

ارتباط بین فراوانی هزارپا با ترکیب عناصر غذایی لاشبرگ در مناطق جنگلکاری شده و مخروبه (مطالعه موردی دارابکلا - مازندران)^۱

رامین رحمانی^۲ شیرزاد محمدنژاد کیاسری^۳

چکیده

در دو دهه اخیر مساحت جنگل‌های مخروبه در شمال ایران به علت دخالت انسان افزایش یافته است. جنگلکاری با گونه‌های اصلاح کننده خاک می‌تواند روشی مناسب برای احیا و بازسازی جنگل‌های مخروبه باشد، زیرا با افزایش فعالیت‌های زیستی مرتبط با تجزیه لاشبرگ و چرخه عناصر غذایی، روند بازگشت اکوسیستم به شرایط طبیعی را کوتاه می‌نماید. این بررسی با هدف تعیین فراوانی جمعیت هزارپا در جنگلکاری‌های ۱۴ ساله افرا، بلوط، توسکا و زربین در مقایسه با یک جنگل مخروبه انجیلی و ممرز در دارابکلا با توجه به ترکیب عناصر غذایی لاشبرگ انجام شد. در عرصه‌های مورد بررسی ۵۰ نمونه انتخاب و ویژگی‌های جمعیت هزارپا، لایه لاشبرگ و لایه سطحی خاک (۰ تا ۱۰ سانتی‌متر) شامل تعداد و زیوزن هزارپا، وزن، درصد ماده خشک، درصد پروتئین خام، درصد چربی خام، درصد لیاف خام، درصد خاکستر، واکنش شیمیایی لاشبرگ، درصد رطوبت وزنی و وزن مخصوص ظاهری خاک اندازه‌گیری شدند. کلیه نمونه‌های هزارپا به گونه *Ommatoius caspius* (Lohmander, 1928) از خانواده Julidae تعلق داشتند. در جنگل‌کاری‌های افرا و بلوط میانگین زیوزن هزارپا بیشتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در متر مربع و وزن لاشبرگ کمتر از ۱۰۰۰ گرم در متر مربع بود، در حالی که در جنگلکاری‌های توسکا و زربین و جنگل مخروبه انجیلی و ممرز میانگین زیوزن هزارپا کمتر از ۵۰ میلی‌گرم در متر مربع و میانگین وزن لاشبرگ بیشتر از ۱۰۰۰ گرم در متر مربع به دست آمد. ضریب همبستگی تعداد و زیوزن هزارپا با وزن لاشبرگ ($r = -0/88$)، درصد چربی خام لاشبرگ ($r = 0/80$)، درصد لیاف خام لاشبرگ ($r = 0/53$) و وزن مخصوص ظاهری خاک ($r = 0/60$) معنی‌دار بود. در بین متغیرهای مرتبط با ترکیب عناصر غذایی لاشبرگ، درصد چربی خام بالاترین همبستگی را با محور اول در تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی ($r = -0/69$) داشت. گونه‌های درختی کاشته شده در جنگلکاری از طریق ترکیب عناصر غذایی لاشبرگ بر فراوانی جمعیت هزارپا و مقدار تجمع ماده آلی در لایه لاشبرگ موثر بوده‌اند.

واژه‌های کلیدی: هزارپا، جنگلکاری، جنگل مخروبه، لاشبرگ، ترکیب عناصر غذایی.

^۱- تاریخ دریافت: ۸۱/۷/۲۰، تاریخ تصویب نهایی: ۸۱/۱۲/۵

^۲- استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۳- عضو هیات علمی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام مازندران

مقدمه

جنگل دارابکلا واقع در جنوب شرقی شهرستان ساری در همسایگی روستاهای اوسا، مرسم و دارابکلا قرار دارد. سیر قهقرایی این جنگل به علت افزایش روند تخریب به حدی رسیده بود که سازمان جنگلها و مراتع در سال ۱۳۶۶ برای احیا و بازسازی جنگل‌های مخروبه، سطح گسترده‌ای را پس از قطع یکسره با گونه‌های افرا، بلوط، توسکا و زربین جنگلکاری کرد. به دلیل گستردگی مناطق تخریب یافته و محدودبودن امکانات و منابع مورد نیاز برای اجرای طرح‌های جنگلکاری سنواتی، اجرای برنامه یاد شده در سرتاسر جنگل داربکلا میسر نگشت و در حال حاضر عرصه‌های جنگلی مخروبه انجیلی و ممرز در کنار جنگلکاری‌های سال ۱۳۶۶ دیده می‌شوند.

پس از جنگلکاری، عوامل زیستی رویشگاه جنگل تحت تاثیر گونه کاشته شده تغییر می‌یابند. لاشریزه‌خواران (از جمله هزارپا) که جزو عوامل زیستی می‌باشند به لایه مواد آلی و هوموس خاک وابسته هستند و انرژی مورد نیاز را به وسیله تغذیه لاشریزه‌ها (مانند لاشبرگ، پوست، سرشاخه‌های خشکیده و سایر اندام‌های مرده گیاهان) به دست می‌آورند. از طرف دیگر، لاشریزه گونه‌های درختی مختلف دارای ترکیبات شیمیایی متفاوت هستند که نوع آنها روی تحولات مواد آلی و هوموس تاثیر بسزایی دارد. بنابراین گونه درختی مورد استفاده در جنگلکاری می‌تواند بر تغییر جمعیت لاشریزه‌خواران تاثیر داشته باشد. با توجه به نقش لاشریزه‌خواران در تجزیه مواد آلی و چرخه عناصر غذایی، شناخت تاثیر گونه درختی مورد استفاده در جنگلکاری بر جمعیت لاشریزه‌خواران اهمیت بسزایی می‌یابد. این بررسی با هدف مطالعه فراوانی جمعیت هزارپا در جنگلکاری‌های منطقه دارابکلا و مقایسه آن با یک جنگل مخروبه انجیلی و ممرز با توجه به ویژگی‌های خاک و لاشبرگ انجام پذیرفت.

هزارپاها در سطح خاک و لاشبرگ زندگی می‌کنند و در جنگل‌های پهن‌برگ مناطق معتدل و استوایی فراوانی بیشتری دارند. این رده شامل ۱۱۵ خانواده، ۱۷۰۰ جنس و به طور تقریبی ۱۰۰۰۰ گونه شناخته شده می‌باشند که

احتمالا یک پنجم تعداد واقعی گونه‌های موجود را در بر می‌گیرد. رده هزارپاها جزو بندپایان خشکی‌زی و دارای آرواره و تراشه بوده و تخم‌گذارند. شاخک آنها ساده و دارای هشت بند است. قطعه‌های بدن به استثنای چند بند اول که پس از سر قرار می‌گیرند دارای دو جفت پا است. قطعات تشکیل دهنده بدن نیز به دلیل درهم رفتن در یکدیگر خاصیت ارتجاعی دارند و به استثنای چند گونه معدود در بیشتر گونه‌ها برای پیچیدن، مارپیچ شدن و یا به صورت گوی درآمدن سازگار شده‌اند. بکرزایی در هزارپاها معمول نیست ولی در چندین گونه که کمتر از ۱۰ میلی‌متر طول دارند گزارش شده است. بیشتر هزارپاها از لاشبرگ‌ها، مواد گیاهی در حال پوسیدن و مواد دفعی پستانداران تغذیه می‌کنند. به‌طور کلی، نقش هزارپاها در خاک شامل خردکردن بازمانده‌های گیاهی، اختلاط آنها با مواد معدنی، تجزیه نسبی مواد آلی و کمک به هوموسی شدن این مواد است. به‌علاوه با حفر دالان و راه‌های زیرزمینی به افزایش نفوذپذیری، تهویه و بهبود شرایط فیزیکی خاک کمک می‌کنند.

بررسی جمعیت هزارپاهای *Akamptogonus* و *Hoplatessara* که در لاشبرگ‌های نهالستان کاج دریایی زندگی می‌کردند، نشان داد که تغذیه هزارپا در تجزیه لاشبرگ نقش با اهمیتی دارد. هزارپاها در تخریب مکانیکی (خرد کردن) مواد آلی و تجزیه پکتین‌های نشاسته‌ای و سلولز (در دستگاه گوارش) نقش با اهمیتی دارند. بررسی جمعیت هزارپا در جنگل راش آلمان (از ۱۹۷۷ تا ۱۹۸۶) حضور ۱۳ گونه را نشان داد که به طور متوسط با تراکم ۲۴ عدد در متر مربع دارای زیوزن خشک ۱۴۰ میلی‌گرم در متر مربع بودند. در نتیجه این تحقیق مشخص شد که ۰/۰۵ تا ۱ درصد از مجموع ۵۳۴ گرم لاشبرگ موجود در یک متر مربع توسط هزارپا تجزیه می‌شود.

آزمایش‌های تشریحی نمایانگر تغییرات شیمیایی لاشبرگ در روده هزارپای *Pachyiulus foetidissimus* است. در ۱۰۰ گرم لاشبرگ بلوط، ۶/۶ میلی‌گرم گلوکز و ۲۸/۳ میلی‌گرم سلولز وجود داشت، درحالی‌که پس از مصرف لاشبرگ بلوط در ۱۰۰ گرم مدفوع گونه یادشده ۱۰

میانگین دمای سالانه ۱۶/۳ درجه سانتی‌گراد، میانگین بیشترین دما در گرمترین ماه ۳۱/۸ درجه سانتی‌گراد، میانگین کمترین دما در سردترین ماه ۲ درجه سانتی‌گراد، متوسط تبخیر سالیانه ۱۲۲۴/۸ میلی‌متر و میانگین بارندگی سالیانه ۷۲۴ میلی‌متر می‌باشد.

خاک نسبتاً عمیق تا عمیق است و با سنگ‌های ریز و درشت همراه است. بافت خاک کمی سنگین تا سنگین و نفوذپذیری آب در خاک متوسط تا ضعیف است. ریشه‌دوانی غالباً متوسط تا ضعیف است که علت آن وجود لایه ضخیم رس در عمق زیرین خاک می‌باشد. بر اساس مطالعات زمین‌شناسی، سنگ مادری غالب در منطقه مارن است که به دلیل دارا بودن رس فراوان (بیش از ۵۰ درصد) و نفوذپذیری کم موجب بروز لغزش‌های توده‌ای می‌شود.

در نیمه دوم فروردین ۱۳۸۰، پس از جنگل‌گردشی در سطح منطقه دارابکلا، چهار عرصه جنگلکاری شده با گونه‌های افرا، توسکا، بلوط، زربین و یک عرصه جنگلی مخروطه‌انجیلی و ممرز که از نظر شرایط رویشگاهی مشابه جنگلکاری‌ها بود، انتخاب شدند. برای نمونه‌برداری از جمعیت هزارپا، لاشبرگ و خاک در هر یک از عرصه‌های انتخاب شده ۱۰ نقطه به صورت تصادفی سیستماتیک مشخص گردیدند. نمونه‌برداری از جمعیت هزارپا با جمع‌آوری لاشبرگ در قطعات نمونه یک متر مربعی صورت گرفت.

جداسازی نمونه‌های هزارپا از لاشبرگ و شمارش آنها با روش دست‌چین انجام شد. برای تعیین زیوزن، نمونه‌های تهیه شده با استفاده از آون در حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد برای رسیدن به وزن ثابت به مدت ۲۴ ساعت خشک و سپس توسط ترازو با دقت یک صدم گرم توزین شدند. نمونه‌های هزارپا برای شناسایی به آزمایشگاه پروفوسور هنریک انگهاف در کشور دانمارک ارسال شدند و در نتیجه مشخص گردید که کلیه نمونه‌ها به گونه *Ommatoiulus caspius* (Lohmander, ۱۹۲۸) از خانواده *Julidae* تعلق داشتند.

وزن نمونه‌های لاشبرگ پس از خشک کردن در هوای آزاد با دقت گرم اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی ویژگی‌های

میلی‌گرم گلوکز و ۴ میلی‌گرم سلولز یافت شد. در تحقیقی دیگر مشخص گردید که تغذیه لاشبرگ‌های گونه راش توسط هزارپای *Glomeris marginata* موجب افزایش قابل توجه فسفر و نیتروژن در دسترس برای میکروارگانیسم‌ها شده است. در یک بررسی آزمایشگاهی تغذیه هزارپای *Glomeris marginata* از لاشبرگ راش (*Fagus sylvatica*) در فصل‌های زمستان (بهمن) و بهار (اردیبهشت) موجب افزایش زیوزن میکروارگانیسم‌ها و در فصول تابستان (مرداد) و پاییز (مهر) موجب کاهش آن شد. این تحقیق نشان داد که تغذیه هزارپا در ماه‌های بهمن و اردیبهشت به دلیل خرد کردن لاشبرگ‌ها موجب افزایش کربن در دسترس برای میکروارگانیسم‌های خاک شده است، درحالی‌که در ماه‌های مرداد و مهر به سبب کاهش قابل ملاحظه لاشبرگ و فعالیت‌های تغذیه‌ای هزارپا، منابع کربن در دسترس برای میکروارگانیسم‌های خاک افزایش نیافته است. در نتیجه تحقیقی دیگر که در جنگل‌های پهن‌برگ مسکو انجام گرفت، هفت نوع باکتری در لاشبرگ‌های بلوط شناسایی شدند. در این محیط پس از کاهش جمعیت هزارپا، خرخاکی و کرم‌های خاکی لاشبرگ‌زی، تنوع باکتری‌ها نیز کاهش یافت.

مواد و روش‌ها

جنگل داربکلا در جنوب شرقی شهرستان ساری بین طول‌های جغرافیای ۱۴' ۵۲° و ۳۱' ۵۲° و عرض‌های جغرافیایی ۲۸' ۳۶° و ۳۳' ۳۶° شمالی واقع شده است. جهت عمومی منطقه شمال و شمال غربی و متوسط شیب حدود ۴۰ درصد می‌باشد. ارتفاع منطقه بین ۱۸۰ تا ۳۰۰ متر از سطح دریا تغییر می‌کند. ترکیب توده‌های جنگلی منطقه مورد مطالعه که مخروطه‌می‌باشند شامل انجیلی، ممرز، بلوط، توسکا و افرا است. جنگلکاری‌های مورد بررسی که در سال ۱۳۶۶ کاشته شدند شامل افرا، بلوط، توسکا و زربین می‌باشد.

بر اساس اطلاعات حاصل از ایستگاه هواشناسی دارابکلا که در طول ۲۰ سال (۱۳۷۰-۱۳۵۰) اندازه‌گیری شده است،

تغذیه‌ای لاشبرگ‌ها، واکنش شیمیایی، وزن ماده خشک، وزن خاکستر، پروتئین خام، چربی خام و الیاف خام اندازه‌گیری شدند. واکنش شیمیایی نمونه‌های لاشبرگ با استفاده از محلول لاشبرگ و آب مقطر به نسبت ۱ به ۵ و دستگاه الکتریکی اندازه‌گیری واکنش شیمیایی مشخص شد. اندازه‌گیری وزن ماده خشک پس از خشک کردن نمونه‌های لاشبرگ در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت انجام گرفت. برای تعیین وزن خاکستر، یک گرم از هر نمونه لاشبرگ به مدت ۴ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد سوزانده شد. محاسبه پروتئین خام پس از تعیین درصد ازت کل با روش کج‌لدال صورت گرفت. چربی خام با استفاده از دی‌اتیل‌اتر به عنوان حلال اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری الیاف خام، مواد باقیمانده از استخراج چربی خام ابتدا در اسید سولفوریک (۱/۲۵٪) و سپس در هیدروکسید پتاسیم (۱/۲۵٪) به مدت ۳۰ دقیقه جوشانده شدند. سرانجام پس از محاسبه و کسر کردن خاکستر مواد باقیمانده، وزن الیاف خام به دست آمد. در هر قطعه نمونه با استفاده از استوانه فلزی، یک نمونه خاک به قطر ۱۰ و ارتفاع شش سانتی‌متر برداشت و ویژگی‌های فیزیکی آن شامل درصد رطوبت وزنی و وزن مخصوص ظاهری تعیین شد.

مقایسه میانگین‌های تعداد و زیوزن هزارپا و ویژگی‌های لاشبرگ و خاک در عرصه‌های مورد بررسی با استفاده از تجزیه و تحلیل واریانس و آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد. برای شناخت ارتباط گونه‌های درختی با فراوانی جمعیت هزارپا، ویژگی‌های فیزیکی خاک و ترکیب عناصر غذایی لاشبرگ، ابتدا ضریب همبستگی محاسبه و سپس از تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد و بر این اساس موقعیت جنگلکاری‌ها و جنگل مخروطی مورد بررسی در ارتباط با محورهای اصلی به‌طور مقایسه‌ای نمایش داده شدند.

نتایج

در نتیجه مقایسه آماری میانگین‌های تعداد و زیوزن هزارپا، عرصه‌های مورد بررسی به دو گروه معنی‌دار (در سطح پنج

درصد) تقسیم شدند. بر این اساس جنگلکاری‌های افرا و بلوط در گروه اول و جنگلکاری‌های توسکا، زربین، جنگل مخروطی انجیلی و ممرز در گروه دوم قرار گرفتند. میانگین‌های تعداد و زیوزن هزارپا در گروه اول به ترتیب بیشتر از ۱۰ عدد و ۱۰۰ میلی‌گرم در متر مربع بودند، در حالی که در گروه دوم کمتر از این مقادیر یافت شد. در تمام نمونه‌های گروه اول، هزارپا وجود داشت ولی در برخی از نمونه‌های گروه دوم هزارپا یافت نشد (جدول‌های ۱ و ۲). مقایسه فراوانی هزارپا و وزن لاشبرگ نشان داد که جنگلکاری‌های افرا و بلوط دارای بیشترین جمعیت هزارپا و کمتر از ۱۰۰۰ گرم لاشبرگ در متر مربع بودند، ولی در جنگلکاری‌های توسکا، زربین، جنگل مخروطی انجیلی و ممرز کمترین جمعیت هزارپا و بیشتر از ۱۰۰۰ گرم لاشبرگ در متر مربع یافت شد (جدول ۳). با مرتب کردن عرصه‌های مورد بررسی بر اساس زیوزن هزارپا از بزرگ به کوچک و استفاده از ترتیب یادشده برای مقایسه توام تغییرات زیوزن هزارپا و وزن لاشبرگ مشخص گردید که زیوزن هزارپا روند کاهشی داشت ولی وزن لاشبرگ دارای روند افزایشی بود (شکل ۱).

نتیجه مقایسه آماری میانگین‌های درصد رطوبت وزنی و وزن مخصوص ظاهری خاک سطحی با نتیجه حاصل از مقایسه آماری میانگین‌های تعداد و زیوزن هزارپا انطباق نداشت. با وجود این به نظر می‌رسد که خاک جنگلکاری‌های افرا و بلوط از بقیه سنگین‌تر باشند (جدول ۴). نتایج حاصل از بررسی ویژگی‌های غذایی لاشبرگ نیز همانند ویژگی‌های فیزیکی خاک روند واضح و مشخصی را نشان ندادند (جدول ۵). با محاسبه ضرایب همبستگی، ارتباط فراوانی هزارپا با متغیرهای مورد بررسی مشخص شد (جدول ۶).

برای یافتن یک نگرش کلی از ارتباط فراوانی هزارپا با ترکیب عناصر غذایی لاشبرگ در عرصه‌های مورد بررسی از متغیرهایی که با فراوانی هزارپا دارای ضریب همبستگی معنی‌دار (در سطح پنج درصد) بودند، برای محاسبه تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی استفاده شد (شکل‌های ۲ و ۳). محور اول در تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی ۷۳ درصد از کل تغییرات را شامل می‌شود (شکل ۳). این محور نمایانگر

زیستی مرتبط با تجزیه لاشبرگ می‌باشد. سهم محور دوم ۱۷ درصد از کل تغییرات است (شکل ۳). این محور در سمت منفی تحت تاثیر درصد الیاف خام لاشبرگ است، ولی همبستگی آن در مقایسه با متغیرهای وابسته به محور اول ضعیف‌تر است ($r = -0/69$). طبقه‌بندی عرصه‌های مورد بررسی بر اساس فراوانی هزارپا نیز به نتیجه مشابهی منجر شد (جدول‌های ۱ و ۲). باید توجه داشت که تعداد و زیوزن هزارپا بیشترین تاثیر را در شکل‌گیری محور اول دارند ($r = -0/95$). به‌طور خلاصه در عرصه‌های مورد بررسی تفاوت‌های زیادی در فراوانی جمعیت هزارپا و ویژگی‌های غذایی لاشبرگ یافت شد. گونه درختی از طریق ترکیب عناصر غذایی لاشبرگ در افزایش و کاهش فعالیت زیستی تجزیه‌کنندگان و خرده‌ریزخواران نقشی تعیین کننده دارد. تجمع لاشبرگ در جنگلکاری‌های زربین و توسکا و جنگل مخروطه انجیلی و ممرز نشانگر مساعد نبودن شرایط برای فعالیت‌های زیستی مرتبط با تجزیه لاشبرگ می‌باشد.

متغیرهای مرتبط با فعالیت زیستی هزارپا است. محور اول در سمت مثبت به‌وسیله وزن لاشبرگ ($r = 0/82$) و در سمت منفی به‌وسیله زیوزن هزارپا ($r = -0/95$)، تعداد هزارپا ($r = -0/95$)، درصد چربی خام لاشبرگ ($r = -0/91$) و وزن مخصوص ظاهری خاک ($r = -0/80$) شکل می‌گیرد. در بین متغیرهای مرتبط با ترکیب عناصر غذایی لاشبرگ، درصد چربی خام لاشبرگ بیشترین همبستگی را با محور اول دارد. محور اول عرصه‌های مورد بررسی را به دو گروه تقسیم می‌کند. جنگلکاری‌های توسکا، زربین، جنگل مخروطه انجیلی و ممرز در سمت مثبت محور اول و جنگلکاری‌های افرا و بلوط در سمت منفی آن قرار می‌گیرند (شکل ۲). مهمترین ویژگی عرصه‌های واقع در سمت مثبت محور اول تجمع لاشبرگ است که نمایانگر کاهش فعالیت‌های زیستی مرتبط با تجزیه لاشبرگ می‌باشد. ویژگی عرصه‌های واقع در سمت منفی محور اول شامل افزایش فراوانی جمعیت هزارپا و افزایش درصد چربی خام است که نمایانگر مناسب بودن شرایط برای فعالیت‌های

جدول ۱- میانگین تعداد هزارپا در جنگلکاری‌ها و یک جنگلکاری مخروطه (دارابکلا- مازندران)

تیب	گونه درختی	تعداد هزارپا در متر مربع		
		میانگین	بیشترین	کمترین
جنگلکاری	افرا	A ۱۳/۵	۲۹	۲
جنگلکاری	بلوط	A ۱۰/۳	۲۴	۲
جنگلکاری	توسکا	B ۲/۶	۷	۰
جنگل مخروطه	انجیلی و ممرز	B ۱/۲	۳	۰
جنگلکاری	زربین	B ۰/۳	۱	۰

مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد. در هر ستون بین میانگین‌هایی که حرف سمت چپ آنها مشترک است اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

جدول ۲- میانگین زیوزن هزارپا در جنگلکاری‌ها و یک جنگلکاری مخروطه (دارابکلا-مازندران)

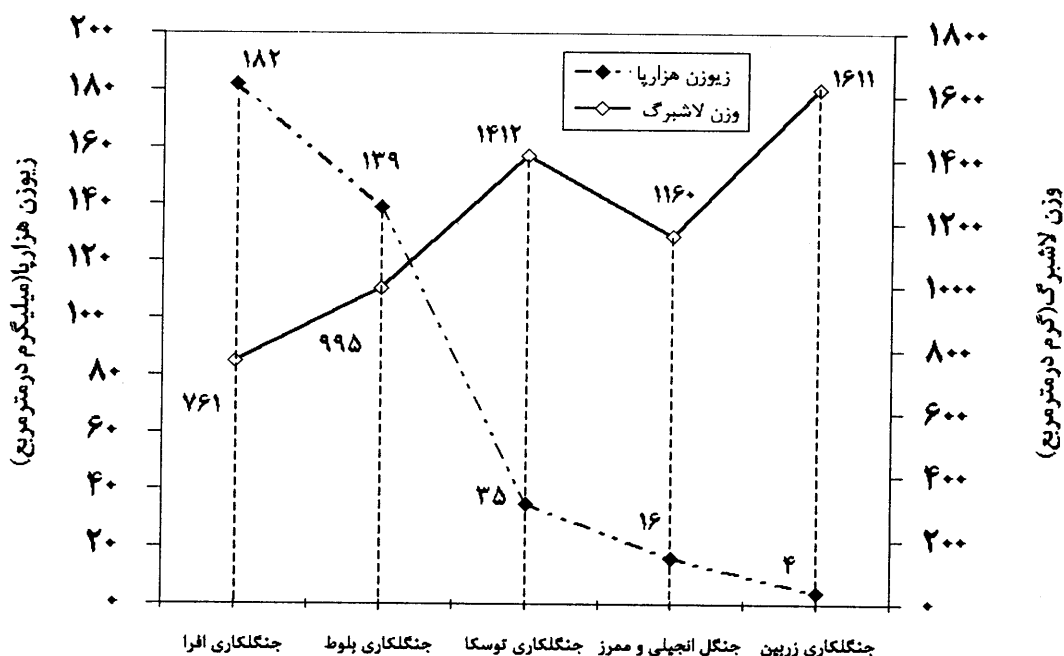
وزن خشک هزارپا (میلی گرم در متر مربع)			میانگین	گونه درختی	تیپ
کمترین	بیشترین	میانگین			
۲۷	۳۹۲	A ۱۸۲	افرا	جنگلکاری	
۲۷	۳۲۴	A ۱۳۹	بلوط	جنگلکاری	
۰	۹۵	B ۳۵	توسکا	جنگلکاری	
۰	۴۱	B ۱۶	انجیلی و ممرز	جنگل مخروطه	
۰	۱۴	B ۴	زربین	جنگلکاری	

مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد. در هر ستون بین میانگین‌هایی که حرف سمت چپ آنها مشترک است اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

جدول ۳- میانگین وزن لاشبرگ در جنگلکاری‌ها و یک جنگلکاری مخروطه (دارابکلا-مازندران)

وزن خشک لاشبرگ (گرم در متر مربع)			میانگین	گونه درختی	تیپ
کمترین	بیشترین	میانگین			
۶۸۰	۱۶۰۰	C ۷۶۱	افرا	جنگلکاری	
۶۰۰	۱۱۵۰	B ۹۹۵	بلوط	جنگلکاری	
۶۷۰	۲۵۰۰	B ۱۴۱۲	توسکا	جنگلکاری	
۵۰۰	۲۲۰۰	A ۱۱۶۰	انجیلی و ممرز	جنگل مخروطه	
۱۰۵۰	۲۳۰۰	A ۱۶۱۱	زربین	جنگلکاری	

مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد. در هر ستون بین میانگین‌هایی که حرف سمت چپ آنها مشترک است اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.



شکل ۱- میانگین زیوزن هزارپا و وزن لاشبرگ در جنگلکاری‌ها و یک جنگل مخروطه (دارابکلا-مازندران)

جدول ۴- میانگین رطوبت وزنی و وزن مخصوص ظاهری خاک در جنگلکاری‌ها و یک جنگلکاری مخروطه (دارابکلا - مازندران)

تیپ	گونه درختی	رطوبت وزنی (درصد)	وزن مخصوص ظاهری
جنگلکاری	افرا	AB ۳۶	B ۰/۸۹
جنگلکاری	بلوط	BC ۲۸	A ۱/۰۱
جنگلکاری	توسکا	A ۵۱	C ۰/۷۳
جنگل مخروطه	انجیلی و ممرز	C ۲۵	B ۰/۸۵
جنگلکاری	زربین	AB ۴۰	B ۰/۸۵

مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد. در هر ستون بین میانگین‌هایی که حرف سمت چپ آنها مشترک است اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

جدول ۵- ویژگی‌های غذایی لاشبرگ در جنگلکاری‌ها و یک جنگلکاری مخروطه (دارابکلا - مازندران)

تیپ	گونه درختی	ماده خشک (%)	پروتئین خام (%)	چربی خام (%)	الیاف خام (%)	خاکستر (%)	واکنش (pH)
جنگلکاری	افرا	۷۵	۱۱/۹	۸	۲۱	۲۷	۶/۵
جنگلکاری	بلوط	۹۳	۱۰/۲	۷/۳	۲۶	۲۲	۵/۵
جنگلکاری	توسکا	۹۲	۱۴/۳	۴/۵	۱۹	۱۶	۶/۴
جنگل مخروطه	انجیلی و ممرز	۷۸	۹/۷	۵	۱۴/۵	۲۹	۶/۴
جنگلکاری	زربین	۹۳	۹	۶/۵	۲۲	۲۱	۶/۴

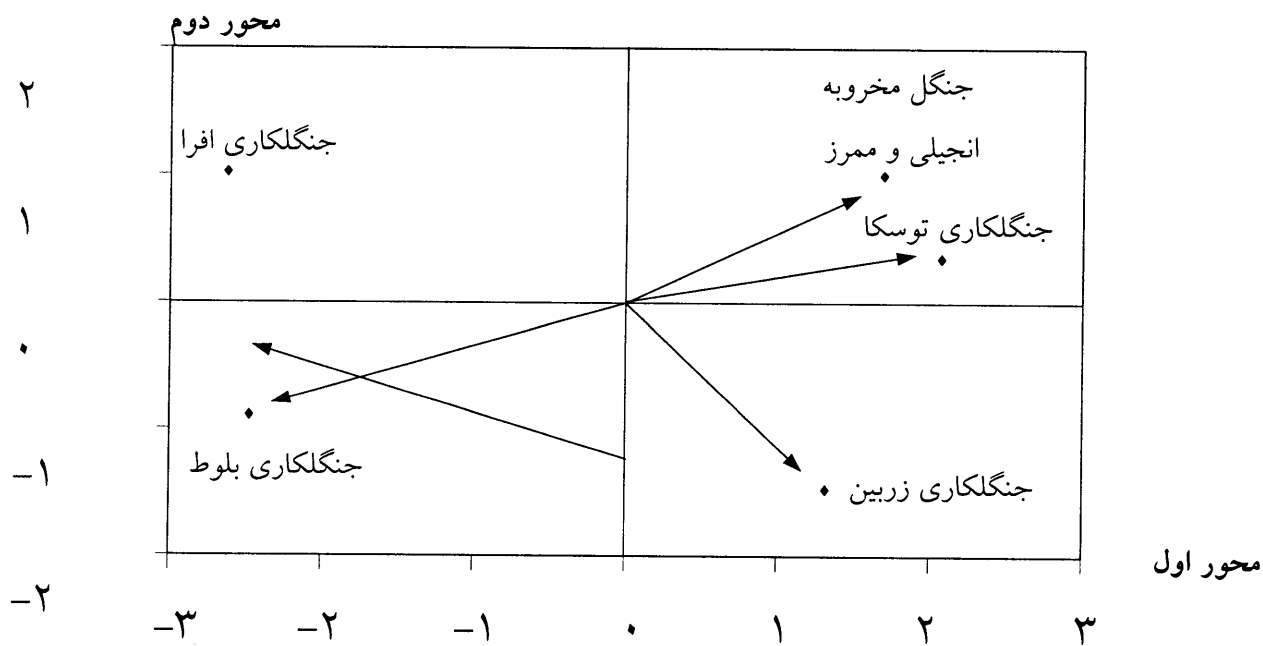
مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد. در هر ستون بین میانگین‌هایی که حرف سمت چپ آنها مشترک است اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

جدول ۶- ضرایب همبستگی تعداد و زیوزن هزارپا با متغیرهای لاشبرگ و خاک (دارابکلا - مازندران)

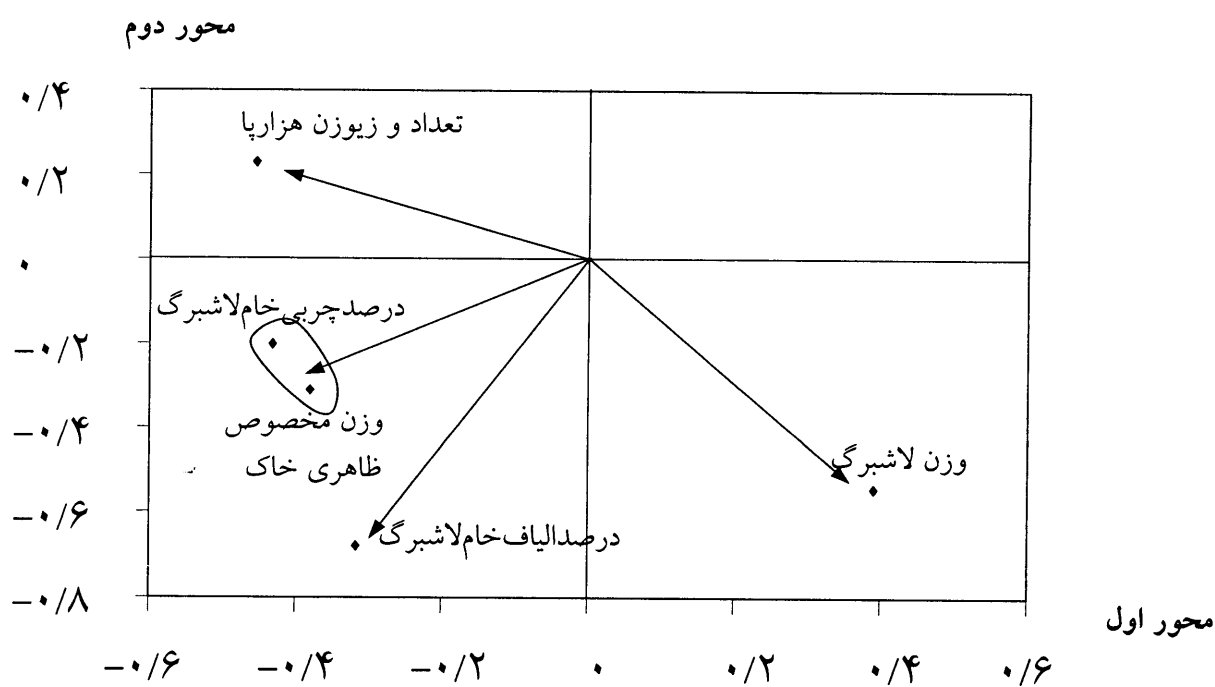
وزن	لاشبرگ					خاکستر	ماده خشک	وزن
	واکنش	پروتئین خام	چربی خام	الیاف خام	رطوبت وزنی			
تعداد هزارپا	۰/۳۵ ns	۰/۱۹ ns	۰/۸۰*	۰/۵۳*	۰/۲۳ ns	۰/۳۶ ns	۰/۸۸*	
زیوزن هزارپا	۰/۳۵ ns	۰/۱۹ ns	۰/۸۰*	۰/۵۳*	۰/۲۳ ns	۰/۳۵ ns	۰/۸۸*	

ns همبستگی در سطح پنج درصد معنی‌دار نیست.

*همبستگی در سطح پنج درصد معنی‌دار است.



شکل ۲- موقعیت مکانی جنگلکاری‌ها و یک جنگل مخروبه نسبت به محورهای اول و دوم در تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی



شکل ۳- موقعیت مکانی متغیرهای مورد بررسی در جنگلکاری‌ها و یک جنگل مخروبه نسبت به محورهای اول و دوم در تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش روند تخریب در جنگل‌های شمال، جنگلکاری با گونه‌های بومی روشی مناسب برای احیا و بازسازی جنگل‌های مخروبه است. در انتخاب گونه علاوه بر ملاحظات مربوط به کمیت و کیفیت رویش باید به تاثیر گونه در روند احیا اکوسیستم نیز توجه گردد. نامناسب بودن ترکیب عناصر غذایی لاشبرگ می‌تواند موجب کاهش فعالیت‌های تجزیه‌کنندگان و خرده‌ریزخواران و تجمع مواد آلی در سطح خاک گردد و به این ترتیب با کاهش سرعت تجزیه لاشبرگ و بازگشت عناصر غذایی به خاک موجب کاهش رویش و حاصلخیزی شود.

مقایسه عرصه‌های مورد بررسی، نشان‌دهنده وجود تغییرات قابل ملاحظه در فراوانی هزارپا است که کمترین آن در جنگلکاری زربین با $0/3$ هزارپا در متر مربع و زیوزن ۴ میلی‌گرم در متر مربع و بیشترین آن در جنگلکاری افرا با $13/5$ هزارپا در متر مربع و 182 میلی‌گرم در متر مربع است. در مقایسه با نتایج حاصل از پژوهش‌های انجام شده مشخص شد که میانگین زیوزن هزارپا در جنگلکاری بلوط، مشابه جنگل راش در آلمان است؛ ولی میانگین زیوزن هزارپا در جنگلکاری افرا، بیشتر و در سایر عرصه‌های مورد بررسی کمتر از آن می‌باشد. با توجه به اینکه تعداد هزارپا در جنگلکاری افرا و بلوط کمتر از جنگل راش آلمان بود می‌توان نتیجه گرفت که اندازه هزارپا در عرصه‌های مورد بررسی از هزارپاهای جنگل راش آلمان بزرگتر است.

در منطقه دارابکلا جنگلکاری‌های توسکا، زربین، جنگل مخروبه انجیلی و ممرز دارای بیش از یک کیلوگرم لاشبرگ در متر مربع می‌باشند. تجمع لاشبرگ در سطح خاک بیانگر کاهش فعالیت‌های تجزیه‌ای می‌باشد. در این منطقه کاهش میانگین زیوزن هزارپا به کمتر از 50 میلی‌گرم در متر مربع نشانه نامناسب بودن فعالیت‌های تجزیه لاشبرگ می‌باشد. در حقیقت در این تحقیق یک همبستگی منفی و معنی‌دار بین فراوانی هزارپا با وزن لاشبرگ ($r = -0/88$) به دست آمد. تجزیه لاشبرگ به مقدار زیاد به حضور و فعالیت کافی تجزیه‌کنندگان و خرده‌ریزخواران وابسته است. این تحقیق نشان داده است

که کاشت زربین در جنگل‌های دارابکلا موجب تجمع لاشبرگ (1611 گرم در متر مربع) شده است که در درجه اول تحت تاثیر نوع ترکیب عناصر غذایی موجود در لاشبرگ و پایین بودن توانایی مصرف آن برای خاکزیان می‌باشد. بررسی عوامل موثر بر فعالیت‌های تغذیه‌ای هزارپا نشان داد که صفحه‌ای بودن برگ بر مصرف شدن لاشبرگ تاثیر دارد. بر این اساس می‌توان صفحه‌ای نبودن برگ‌های زربین را جزو عوامل موثر بر کاهش فراوانی هزارپا برشمرد. باید توجه شود که در کف جنگلکاری توسکا نیز تجمع لاشبرگ وجود دارد که علت آن افزایش رطوبت خاک (جدول ۴) و در نتیجه کاهش فعالیت‌های تجزیه‌کنندگان و خرده‌ریزخواران می‌باشد. مشخص شده است که رویشگاه‌های دارای خاک مرطوب (مانند توسکا) برای فعالیت هزارپا مناسب نیستند در نتیجه احتمالاً هزارپاها در تجزیه لاشبرگ توسکا نقش اندکی دارند. به احتمال زیاد در رویشگاه توسکا، کرم خاکی نقش اصلی را در تجزیه لاشبرگ و بازگشت عناصر غذایی به خاک ایفا می‌نماید. در جنگل‌های مخروبه انجیلی و ممرز انجام فعالیت‌های تخریبی موجب افزایش بیش از حد نور و گرما در زیراشکوب جنگل و خشک شدن لایه سطحی خاک گردیده است، در نتیجه جمعیت تجزیه‌کنندگان و خرده‌ریزخواران کاهش یافته و موجب تجمع لاشبرگ در سطح خاک شده است. به نظر می‌رسد کاهش بیش از حد رطوبت خاک و همین‌طور افزایش بیش از حد آن موجب ایجاد محدودیت در فراوانی هزارپا می‌شود.

در نتیجه این تحقیق مشخص گردید که افزایش میانگین زیوزن هزارپا به بیش از 100 میلی‌گرم در متر مربع شاخصی است که نمایانگر افزایش فعالیت‌های تجزیه لاشبرگ و کاهش تجمع مواد آلی در سطح خاک است. این تحقیق نشان می‌دهد که در منطقه دارابکلا، گونه درختی (به‌واسطه ترکیبات عناصر غذایی لاشبرگ) مهمترین عامل در افزایش جمعیت هزارپا است؛ ولی در برخی از رویشگاه‌ها مانند رویشگاه‌هایی که به دلیل مرطوب بودن برای کاشت توسکا مناسب است علی‌رغم مناسب بودن ذخایر غذایی لاشبرگ، فراوانی جمعیت هزارپا کاهش می‌یابد.

انتخاب ترکیب و آمیختگی گونه درختی، سیاست مناسبی برای احیا و بازسازی جنگل‌های مخروطه است. در مقایسه با جنگلکاری‌های خالص، در صورت اتخاذ سیاست مبنی بر استفاده از جنگل‌های آمیخته، روند احیا و بازسازی جنگل‌های مخروطه سرعت بیشتری خواهد گرفت. بخصوص اگر گونه‌های انتخاب شده جزو گونه‌های اصلاح‌کننده خاک باشند. جنگلکاری آمیخته با گونه‌های بومی اصلاح‌کننده خاک، به سبب آثار مثبتی که روی چرخه عناصر غذایی و حاصلخیزی خاک دارد، ابزار مناسبی برای احیا و بازسازی جنگل‌های مخروطه است. بررسی جمعیت هزارپا در جنگل‌های پهن‌برگ روسیه نشان داد در جنگل ممرز که داری چندین گونه چوبی در زیراشکوب بود، ۸۷ عدد هزارپا در متر مربع یافت شد، ولی در جنگل راش خالص، تراکم هزارپا به ۳۰ عدد در متر مربع کاهش یافت. این نتیجه تاثیر مثبت آمیختگی را نشان می‌دهد. همانطور که در مقدمه گفته شد، انجام جنگلکاری در سال ۱۳۶۶ با هدف احیا و بازسازی جنگل‌های مخروطه دارابکلا صورت گرفته است. نتیجه بررسی فراوانی هزارپا و وزن لاشبرگ نشان می‌دهد که کشت خالص گونه زربین برای دستیابی به هدف فوق روش مناسبی نبوده است. با توجه به نتیجه این بررسی می‌توان نقش سایر گونه‌ها را در احیا جنگل‌های مخروطه مثبت ارزیابی کرد. بدیهی است در صورت استفاده از جنگلکاری‌های آمیخته با گونه‌های اصلاح‌کننده خاک، می‌توان به روند احیا سرعت بیشتری بخشید. با توجه به اینکه ممرز، افرا و توسکا در مقایسه با بلوط از ویژگی اصلاح‌کنندگی بیشتری برخوردار هستند، استفاده از آنها در طرح‌های جنگلکاری آمیخته می‌تواند روند بهبود وضعیت چرخه عناصر غذایی و حاصلخیزی رویشگاه را تسریع نماید. در گذشته درختان بلوط و ممرز همراه با انجیلی، افرا و توسکا ترکیب اصلی جنگل‌های دارابکلا را تشکیل می‌دادند. بر این اساس بایستی برای احیا جنگلهای دارابکلا از جنگلکاری آمیخته با استفاده از گونه‌های یادشده اقدام شود. در هنگام اجرای جنگلکاری آمیخته، گونه غالب با توجه به ویژگی‌های خاک و فیزیوگرافی رویشگاه انتخاب خواهد شد. برای مثال در دامنه‌های جنوبی و با خاک

سنگین و عمیق، بلوط و در دامنه‌های شمالی که دارای خاک نسبتاً سبک‌تر هستند، ممرز به عنوان گونه غالب خواهد بود. در حاشیه آبراهه‌ها و در رویشگاه‌های مرطوب دارای خاک سبک از توسکا به عنوان گونه غالب استفاده خواهد شد.

به نظر می‌رسد نوع گونه درختی انتخاب شده در جنگل‌های مخروطه دارابکلا، از طریق ترکیب غذایی لاشبرگ بیشترین تاثیر را در روند احیا و بازسازی رویشگاه داشته‌اند. این نتیجه برای مدیریت جنگل مهم می‌باشد. در مورد جنگلکاری‌های خالص موجود می‌توان با انجام عملیات پرورشی به تدریج شرایط را برای استقرار گونه‌های بومی مساعد نمود و از طریق افزایش آمیختگی، روند بهبود اکوسیستم را سرعت بخشید. در مورد جنگلکاری زربین پیشنهاد می‌شود که با کاشت گونه‌های پهن‌برگ مانند بلوط، افرا و ممرز به تدریج جنگلکاری را به سمت آمیختگی سوق داد. همانطور که در نتایج تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی و مقایسه تاثیر جنگلکاری با گونه‌های درختی مختلف بر جمعیت هزارپا نشان داده شد، گونه‌های اصلاح‌کننده خاک به سبب داشتن ترکیب غذایی مناسب در لاشبرگ (چربی خام و احتمالاً پروتئین خام) می‌توانند موجب افزایش جمعیت هزارپا شوند. البته بایستی توجه داشت که در صورت نامناسب بودن سایر عوامل رویشگاهی مانند افزایش بیش از حد رطوبت و یا تشدید خشکی، آثار مثبت جنگلکاری با گونه‌های درختی اصلاح‌کننده کاهش می‌یابد.

در این تحقیق مشخص شد که فراوانی هزارپا در جنگلکاری‌های افرا و بلوط به دلیل بالا بودن درصد چربی خام لاشبرگ بیشتر از جنگلکاری زربین و جنگل مخروطه انجیلی و ممرز می‌باشد. فراوانی هزارپا در جنگلکاری توسکا به دلیل بالا بودن رطوبت کاهش می‌یابد. تاثیر جنگلکاری با گونه زربین در اصلاح و بازسازی جنگلهای مخروطه بسیار کمتر از گونه‌های توسکا، افرا و بلوط می‌باشد.

بررسی درختان جنگلی از نظر ویژگی (توان) اصلاح‌کنندگی خاک در شرایط رویشگاهی مختلف و طبقه‌بندی گونه‌های درختی بر اساس نتایج حاصل از آن ضروری است.

سپاسگزاری

و کلیه پژوهشگران مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام مازندران به ویژه آقایان مهندس محمد امینی و مهندس غلامرضا مختاریور که در انجام این تحقیق مساعدت نمودند قدردانی می‌گردد.

حمد و سپاس خدای را که به ما توفیق انجام پژوهش عنایت نمود. به این وسیله از آقای پروفسور هنریک انگهاف (Henrik Enghaff) به دلیل شناسایی نمونه‌های هزارپا

منابع

- ۱- اداره کل منابع طبیعی ساری، ۱۳۷۵، کتابچه تجدید نظر کلی طرح جنگلداری دارابکلا، ص ۸۲.
- ۲- حاجی‌زاده اکبر، ۱۳۷۲، خاکشناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، ص ۱۷۸.
- ۳- حق‌پرست تنها محمدرضا، ۱۳۷۲، خاکزیان و خاکهای زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، ص ۳۴۲.
- ۴- رحمانی رامین، ۱۳۷۷، بررسی جمعیت و تنوع زیستی بی‌مهرگان خاکزی و رابطه آنها با تیپ‌های عمده جنگلی نکا، پایان‌نامه مقطع دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ص ۱۱۱.
- ۵- شریفی محمود، ۱۳۷۲، ارزیابی رواناب ناشی از بارندگی در دو حوزه از رودخانه‌های مازندران، پایان‌نامه فوق‌لیسانس، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ص ۱۷۰.
- 6- Bertrand, M., A. Janati & J. Lumaret, 1984. Experimental study of factors affecting consumption of litter of *Quercus ilex* and *Quercus pubescens* by *Glomeris marginata* (Diplopoda - Glomeridae), *Revue de Ecologie et de Biologie du sol*, 24(3) : 359-368.
- 7-Byzov, B., H. Claus, E. Tretyakova, D. Zvyagintsev & Z. Filip, 1997. Effects of soil invertebrates on the survival of some genetically engineered bacteria in leaf litter and soil, *Biology and fertility of soils*, 23(3) : 221-228.
- 8- Elliot, H., 1970. The role of millipedes in the decomposition of *Pinus radiata* litter in the Australian Capital territory, *Aut.For.Res.* 4(3) : 3-10.
- 9- Hoffman, R. L., 1990. Diplopoda in Soil biology guide, Dindal, d., Johnwiley and Sons, Newyork, pp:835-860.
- 10- Maraun, M. & S. Scheu, 1996. Changes in microbial biomass respiration and nutrient status of beech (*Fagus sylvatica*) leaf litter processed by millipedes (*Glomeris marginata*), *Oecologia*, 107(1) : 131-140.
- 11- Schallnass, H., 1989. Beech forest soil as habitat of Diplopoda, *Verhandlungen gesellschaft fur oecologia*, 17 : 77-81.
- 12- Scheu, S. & M. Maraun, 1993. Litter comminution and pelletization of beechwood litter by saprophageous macroarthropods: influence on the nutrient status of microflora, *Mitteilungen der deutschen bodenkundlichen gesellschaft*, 71 : 377-380.
- 13- Striganova, B., 1970. Decomposition of cellulose in the intestine of the millipede *pachyiulus foetidissimus* (Julidea, Diplopoda), *Dokl.Akad.Nauk.ssr.*, 190(3): 703-705.
- 14- Striganova, B., 1974. Distribution of Diplopoda in the Carpathian foothills, and their role in the breakdown of forest litter, *Zoologicheskii-Zhurnal*, 53(9).
- 15- Tracz, H., 1980. Importance of millipedes (Diplopoda) in the decomposition of organic remains in the forest environment, *Sylwan.*, 124(2): 49-57.

Relation Between Millipedes Abundance and Litter Nutritional Elements Composition in Afforested and Disturbed Sites (Case Study: Darabkola-Mazandaran)

R.Rahmani¹

Sh. Mohammadnejad Kiasari²

Abstract

During last two decades, deforested areas have been increasing in Caspian region in north of Iran due to human destruction. Litter decomposition, nutrient cycling and shortening of ecosystem recovery could be a suitable approach in addition to afforestation with ameliorating species for rehabilitation of disturbed Caspian forests. This study was conducted to determine the abundance of millipedes within 14 years old afforestation stands of maple, oak, alder and cypress in comparison with a nearby disturbed stand of ironwood-hornbeam in Darabkola (Mazandaran, Iran), with particular attention to nutritional elements composition of litter. A total of 50 samples of litter layer were taken for abundance and biomass of millipedes. Such chemical properties of litter and soil as dry weight, organic matter, crude protein, crude lipid, crude fiber, ash content and pH were analyzed. Simultaneously, equal samples were chosen from topsoil layer (0-10cm) to measure moisture content and bulk density.

Mean biomass of millipedes was over 100 mg/m² and mean dry weight of litter was less than 1000 g/m² in afforestation stands of maple and oak. In contrast to the above mentioned afforestations, these parameters were under 50 mg/m² and over 1000 g/m² in other study area. Number and biomass of millipedes had significant correlations with dry weight ($r = -0.88$), crude lipid ($r = 0.80$), crude fiber ($r = 0.53$) and bulk density ($r = 0.60$). However, crude fiber had by far the highest correlation with the first axis of the PCA ($r = -0.69$). Abundance of millipedes and litter accumulation was significantly influenced by the tree species planted in afforestations through nutritional composition of litter.

Keywords: Millipede, Afforestation, Disturbed forest, Litter, Nutritional composition.

¹ -Asst. Prof., Gorgan University of Agricultural & Natural Resources Sciences

² -Scientific Member, Research Center of Natural Resources & Animal Affairs of Mazandaran Province