

بررسی تنوع و ساختار اجتماع بی مهرگان خاکزی در تیپ‌های جنگلی

راش، ممرز و بلوط - ممرز^۱

رامین رحمانی^۲ حسن زارع مایوان^۳

چکیده

تنوع و ساختار اجتماع بی مهرگان خاکزی شامل کرم‌خاکی، پادمان، هزارپایان، خرخاکی‌ها، صدپایان، پروتورها، شبه‌عقرب‌ها، عنکبوت‌ها، سیمپیل‌ها، دیپلورها، پوروپدها، پادرازان، سایر حشرات و لارو آنها در لایه‌های خاک تیپ‌های جنگلی راش، ممرز و بلوط- ممرز نکا واقع در شمال ایران بررسی شد. تعیین زیوزن بی مهرگان به مدت یک‌سال با نمونه‌برداری از خاک به صورت استوانه‌ای با سطح مقطع ۸۱ سانتی‌متر مربع تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک معدنی شامل لایه‌های مواد آلی خرد نشده، مواد آلی خرد شده و عمق‌های ۱۰ تا ۲۰، ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر، به‌طور ماهانه انجام شد. حضور بی مهرگان در لایه‌های خاک تیپ‌های راش، ممرز و بلوط- ممرز مقایسه شد. تغییرپذیری زیوزن بی مهرگان در لایه‌های خاک تیپ‌های راش، ممرز و بلوط- ممرز با استفاده از شاخص‌های تنوع و یکنواختی سیمسون و شانون محاسبه شد. ساختار اجتماع بی مهرگان در لایه‌های خاک تیپ‌های راش، ممرز و بلوط- ممرز با استفاده از نمودار فراوانی مرتب شده ارائه شد. تیپ‌های جنگلی و لایه‌های خاک با استفاده از تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) گروه‌بندی شدند. حضور بی مهرگان در لایه‌های خاک، متفاوت و نمایانگر تغییرپذیری زیوزن آنها در ارتباط با تغییر عمق لایه‌های خاک بود. با افزایش عمق خاک، شاخص‌های تنوع و یکنواختی بی مهرگان خاکزی کاهش یافت. این شاخص‌ها در تیپ راش از تیپ‌های ممرز و بلوط- ممرز بیشتر بودند. ساختار اجتماع بی مهرگان در لایه‌های مختلف خاک، متفاوت ولی در تیپ‌های جنگلی، مشابه بودند. تجزیه مولفه‌های اصلی نشان داد که با توجه به شاخص‌های تنوع و یکنواختی بی مهرگان، تیپ‌های راش، ممرز و بلوط- ممرز در سه گروه کاملاً مجزا قرار می‌گیرند. لایه‌های آلی (شامل مواد آلی خرد شده و خرد نشده) و معدنی (شامل لایه‌های ۱۰ تا ۲۰، ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) به دو گروه جداگانه تقسیم شدند. به‌طور کلی تنوع و تغییرپذیری اجتماع بی مهرگان خاکزی در لایه‌های آلی خاک از لایه‌های معدنی بیشتر بود که باید در مدیریت و حفاظت تنوع زیستی جنگل مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تیپ جنگلی، بی مهرگان خاکزی، تنوع، ساختار اجتماع، نکا.

^۱ - تاریخ دریافت: ۸۱/۱/۲۷، تاریخ تصویب نهایی: ۸۲/۲/۲۲

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

^۳ - دانشیار گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

در خاک جنگل‌های خزان‌کننده مناطق معتدل، بی‌مهرگان بیشماری وجود دارند که از مواد آلی کف جنگل تغذیه می‌کنند. بی‌مهرگان خاکزی از خرده‌ریزخواران هستند که هنگام تغذیه، لاشریزه‌ها را به قطعه‌های کوچکتر تقسیم می‌کنند، در نتیجه سطح آنها افزایش می‌یابد و شرایط برای افزایش فعالیت تجزیه‌کنندگان مناسب‌تر می‌شود. در غیاب بی‌مهرگان خاکزی فرایند تجزیه به کندی پیش می‌رود به گونه‌ای که سرعت تجزیه لاشبرگ‌ها تا ۵۰ درصد کاهش می‌یابد (۱۴). حدود ۹۰ درصد از انرژی موادی که به چرخه لاشریزه‌خواری درمی‌آیند، در نتیجه فعالیت‌های زیستی تجزیه‌کنندگان آزاد می‌شود (۱۳). به این ترتیب بی‌مهرگان خاکزی در مصرف انرژی لاشریزه‌ها تأثیر مهمی ندارند، بلکه اهمیت رفتار اکولوژیک آنها در خرد کردن لاشریزه‌ها و فراهم آوردن سطح بیشتر و محیط مساعدتر برای فعالیت‌های میکربی و تجزیه‌کنندگان می‌باشد (۱۹). با توجه به اهمیت بسزایی که بی‌مهرگان خاکزی در فرایندهای تجزیه مواد آلی، چرخه عناصر غذایی و تولید نخستین دارند، از ابتدای قرن بیستم در اروپا و امریکای شمالی پژوهش‌های وسیعی در مورد آنها انجام گرفته (۱۲) ولی در ایران تاکنون به این موضوع پرداخته نشده است.

فعالیت‌های انسان موجب تغییر اجتماع بی‌مهرگان خاکزی می‌شود. اندازه تغییر به نوع، شدت و طول مدت تخریب حاصل از فعالیت‌های انسان وابسته است (۱۲). بین حاصلخیزی خاک و تنوع زیستی ارتباط وجود دارد (۲۲). نوع و تعداد بی‌مهرگان خاکزی و فعالیت‌های زیستی آنها نمایانگر وضعیت تشکیل خاک، الگوهای توالی پوشش گیاهی و تخریب محیط در رویشگاه‌های معین می‌باشد (۱۲). بنابراین تخریب محیط زیست بی‌مهرگان خاکزی موجب تغییر تنوع و ساختار اجتماع آنها می‌شود. به این ترتیب ویژگی‌های بی‌مهرگان خاکزی، شاخصی است که می‌تواند در مناطق بهره‌برداری شده، نشانگر وضعیت تخریب و در اجرای طرح‌های بازسازی و احیا، نشانگر روند بازگشت تعادل به اکوسیستم باشد. در نتیجه تنوع و ساختار بی‌مهرگان خاکزی را می‌توان به عنوان معیار برای آگاهی از چگونگی

تأثیر عملیات اجرایی مدیریت بر اکوسیستم‌های جنگلی مورد استفاده قرار داد. بایستی توجه داشت که سایه‌های حیات‌بخش جنگل شرایط مساعدی را به وجود می‌آورند که موجودات خاکزی به شدت به آن وابسته می‌باشند. در صورتی که دخالت انسان تعادل این محیط حیات‌بخش را برهم زند، بسیاری از این موجودات که حضور آنها موجب افزایش تنوع زیستی اکوسیستم جنگل است حذف خواهند شد (۲). تغییرات طبیعی اکوسیستم در طول زمان (توالی) موجب تغییر یا توالی اجتماع بی‌مهرگان خاکزی می‌شود (۱۲) و با توجه به اینکه تنوع و ساختار اجتماعی با مرحله‌های مختلف توالی تغییر می‌کند (۱۰)، می‌توان نتیجه گرفت که بین تنوع و ساختار اجتماع بی‌مهرگان خاکزی با مرحله‌های توالی ارتباط وجود دارد.

هر یک از رابطه‌هایی که برای محاسبه شاخص تنوع به کار می‌روند بر اساس الگوی معینی استوار می‌باشند و لازم است انطباق آنها با اجتماعات زیستی مختلف به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. بر این اساس می‌توان چنین بیان داشت که برای محاسبه تنوع هر اجتماع زیستی باید از رابطه یا رابطه‌هایی که از نظر الگویی با آن اجتماع سازگار هستند استفاده نمود (۱۷).

در این مقاله تنوع، یکنواختی و ساختار اجتماع بی‌مهرگان خاکزی شامل کرم‌های خاکی، پادمان، هزارپایان، کنه‌ها، خرخاکی‌ها، پروتورها، سیمفیل‌ها، دیپلورها، پورپدها، حشرات، لارو حشرات، صدپایان، شبه‌عقرب‌ها، عنکبوت‌ها و پادرازان مورد مطالعه قرار می‌گیرند. شاخص‌های تنوع و یکنواختی و ساختار اجتماع بی‌مهرگان خاکزی در لایه‌های مختلف خاک جنگل راش، ممرز و بلوط-ممرز بررسی و مقایسه می‌گردند.

مواد و روش‌ها

بررسی تنوع و ساختار اجتماع بی‌مهرگان خاکزی در بخش همگنی از تیپ‌های جنگلی راش^۱، ممرز^۲ و بلوط^۳ - ممرز

^۱ - *Fagus orientalis* Lipsky.

^۲ - *Carpinus betulus* L.

^۳ - *Quercus castanifolia* C.A. Mey

جنگل‌های نکا چوب انتخاب شدند، انجام گرفت (جدول ۱).

که با استفاده از اطلاعات موجود در کتابچه‌های طرح جنگلداری، نقشه‌های توپوگرافی و جنگل‌گردشی در

جدول ۱- ارتفاع، شیب، جهت دامنه و تاج پوشش در تپ‌های جنگلی راش، ممرز و بلوط- ممرز

تپ جنگل	ارتفاع از سطح دریا (متر)	شیب (درصد)	جهت دامنه	تاج پوشش (درصد)
راش	۸۰۰ ± ۲۵	۱۰-۲۰	شمال	>۹۰
ممرز	۶۷۰ ± ۲۵	۱۰-۲۰	شمال	>۹۰
بلوط- ممرز	۴۵۵ ± ۲۵	۱۰-۲۰	شمال	>۹۰

که با چشم دیده می‌شوند، با استفاده از دست، دستگاه مکنده، قلم موی خیس و گیره کوچک انجام می‌شود (۱۱). روش‌های مناسب برای جداسازی کرم‌های خاکی عبارتند از جستجوی خاک با دست، شستشوی خاک در الک‌هایی با روزنه‌های مناسب، وارد کردن جریان برق در خاک، به کار بردن مواد شیمیایی نظیر فرمالین، استفاده از گرمای لامپ، و لرزاندن خاک با دستگاه‌های لرزاننده (۱۳).

بی‌مهرگان خاکریز به وسیله قیف برلیزی (۲۰) از خاک جدا و با آب مقطر شسته شدند. شناسایی و شمارش آنها با استفاده از کلیدهای شناسایی (۱، ۳، ۵ و ۱۳) و لوپ‌های معمولی و دو چشمی انجام گرفت. پس از شستشو و جداسازی خاک از بی‌مهرگان خاکریز، آنها به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت در دمای شصت درجه سانتیگراد خشک و سپس به وسیله ترازو با دقت یک ده هزارم گرم وزن شدند (اندازه‌گیری زیوزن).

تنوع بی‌مهرگان خاکریز در لایه‌های مختلف خاک به وسیله شاخص‌های تنوع و یکنواختی سیمسون^۲ و شانون^۳ محاسبه شد (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌های دو شاخص تنوع و یکنواختی در تپ‌های مورد بررسی با استفاده از تجزیه واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

با توجه به اینکه شاخص‌های تنوع و یکنواختی، ساختار اجتماع را نشان نمی‌دهند، از نمودار فراوانی مرتب شده^۵

به مدت یکسال از هر تپ جنگلی ماهانه بیست نمونه خاک (۲۳) به صورت استوانه‌ای با سطح مقطع ۸۱ سانتی‌متر مربع (۷، ۹ و ۲۱) در پنج لایه تا عمق سی سانتی‌متری خاک معدنی (۶، ۷) برداشت شد. لایه اول: برگ‌ها و مواد گیاهی خرد نشده، لایه دوم: برگ‌ها و مواد گیاهی خرد شده، لایه سوم: از شروع افق معدنی تا عمق ده سانتی‌متر، لایه چهارم: از ده تا بیست سانتی‌متر و لایه پنجم: از بیست تا سی سانتی‌متر. نمونه‌برداری در جایی که فقط گونه‌های اصلی درختان تپ جنگل حضور داشتند انجام شد.

روش‌های مطالعه و جداسازی بی‌مهرگان از خاک، در درجه اول به اندازه آنها بستگی دارد. برای این منظور از دو روش مکانیکی و رفتاری استفاده می‌شود. در روش مکانیکی، با استفاده از الک کردن مواد خاک، همراه با آبشویی و شناورسازی، بی‌مهرگان را از خاک جدا می‌کنند. روش رفتاری بر مبنای حرکت کردن بی‌مهرگان در پاسخ به یک عامل محرک، استوار است. در این روش از گرما، نور، خشکی و یا ترکیبی از اینها به عنوان محرک استفاده می‌شود (۱۵). قیف برلیزی^۱ یا تالگرن^۲ وسیله‌هایی هستند که در آنها از گرما، نور و خشکی به عنوان محرک استفاده می‌شود. جداسازی بی‌مهرگان کوچک را می‌توان با روش شناورسازی و یا آبشویی مواد خاک در الک‌هایی با روزنه‌های مناسب انجام داد. برای بندپایان خاکریز و کرم‌های خاکی، از روش‌های جداسازی با دست، جداسازی با قیف برلیزی و یا ترکیبی از دو روش استفاده می‌شود. جداسازی آن دسته از بندپایان خاکریز و کرم‌های خاکی

^۲ - Simpson

^۳ - Shannon

^۱ - Rank frequency diagram

^۱ - Berlese

^۲ - Tullgren

جدول ۲- شاخص‌های تنوع و یکنواختی سیمسون و شانون

شاخص شانون		شاخص سیمسون	
یکنواختی (J)	تنوع (H)	یکنواختی (E)	تنوع (D)
$J = H / \ln S$	$H = - \sum_{i=1}^S (P_i \cdot \ln P_i)$	$E = 1 / (\sum_{i=1}^S P_i^2 \cdot S)$	$D = 1 / \sum_{i=1}^S P_i^2$

S=تعداد گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی، P_i = فراوانی نسبی هر یک از گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی، \ln = لگاریتم طبیعی

مختلف خاک تیپ‌های راش، ممرز و بلوط-ممرز محاسبه شدند در جدول (۳) دیده می‌شوند. محاسبه شاخص تنوع بر اساس تعداد گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی و زیوزن آنها انجام گرفت. در جدول (۳) از شاخص‌های تنوع و یکنواختی برای مقایسه گوناگونی ترکیب اجتماع بی‌مهرگان خاکزی در لایه‌های مختلف خاک تیپ‌های مورد بررسی استفاده شد.

با توجه به جدول (۳) مشخص می‌شود که شاخص تنوع در لایه مواد آلی خرد شده بزرگ‌تر از لایه مواد آلی خرد نشده بود. در لایه‌های پایین‌تر، با افزایش عمق، مقدار شاخص تنوع کوچک‌تر شد. بزرگ‌ترین مقدار شاخص تنوع به لایه مواد آلی خرد شده و کوچک‌ترین مقدار آن به لایه ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر تعلق داشت. از طرف دیگر با مقایسه شاخص تنوع لایه‌های مواد آلی خرد نشده و خرد شده در تیپ‌های راش، ممرز و بلوط- ممرز مشاهده می‌شود که تیپ بلوط- ممرز دارای بزرگ‌ترین شاخص تنوع و تیپ راش دارای کوچکترین شاخص تنوع بود. چنین مقایسه‌ای در لایه‌های پایین‌تر نشان می‌دهد که شاخص تنوع در تیپ راش بزرگ‌تر بود و تیپ‌های ممرز و بلوط- ممرز در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

همان‌طور که در جدول (۳) دیده می‌شود، تغییرات شاخص یکنواختی و تنوع مشابه می‌باشند. به این ترتیب که مقدار شاخص یکنواختی در لایه مواد آلی خرد نشده و خرد شده بزرگ‌تر است و در لایه‌های پایین‌تر با افزایش عمق مقدار آن کوچک‌تر می‌گردد. بزرگ‌ترین مقدار شاخص یکنواختی در لایه مواد آلی خرد شده و کوچک‌ترین مقدار

برای ارزیابی تصویر ساختار اجتماع بی‌مهرگان خاکزی و مقایسه آن در تیپ‌های مورد بررسی استفاده شد (۱۰).

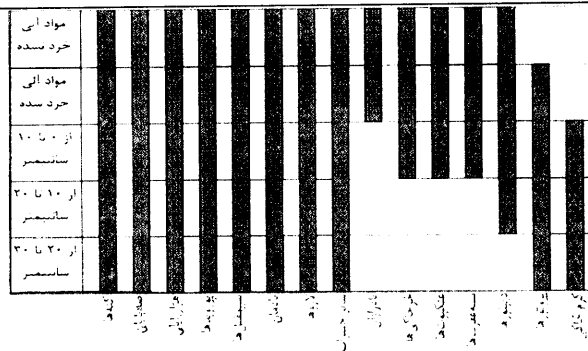
به منظور شناخت ارتباط شاخص‌های تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان خاکزی با تیپ جنگل و لایه‌های خاک، از تجزیه مولفه‌های اصلی^۱ استفاده شد و بر این اساس موقعیت مکانی تیپ‌های مورد بررسی و متغیرهای مستقل در ارتباط با مولفه‌های اصلی به‌طور مقایسه‌ای نمایش داده شدند (۱۸).

نتایج

حضور گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی در لایه‌های نیمرخ خاک تیپ‌های جنگلی کاملاً مشابه بود (شکل ۱). همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود کنه‌ها، صدپایان، هزارپایان، پوروپدها، سیمفیل‌ها، پادمان، لاروها و سایر حشرات در تمام لایه‌های مورد بررسی حضور داشتند. پادرازان فقط در لایه‌های مواد آلی خرد نشده و خرد شده حضور داشتند. خرخاکی‌ها، عنکبوت‌ها و شبه‌عنقرب‌ها از لایه مواد آلی خرد نشده تا عمق ۱۰ سانتی‌متر و دیپلورها از لایه مواد آلی خرد نشده تا عمق ۲۰ سانتی‌متر وجود داشتند. پروتورها بجز لایه‌های مواد آلی خرد نشده در سایر لایه‌ها حضور داشتند و سرانجام کرم‌های خاکی که بیشتر عمر خود را در مجراهای درون خاک می‌گذرانند و تنها برای تغذیه به مدت کوتاهی در لایه‌های آلی حضور می‌یابند، فقط در لایه‌های زیرین مواد آلی تا عمق ۳۰ سانتی‌متر یافت شدند.

شاخص‌های تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان خاکزی که با استفاده از رابطه‌های سیمسون و شانون برای لایه‌های

^۱ - Principle Component Analysis (PCA)



شکل ۱- حضور گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی در لایه‌های نیم‌رخ خاک تیپ‌های راش، ممرز و بلوط-ممرز

جدول ۳- شاخص‌های تنوع و یکنواختی^۱ بی‌مهرگان خاکزی در لایه‌های مختلف خاک تیپ‌های راش، ممرز و بلوط-ممرز

شاخص شانون		شاخص سیمسون		تیپ جنگل	لایه
یکنواختی	تنوع	یکنواختی	تنوع		
۰/۶۳a	۱/۶a	۰/۲۷a	۳/۵a	بلوط-ممرز ↑ ممرز راش	مواد آلی خرد نشده
۰/۶۰a	۱/۵a	۰/۲۶a	۳/۳a		
۰/۵۴b	۱/۴b	۰/۲۱b	۲/۷b		
۰/۶۳a	۱/۷a	۰/۲۷a	۳/۷a	بلوط-ممرز ↑ ممرز راش	مواد آلی خرد شده
۰/۵۹a	۱/۶a	۰/۲۵a	۳/۵a		
۰/۵۴b	۱/۴b	۰/۲۱b	۳/۰b		
۰/۲۹b	۰/۷b	۰/۱۱b	۱/۵b	بلوط-ممرز ↓ ممرز راش	از سطح تا ۱۰ سانتی‌متر
۰/۲۷b	۰/۶b	۰/۱۰b	۱/۴b		
۰/۳۷a	۰/۹۸a	۰/۱۴a	۱/۹a		
۰/۲۱b	۰/۵b	۰/۱۲b	۱/۳B	بلوط-ممرز ↓ ممرز راش	۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر
۰/۱۸b	۰/۴b	۰/۱۱b	۱/۲b		
۰/۲۸A	۰/۷a	۰/۱۴a	۱/۵A		
۰/۱۹b	۰/۴b	۰/۱۲b	۱/۲B	بلوط-ممرز ↓ ممرز راش	۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر
۰/۱۷b	۰/۴b	۰/۱۲b	۱/۲b		
۰/۲۵A	۰/۶a	۰/۱۴a	۱/۴A		
۰/۳۹b	۱/۱b	۰/۱۲b	۱/۹b	بلوط-ممرز ↓ ممرز راش	از سطح مواد آلی تا ۳۰ سانتی‌متر
۰/۳۶b	۱/۰b	۰/۱۲b	۱/۸b		
۰/۴۵a	۱/۲a	۰/۱۵a	۲/۳a		

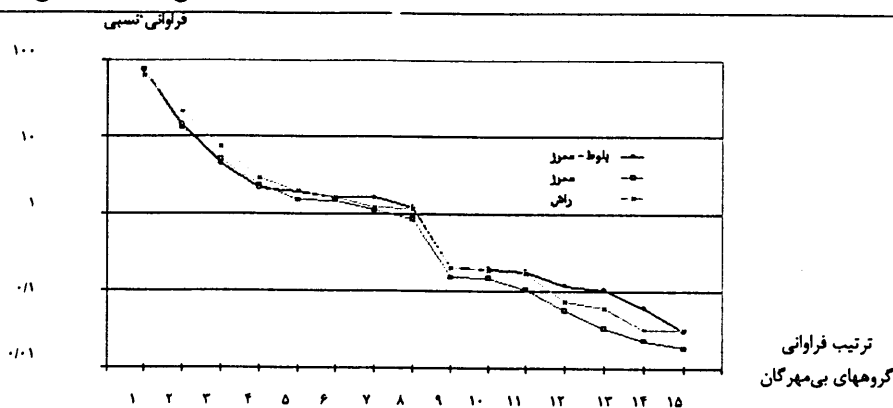
۱- میانگین‌های دو شاخص تنوع و یکنواختی تیپ‌های جنگلی با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد مقایسه شدند. در هر لایه بین تیپ‌هایی که در سمت راست شاخص تنوع یا یکنواختی آنها یک حرف مشترک وجود دارد اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

۲- پیکان‌ها نمایانگر جهت افزایش تنوع و یکنواختی در لایه‌ها یا تیپ‌ها می‌باشند.

تیپ‌های ممرز و بلوط-ممرز پس از آن قرار می‌گیرند. در قسمت پایین جدول (۳) شاخص‌های تنوع و یکنواختی برای ۳۰ سانتی‌متر اول خاک تیپ‌های مورد بررسی محاسبه شده‌اند.

فراوانی نسبی زیوزن گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی در ۳۰ سانتی‌متر اول خاک تیپ‌های مورد بررسی در شکل (۲) نمایش داده شده است. بر اساس این شکل، ساختار اجتماع بی‌مهرگان خاکزی در تیپ‌های راش، ممرز و بلوط-ممرز مشابه است.

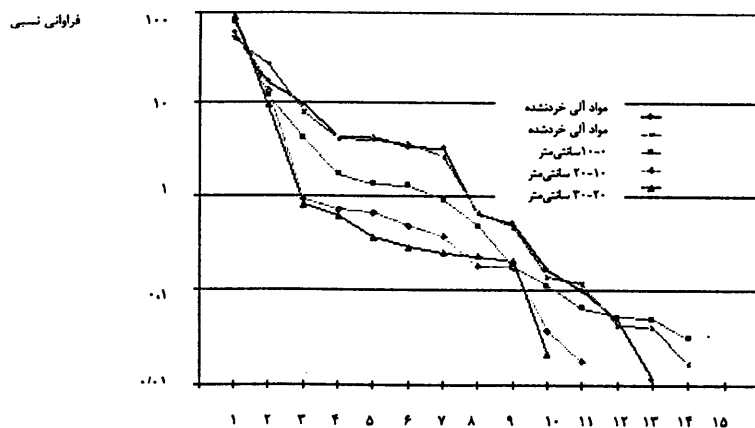
آن در لایه ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر دیده می‌شود. مقدار شاخص یکنواختی در لایه‌های مواد آلی خرد نشده و خرد شده لایه‌های ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر مشاهده می‌گردد. با مقایسه شاخص یکنواختی لایه‌های مواد آلی خرد نشده و خرد شده در تیپ‌های راش، ممرز و بلوط-ممرز مشخص می‌شود که شاخص یکنواختی تیپ بلوط-ممرز بزرگتر است و تیپ‌های راش و ممرز در مرتبه‌های بعدی قرار دارند. همین مقایسه در لایه‌های پایین‌تر نشان می‌دهد که شاخص یکنواختی در تیپ راش بزرگ‌تر است و



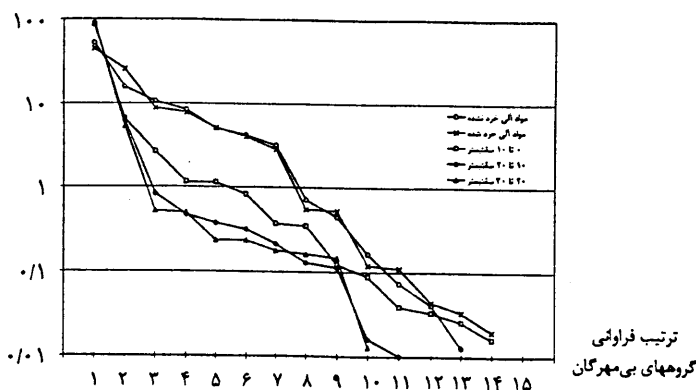
شکل ۲- فراوانی نسبی گروه‌های بی مهرگان در ۳۰ سانتیمتر اول خاک تپ‌های راش، ممرز و بلوط-ممرز

لایه‌های مواد آلی خرد نشده و خرد شده از نظر ساختار اجتماع بی مهرگان شبیه می‌باشند. لایه‌های ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر نیز تا حدودی به هم شبیه‌اند. ولی لایه ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر با سایر لایه‌های بررسی شده تفاوت دارد. این نتیجه مشابه نتیجه حاصل از مقایسه شاخص‌های تنوع

فراوانی نسبی گروه‌های بی مهرگان خاکزی در عمق‌های مختلف خاک تپ‌های راش، ممرز و بلوط-ممرز به ترتیب در شکل‌های ۳، ۴ و ۵ آورده شده است. با توجه به این شکل‌ها مشخص می‌گردد که ساختار اجتماع بی مهرگان در لایه‌های مختلف خاک تپ‌های مورد بررسی متفاوت است.

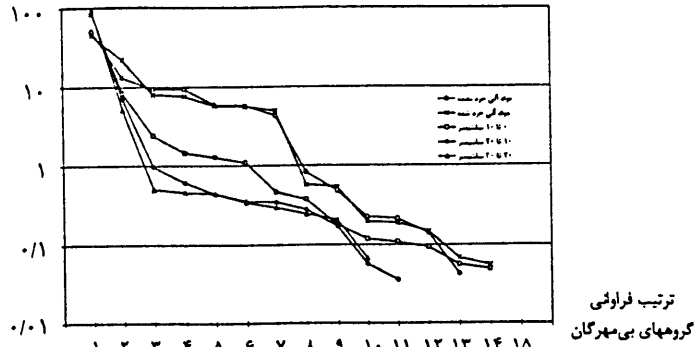


شکل ۳- فراوانی نسبی گروه‌های بی مهرگان در لایه‌های مختلف نیمرخ خاک تپ‌های راش نسبی



شکل ۴- فراوانی نسبی گروه‌های بی مهرگان در لایه‌های مختلف نیمرخ خاک تپ‌های ممرز نسبی

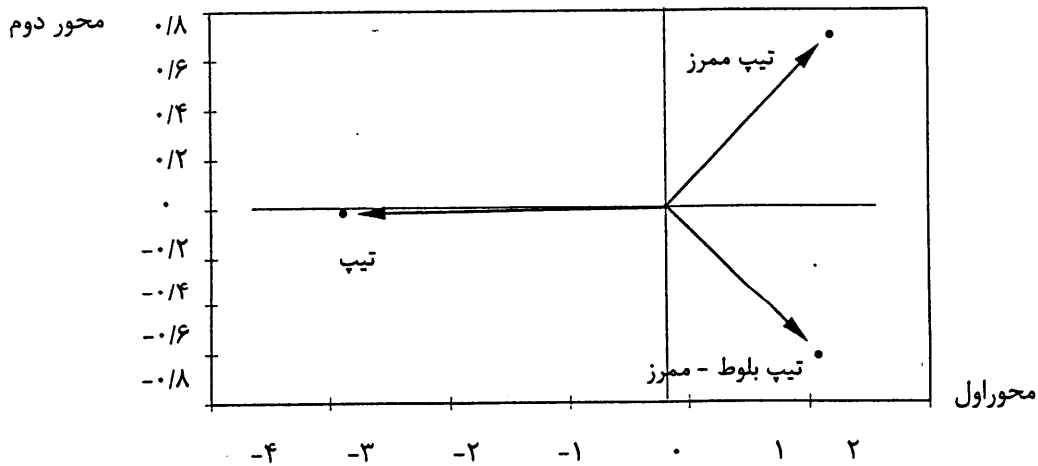
فراوانی نسبی



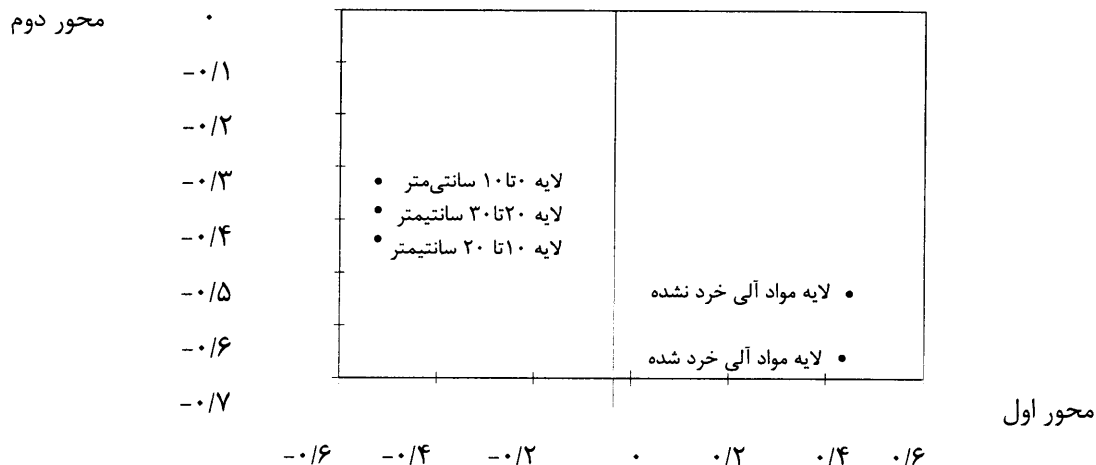
شکل ۵ - فراوانی نسبی گروه‌های بی‌مهرگان در لایه‌های مختلف نیمرخ خاک تیپ بلوط-ممرز

در شکل (۶) موقعیت مکانی تیپ‌های جنگلی نسبت به محورهای اول و دوم نشان داده شده است. موقعیت مکانی لایه‌های مختلف خاک نسبت به محورهای اول و دوم در شکل (۷) نشان داده شده است. مختصات تیپ‌ها و لایه‌های مختلف خاک در نتیجه تجزیه مولفه‌های اصلی با استفاده از شاخص سیمسون به دست آمد. نتایج حاصل از کاربرد شاخص‌های تنوع و یکنواختی سیمسون در تجزیه مولفه‌های اصلی مشابه بودند.

و یکنواختی در لایه‌های مختلف خاک تیپ‌های مورد بررسی می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه مولفه‌های اصلی که با استفاده از شاخص‌های سیمسون و شانون انجام شد کاملاً مشابه بودند ولی به علت حساس‌تر بودن شاخص سیمسون (به بحث و نتیجه‌گیری رجوع گردد)، فقط از شاخص‌های سیمسون برای ارائه نتایج و بحث و نتیجه‌گیری استفاده شد.



شکل ۶ - موقعیت مکانی تیپ‌های راش، ممرز و بلوط-ممرز نسبت به محورهای اول و دوم در تجزیه مولفه‌های اصلی با استفاده از شاخص‌های سیمسون



شکل ۷ - موقعیت مکانی لایه‌های خاک نسبت به محورهای اول و دوم در تجزیه مولفه‌های اصلیا استفاده از شاخص‌های سیمسون

باشد که بیشینه آن با تعداد گروه‌های مورد بررسی برابر است. تعداد گروه‌های بی‌مهرگان و یکنواختی پراکنش زیوزن در میان آنها بر شاخص تنوع تاثیر دارند. در این پژوهش، به علت یکسان بودن تعداد گروه‌های بی‌مهرگان در خاک تیپ‌های مورد بررسی، شاخص تنوع فقط از یکنواختی تاثیر می‌پذیرد. در نتیجه بین شاخص تنوع و یکنواختی ارتباط مستقیم وجود دارد. شاخص تنوع به تعداد گروه‌های بی‌مهرگان و یکنواختی پراکنش زیوزن در میان آنها بستگی دارد. افزایش هر یک از آنها موجب بزرگ‌تر شدن شاخص تنوع می‌شود.

با فرمول سیمسون و شانون، بیشترین تنوع و یکنواختی در صورتی به دست می‌آید که فراوانی تمام گروه‌های مورد بررسی یکسان باشد (۱۰) و به نظر می‌رسد که این حالت در طبیعت استثنا است. در جدول (۴) برای شش اجتماع فرضی که در آنها زیوزن گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی برابر و تعداد گروه‌ها به ترتیب ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۰ هستند، شاخص تنوع و یکنواختی سیمسون و شانون محاسبه شده است. همانطور که در جدول (۴) دیده می‌شود، بیشترین تنوع حاصل از شاخص سیمسون با تعداد گروه برابر است، ولی بیشترین تنوع حاصل از شاخص شانون دارای این ویژگی نمی‌باشد. براساس بررسی‌های انجام شده، بیشترین تنوع حاصل از شاخص سیمسون با تعداد واحدهای طبقه‌بندی (تعداد گروه‌های بی‌مهرگان) برابر است (۱۷). در

بحث و نتیجه‌گیری

تعداد گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی که در هر یک از لایه‌های خاک حضور دارند، نشانگر تنوع بی‌مهرگان است (شکل ۱). بر این اساس، در لایه‌های مورد بررسی که از لایه مواد آلی خرد نشده شروع می‌شود و به لایه ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر خاتمه می‌یابد، به ترتیب ۱۱، ۱۴، ۱۴، ۱۳ و ۱۰ گروه از بی‌مهرگان خاکزی حضور دارند. به عبارت دیگر با افزایش عمق خاک از تنوع گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی کاسته می‌شود که علت آن کاهش منابع غذایی با فرم آلی در افق‌های معدنی است (۸).

بطور کلی بین الگوی پراکنش عمودی خرده‌ریزخواران در نیمرخ خاک یک منطقه، شباهت زیادی وجود دارد (۱۴). با توجه به یکسان بودن حضور گروه‌های بی‌مهرگان در تیپ‌های مورد بررسی، بیان تفاوت تیپ‌ها با استفاده از حضور ممکن نبود به همین دلیل شاخص‌های تنوع و یکنواختی با استفاده از رابطه‌های سیمسون و شانون محاسبه شدند (جدول ۳).

در جدول (۳)، شاخص یکنواختی که می‌تواند عددی بین صفر تا یک باشد، پراکنش زیوزن را در میان گروه‌های مختلف بی‌مهرگان خاکزی نشان می‌دهد. بیشترین مقدار شاخص یکنواختی زمانی به دست می‌آید که زیوزن به طور یکنواخت در میان تمام گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی توزیع شده باشد. شاخص تنوع می‌تواند عددی بزرگ‌تر از صفر

نتایج جدول‌های ۳ و ۴ با یافته‌های پژوهشی فوق کاملاً مطابقت دارد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که تناسب موجود بین شاخص تنوع سیمسون و تعداد گروه زمینه مناسبتری را برای ارزیابی و درک مفهوم تنوع فراهم می‌نماید.

نتیجه تحقیقات عملی ثابت شده است که در اجتماع‌های زیستی، بیشترین تنوع حاصل از شاخص شانون از ۵ فراتر نمی‌رود (۲۱). براساس محاسبات نظری، بیشترین تنوع حاصل از شاخص شانون با لگاریتم طبیعی تعداد واحدهای طبقه‌بندی (تعداد گروه‌های بی‌مهرگان) برابر می‌باشد (۱۶).

جدول ۴- شاخص‌های تنوع و یکنواختی شش اجتماع فرضی که در آنها زیوزن گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی برابر می‌باشد

تعداد گروه	شاخص سیمسون		شاخص شانون	
	یکنواختی	تنوع	یکنواختی	تنوع
۱۵	۱	۲/۷۱	۱	۱
۱۴	۱	۲/۶۴	۱	۱
۱۳	۱	۲/۵۶	۱	۱
۱۲	۱	۲/۴۸	۱	۱
۱۱	۱	۲/۴۰	۱	۱
۱۰	۱	۲/۳۰	۱	۱

بلکه به عنوان گونه همراه در اجتماع‌های کلیماکس دیده می‌شود. بنابراین تیپ ممرز در مرحله کلیماکس نیست. از آنجایی که تنوع در اجتماع کلیماکس از اجتماع‌های دیگری که در توالی وجود دارند بیشتر است (۱۰)، می‌توان انتظار داشت که مقدار شاخص تنوع بی‌مهرگان خاکزی در تیپ‌های راش و بلوط- ممرز که اجتماع کلیماکس به وجود می‌آورند از تیپ ممرز که به عنوان اجتماع کلیماکس محسوب نمی‌گردد بیشتر باشد. با توجه به قسمت پایین جدول (۳) مشخص می‌شود که مقدار شاخص تنوع بی‌مهرگان در تیپ راش بیشترین و در تیپ ممرز کمترین است. مقدار این شاخص در تیپ بلوط- ممرز از تیپ راش کوچک‌تر و با تفاوت اندکی به تیپ ممرز شبیه می‌باشد. به طور کلی تیپ بلوط- ممرز در شمال از دیر باز مورد توجه جنگل‌نشینان بوده است و به جهت دخالت‌هایی که در آن انجام دادند از وضعیت کلیماکس دور شده است. از طرف دیگر در تیپ بلوط- ممرز ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و لاشریزه‌ها برای بی‌مهرگان خاکزی چندان مناسب نمی‌باشند (۸). نتیجه اینکه، تخریب و نامناسب بودن شرایط محیط موجب کاهش مقدار شاخص تنوع بی‌مهرگان خاکزی در تیپ بلوط- ممرز شده‌اند.

در شکل (۲)، گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی که بر اساس درصد زیوزن از بزرگ به کوچک مرتب شده‌اند، به صورت دو گروه کاملاً متمایز دیده می‌شوند. گروه اول شامل کرم‌های خاکی، پادمان، هزارپایان، کنه‌ها، لاروها،

بر اساس جدول ۳، تنوع در لایه‌های مواد آلی خرد شده و خرد نشده، بیشتر از لایه‌های ۱۰ تا ۲۰، ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر است. زیرا لایه‌های مواد آلی محیط مساعدتری برای زندگی بی‌مهرگان خاکزی هستند. به‌علاوه در لایه‌های ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر به سبب وجود کرم خاکی که بخش مهمی از زیوزن بی‌مهرگان را تشکیل می‌دهد، تنوع کاهش می‌یابد. به‌نظر نمی‌رسد که بتوان به‌وسیله شاخص‌های سیمسون و شانون مقدار ایده‌آل برای تنوع را بدست آورد ولی می‌توان کمیت تنوع را به‌طور تقریبی محاسبه و بر اساس آن روند تغییرات تنوع را در طول زمان (برای مثال اندازه‌گیری کمیت تنوع قبل و بعد از بهره‌برداری یا فرق و مقایسه آنها) مشخص نمود و سپس تاثیر عملیات مدیریتی را روی تنوع تعیین کرد. به‌طور کلی لایه مواد آلی در افزایش تنوع زیستی بی‌مهرگان خاکزی جنگل اهمیت بسزایی دارد (۱۲) و اگر در نتیجه بهره‌برداری به این لایه آسیب برسد از تنوع بی‌مهرگان خاکزی جنگل به مقدار زیاد کاسته خواهد شد.

با توجه به داده‌های جدول (۳) معلوم می‌گردد که از نظر ساختار اجتماع بی‌مهرگان خاکزی، شباهت تیپ‌های ممرز و بلوط- ممرز به یکدیگر بیشتر از شباهت آنها به تیپ راش است.

درختان راش و بلوط در جنگل‌های شمال ایران اجتماع‌های کلیماکس به وجود می‌آورند در حالی که درخت ممرز به تنهایی اجتماع کلیماکس به وجود نمی‌آورد

تغییرپذیری شاخص‌های تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان در لایه‌های مواد آلی خرد نشده و خرد شده است.

با توجه به موقعیت مکانی تیپ‌های مورد بررسی نسبت به محور اول، مشخص می‌شود که می‌توان آنها را بر اساس شاخص‌های تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان در لایه‌های مواد آلی خرد نشده و خرد شده به دو گروه کاملاً متمایز تقسیم‌بندی کرد. تیپ‌های ممرز و بلوط-ممرز که در آنها تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان خاکزی در لایه‌های مواد آلی خرد نشده و خرد شده بیشتر است (جدول ۳)، در سمت مثبت محور اول (شکل ۶) و تیپ راش که در آن تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان خاکزی در لایه‌های مواد آلی خرد نشده و خرد شده کمتر است (جدول ۳) در سمت منفی محور اول (شکل ۶) قرار دارند. به عبارت دیگر شرایط محیطی تیپ‌های واقع در سمت مثبت محور اول (شامل تیپ‌های ممرز و بلوط-ممرز) بر تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان در لایه‌های مواد آلی خرد نشده و خرد شده اثر افزایشی و شرایط محیطی تیپ راش که در سمت منفی محور اول قرار دارد بر آنها اثر کاهشی دارد (شکل ۶).

با توجه به موقعیت مکانی لایه‌های خاک نسبت به محور اول مشخص می‌شود که می‌توان آنها را بر اساس شاخص‌های تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان به دو گروه کاملاً متمایز تقسیم‌بندی کرد. لایه‌های مواد آلی خرد نشده و خرد شده که تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان خاکزی در آنها بیشتر است (جدول ۳)، در سمت مثبت محور اول (شکل ۷) و لایه‌های ۱۰ تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر که تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان خاکزی در آنها کمتر است (جدول ۳) در سمت منفی محور اول (شکل ۷) قرار دارند. لایه‌های واقع در سمت مثبت محور اول (شامل لایه‌های مواد آلی خرد نشده و خرد شده) به سبب شرایط محیطی مساعدتر، فقدان کرم خاکی و داشتن ۱۳/۵ گروه از بی‌مهرگان خاکزی (میانگین) موجب افزایش تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان ولی لایه‌های واقع در سمت منفی محور اول (شامل لایه‌های ۱۰ تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) به سبب شرایط محیطی نامساعدتر، حضور کرم خاکی و داشتن ۱۱/۶۶ گروه از بی‌مهرگان خاکزی (میانگین) موجب

خرخاکی‌ها، سایر حشرات و صدپایان (شماره‌های ۱ تا ۸) هستند که فراوانی نسبی آنها از ۷۴ درصد (کرم‌های خاکی) تا حدود ۱ درصد (صدپایان) می‌باشد. گروه دوم شامل و پادرازان (شماره‌های ۹ تا ۱۵) هستند که فراوانی نسبی آنها بین ۰/۲ درصد (پروتورا) تا ۰/۰۲ درصد (پادرازان) است. به عبارت بهتر بی‌مهرگان گروه اول حداقل ۹۹ درصد از وزن کل بی‌مهرگان خاکزی و گروه دوم حدود ۱ درصد از آن را تشکیل می‌دهند. فراوانی نسبی کرم‌های خاکی که در بالاترین رده گروه اول قرار دارند بین ۶۱ تا ۷۳ درصد است که نشانگر اهمیت اکولوژیک آنها در خاک می‌باشد. البته بایستی توجه داشت که فراوانی نسبی بر اساس وزن خشک محاسبه شده ولی وزن کرم‌های خاکی زنده، حدود ۵/۵ برابر وزن خشک آنها است (۱۳).

در شکل‌های (۳، ۴ و ۵) سه نوع ساختار مشاهده می‌شود. ساختار اول در لایه‌های آلی، ساختار دوم در لایه ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر و ساختار سوم در لایه‌های پایین‌تر از ۱۰ سانتی‌متر وجود دارد. مقایسه این شکل‌ها با شکل (۲)، نشان می‌دهد که ساختار کلی اجتماع بی‌مهرگان خاکزی به مقدار زیادی از ساختار اجتماع بی‌مهرگان در لایه‌های آلی تاثیر می‌پذیرد.

در نتیجه تجزیه مولفه‌های اصلی با استفاده از شاخص‌های سیمسون مشخص گردید که ۹۵ درصد از کل تغییرپذیری تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان در عمق‌های خاک به‌وسیله محور اول و ۵ درصد به‌وسیله محور دوم نشان داده می‌شود. در صورت استفاده از شاخص‌های شانون، ۹۱ درصد از کل تغییرپذیری تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان در عمق‌های مختلف خاک به‌وسیله محور اول و ۹ درصد به‌وسیله محور دوم نشان داده می‌شود. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که شاخص‌های سیمسون در نشان دادن تغییرپذیری تنوع و یکنواختی از حساسیت بیشتری برخوردار هستند.

مقدار شاخص‌های تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان در لایه‌های مواد آلی خرد نشده و خرد شده بیشتر از لایه‌های ۱۰ تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر است (جدول ۳). بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که محور اول نمایانگر

از آنها در محاسبه تنوع و یکنواختی پرداخته نشد. به طور یقین در صورت استفاده از اطلاعات حاصل از اندازه‌گیری زیوزن گونه‌های بی‌مهرگان خاکزی، شاخص‌های تنوع و یکنواختی در تیپ‌های جنگلی و لایه‌های خاک کمیت‌های بسیار بزرگ‌تری را نشان خواهند داد. این موضوع نشانگر وجود تنوع گونه‌ای زیاد در گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی و اهمیت توجه به آنها در محاسبه و حفاظت از تنوع زیستی اکوسیستم‌های جنگلی می‌باشد.

کاهش تنوع و یکنواختی شدند. از آنجایی که کرم‌های خاکی قسمت اعظم زیوزن بی‌مهرگان خاکزی را به خود اختصاص می‌دهند حضور آنها موجب کاهش تنوع و یکنواختی می‌گردد.

در حال حاضر پژوهش‌های مرتبط با تنوع زیستی حداقل در سه سطح شامل تنوع وراثتی (درون گونه)، تنوع جاندار (تعداد گونه) و تنوع اکولوژیک (تنوع اجتماع) انجام می‌شود (۱۲). این پژوهش در سطح تنوع اکولوژیک انجام گرفت و به شناسایی گونه‌های بی‌مهرگان خاکزی و استفاده

منابع

- ۱- الزینگا، ر. ج.، ۱۳۶۵. حشره شناسی عمومی. کمالی، ک (مترجم). مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ص ۱۹۶.
- ۲- جوانشیر، کریم، ۱۳۷۵. سایه‌های حیات بخش: ارزش و اهمیت جنگل. نامه فرهنگستان علوم، (۳): ص ۵۶-۵۱.
- ۳- حبیبی، طلعت، ۱۳۶۷. جانورشناسی عمومی. جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۹۶۴/۲، تهران، ص ۴۱۳.
- ۴- حبیبی، طلعت، ۱۳۷۳. جانورشناسی عمومی. جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۹۶۴/۱، تهران، ص ۵۱۴.
- ۵- حبیبی، طلعت، ۱۳۷۵. جانورشناسی عمومی. جلد سوم، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۹۶۴/۳، تهران، ص ۴۰۸.
- ۶- حبیبی کاسب، حسین، ۱۳۷۱. مبانی خاکشناسی جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۱۱۸، تهران، ص ۴۲۴.
- ۷- حق پرست تنها، محمدرضا، ۱۳۷۲. خاکزبان و خاکهای زراعی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، ص ۳۴۲.
- ۸- رحمانی، رامین، ۱۳۷۷. مطالعه رابطه بین جامعه‌های گیاهی و بی‌مهرگان خاکزی در جنگل‌های نکا. رساله دوره دکتری علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
- 9-Alberti, G., M. Kratzmann, C. Blazsak, H. Streit & U. Blumroder, 1991. Soil mites and acidification: A comparative study of four stands near Heidelberg. pp. 491-493. In: The Acari. Schuster, R. & P.W. Murphy, eds., Chapman & Hall, London.
- 10-Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend, 1995. Ecology: Individuals, Populations and Communities. 2nd ed., Blackwell, USA. 945 pp.
- 11-Coleman, D.C. & D.A. Crossley Jr., 1996. Fundamentals of Soil Ecology. Academic Press, Sandiego. pp. 51-108.
- 12-Dindal, D.L. 1990. Soil Biology Guide. John Wiley & Sons, New York. 1349 pp.
- Edwards, C.A. & P.J. Bohlen, 1996. Biology and Ecology of Earthworms. 3rd ed., Chapman & Hall, London. 426 pp.
- 13-Edwards, C.A., D.E. Reichle & D.A. Crossley Jr., 1973. The role of soil invertebrates in turnover of organic matter and nutrients. pp. 147-172. In: Analysis of Temperate Forest Ecosystems. Reichle, D.E., ed., Springer, Berlin.
- 14-Emberlin, J.C. 1984. Introduction to Ecology. Macdonald & Evans, Plymouth. 308 pp.
- Fager, E.W. 1972. Diversity: a sampling study. American Naturalist, 106: 293-310.
- 15-Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins Inc., New York. 654 pp.
- Ludwig, J.A. & J.F. Reynolds, 1988. Statistical Ecology. John Wiley & Sons, New York. 337 pp.
- 16-Mittmann, H.W. 1991. Reaction of mite populations to the influence of environmental chemicals in a beech-wood floor. pp. 495-496. In: The Acari. Schuster, R. & P.W. Murphy, eds., Chapman & Hall, London.
- 17-Schaller, F. 1968. Soil Animals. Pomerans, A.J.(tranl.). University of Michigan Press, USA. 144 pp.
- 18-Washington, H.G. 1984. Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. Water Resources, 18: 653-694.
- 19-Wood, M. 1990. Environmental Soil Biology. 2nd ed., Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK. 150 pp.
- 20-Woolley, T.A. 1982. Mites and other soil microarthropods. pp. 1131-1142. In: Methods of Soil Analysis part 2 Chemical and Microbiological Properties. Page, A.L. et al., eds., 2nd ed., Madison, Wisconsin.

Diversity and Assemblage Structure of Soil Invertebrates in Beech¹, Hornbeam² and Oak³-Hornbeam Forest Types

R. Rahmani⁴

H.Z. Mayvan⁵

Abstract

Diversity and assemblage structure of selected soil invertebrates including Earthworm, Collembula, Diplopoda, Isopoda, Chilopoda, Protura, Pseudoscorpions, Araneas, Symphyla, Diplura, Paupoda, Opiliones, other insects and their larvae were examined in different soil layers of beech, hornbeam and oak-hornbeam forest types of Neka in north of Iran (Caspian forests). Biomass of invertebrates were monthly sampled for one year using core soil sampler (81 cm² cross section) to a depth of 30 cm including litter, fragmented organic matter, 0-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm mineral layers. Presence of invertebrates in soil layers of beech, hornbeam and oak-hornbeam forest types were compared. Variability of invertebrate biomass in soil layers of beech, hornbeam and oak-hornbeam forest types was quantified as the diversity and equitability indices using Simpson and Shannon formula. Invertebrate assemblage structures in soil layers of beech, hornbeam and oak-hornbeam forest types were illustrated with rank-frequency diagrams. Forest types and soil layers were ordinated using PCA. Presence of invertebrates in soil layers was different, an indication of variability in vertical distribution of their biomass. An increase in soil depth was associated with a decrease in diversity and equitability indices of soil invertebrates. Diversity and equitability indices of soil invertebrates in beech forest type were higher than those in hornbeam and oak-hornbeam forest types. Assemblage structure of invertebrates among soil layers was different, but it was similar among forest types. PCA showed that forest types and soil layers were respectively divided into three and two different groups. In general, diversity and variability in soil organic layers were higher than those in mineral layers; this should be considered in management and protection of forest biodiversity.

Keywords: Forest type, Soil invertebrates, Diversity, Assemblage structure, Neka.

1- *Fagus orientalis* Lipsky.

2- *Carpinus betulus* L.

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

4- Assistant Professor of Forestry, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan

5- Associate Professor of Plant Science, Tarbiat-Modarres University