانگی و همکاران⁴، 2003). در مجموع، بی‌مهرگان خاکزی به‌عنوان بهترین فاکتور در شناسایی کیفیت خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند (لابری و بریان⁵، 1997).

گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی تحت تاثیر نوع پوشش گیاهی (امبوکو کیمباتسا⁶ و همکاران، 2007)، ویژگی‌های خاک (یانگ چان⁷ و همکاران، 2006) و شرایط آب‌وهوایی مانند درجه حرارت (هادکین سان⁸ و همکاران،

1-Edwards
2- Anderson
3- De Deyn
4- Mwangi
5- Lobry & Bruyn
6- Mboukou-Kimbatsa
7- Yong-Chun
8- Hodkinson

9- davis
10- Kurcheva
11- Hulugalle
12- Voronova
13- Beck
14- Forster
15- Zwahlen
16- Loranger

25° 19' 52° عرض جغرافیایی 15° 28' 36° شمالی تا 30° 2' 6° شمالی واقع شده است. متوسط ارتفاع منطقه مورد مطالعه نیز برابر با 150 متر از سطح دریا است. سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در سال 1366 نسبت به قطع یکسره درختان و انجام عملیات جنگل‌کاری در سطح ده‌ها هکتار از این اراضی اقدام نمود. گونه‌های مورد استفاده شامل بلند مازو²، پلت³، توسکای بیلاقی⁴ و زرین⁵ می‌باشد. در انجام این تحقیق ابتدا با استفاده از جنگل‌گردشی، نسبت به انتخاب یک هکتار که معرف وضعیت کلی هر یک از جنگل‌کاری‌های بیست ساله (در زمان انجام تحقیق) و عرصه جنگل طبیعی مجاور بوده- است اقدام و درختان حاشیه آن محوطه‌ها نیز در ارتفاع برابر سینه رنگ‌آمیزی شد. لازم‌به‌توضیح است در جنگل‌کاری‌های فوق‌الذکر عملیات پرورشی تنک‌کردن صورت پذیرفته و فاصله کاشت درختان 2x2 متر بوده است. در مرحله بعد در هر یک از این عرصه‌ها با استفاده از روش سیستماتیک تصادفی نسبت به انتخاب 10 پلات به وسعت 100 مترمربع (10x10 متر) اقدام گردید. موقعیت اولین پلات به صورت تصادفی مشخص شد و باتوجه به شکل محوطه‌های یک هکتاری، فاصله پلات‌ها در این تیمارها برابر با 10 x 20 متر از یکدیگر تعیین گردید. در این تحقیق گروه-های خرد خرد ریز خوار شامل کرم‌های خاکی، پادمان، هزارپایان، کنه‌ها، خرخاکی‌ها، پروتورها، سیمفیلا، دیپلورا، پروپیدا، حشرات بالدار و شکارچیانی که از خرد ریزخواران تغذیه می‌کنند

به جنگل طبیعی بیشتر بوده است (پاشانی¹ و همکاران، 1991).

بررسی‌های انجام شده بیانگر این واقعیت است که در مجموع حدود 480 هزار هکتار جنگل‌کاری در سطح شمال کشور انجام پذیرفته- است که حدود 10 درصد آن را گونه‌های سوزنی‌برگ (48 هزار هکتار) تشکیل می‌دهد (اسدالهی، 1380). همچنین وجود ده‌ها هکتار جنگل‌کاری‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ در عرصه‌های پایین‌بند شرق مازندران، ضرورت ارزیابی میزان موفقیت حاصل از فعالیت‌های جنگل‌کاری را در احیا و توسعه عرصه‌های منابع- طبیعی می‌نمایاند. باتوجه به اهمیت بی‌مهرگان خاکزی در تجزیه لاش‌برگ و چرخه عناصر غذایی، این تحقیق بر اساس تنوع بی- مهرگان خاکزی، به ارزیابی میزان موفقیت عرصه‌های مختلف جنگل‌کاری پرداخته است و عوامل موثر بر تغییرات فصلی تنوع این موجودات را نیز بر اساس تجزیه و تحلیل مولفه- های اصلی بیان می‌نماید. بدیهی است نتایج حاصل از این بررسی ما را در انتخاب گونه‌های مناسب جهت جنگل‌کاری، حفظ تنوع زیستی، انجام عملیات پرورشی و نحوه دخالت در جنگل‌های مخروطه پایین‌بند شمال کشور یاری می‌دهد.

مواد و روش‌ها

منطقه دارابکلا در جنوب شرقی شهرستان ساری و در طول جغرافیایی 28° 14' 52° شرقی لغایت

2- *Quercus castaneifolia* C. A. Mey.

3- *Acer velutinum* Bioss.

4- *Alnus subcordata* C. A. Mey.

5- *Cupressus sempervirens* L. var. *horizontalis*

¹ - Pashani

موثر بر تغییرات فصلی تنوع بی‌مهرگان خاکزی نیز از تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی استفاده گردید (جهانبخش، 1382).

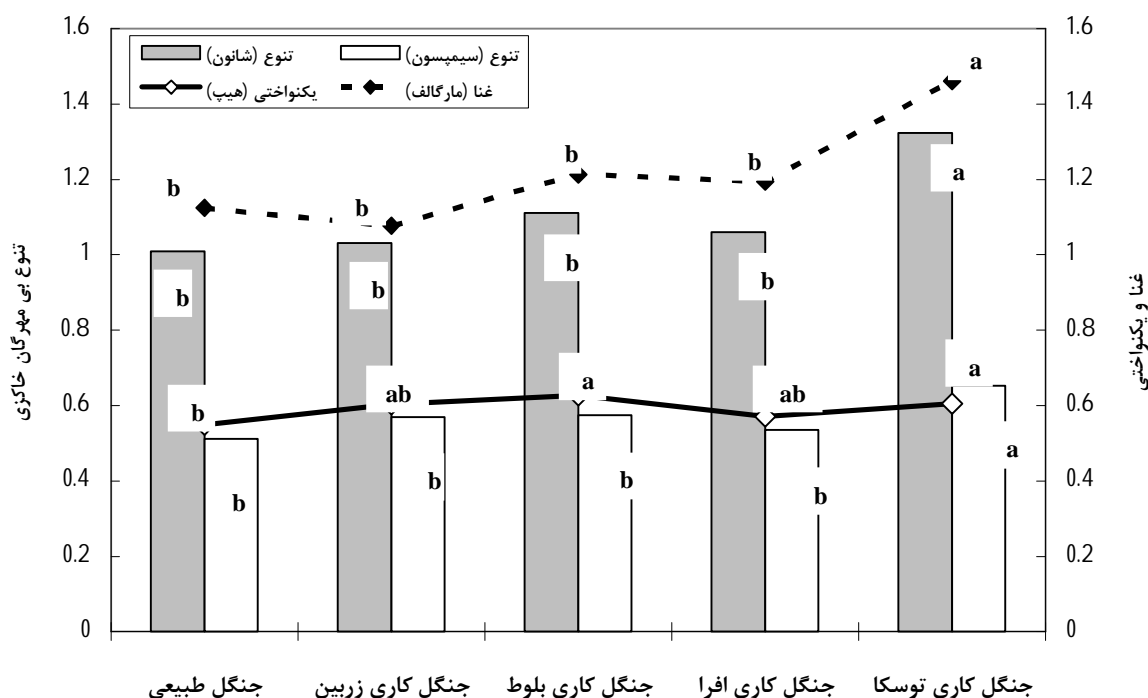
نتایج

الف - تغییرات شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای بی‌مهرگان خاکزی
 کرم‌های خاکی که بیش از 87 درصد زیوزن کل بی‌مهرگان خاکزی را به خود اختصاص داده‌اند، نتایج محاسبات تنوع‌زیستی را تحت تاثیر قرار می‌دهد به شکلی که کاهش زیوزن کرم‌های خاکی در جنگل‌کاری زرین افزایش قابل توجه یکنواختی و تنوع این عرصه را موجب می‌گردد. خلاصه مقایسات شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای بی‌مهرگان متوسط و درشت اندام پس از حذف گروه کرم‌های خاکی در شکل 1 ارایه شده‌است. نتایج این تحقیق نشان داد عرصه جنگل‌کاری توسکا از بالاترین میزان تنوع (شانون و سیمپسون) و غنا برخوردار می‌باشد و به لحاظ یکنواختی (هیپ) نیز پس از عرصه جنگل‌کاری بلوط بالاترین مقدار را به خود اختصاص داده‌است. سایر عرصه‌های مورد بررسی نیز به لحاظ شاخص‌های تنوع در مرتبه دوم جای گرفته‌اند، البته به لحاظ مقادیر شاخص شانون عرصه‌های جنگل‌کاری زرین و جنگل طبیعی به ترتیب کمترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند و از لحاظ شاخص سیمپسون نیز عرصه‌های جنگل‌کاری افرا و جنگل طبیعی به ترتیب پایین‌ترین مقدار را دارا می‌باشند (شکل 1). لازم به توضیح است از آنجایی که طول بدن بی‌مهرگان خاکزی ماکرو بیش از 10 میلی‌متر بوده و ابعاد بی‌مهرگان

شامل صدپایان، شبه عقرب‌ها، عنکبوت‌ها و پادرازان با عنوان بی‌مهرگان خاکزی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در اجرای این تحقیق به مدت یک سال (ابتدای تابستان 1385 تا پایان بهار 1386) و به صورت فصلی در سطح هر عرصه، ده نمونه خاک به صورت استوانه‌ای با سطح مقطع 81 سانتی‌متر مربع و تا عمق 10 سانتی‌متر برداشت شد که براساس پلات‌های موجود در 5 تیمار، در چهار فصل 200 نمونه به آزمایشگاه منتقل گردید. در ارتباط با کرم‌های خاکی بالغ نیز با حفر گودال به ابعاد یک متر مربع و به عمق 10 سانتی‌متر نسبت به جدا سازی و شمارش آنها اقدام گردید. همچنین در زمان نمونه‌برداری‌های فصلی و در سطح هر یک از پلات‌ها (100 متر مربع)، پارامترهای قطر برابر سینه درخت، تراکم درختان (تعداد در پلات)، درصد تاج‌پوشش (برآورد چشمی کارشناس)، شدت نورنسبی، درصد پوشش گیاهان علفی و درختچه‌ای کف بستر به- همراه وزن مخصوص ظاهری و درصد رطوبت خاک تا عمق 30 سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید. همزمان با نمونه‌برداری‌های فصلی و در سطح هر یک از پلات‌های مورد بررسی وزن خشک، درصد رطوبت و مقادیر کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم نمونه‌های لاشبرگ در پلات‌های یک مترمربعی اندازه‌گیری گردید (جعفری حقیقی، 1382). میانگین تنوع، غنا و یکنواختی بی‌مهرگان خاکزی براساس زیوزن خشک محاسبه شد. مقایسات تغییرات هر یک از پارامترهای مورد اندازه‌گیری با استفاده از تجزیه واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمون دانکن در سطح پنج درصد صورت پذیرفت. به‌منظور تعیین عوامل

جنگل کاری‌های افرا، بلوط و عرصه جنگل طبیعی پس از عرصه جنگل کاری توسکا جای می‌گیرند و این درحالی‌است که با استفاده از شاخص سیمپسون عرصه جنگل کاری افرا پس از عرصه جنگل کاری توسکا قرارداشته و عرصه‌های بلوط و جنگل طبیعی نیز بعد از افرا جای دارند (جدول 1).

مزو نیز تنها بین 0/2 تا 10 میلی‌متر است بررسی مقایسات تنوع بی‌مهرگان متوسط اندام نیز در جدول 1 بیان شده است. شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای بی‌مهرگان متوسط اندام نشان- داد که عرصه جنگل کاری توسکا از بالاترین میزان تنوع و غنا برخوردار می‌باشد و کمترین میزان تنوع بی‌مهرگان متوسط اندام نیز مربوط به جنگل کاری زرین است. به لحاظ شاخص شانون



شکل 1- تنوع، غنا و یکنواختی بی‌مهرگان خاکزی عمق 0 تا 10 سانتیمتری خاک (بدون گروه کرم های خاکی)

جدول 1- مقایسه میانگین سالیانه تنوع، یکنواختی و غنای بی‌مهرگان متوسط اندام در سطح منطقه*

شاخص‌های مورد بررسی	عرصه‌های جنگل کاری				جنگل طبیعی
	توسکا	افرا	بلوط	زرین	
تنوع شانون	a1/0352	b0/9265	b0/8914	c0/7840	b0/8651
تنوع سیمپسون	a0/5848	ab0/5383	b0/5301	c0/4498	b0/5174
یکنواختی هیپ	a0/6751	a0/6991	a0/7130	b0/5973	a0/7227
غنای مارگالف	a1/1957	ab1/0883	ab1/0842	b0/9555	b0/9992

*در هر ردیف بین میانگین‌هایی که در آنها یک حرف مشترک دیده می‌شود، اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

فصلی تنوع بی‌مهرگان خاکزی (شانون) جنگل طبیعی و جنگل‌کاری بلوط به ترتیب مربوط به فصل‌های زمستان و پاییز بوده است که این موضوع در ارتباط با جنگل‌کاری‌های افرا و زربین در فصل تابستان شکل گرفته و در ارتباط با توسکا نیز اختلاف معنی‌داری در بین فصول مختلف وجود نداشته‌است (جدول 3). از سویی دیگر میزان تنوع در طول هر یک از فصل‌ها و بر اساس حروفی که به صورت ردیفی در زیر میانگین‌ها وجود دارند نشان می‌دهد که در فصل تابستان کمترین میزان تنوع بی‌مهرگان خاکزی در عرصه جنگل‌کاری بلوط وجود داشته، در فصل پاییز عرصه جنگل‌کاری زربین کمترین مقدار را دارد و در فصل بهار نیز عرصه توسکا از بیشترین مقدار تنوع برخوردار بوده‌است. همچنین در طول فصل زمستان، مقادیر تنوع در بین تیمارهای مختلف از اختلاف معنی‌داری برخوردار نبود (جدول‌های 2 و 3).

د- تغییرات فصلی تنوع بی‌مهرگان خاکزی پس از حذف گروه گرم‌های خاکی تغییرات فصلی تنوع بی‌مهرگان (شانون و سیمپسون) خاکزی در ارتباط با هر یک از تیمارهای فوق‌الذکر و بر اساس مقادیر میانگین‌ها و حروفی که به صورت ستونی در سمت راست میانگین‌ها وجود دارند نشان می‌دهد که کمترین مقدار تنوع فصلی بی‌مهرگان خاکزی در عرصه جنگل‌کاری طبیعی و جنگل‌کاری‌های بلوط و افرا در فصل بهار شکل گرفته‌است و در ارتباط با جنگل‌کاری‌های زربین و بلوط نیز به ترتیب در فصل‌های پاییز و زمستان ایجاد گردید (جدول-های 2 و 3). از سویی دیگر بیشترین میانگین فصلی تنوع بی‌مهرگان خاکزی (شانون) جنگل-طبیعی و جنگل‌کاری بلوط مربوط به فصل پاییز بوده‌است که این موضوع در ارتباط با جنگل‌کاری‌های افرا و زربین در فصل تابستان شکل گرفته و در ارتباط با توسکا نیز در فصل بهار دیده شده‌است (جدول 3). میزان تنوع براساس شاخص سیمپسون نیز نشان‌داد بیشترین میانگین

جدول 2- مقایسه جنگل‌کاری‌ها و جنگل طبیعی دارابکلا از نظر میانگین شاخص تنوع گونه‌ای شانون*

فصل	جنگل طبیعی	عرصه‌های جنگل‌کاری		
		زربین	بلوط	افرا
تابستان	1/0677 ab	1/2298 a	1/0714 b	1/4536 a
	B	AB	B	A
پاییز	1/1239 a	0/8769 b	1/4148 a	1/0573 b
	AB	B	A	AB
زمستان	1/0940 ab	1/0088 ab	1/0429 b	0/9841 b
	A	A	A	A
بهار	0/7230 b	1/0122 ab	0/9134 b	0/7490 b
	B	B	B	B

* در هر ستون بین میانگین‌هایی که سمت راست آنها یک حرف مشترک (حروف لاتین کوچک) وجود دارد و در هر ردیف زیر میانگین‌هایی که یک حرف مشترک (حروف لاتین بزرگ) دیده می‌شود، اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

جدول 3- مقایسه جنگل کاری‌ها و جنگل طبیعی دارابکلا از نظر شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون*

فصل	جنگل طبیعی	عرصه‌های جنگل کاری		
		زربین	بلوط	افرا
تابستان	0/5234 ab	0/6264 a	0/5332 b	0/7100 a
	B	AB	B	A
پاییز	0/5650 ab	0/4941 b	0/7208 a	0/5438 ab
	AB	B	A	B
زمستان	0/5753 a	0/5839 ab	0/5405 b	0/5170 b
	A	A	A	A
بهار	0/3823 b	0/5754 ab	0/5013 b	0/3706 b
	B	AB	AB	B

* در هر ستون بین میانگین‌هایی که سمت راست آنها یک حرف مشترک (حروف لاتین کوچک) وجود دارد و در هر ردیف زیر میانگین‌هایی که یک حرف مشترک (حروف لاتین بزرگ) دیده می‌شود، اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

بیشترین غنای زربین در فصل تابستان، بیشترین مقادیر یکنواختی بلوط در فصل پاییز و بیشترین مقدار غنا و یکنواختی افرا در فصل تابستان و حداکثر میزان غنای توسکا در فصل بهار است (جدول‌های 4 و 5). از سویی دیگر کمترین تنوع-زیستی بی‌مهرگان خاکزی در عرصه‌های جنگل-طبیعی و افرا (جدول‌های 2 و 3) مشابه کمترین مقادیر غنا و یکنواختی جنگل طبیعی و جنگل-کاری افرا است.

در تعیین تنوع دو مفهوم غنا و یکنواختی به صورت یک کمیت ارایه می‌گردد. مقادیر جدول-های 4 و 5 نشان می‌دهد. عرصه جنگل طبیعی با دارا بودن کمترین مقدار تنوع در فصل بهار (جدول‌های 3 و 4)، به همان نسبت کمترین میزان یکنواختی و غنای را در این فصل دارد. لازم به-توضیح است در سطح عرصه‌های زربین، بلوط، افرا و توسکا نیز مقادیر حداکثر تنوع بی‌مهرگان خاکزی (جدول 2 و 3) به ترتیب مشابه مقادیر

جدول 4- مقایسه جنگل کاری‌ها و جنگل طبیعی دارابکلا از نظر میانگین شاخص غنای مارگالف*

فصل	جنگل طبیعی	عرصه‌های جنگل کاری		
		زربین	بلوط	افرا
تابستان	1/2437 a	1/3061 a	1/2069 a	1/5709a
	BC	AB	C	A
پاییز	1/2460 a	0/9701 b	1/2727 a	1/1486 b
	AB	B	AB	B
زمستان	1/0535 ab	0/9920 b	1/3081 a	1/1150 b
	A	A	A	A
بهار	0/9527 b	1/0374 ab	1/0673 a	0/9414 b
	B	B	B	B

* در هر ستون بین میانگین‌هایی که سمت راست آنها یک حرف مشترک (حروف لاتین کوچک) وجود دارد و در هر ردیف زیر میانگین‌هایی که یک حرف مشترک (حروف لاتین بزرگ) دیده می‌شود، اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

جدول 5- مقایسه جنگل کاری‌ها و جنگل طبیعی دارابکلا از نظر میانگین شاخص یکنواختی هیپ*

فصل	عرصه‌های جنگل کاری			
	توسکا	افرا	بلوط	زربین
تابستان	0/5604 b	0/6233 a	0/5094 b	0/5831 b
	A	A	A	A
پاییز	0/5796 ab	0/6073 a	0/7100 a	0/5901 ab
	AB	AB	A	B
زمستان	0/7341 a	0/6180 a	0/6266 ab	0/7253 a
	A	A	A	A
بهار	0/5500 b	0/4369 b	0/6612 ab	0/5153 b
	AB	B	A	AB

* در هر ستون بین میانگین‌هایی که سمت راست آنها یک حرف مشترک (حروف لاتین کوچک) وجود دارد و در هر ردیف زیر میانگین‌هایی که یک حرف مشترک (حروف لاتین بزرگ) دیده می‌شود، اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

ضرایب منفی، مقادیر مطلق بزرگی نسبت به عامل اول (محور X) و یا محور ویژگی‌های محیطی داشته‌است (51/25 درصد) و از سویی دیگر متغیرهای متوسط شاخص‌های تنوع زیوزن بی-مهرگان خاکزی با ضرایب مثبت مقادیر بزرگی نسبت به عامل دوم (محور Y) و یا محور ویژگی‌های بی‌مهرگان خاکزی توده را دارند (26/65 درصد).

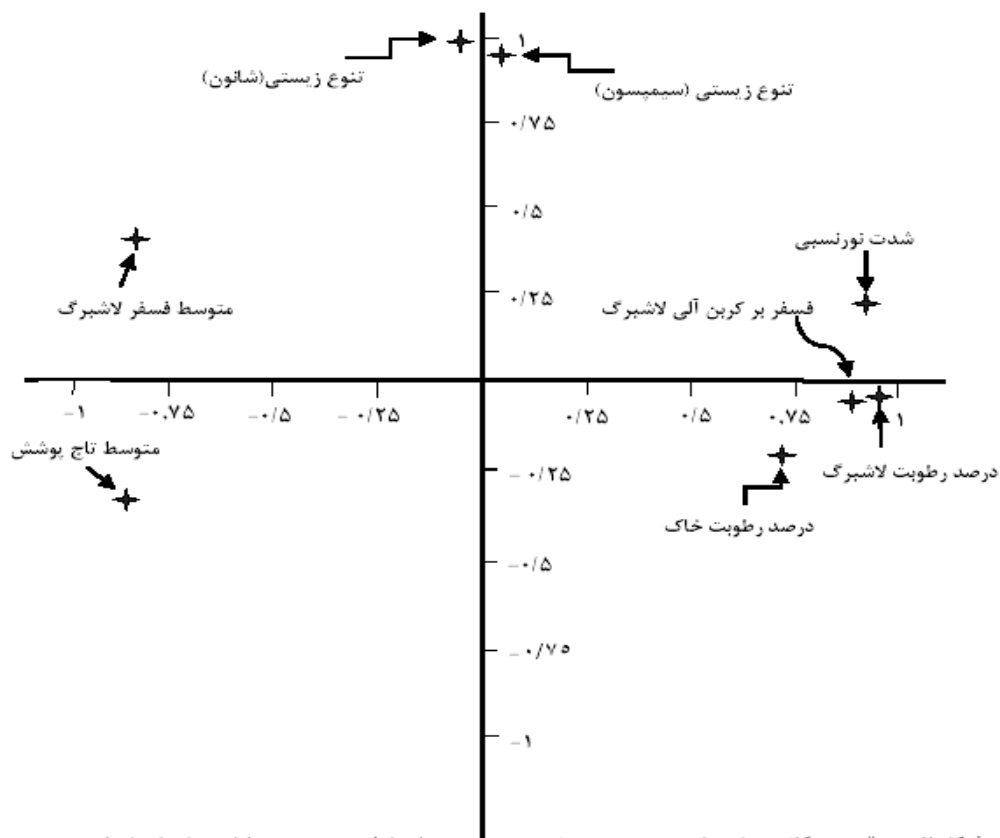
در مرحله بعد براساس مقادیر عامل‌های اول و دوم، موقعیت مکانی تیمارهای مختلف نسبت به محورهای اصلی نمایش داده شد (شکل 3). مقادیر نمرات عامل اول در شکل 3 بیان کننده آن است که برای فصل تابستان و در ارتباط با تمامی تیمارهای مورد بررسی، متغیرهای متوسط فسفر لاشبرگ و متوسط تاج پوشش درختان از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد (ضریب منفی کوچکتر از 1)، از سویی دیگر در عرصه‌های جنگل طبیعی

ر- بررسی موقعیت مکانی تیمارها و متغیرهای مورد بررسی نسبت به محورهای اول و دوم

تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی با دو عامل و هشت متغیری که با یکدیگر ارتباط معنی‌داری را نشان داده‌اند، انجام پذیرفت. در مجموع تحلیل مقادیر ویژه¹ که سهم هر یک از فاکتورها را نسبت به واریانس کل بیان می‌نماید و مقدار آن بیشتر از یک می‌باشد، نشان داد که دو عامل اول و دوم حدود 78 درصد (77/90 درصد) واریانس متغیرها را شامل شده‌است. نتیجه ماتریس ضرایب عامل‌ها نیز پس از دوران در شکل 2 معین می‌شود. متغیرهای متوسط شدت نورنسبی، نسبت کربن آلی بر فسفر لاشبرگ و درصد رطوبت لاشبرگ و خاک با ضرایب مثبت و متغیرهای متوسط فسفر لاشبرگ و درصد تاج پوشش با

(تیمارهای 17 و 20) از اهمیت بسیاری برخوردار است (ضریب بزرگتر از 1). براساس مقادیر عامل‌های اول و موقعیت مکانی تیمارهای مختلف نسبت به محور اول نیز، شاخص‌های تنوع زیستی بی‌مهرگان خاکزی عرصه‌های جنگل طبیعی و جنگل کاری‌های افرا در فصل بهار (تیمارهای 4 و 16) و عرصه جنگل کاری زربین در فصل پاییز (تیمار 6) که ضریب منفی کوچکتر از 1 را دارند از کمترین میزان اهمیت برخوردار می‌باشند.

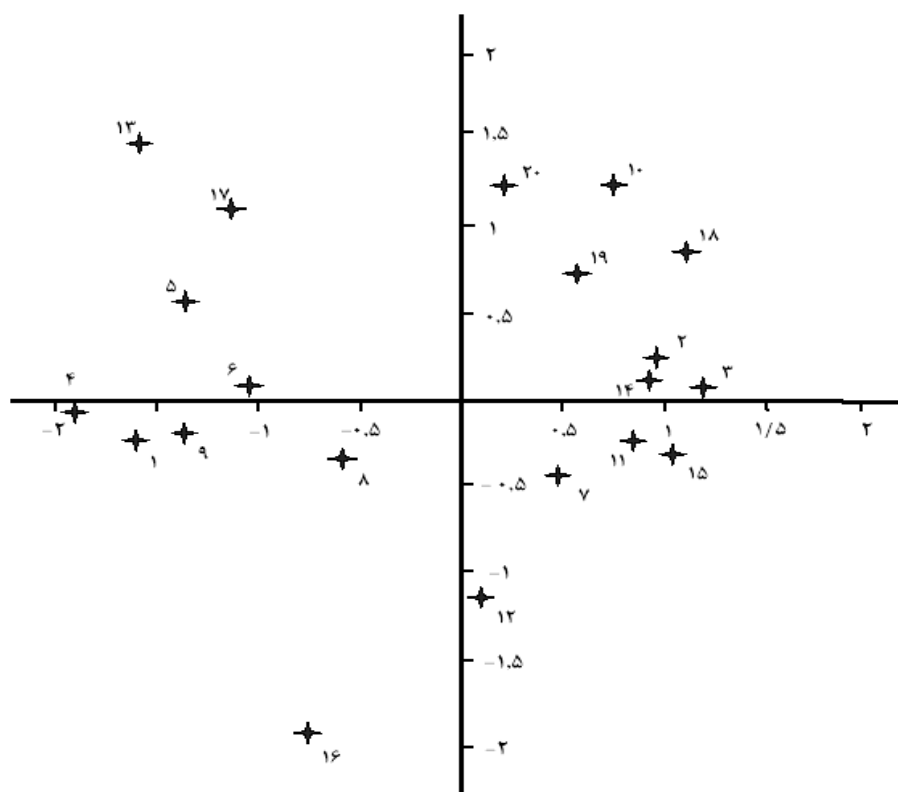
و جنگل کاری افرا میانگین‌های متوسط شدت نور نسبی، متوسط نسبت فسفر بر کربن آلی لاشبرگ و درصد رطوبت لاشبرگ و خاک در فصل زمستان تاثیر و اهمیت بالایی دارد و در عرصه توسکا نیز متغیرهای فوق‌الذکر در فصل پاییز از اهمیت قابل توجه‌ای برخوردار است (ضریب بزرگتر از 1). بررسی نمرات عامل دوم نیز نشان می‌دهد شاخص‌های تنوع بی‌مهرگان خاکزی جنگل کاری‌های بلوط در فصل پاییز (تیمار 10)، جنگل کاری افرا در فصل تابستان (تیمار 13) و جنگل کاری توسکا در فصل‌های تابستان و بهار



شکل ۲- موقعیت مکانی متغیرهای مورد بررسی نسبت به محورهای اول و دوم در تحلیل بردارهای اصلی

لاشبرگ در فصل زمستان عرصه جنگل طبیعی، جنگل کاری بلوط، جنگل کاری افرا و همچنین در فصل پاییز جنگل کاری توسکا، با تقویت و یا کاهش قابل توجه شاخص‌های تنوع بی‌مهرگان خاکزی را همراه نگردید (شکل‌های 2 و 3). همچنین افزایش قابل توجه شاخص‌های تنوع زیستی بی‌مهرگان خاکزی (محور دوم) عرصه توسکا در بهار و عرصه افرا در پاییز و همچنین کاهش قابل توجه مقادیر شاخص‌های تنوع زیستی عرصه جنگل طبیعی در بهار و جنگل کاری زربین در پاییز با اهمیت یافتن هیچ یک از

لازم به توضیح است نتیجه روش تجزیه‌عاملی نشان داده‌است (شکل‌های 2 و 3) در طول فصل تابستان و بر اساس تیمارها نسبت به محور اول، متغیرهای متوسط فسفر لاشبرگ و درصد پوشش درختان در کلیه تیمارهای مورد بررسی از اهمیت بالایی برخوردار بوده و براساس محور دوم نیز تنها شاخص‌های تنوع زیستی جنگل کاری‌های بلوط و افرا از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند (شکل 3). از سویی دیگر افزایش اهمیت متغیرهای درصد رطوبت لاشبرگ و خاک، درصد شدت نور نسبی و نسبت فسفر بر کربن آلی



شکل ۳- موقعیت تیمارهای مختلف مورد بررسی نسبت به محورهای اول و دوم در تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی

- | | | | |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| ۱- جنگل طبیعی در فصل تابستان | ۲- جنگل طبیعی در فصل پاییز | ۳- جنگل طبیعی در فصل زمستان | ۴- جنگل طبیعی در فصل بهار |
| ۵- جنگل کاری زربین در تابستان | ۶- جنگل کاری زربین در پاییز | ۷- جنگل کاری زربین در زمستان | ۸- جنگل کاری زربین در بهار |
| ۹- جنگل کاری بلوط در تابستان | ۱۰- جنگل کاری بلوط در پاییز | ۱۱- جنگل کاری بلوط در زمستان | ۱۲- جنگل کاری بلوط در بهار |
| ۱۳- جنگل کاری افرا در تابستان | ۱۴- جنگل کاری افرا در پاییز | ۱۵- جنگل کاری افرا در زمستان | ۱۶- جنگل کاری افرا در بهار |
| ۱۷- جنگل کاری توسکا در تابستان | ۱۸- جنگل کاری توسکا در پاییز | ۱۹- جنگل کاری توسکا در زمستان | ۲۰- جنگل کاری توسکا در بهار |

خاک منطقه، به لحاظ مجموع بی مهرگان خاکزی (بدون کرم های خاکی) جنگل کاری توسکا از بیشترین میزان بی مهرگان خاکزی برخوردار بوده و در بین سایر عرصه های جنگل کاری اختلاف معنی داری وجود نداشته است (شکل 1). همچنین عرصه جنگل کاری توسکا از بالاترین میزان تنوع-زیستی بی مهرگان متوسط اندام برخوردار بوده و عرصه جنگل کاری زربین کمترین میزان تنوع را داشته است.

بررسی های متعدد تاثیر مجموعه عوامل پوشش گیاهی، شرایط محیطی و کیفیت تغذیه ای لاشبرگ و خاک را بر ترکیب و تراکم بی مهرگان خاکزی تایید نموده است. انجام یک تحقیق نشان داد میزان بارندگی فصول مختلف سال بر فراوانی بی مهرگان خاکزی تاثیر دارد و خشکی تابستان کاهش تراکم بی مهرگان خاکزی فصل پاییز را نیز موجب می گردد (استیلی² و همکاران، 2007). بررسی دیگر در یک عرصه جنگلی مشخص ساخت اهمیت متغیرهای عمق و رطوبت خاک در تعیین اجتماعات بی مهرگان خاکزی بیش از نوع ترکیب درختان جنگلی می-باشد (گانگالسکی³ و همکاران، 2008). در تحقیقی دیگر معین گردید تاثیر متغیر ترکیب پوشش گیاهی یک منطقه بر تراکم بی مهرگان خاکزی بیش از تغییرات متغیر درجه حرارت است (هادکینسون⁴ و همکاران، 1998). همچنین بررسی های دیگر نشان داد اختلاف در فراوانی و تنوع بی مهرگان خاکزی تحت تاثیر لاشبرگ ها و ویژگی های تغذیه ای بوده (کلینک⁵ و همکاران، 2007؛ شیرزاد محمدنژاد کیاسری و همکاران،

متغیرهای محور اول همراه نبوده است (شکل 3) ولی با این حال در عرصه جنگل کاری توسکا موقعیت تیمار فصل بهار در سمت راست محور دوم جای گرفته و در عرصه جنگل طبیعی در سمت چپ محور دوم جای دارد که از این رو افزایش اندک اهمیت متغیرهای درصد شدت نورنسبی، نسبت کربن آلی بر فسفر لاشبرگ و درصد رطوبت لاشبرگ و خاک در فصل بهار رونق مقادیر تنوع زیستی توسکا را موجب شده- است. در ارتباط با عرصه بلوط نیز موقعیت تیمار فصل پاییز در سمت راست محور دوم جای دارد و در عرصه زربین نیز در سمت چپ جای گرفته است که از این جهت می توان اذعان داشت افزایش نسبی متغیرهای فوق الذکر در جنگل کاری بلوط نیز، با افزایش اهمیت میزان تنوع زیستی بی مهرگان خاکزی فصل پاییز توأم شده است.

بحث و نتیجه گیری

تحقیقات متعدد، تفاوت های تنوع بی مهرگان خاکزی را براساس نوع پوشش گیاهی تایید نموده است. بررسی تنوع بی مهرگان خاکزی در چهار منطقه با پوشش گیاهی متفاوت نشان داد بیشترین تنوع بی مهرگان خاکزی درشت اندام در عرصه جنگل طبیعی شکل گرفته و پس از آن به- ترتیب در عرصه سوزنی برگ کاج تدا، اراضی مرتعی و زمین کشاورزی بوده است (کالهم¹ و همکاران، 2006). بررسی تنوع بی مهرگان خاکزی در تیپ های جنگلی شمال کشور نیز نشان داد تنوع زیستی در تیپ راش بیشتر از تیپ های ممرز و بلوط- ممرز بوده است (رحمانی و زارع مایوان، 1382). در تحقیق حاضر نیز علی رغم وجود مشابهت در ویژگی های فیزیکی و شیمیایی

²Staley

³Gongalsky

⁴Hodkinson

⁵Kling

¹Callaham

که عرصه جنگل کاری توسکاییلاقی از بهترین وضعیت برخوردار بوده و پس از آن جنگل کاری های افرا (پلت) و بلند مازو به ترتیب نتایج قابل قبولی را ارائه کرده اند، همچنین عرصه جنگل طبیعی از نظر ویژگی های کیفی از شرایط مناسبی برخوردار نبوده و عرصه جنگل کاری زرین نیز ضعیف ترین نتایج کمی و کیفی را داشته است (محمدنژاد کیاسری و همکاران، ۱۳۸۹ الف). تحقیق حاضر نیز به لحاظ تنوع بی-مهرگان خاکزی نتایج نسبتا مشابه ارزیابی کمی کیفی را نشان داده است به شکلی که عرصه جنگل کاری توسکا از بالاترین میزان تنوع بی-مهرگان خاکزی برخوردار بوده و شرایط آن بهتر از عرصه جنگل طبیعی نیز بوده است. انجام این تحقیق تاکید می نماید فعالیت جنگل کاری با استفاده از گونه های پهن برگ بومی سازگار با شرایط اکولوژیکی منطقه می تواند به عنوان یکی از روش های مناسب احیای عرصه های مخروبه در جنگل های پایین بند شمال کشور مورد استفاده قرار گیرد. همچنین با توجه به تاثیر مجموعه عوامل شرایط توده، پارامترهای محیطی و کیفیت تغذیه ای خاک و لاشبرگ در تغییرات تنوع زیستی بی مهرگان خاکزی، نتایج این تحقیق ضرورت انجام عملیات پرورشی در عرصه های جنگل کاری و ایجاد فضای مناسب در هر یک از توده های دست کاشت و طبیعی را می نمایاند. بدیهی است با گذشت زمان و انجام عملیات پرورشی، جدای از بهبود شرایط زیست بی مهرگان خاکزی، پایداری توده ها در سطح جنگل کاری ها نیز شباهت بیشتری نسبت به توده های طبیعی خواهند یافت (گریم بچر^۳ و همکاران، ۲۰۰۷).

(۱۳۸۷) و ترکیب بی مهرگان خاکزی در خاک های غنی اختلاف کمتری نسبت به خاک های ضعیف داشته است (بالا و دیویس^۱، ۱۹۹۵). محدودیت های تغذیه ای به عناصری مشخص از قبیل نیتروژن، فسفر و آهن قابل دسترس مربوط می شود (استیلینگ^۲، ۲۰۰۱). لازم به یادآوری است فرضیه های موجود در این تحقیق نیز به تعریف ارتباط تغییرات متغیرهای متنوع فصلی با افزایش و یا کاهش تنوع بی مهرگان خاکزی پرداخته است و با این حال بیان علت و معلولی در بین متغیرهای مختلف مورد بررسی جزو اهداف این تحقیق نیست. نتیجه کلی حاصل از ترسیم موقعیت کلی تیمارهای مختلف حاصل از انجام آزمون تجزیه عاملی مشخص ساخت افزایش متغیرهای درصد تاج پوشش بسته و متوسط فسفر لاشبرگ فصل تابستان در کلیه تیمارها، تنها برای جنگل کاری های افرا و توسکا با تقویت تنوع بی-مهرگان خاکزی همراه بوده است. از سویی دیگر اگرچه افزایش اهمیت متغیرهای درصد رطوبت-لاشبرگ و خاک، درصد شدت نورنسبی و نسبت کربن آلی بر فسفر لاشبرگ در هیچ تیمارهای فصل زمستان با افزایش تنوع زیستی همراه نبوده است، لیکن تقویت نسبی این متغیرها در فصل پاییز، با تقویت نسبی تنوع زیستی بی مهرگان خاکزی توأم شده است. در ارتباط با عرصه زرین نیز به دلیل انتقال موقیت تیمار فصل پاییز به سمت چپ محور دوم و عدم اهمیت متغیرهای با اهمیت فصل زمستان، کاهش تنوع بی مهرگان خاکزی فصل پاییز را مشاهده گردید.

نتایج ارزیابی براساس متغیرهای کمی و کیفی عرصه های جنگل کاری دارابکلا نشان داده است

^۱ Balla & Davis

^۲ Stiling

^۳ Grimbacher

7- Anderson, J., Knight, D., Elliott, P., Verresh, G.K., Rajagopal, D. & Viraktamath, C.A., 1991. Effects of invertebrates on soil properties and processes. Advances in management and conservation of soil fauna. Proceeding of the 10th International soil zoology colloquium, held at Bangalore, India, 7-13 August 1988, 473-484.

8- Balla, S.A., & J.A. Davis, 1995. Seasonal variation in the macroinvertebrate fauna of wetlands of differing water regime and nutrient status on the Swan Coastal Plain, Western Australia. *Hydrobiologia*, 299: 147-161.

9- Beck, L., Rombke, J., Ruf, A., Prinzing, A. & Woas, S., 2004. Effects of diflubenzuron and *Bacillus thuriensis var. kurstaki* toxin on soil invertebrates of a mixed deciduous forest in the upper Rhine valley, Germany. *European Journal of Soil Biology*, 40: 55-62.

10- Callahan, M.A., Richter, D.D., Coleman, D.C. & Hofmockel, M., 2006. Long-term land-use effects on soil invertebrate communities in southern piedmont soils, USA. *European Journal of Soil Biology*, 42: 150-156.

11- Davis, C.A., Austin, J.E. & Buhl, D.A., 2006. Factors influencing soil invertebrate communities in riparian grasslands of the central platte river floodplain. *Wetlands*, 26: 438-454.

12- De Deyn, G.B., Raaijmakers, C.E., Zoomer, H.R., Berg, M.P., De Rooter, P.C., Verhoef, H.A., Bezemer, T.M. & Putten, W.H., 2003. Soil invertebrate fauna

منابع

- 1- اسدالهی، ف. 1380. بررسی سیر تحول جنگلکاری در ایران. فصلنامه علمی ترویجی جنگل و مرتع، نشریه شماره 53، صفحات 19-13.
- 2- جعفری حقیقی، م. 1382. روش‌های تجزیه خاک. انتشارات ندای ضحی، 236 صفحه.
- 3- جهانبخش، ا. 1382. راهنمای ساده کاربرد آزمون‌های آماری در پژوهش‌های علمی با استفاده از SPSS. انتشارات ارکان، 99 صفحه.
- 4- رحمانی ر. و زارع مایوان، ح. 1382. بررسی تنوع و ساختار اجتماع بی‌مهرگان خاکزی در تیپ‌های جنگلی راش، ممرز و بلوط - ممرز. مجله منابع طبیعی ایران، جلد 56، شماره 4، صفحات 425-435.
- 5- محمدنژاد کیاسری، ش. ثاقب طالبی، خ. رحمانی، ر. جعفری، ب. و جعفرزاده، ح. 1389(الف). ارزیابی کمی و کیفی عرصه‌های جنگلکاری و جنگل طبیعی منطقه دارابکلا در شرق مازندران. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد 18 شماره 3، صفحات 337-351.
- 6- محمدنژاد کیاسری، ش. ثاقب طالبی، خ. رحمانی، ر. عادل، ا. و نجفی، ف. 1389(ب). ارزیابی اثرگذاری تغییرات شدت نور نسبی در عرصه‌های جنگل طبیعی و جنگلکاری‌ها. نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، دانشکده منابع طبیعی، جلد 63 شماره 1، صفحات 61-75.

diversity. *Nature*, 422: 711-713.

13- Edwards, C.A., 1993. Effect of herbicides on soil and surface inhabiting invertebrates. Brighton Crop Protection Conference, Weeds. Proceedings of an International Conference, British, UK, The Ohio State University, Columbus, USA., 22-25 November 1993, Vol.1, 133-138.

14- Forster, B., Garcia, M., Francimari, O. & Rombke, J., 2006. Effects of carbendazim and lambda-cyhalothrin on soil invertebrates and leaf litter decomposition in semi-field and field tests under tropical conditions (Amazonia, Brazil). *European Journal of Soil Biology*, 42: 171-179.

15- Gongalsky, K.B., Gorshkova, I.A., Karpov, A.I. & Pokarzhevskii, A.D., 2008. Do boundaries of soil animal and plant communities coincide? A case study of Mediterranean forest in Russia. *European Journal of Soil Biology*, 44: 355-363.

16- Grimbacher, P.S., Catterall, C.P., Kanowski, J. & proctor, H.C., 2007. Responses of ground active beetle assemblages to different styles of reforestation on cleared rainforest land. *Biodiversity and Conservation*, 16: 2167-2184.

17- Hodkinson, I.D., Webb, N.R., Bale, J.S., Block, w., Coulson, S.J. & A.T. Strathdee, 1998. Global change and arctic ecosystems: conclusions and predictions from experiments with terrestrial invertebrates on Spitsbergen. *Arctic and Alpine Research*, 30: 306-313.

18- Hulugalle, N.R., Entwistle, P. & De-Bruyn, L., 1998. Residual

enhances grassland succession and effects of tillage and crop rotation on soil properties, soil invertebrate numbers and nutrient uptake in an irrigated vertisol sown to cotton. *Applied Soil Ecology*, 7: 11-30.

19- Kling, L.J., Juliano, S.A., & D.A., Yee, 2007. Larval mosquito communities in discarded vehicle tires in a forested and unforested site: detritus type, amount, and water nutrient differences. *J. Vector Ecol.*, 32: 207-217.

20- Kurcheva, G.F., 1972. Soil invertebrate: of trans-carpathian forests. *Pedobiologia*, 12: 381-400.

21- Lobry de Bruyn, L.A., 1997. The status of soil health to monitor the sustainability of Australian agricultural soils. *Ecol. Econ.*, 23: 167-178.

22- Loranger, G., Ponge, J.F., Blanchart, E. & Lavelle, P., 1998. Influence of agricultural practices on arthropod communities in a vertisol (Martinique). *European Journal of Soil Biology*, 34: 157-165.

23- Mboukou-Kimbatsa, I., Bernhard-Reversat, F., Loumeto, J.J., Ngao, J. & 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.

24- Mwangi, M., Mugendi, D.N., Kung'u, J.B., Swift, M.J. & Albrecht, A. 2003. Soil invertebrate macrofauna composition within agroforestry and forested ecosystems and their role in litter decomposition in Embu, Kenya. In: Bationo, A.

(ed.). Managing nutrient cycles to sustain soil fertility in sub-Saharan Africa. Academy Science Publishers (ASP); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Nairobi, Kenya. p. 447-466.

25- Pashani, B., Lavelle, P., Verresh, G.K., Rajagopal, D. & Viraktamath, C.A., 1991. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia. Advances in management and conservation of soil fauna. Proceeding of the 10th International soil zoology colloquium, held at Bangalore, India, 7-13 August 1998, 291-298.

26- Staley, J.T., Hodgson, C.J., Mortimer, S.R., Morecroft, M.D., Masters, G.J., Brown V.K. & Taylor, M.E., 2007. Effects of summer rainfall manipulations on the abundance and vertical distribution of herbivorous soil macro-

invertebrates. European Journal of Soil Biology, 43: 189-198.

27- Stiling, P.D., 2001. Ecology: theories and applications. 4 ed. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall. 403 p.

28- Voronova, L.D., 1968. The effect of some pesticides on the soil invertebrate fauna in the south Taiga. Pedobiologia, 8: 507-525.

29- Yong-Chun, S., Ying-Bo, G., Da Y. & Ji-Yuan, W., 2006. Diversity of soil invertebrate communities at Yushan Hill, Changshu, Jiangsu province. Biodiversity Science, 3: 333-338.

30- Zwahlen, A., Hilbeck, A. & W. Nentwig, 2007. Field decomposition of transgenic bt maize Residue and the impact on non-target soil invertebrates. Plant and Soil, 300: 245-257.

