فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۲۰، بهار ۹۱

# اثر روشنه بر ماکروفون خاک در راشستان آمیخته(مطالعه موردی جنگل شصت کلاته)

**مریم خیری** [۱*]
kheiri.m417@yahoo.com
**هاشم حبشی** [۲]
**سید محمد واعظ موسوی** [۳]
**نگار مقیمیان** [۱]

**چکیده**

ماکروفون خاک مهم‌ترین بخش خاکزیان در خرد و ریز کردن مواد آلی و زیر و رو کردن آن ها هستند و از سوی دیگر در ایجاد خلل و فرج و افزایش تخلخل خاک‌ها نقش بسیار مهمی دارند. از طرفی با تغییر شیوه‌ی پرورش جنگل‌های شمال به تک گزینی، قطع درختان به صورت انفرادی انجام شده که نتیجه‌ی آن ایجاد روشنه‌ی تاج پوشش می‌باشد. همچنین از طریق نشانه گذاری درختان، پرورش درختان توده و زادآوری نیز ایجاد خواهد شد، لذا مهم‌ترین مرحله، دخالت انسان در توده‌های جنگلی است. هدف از این تحقیق مقایسه‌ی تنوع زیستی ماکروفون خاک در داخل روشنه و زیر تاج پوشش جنگل در لایه‌های مختلف خاک می‌باشد. تنوع زیوزن ماکروفون خاک شامل کرم خاکی، هزارپا، خرخاکی و لارو آن ها و سایر حشرات در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک به صورت ترانسکت خطی با استفاده از نمونه برداری به روش دستی در قطعات نمونه‌ی به ابعاد۱۰× ۱۰ در تیپ‌های جنگلی راشستان آمیخته شصت کلاته (طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا) بررسی شده است. یکنواختی به کمک روش اسمیت- ویلسون و تنوع با استفاده از شاخص شانون محاسبه و مقایسات به کمک آزمون تی غیر جفتی انجام شد. نتایج حاصل از مقایسات آماری نشان داد که بین قطعات نمونه موجود در زیر تاج پوشش با قطعات نمونه موجود در روشنه‌ها از نظر شاخص تنوع زیستی شانون و نیز یکنواختی به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۹ ٪ وجود دارد.

**کلمات کلیدی:** شاخص تنوع زیستی، روشنه، ماکروفون.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل شناسی و اکولوژی جنگل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان [*](مسئول مکاتبات).
۲- استادیار دانشکده جنگلداری و فراورده چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- دانشجوی دکتری جنگل شناسی و اکولوژی جنگل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

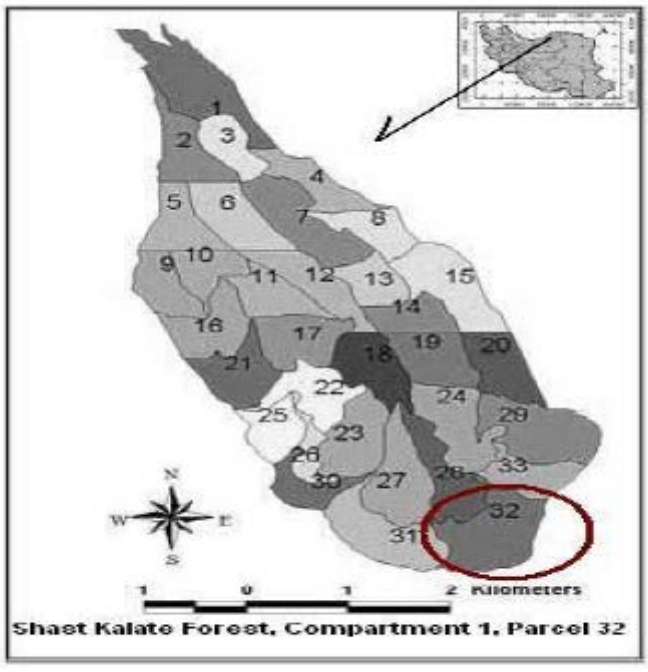
**مقدمه**

در طبیعت در اثر شرایط خاص تحت عوامل نامساعد محیطی سطح وسیعی از جنگل تخریب می شود، اما در شرایط معمولی روند تحولات در جنگل از طریق پیر شدن درختان، پوسیدن و افتادن آن ها انجام می شود و بر اثر افتادن درختان روشنه های کوچک، متوسط و بزرگ باز می شود (۱). در جنگل وقتی یک یا تعدادی از درختان تاج پوشش عمدتاً به دلیل اختلالات طبیعی می‌میرند و یا آسیب می‌بینند، بازشدگی‌های کوچکی که روشنه نامیده می‌شوند در تاج پوشش شکل می‌گیرند و سپس با درختان دیگر پر می‌شوند (۲). روشنه‌های تاج پوشش قطعاتی از محیط متفاوتی را در درون جنگل ایجاد می‌کنند (۳،۴). دو نوع تعریف برای روشنه وجود دارد: روشنه تاج پوشش که به صورت مستقیم زیر بازشدگی از مرگ درختان و یا شاخه ها به وجود می‌آیند و دیگری، روشنه های توسعه یافته که روشنه های تاج پوشش به اضافه سطح مجاوری که به پایه های درختان مجاور روشنه تاج پوشش توسعه یافته است، اطلاق می شود و این مساحتی است که به صورت مستقیم و غیر مستقیم به وسیله نور متاثر می شود (۵) بیولوژی خاک، مطالعات همه شکل های زندگی موجود در خاک است. گونه هایی از ۵ سلسله زندگی شامل حیوانات، قارچ ها، گیاهان، تک یاخته ها و موجودات ذره بینی در آن وجود دارند. همه ارگانیسم های زنده یک نقش مهمی را در تمام چرخه غذایی در اکوسیستم مستقل بازی می کنند (۶). بسیاری از تغییرات شیمیایی، بیوشیمیایی و تحولات فیزیکی خاک بدون حضور و فعالیت موجودات زنده خاکی امکان پذیر نیست(۷). تجزیه فیزیکی موادآلی قبل از همه توسط ماکروارگانیسم‌ها صورت می‌گیرد (ماکروفون خاک شامل خاکزیان با ابعاد کمتر از ۲۰ میلی‌متر و بیشتر از ۲ میلی‌متر است که شامل هزارپا، حشرات، کرم‌خاکی، خرخاکی و نرم‌تنان است) که از آن‌ها مخصوصاً کرم خاکی وظایف عمده‌ای به عهده می‌گیرد (۸). در خاک جنگل‌های خزان کننده مناطق معتدل، بی‌مهرگان بیشماری وجود دارند که از مواد آلی کف جنگل تغذیه می‌کنند. ماکروفون خاک از خرده‌ریزخواران هستند که هنگام تغذیه، لاشریزه‌ها را به قطعه‌های کوچکتر تقسیم می‌کنند، در نتیجه سطح آن‌ها افزایش می‌یابد و شرایط برای افزایش فعالیت تجزیه کنندگان مناسب‌تر می شود. در غیاب ماکروفون خاک فرایند تجزیه به کندی پیش می‌رود به گونه‌ای که سرعت تجزیه لاشبرگ‌ها تا ۵۰٪ کاهش می‌یابد(۹). حدود ۹۰٪ از انرژی موادی که به چرخه لاشریزه-خواری در می‌آیند، در نتیجه فعالیت‌های زیستی تجزیه-کنندگان آزاد می شود (۱۰). به این ترتیب ماکروفون خاک در مصرف انرژی لاشریزه‌ها تاثیر مهمی ندارند، بلکه اهمیت رفتار اکولوژیک آن ها در خرد کردن لاشریزه‌ها و فراهم آوردن سطح بیشتر و محیط مساعدتر برای فعالیت میکروبی و تجزیه‌کنندگان می‌باشد(۱۱). نوع و تعداد ماکروفون خاک و فعالیت زیستی آن ها نمایانگر وضعیت تشکیل خاک، الگوهای توالی پوشش گیاهی و تخریب محیط در رویشگاه‌های معین می‌باشد (۱۲). با توجه به این که تنوع با مرحله‌های مختلف توالی تغییر می‌کند، می‌توان نتیجه گرفت که بین تنوع ماکروفون خاک با مرحله‌های توالی ارتباط دارد(۱۳). به این ترتیب ویژگی‌های ماکروفون خاک، 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 ماکروفون خاک را می‌توان به عنوان معیار برای آگاهی از چگونگی تاثیر عملیات اجرایی مدیریت بر اکوسیستم‌های جنگلی مورد استفاده قرار داد(۱۴). تغییرات طبیعی اکوسیستم در طول زمان ( توالی ) موجب تغییر یا توالی اجتماع ماکروفون خاک می شود(۱۲). ماکروفون خاک به عنوان دسته مهمی از جانداران خاکزی از اهمیت بسیار در جرخه مواد غذایی و انرژی برخوردارند و اثرات مهمی روی پویای مواد آلی و روند تجزیه در خاک دارند (۱۵). در حال حاضر، از دست رفتن مداوم تنوع زیستی در اکوسیستم‌های خشکی، علیرغم فعالیت در سطح بین‌المللی برای غلبه بر این تهدید وجود دارد و در مورد تنوع زیستی ارگانیسم‌ها و جانداران خاکزی که از اجزای مهم و کلیدی در هر سیستم اکولوژیکی هستند(۱۶) و در بهبود حاصلخیزی خاک و تولیدات زمین و پایداری اکوسیستم (از طریق

فرآیندهای بیولوژیک) نقش عمده دارند(۱۷) غفلت شده است. تعداد بیوماس کرم خاکی در بهار و پاییز افزایش می‌یابد و بهترین زمان برای نمونه‌گیری از جمعیت کرم خاکی اردیبهشت و آبان ماه می‌باشد، همچنین نتیجه‌گیری شد که ۶۵ تا ۷۰ درصد از بیوماس کرم خاکی در لایه۰-۱۰ سانتی‌متری خاک قرار دارد (۱۸). تفاوت تعداد بیوماس جمعیت کرم‌خاکی در لایه هوموس و عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک نسبت به عمق ۲۰ سانتی‌متری قابل توجه است که نشان دهنده فعالیت بیشتر کرم خاکی در لایه‌های بالایی خاک و لایه هوموس است. این تفاوت به دلیل نامناسب شدن شرایط زیستی(تهویه، غذای مناسب و رطوبت) برای کرم خاکی در نتیجه افزایش عمق خاک می‌باشد (۱۹). از آن جا که کاهش بی‌مهرگان خاک می‌تواند اثرات منفی روی ساختار خاک، روند تجزیه، فرآیند نفوذ و تبادل گازها داشته باشد می‌تواند رشد گیاهان را مختل کند. بنابراین، در اکولوژی و برنامه‌های حفاظت، مدیریت زیستگاه و ارزیابی اکوسیستم به تعیین شاخص‌های تنوع، غنا و فراوانی این جانداران نیاز داریم. توده‌های راش آمیخته اصلی‌ترین و تولیدی‌ترین توده‌های جنگلی در منطقه رویشی هیـــرکانی می‌باشد. در این توده‌ها سیر توالی طبیعی از طریق ایجاد روشنه و تجدید حیات طبیعی شروع می‌گردد. از آن جا که نقش ماکروفون خاک در ایجاد تغییرات خاک و تجزیه بسیار مهم است در این تحقیق رابطه ماکروفون خاک درون روشنه‌های تاج با تاج پوشش جنگل بررسی خواهد شد .

**روش مورد بررسی**

**منطقه مورد مطالعه**: این پژوهش در پارسل ۳۲ از سری یک جنگل آموزسی و پژوهشی شصت کلاته (مرحوم بهرام نیا) واقع در استان گلستان انجام گردیده است. جنگل مذکور در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی قرار گرفته و مســـاحت آن ۳۷۱۶ هکتـــار می‌باشد. میزان بارندگی متوسط سالانه در آن ۶۴۹ میلی‌متر می‌باشد. پارسل مذکور از خاک جنگلی به رنگ قهوه‌ای و بسیار عمیق با بافت لوم سیلتی رسی تشکیل شده است. این پارسل به لحاظ شرایط اکولوژیکی حالتی تقریبا یکنواخت داشته و از تیپ راش انجیلی ممرز تشکیل شده است.




شکل ۱: منطقه مورد مطالعه، جنگل آموزشی و پژوهشی شصت کلاته

**روش مطالعه**

روشنه‌های انتخابی را به سه کلاسه شامل روشنه‌های کوچک(۲۰۰-۳۹۹ متر مربع )، متوسط(۴۰۰-۶۹۹ متر مربع) و بزرگ (بزرگ تر از ۷۰۰ مترمربع) تقسیم بندی می‌کنیم (۲۰). در این روشنه‌ها تنوع زیوزن ماکروفون خاک شامل کرم خاکی، هزارپا، خرخاکی و لارو آن ها و سایر حشرات در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک به صورت ترانسکت خطی با استفاده از نمونه برداری به روش دستی در قطعات نمونه‌ی به ابعاد۱۰× ۱۰ بررسی شده است. یکنواختی به کمک روش اسمیت- ویلسون و تنوع با استفاده از شاخص شانون محاسبه و مقایسات به کمک آزمون تی غیر جفتی انجام شد. عمل تجزیه و تحلیل داده‌ها را با استفاده از نرم افزار spss انجام می‌دهیم. نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف اسمیرنوف تعیین می شود. معنادار بودن اختلاف بین گروه‌ها را با استفاده از تجزیه واریانس انجام می‌دهیم.

**یافته‌ها**

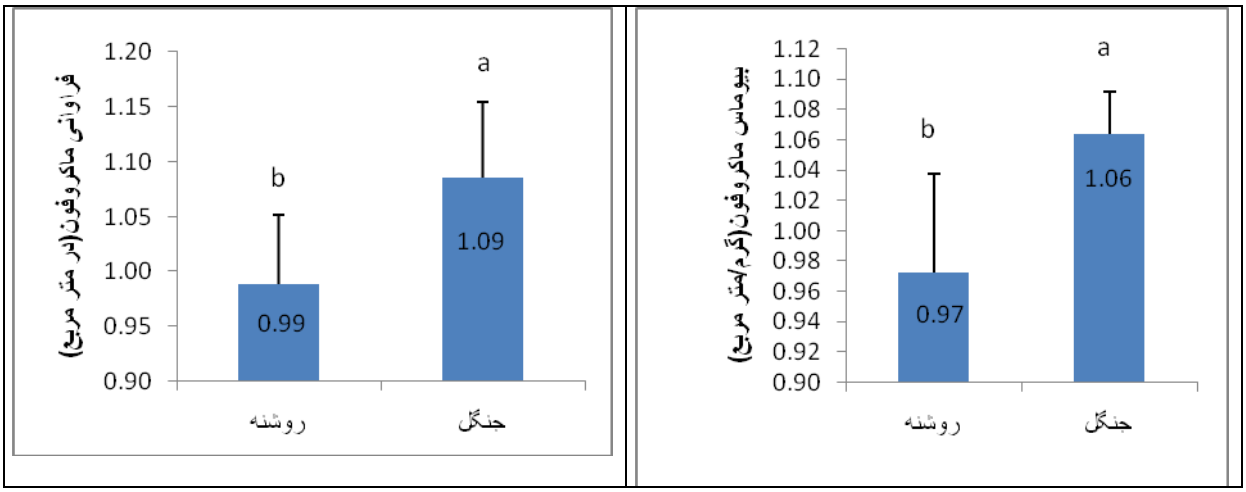
نتایج آزمون نرمال نشان داد که توزیع داده‌ها در مورد همه شاخص‌ها از توزیع نرمال پیروی نمی‌کند. اگر چه توزیع نرمال داده‌ها شرط لازم و ضروری پردازش زمین آماری نمی‌باشد لیکن در صورت نرمال بودن داده‌ها، تخمین‌های زمین آماری می‌تواند از دقت بالاتری برخوردار باشد(۱۵)، به همین دلیل سعی بر نرمال کردن داده‌ها گردید، داده‌ها به صورت لگاریتم پایه طبیعی تبدیل شدند. اما از آن جا که در بعضی از نقاط نمونه‌برداری مشاهدات صفر بودند تبدیل به صورت ($Ln(x+1)$) انجام گرفت. (۲۲،۲۱). بر اساس نتایج حاصله از جدول تجزیه واریانس، بین تعداد و بایومس ماکروفون خاک در گروه‌های مختلف در سطح اطمینان ۹۹٪ تفاوت معناداری وجود دارد. بر اساس آزمون تی غیر جفتی در مقایسه‌ی بین تعداد و بایومس ماکروفون در زیر تاج پوشش خاک جنگل با خاک روشنه‌ها در سطح احتمال ۹۹٪ اختلاف معناداری مشاهده گردید. بطور کلی مقدار این متغیرها در خاک زیر تاج پوشش بیشتر از روشنه‌ها می‌باشد. بر اساس جدول آنالیز واریانس، بین تعداد و بیوماس ماکروفون در سطح احتمال ۹۹٪ تفاوت معنا داری بین روشنه و جنگل وجـود دارد (۲۳).

**جدول ۱- جدول تجزیه واریانس شاخص تنوع زیستی (شانون) روشنه و جنگل**

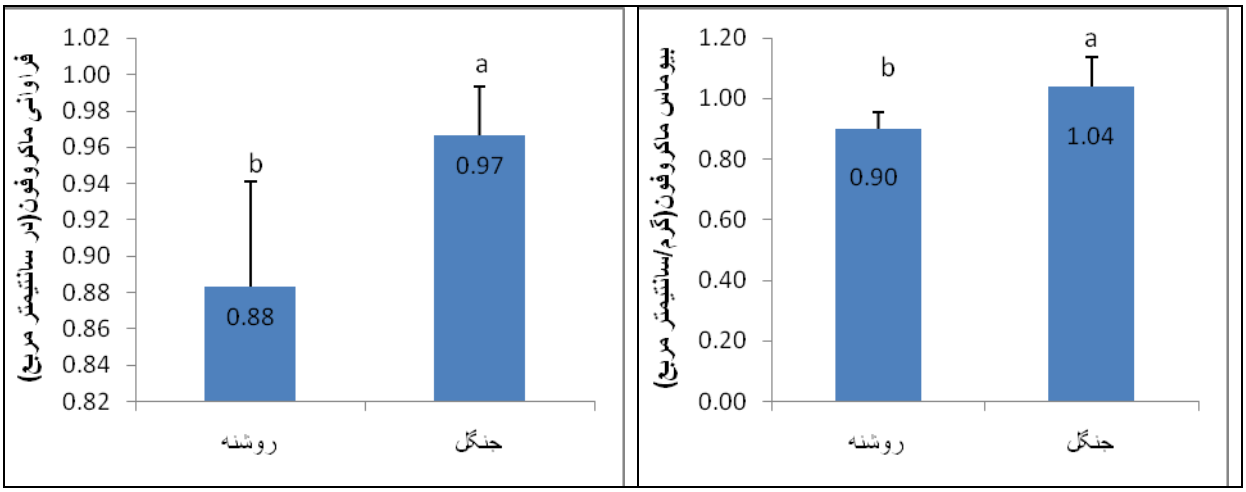
| فاکتور | خطای معیار تفاوت میانگین | تفاوت میانگین | سطح معنی داری | درجه آزادی | T |
|---|---|---|---|---|---|
| بیوماس | .۰۱۷۰۹ | -.۰۹۶۱۳ | .۶۷۰ | ۵۸ | -۵.۶۲۶ |
| | | | | | |
| تعداد | .۰۱۳۰۲ | -.۰۹۱۸۴ | .۰۰۰ | ۳۹.۳۳۶ | -۷.۰۵۷ |

**جدول۲- جدول تجزیه واریانس شاخص یکنواختی (اسمیت- ویلسون) روشنه و جنگل**

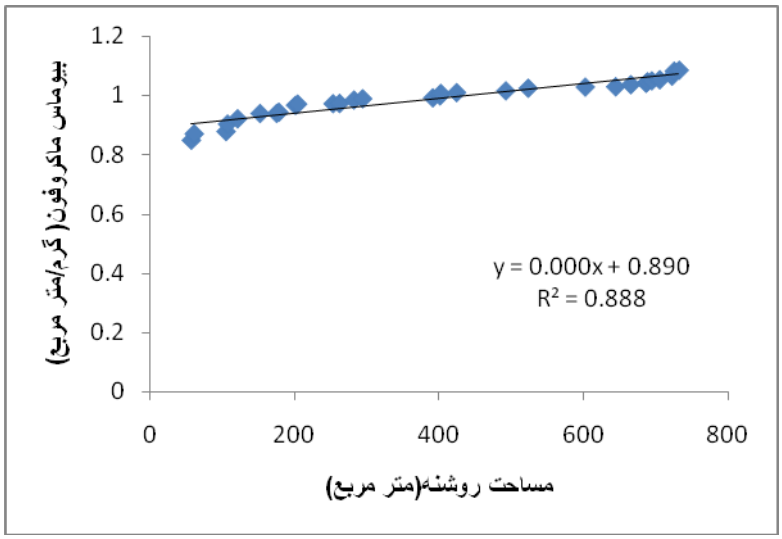
| فاکتور | خطای معیار تفاوت میانگین | تفاوت میانگین | سطح معنی داری | درجه آزادی | T |
|---|---|---|---|---|---|
| بیوماس | .۰۲۰۲۶ | -.۱۴۱۰۷ | .۰۲۰ | ۴۶.۲۶۱ | -۶.۹۶۲ |
| | | | | | |
| تعداد | .۰۱۱۶۵ | -.۰۸۳۱۱ | .۰۰۰ | ۴۰.۹۳۸ | -۷.۱۳۳ |



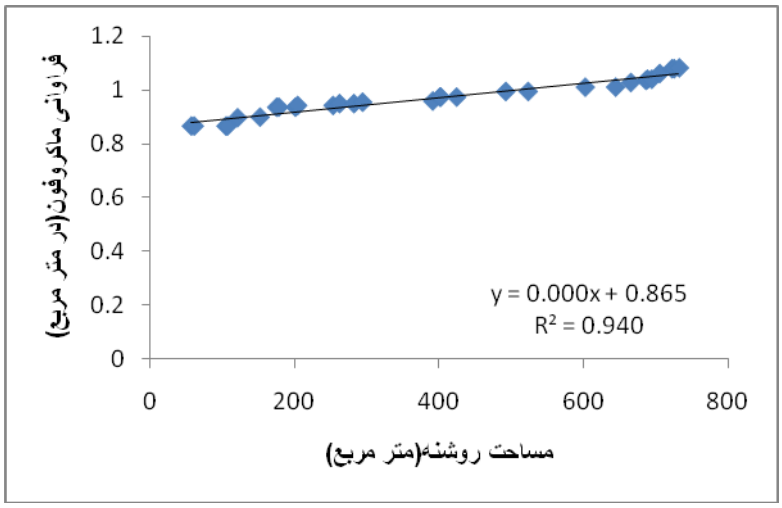

**شکل ۲- میانگین شاخص شانون بر اساس فراوانی و بیوماس ماکروفون**




**شکل ۳- میانگین شاخص اسمیت- ویلسون بر اساس فراوانی و بیوماس ماکروفون**




**شکل۴- همبستگی بایومس ماکروفون خاک با مساحت روشنه**




**شکل۵- همبستگی فراوانی ماکروفون خاک با مساحت روشنه**

## بحث و نتیجه‌گیری

شاخص یکنواختی می‌تواند عددی بین صفر تا یک باشد. بیشترین مقدار شاخص یکنواختی زمانی به دست می‌آید که بیوماس به طور یکنواخت در میان تمام گروه‌های ماکروفون توزیع شده باشد.. شاخص تنوع می‌تواند عددی بزرگ تر از صفر باشد که بیشینه آن با تعداد گروه‌های مورد بررسی برابر است. در این پژوهش به علت یکسان بودن تعداد گروه‌های خاکزی، شاخص تنوع از یکنواختی تاثیر می‌پذیرد(۲۴). با فرمول شانون، بیشترسن تنوع و یکنواختی در صورتی به دست می‌آید که فراوانی تمام گروه‌های مورد بررسی یکسان باشد(۱۳). با استفاده از نتایج حاصل، بین بیوماس ماکروفون خاک و اندازه روشنه ارتباط مثبتی وجود داردکه با افزایش اندازه روشنه بر بیوماس ماکروفون افزوده می شود(۲۲). همچنین با آزمون تی غیر جفتی مشخص شد که بیوماس و تعداد ماکروفون خاک در زیر تاج پوشش جنگل بیشتر از روشنه‌ها می‌باشد. بنابراین فرضیه تعداد و بیوماس بیشتر ماکروفون خاک در زیر تاج پوشش نسبت به روشنه‌ها مورد تایید قرار می‌گیرد. در حال حاضر پژوهش‌های مرتبط با تنوع زیستی حداقل در سه سطح شامل تنوع وراثتی (درون گونه)، تنوع جاندار (تعدادگونه) و تنوع اکولوژیک (تنوع اجتماع) انجام می شود(۱۲). این پژوهش در سطح تنوع اکولوژیک انجام گرفت و به شناسایی گونه‌های ماکروفون خاک و استفاده از آن ها در محاسبه تنوع و یکنواختی پرداخته نشد. به طور یقین در صورت استفاده از اطلاعات حاصل از اندازه‌گیری بیوماس گونه‌های ماکروفون خاک، شاخص‌های تنوع و یکنواختی در کمیت‌های بسیار بزرگ تری را نشان می‌دهند. این موضوع نشانگر وجود تنوع گونه‌ای زیاد در گروه‌های ماکروفون خاک و اهمیت توجه به آن ها در محاسبه و حفاظت از تنوع زیستی اکوسیستم‌هـــای جنگلی می‌باشد.

## منابع


۱. ثاقب‌طالبی، خ.۱۳۸۶. جنگلشناسی تکمیلی. جزوه آموزشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

2. Watt, A.S. 1947. Pattern and process in themplant community. The Journal of Ecology, 35:1-22. (Abstract)
3. Denslow, J.S. 1980. Gap partitioning amomg tropical rain forest tree.Biotropica, 12:47-55
4. Brokaw, N.V.L. 1982.The definition of treefall gap and its effect on measures of forest dynamics. Biotropical, 14:158-160
5. Runkel, J.R. 1981. Gap formation in some old-growth forests of the eastern United States. Ecology, 62:1041-1051

6. Sandor, F. 2008. Soil testing. Roots of Peace, Jalalabad-Afghanisyan. Pp: 100

۷. نقشینه‌پور، ب. ۱۳۶۳. کلیات خاکشناسی، جنبه‌های حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. صفحه ۲۷۰

۸. الیاس‌آذر، خ. ۱۳۷۴. خاکشناسی (عمومی و خصوصی ). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، صفحه ۳۶۹.

9. Emberlin, J.C. 1989. Introduction to Ecology. Macdonald & Evans, Plymouth. 308 pp.

10. 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. Reichel, D.E., ed., Springer, Berlin

11. Wood, M. 1990. Environmental Soil Biology. 2nd ed., Blackie Academic & Professional, Glasaow, UK. 150 PP.

12. Dindal, D.L. 1990. Soil Biology Guide. John Wily & Sons, New York. 1349 pp.

13. Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsed, 1995. Ecology: Individuals, Populations and Communities. 2nd ed., Blackwell, USA. 945 pp

۱۴. جوانشیر، کریم، ۱۳۷۵. سایه‌های حیات بخش: ارزش و اهمیت جنگل، نامه فرهنگستان علوم (۳) ، ص۵۶-۵۱

۱۵. محمدی ج .۱۳۸۵ . پدومتری: آمار مکانی (ژئواستاتیستیک)، انتشارات پلک .صفحه۴۵۳ .

16. Tondoh J.E., Monin L.M., Tiho S., Csuzdi C. 2007. Can earthworms be used as bio-andicators of landuse perturbations in semi- deciduous forest? Biology and Fertility of Soils, 43: 585-592

17. Mathieu J., Rossi J., Grimaldi M., Mora Ph., Lavelle P., and Rouland C. 2004. A multi-scale study of Soil macrofauna biodiversity in Amazonian pastures. Biology and Fertility of Soil, 40: 300-305.

۱۸. رحمانی، ر و صالح راستین، ن. ۱۳۷۹. بررسی فراوانی و پراکنش عمقی و تغییرات فصلی جمعیت کرم‌های خاکی در تیپ جنگلی بلوط-ممرز، ممرز و راش نکاء، مجله منابع طبیعی ایران. جلد ۵۳، شماره ۱. دانشگاه تهران

۱۹. اشجع، ب.۱۳۸۱. ارتباط گروه‌های اکولوژیک کرم خاکی با حاصلخیزی خاک و پوشش گیاهی جنگل. پایان نامه کارشناسی

۲۰. موسوی، و و حبشی، ه. ۱۳۸۹. اثر سن حفره و مساحت آن بر فراوانی تمشک در راشستان‌های آمیخته شصت کلاته. دومین همایش بین‌المللی تغییر اقلیم و گاه‌شناسی درختی در اکوسیستم خزری. اردیبهشت ۱۳۸۹. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران

21. Rossi J.P. 2003. Short-range structures in earthworm spatial distribution. Pedo biologia, 47: 582-587.

22. Sun B., Zhou S., Zhao Q. 2003. Evalution of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical China. Geoderma, 115: 85-99

۲۳. عباسی، ا و حبشی، ه. ۱۳۸۹. تاثیر شکل و اندازه حفره بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در جنگل شصت کلاته گرگان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. صفحه۸۶-۹۶

۲۴. رحمانی، ر و زارع مایوان، ح. ۱۳۸۲. بررسی تنوع و ساختار اجتماع بی‌مهرگان خاکزی در تیپ‌های جنگلی راش، ممرز و بلوط-ممرز. مجله منابع طبیعی ایران. جلد ۵۶، شماره ۴، سال ۱۳۸۲