ارتباط تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی با درختان و درختچه‌های جنگل‌های حاشیه رودخانه مارون استان خوزستان

محمدرضا عسکرپور[۱]، احسان صیاد[۲*] و حمید طالشی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۳/۵)

چکیده

تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی نقش بسیار مهمی را در ارائه خدمات بوم سازگان دارد. به‌منظور یافتن ارتباط تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی با درختان و درختچه‌ها، این جانداران به‌روش دستی از عمق‌های۱۰-۰ و ۲۵-۱۰ سانتی‌متری خاک در قطعه نمونه‌های ۵۰ × ۵۰ سانتی‌مترمربع، با فاصله ۵۰ متر روی ترانسکت‌هایی با فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر و عمود بر رودخانه جمع‌آوری شدند. در مجموع تعداد ۱۷۵ قطعه نمونه برداشت شد. درون قطعه نمونه‌ها ویژگی‌های کمی درختان و درختچه‌ها اندازه‌گیری شدند. بیشترین فراوانی و زی‌توده جانداران بزرگ خاکزی در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری خاک مشاهده شد. گز ارتباط قوی‌تری را با تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی در مقایسه با پده داشت. البته تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی زیر پوشش‌های گز و پده خالص و آمیخته متفاوت نبود. حال آنکه فراوانی کرم‌خاکی در زیر پوشش پده بیشتر بود. اما مهمترین پارامتر تاثیرگذار بر تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی در این منطقه درصد تاج پوشش بود. لذا به‌طور کلی می‌توان بیان نمود که بدون توجه به گونه درختی باید در حفظ پوشش درختی این جنگل‌ها کوشید چرا که باعث حفظ تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تاج، پوشش، غنا، یکنواختی، کرم‌خاکی، DCA

۱. گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان

۲. گروه منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ehsansayad@gmail.com

مقدمه

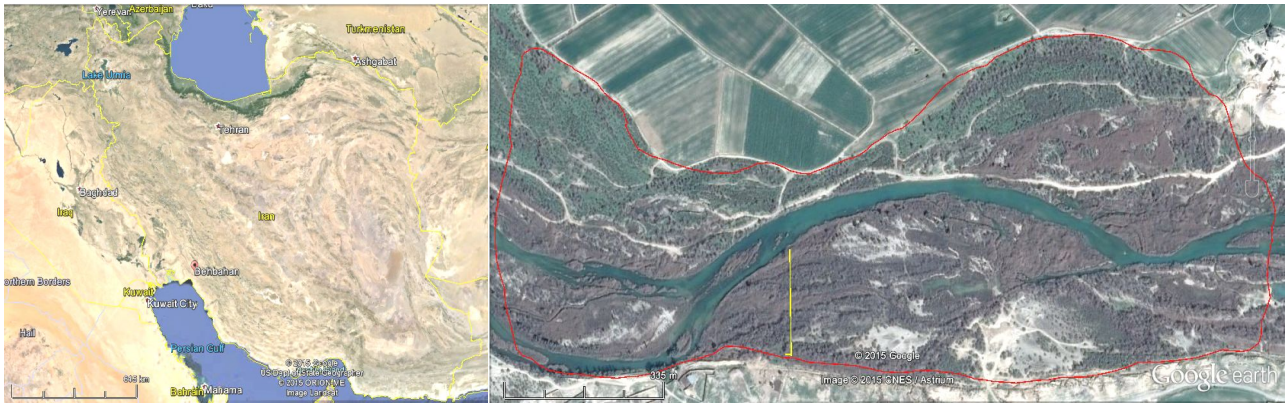
تنوع زیستی، به‌عنوان یک مبحث مهم در بوم شناسی در چند دهه گذشته محسوب می‌شود (۱۴). بیشتر مطالعات و تحقیقات بوم شناختی انجام شده در ارتباط با مبحث تنوع زیستی در دهه‌های گذشته بر پوشش گیاهی و جانوری روی زمین متمرکز بوده است اما در سال‌های اخیر بررسی تنوع در ساختارهای زیر زمین نیز مورد توجه قرار گرفته است (۱۵).

در حال حاضر، کاهش تنوع زیستی در بوم سازگان‌های 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 بوم شناختی هستند (۲۶) و در بهبود حاصلخیزی خاک، تولیدات زمین و پایداری بوم سازگان (از طریق فرآیندهای بیولوژیک) نقش عمده دارند، غفلت شده است. تنوع عملکرد بیولوژیکی در خاک و پیچیدگی آنها، ضرورت تمرکز تحقیقات روی جانداران خاکزی را که ارتباط قوی با خدمات بوم سازگان (Ecosystem services) دارند ایجاد نموده است (۸). جانداران خاکزی هم به‌عنوان مصرف کننده در فرآیندهای خاک شرکت دارند و هم در چرخه مواد غذایی و انرژی که رشد گیاهان به آن وابسته است عامل اصلی محسوب می‌شوند (۱۷). این ارگانیسم‌ها، اثر مستقیم و غیرمستقیم روی تولید و بهره‌وری زمین دارند.

دستهٔ مهمی از جانداران خاکزی، جانداران بزرگ خاکزی هستند که از اهمیت بسیار در چرخه مواد غذایی و انرژی برخوردارند و اثرات مهمی روی پویایی مواد آلی و روند تجزیه در خاک دارند (۸ و ۲۰). درتحقیقی رسی (۲۳) بیان می‌کند که گونه‌های کرم‌خاکی از عامل‌های مهم در دینامیک ساختار خاک هستند و توزیع جمعیت آنها می‌تواند اثر مهمی روی عملکرد بوم سازگان داشته باشد. بنابراین، با توجه به نقش مهم جانداران بزرگ خاکزی در عملکرد بوم سازگان، تعیین عامل‌های تأثیرگذار روی تنوع و توزیع این ارگانیسم‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است (۲۰). از آنجا که کاهش ارگانیسم‌های خاکزی می‌تواند اثرات منفی روی ساختار خاک، روند تجزیه، فرآیند نفوذ و تبادل گازها داشته باشد، رشد گیاهان را نیز مختل می‌کند. بنابراین، در بوم شناسی و برنامه‌های حفاظت، مدیریت زیستگاه و ارزیابی بوم سازگان، تعیین شاخص‌های تنوع، غنا و فراوانی این جانداران مورد نیاز است (۲۱). این شاخص‌ها برای کمی کردن الگوی تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی بسیار کاربردی می‌باشند (۱۶). لازم به‌ذکر است که غنا و فراوانی از خصوصیات اصلی جوامع جانوری هستند (۱۷) که می‌توانند به‌عنوان شاخص‌هایی برای بررسی ارتباط بین ساختار جمعیت جانداران و الگوهای زیستی و غیرزیستی رویشگاه، کمی کردن تخریب‌های انسانی و برنامه‌های مدیریتی استفاده شوند (۲۵).

عامل‌های خارجی شامل عامل‌های غیرزیستی مانند اقلیم و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک یا دسترسی به منابع و عامل‌های زیستی شامل رقابت درون گونه‌ای و برون گونه‌ای یا قدرت پراکنش آنها می‌باشند (۷). از میان عوامل مختلف، توزیع ارگانیسم‌های خاک از پوشش گیاهی که یک ساختار موزاییک افقی با شرایط متفاوت میکرواقلیمی و دسترسی به مواد غذایی ایجاد می‌کند، تأثیر زیاد می‌پذیرد (۱۸). پوسپیچ و اسکالسکی (۲۲) با بررسی عامل‌های مؤثر روی ساختار جمعیت کرم‌خاکی، به تأثیر تراکم گیاهان روی ساختار این جانداران در مقیاس محلی اشاره می‌کنند.

به‌طور کلی، پوشش گیاهی به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم برای جانداران یک رویشگاه منابع غذایی فراهم می‌کند. طبق تحقیقات به‌عمل آمده، ارتباط سوسک Eleodes در علفزارهای نیمه خشک با ساختار قطعات پوشش گیاهی گزارش شده است. هم‌چنین اثر توزیع گیاهان روی توزیع مکانی جمعیت بندپایان خاک در تحقیق دیگری تایید شده است (۷). در این میان، تراکم درختان و پوشش گیاهی که عبارتست از تعداد افراد یک گونه در واحد سطح و تحت تاثیر الگوی پراکنش گونه‌ها قرار دارد (۴) روی جانداران اثر می‌گذارد (۹). تحقیقات کمی روی اینکه چگونه ارگانیسم‌های خاکزی از خصوصیات گیاهان



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه و نحوه نمونه‌برداری (تصویرها از Google earth)

(این شکل در نسخه الکترونیکی به‌صورت رنگی و واضح آمده است)

تاثیر می‌پذیرند انجام شده است (۹). بنابراین بررسی و تحقیق در زمینه ارتباط گیاهان و جانداران بزرگ خاکزی از ضرورت‌های موجود است (۱۷).

جنگل‌های حاشیه رودخانه در استان خوزستان اهمیت زیادی را به‌لحاظ بوم‌شناختی و زیست‌محیطی دارند. پوشش غالب این جنگل‌ها، پده (*Populus euphratica* Olivier)، گز (*Tamarix arceuthoides* Bge.) و سریم (*Lycium shawii* Roemer & Schult) می‌باشد. تاکنون تحقیقات کمی در خصوص ارتباط این پوشش‌های درختی با تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی صورت گرفته است. غلامی و همکاران (۴) با تحقیق در جنگل‌های حاشیه رودخانه کرخه به این نتیجه رسیدند که تراکم درختان با شاخص‌های تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی ارتباط دارد. هم‌چنین سبزی و همکاران (۲) در جنگل‌های حاشیه رودخانه کارون اثر تک درختان پده بر فراوانی، تنوع، غنا و یکنواختی جانداران بزرگ خاکزی را مورد بررسی قرار دادند. با این حال هیچ تحقیقی تاکنون ارتباط این گونه‌های درختی و درختچه‌ای و ویژگی‌های کمی آنها مانند (قطر تاج، ارتفاع تاج، ارتفاع کل) را با تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی ارزیابی نکرده است. هم‌چنین تاکنون مشخص نشده که پراکنش عمودی جانداران بزرگ خاکزی در خاک این جنگل‌ها چگونه است. لذا این پژوهش به‌دنبال یافتن ارتباط تنوع‌زیستی جانداران بزرگ خاکزی با درختان و درختچه‌های گز، پده و سریم می‌باشد و هم‌چنین می‌خواهد از تفاوت تاثیر این گونه‌های درختی و درختچه‌ای بر تنوع‌زیستی جانداران بزرگ خاکزی آگاه شود ضمن اینکه توزیع عمقی جانداران بزرگ خاکزی را هم مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در حاشیه رودخانه مارون واقع در شهرستان بهبهان در جنوب شرقی استان خوزستان و در عرض جغرافیایی شمالی ″۵۳ ′۳۸ °۳۰ تا ″۳۸ ′۳۹ °۳۰ و طول جغرافیایی شرقی ″۳۷ ′۹ °۵۰ تا ″۲۵ ′۱۰ °۵۰ قرار دارد. مساحت این منطقه ۶۵ هکتار و ارتفاع آن از سطح دریا بین ۲۵۰ تا ۳۰۰ متر است (شکل ۱). براساس آمارهای ایستگاه هواشناسی بهبهان میانگین بارش سالانه ۳۵۰/۰۴ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۲۴/۵ درجه‌ی سانتی‌گراد است. از لحاظ اقلیمی این منطقه براساس روش دومارتن با ضریب خشکی برابر با ۱۰/۴ دارای اقلیمی نیمه خشک است (۱).

در این تحقیق تعداد ۱۷۵ قطعه نمونه بر روی ترانسکت‌هایی با فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر و عمود بر رودخانه برای جمع‌آوری جانداران بزرگ خاکزی برداشت شد، فاصله قطعه نمونه‌های جانداران بزرگ خاکزی از یکدیگر بر روی خطوط ترانسکت ۵۰ متر انتخاب گردید. سپس جانداران بزرگ

خاکزی در قطعه نمونه‌هایی با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر و در دو عمق ۱۰-۰ و ۲۵-۱۰ سانتی‌متری خاک و به‌روش دستی جمع‌آوری شدند و در کیسه‌های مخصوص برای انتقال به‌آزمایشگاه جهت شمارش و تعیین زی‌توده ریخته شدند (۳). به‌منظور یافتن ارتباط بین گونه‌های درختی و ماکروفون خاک عواملی از جمله تعداد گونه‌های درختی، درصد تاج پوشش کل، درصد تاج پوشش پده، درصد تاج پوشش گز، ارتفاع تاج پوشش گونه‌های درختی، ارتفاع کل گونه‌های درختی، قطر برابر سینه و قطر تاج گز و پده، فاصله نزدیکترین درخت پده و گز به پلات جانداران بزرگ خاکزی، فاصله نزدیکترین درخت به پلات جانداران بزرگ خاکزی، فاصله پلات تا قطورترین درخت، عمق لاشریزه و درصد پوشش علفی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای اندازه‌گیری این پارامترها قطعه نمونه‌هایی به ابعاد ۵ متر × ۵ متر با مرکزیت پلات جانداران بزرگ خاکزی پیاده گردید.

به‌منظور ارزیابی تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی سه شاخص تنوع (شانون از رابطه ۱)، غنا (منهینیک از رابطه ۲) و یکنواختی (شلدون از رابطه ۳) در نرم افزار PAST محاسبه شدند. لازم به‌ذکر است که غنا به‌طور ساده تعداد گونه در یک جامعه است. لیکن غیرمحتمل است که تمام گونه‌ها دارای تعداد افراد یکسان باشند. توزیع افراد در میان گونه‌ها تحت عنوان یکنواختی خوانده می‌شود. وقتی که کلیه گونه‌ها تقریباً دارای تعداد افراد مساوی باشند، یکنواختی حداکثر خواهد بود. تنوع گونه‌ای از ترکیب دو پارامتر غنا و یکنواختی به‌دست می‌آید و در واقع غنای گونه‌ای است که به‌وسیله یکنواختی موزون شده است (۶).

$$\text{Shannon H} = (\sum(p_i)(\ln p_i)) \qquad [۱]$$

$$\text{Menhinick} = (\frac{S}{\sqrt{n}}) \qquad [۲]$$

$$\text{Sheldon} = (\frac{e^{H}}{S}) \qquad [۳]$$

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

با توجه به نرمال نبودن داده‌ها از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده شد. برای مقایسه فراوانی و زی‌توده جانداران بزرگ خاکزی در عمق‌های مختلف از آزمون Willcoxon استفاده گردید (۲۸). برای یافتن تفاوت در پوشش درختی و درختچه‌ای براساس ویژگی‌های مورد بررسی آنها آنالیز DCA (Detrended Correspondence Analysis) انجام شد. جهت مقایسه فراوانی و تنوع جانداران بزرگ خاکزی در زیر پوشش‌های تفکیک شده براساس آنالیز DCA از آزمون کروسکال- والیس (معادل ناپارامتری آنالیز واریانس یک‌طرفه) استفاده گردید (۲۸). هم‌چنین از همبستگی اسپیرمن، (رابطه ۴) جهت بررسی همبستگی جانداران بزرگ خاکزی با ویژگی‌های مورد بررسی پوشش درختی و درختچه‌ای استفاده شد (۵).

$$r_s = 1-(6\sum\frac{d_i^{\,2}}{n^2-n}) \qquad [۴]$$

در این رابطه n تعداد مشاهده، d تفاوت رتبه‌ها و r_s ضریب همبستگی اسپیرمن است.

به‌جز آنالیز چند متغیره که در نرم‌افزار CANACO نسخه DCA 4.5 انجام گرفت. دیگر آنالیرهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

نتایج

نتایج نشان داد که بیش از ۹۰ درصد فراوانی و زی‌توده جانداران بزرگ خاکزی در لایه بالایی خاک مورد مطالعه یعنی عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری خاک قرار داشت و فراوانی و زی‌توده جانداران بزرگ خاکزی در عمق بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر در این جنگل‌ها بسیار کم بود. به‌طوری‌که فراوانی و زی‌توده کل جانداران بزرگ خاکزی به‌همراه فراوانی و زی‌توده هر دو گروه بندپایان و کرم‌خاکی در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر بیشتر از ۲۵-۱۰ سانتی‌متر بود (جدول ۱). این جانداران شامل خرخاکی‌ها، مورچه‌ها، عنکبوت‌ها، پادمان، صدپاها و سوسک‌ها بودند.

باتوجه به کم بودن جانداران بزرگ خاکزی در عمق ۲۵-۱۰

جدول ۱. مقایسه جانداران بزرگ خاکزی (میانگین و اشتباه معیار درون پرانتز) در دو عمق خاک

عمق‌های خاک	فراوانی(تعداد در پلات)			زی‌توده(گرم در پلات)		
	کل	کرم‌خاکی	بندپایان	کل	کرم‌خاکی	بندپایان
عمق ۱۰-۰	۴/۲۰ (۰/۳۰)	۰/۹۵ (۰/۲۰)	۳/۷ (۰/۱۰)	۰/۴۹ (۰/۱۵)	۰/۳۲ (۰/۱۵)	۰/۱۷ (۰/۰۱)
عمق ۲۵-۱۰	۰/۴۰ (۰/۱۴)	۰/۱۰ (۰/۰۲)	۰/۳۰ (۰/۱۲)	۰/۰۳ (۰/۰۰)	۰/۰۲ (۰/۰۰)	۰/۰۱ (۰/۰۰)
آزمون Willcoxon	**	**	**	**	**	**

** معنی دار در سطح ۱ درصد

سانتی‌متر همبستگی جانداران بزرگ خاکزی فقط در عمق اول خاک با ویژگی‌های مورد بررسی پوشش درختی ارزیابی شد. نتایج این همبستگی‌ها نشان داد که تمام شاخص‌ها (شانون، منهینیک و شلدون) با تاج پوشش کل، تاج پوشش پده و تاج پوشش گز همبستگی معنی‌دار ضعیف تا متوسطی را داشتند. البته بیشترین همبستگی را با تاج پوشش کل نشان دادند که بازهم باید توجه داشت که میزان همبستگی متوسطی داشت. از طرفی این شاخص‌ها با تاج پوشش سریم هیچ‌گونه همبستگی نشان ندادند. شاخص‌های شانون، منهینیک و یکنواختی شلدون با تعداد گز و تعداد پده همبستگی ضعیف و بسیار ضعیف داشتند در حالی‌که با تعداد سریم هیچ‌گونه همبستگی نشان ندادند. شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی بیشترین همبستگی را با تعداد گز در مقایسه با دو گونه دیگر داشتند که آن هم همبستگی نسبتاً کمی بوده است. همه شاخص‌های مورد بررسی با ارتفاع تاج پوشش و ارتفاع کل گونه‌های درختی همبستگی معنی‌دار ضعیفی داشتند در حالی‌که شاخص منهینیک با ارتفاع کل پده هیچ‌گونه همبستگی نداشت. البته باید توجه داشت که شاخص‌های تنوع و غنا بیشترین همبستگی را با ارتفاع کل گز در مقایسه با پده داشتند. شاخص‌های شانون، منهینیک و شلدون با تمام پارامترهای مربوط به قطر برابر سینه و قطر تاج گونه‌های درختی گز و پده همبستگی معنی‌دار ضعیفی داشتند در حالی‌که شاخص شانون با فاصله پلات جانداران بزرگ خاکزی تا قطورترین درخت هیچ‌گونه همبستگی نداشت. هر سه شاخص تنوع زیستی بیشترین همبستگی را با قطر تاج گز در مقایسه با پده نشان دادند که البته بازهم باید دقت داشت که میزان همبستگی کم تا متوسط بوده است (جدول ۲).

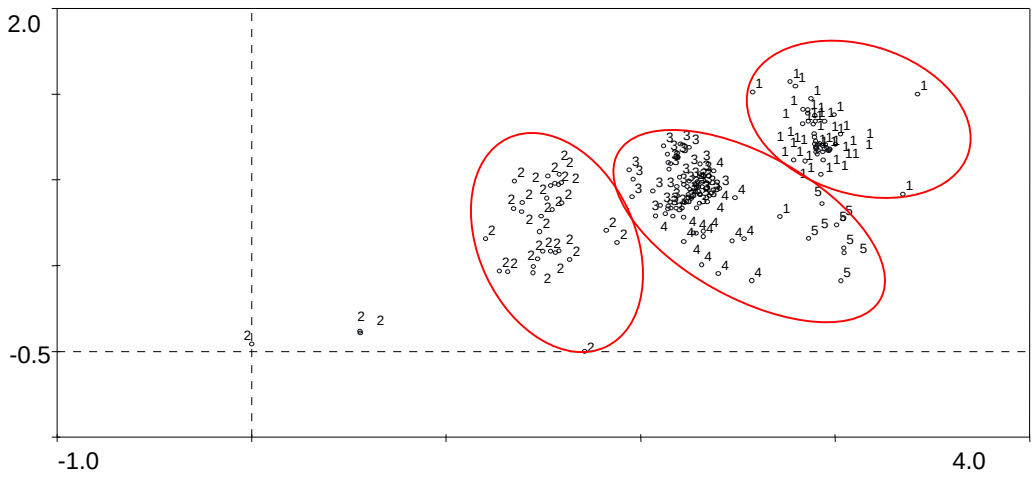
برای تفکیک پوشش‌های درختی موجود در منطقه از آنالیز تشابه (DCA) استفاده گردید. نتایج این آنالیز نشان داد که گونه‌های درختی موجود در منطقه به سه گروه قابل تفکیک‌اند: پده خالص (شماره ۲)، گز خالص (شماره ۱) و گروه سوم شامل هر سه گونه درختی گز، پده و سریم (پده و گز (شماره ۳)، گز و پده (شماره ۴)، و گز سریم (شماره ۵)) می‌باشند. محورهای ۱ و ۲ از آنالیز تشابه (DCA) به‌ترتیب ۴۰/۳ و ۱۴/۵ درصد از تغیرات را نشان می‌دهد (شکل ۲). همان‌گونه که شکل ۳ نشان می‌دهد ویژگی‌های کمی مورد بررسی در مورد دو گونه گز و پده در دو سمت با فاصله از هم باعث تفکیک پوشش‌های گز و پده خالص از هم و از پوشش‌های آمیخته گز و پده، پده و گز و گز و سریم شده‌اند.

نتایج آزمون کروسکال- والیس نشان داد که فراوانی کرم‌خاکی در زیر سه گروه تفکیک شده توسط DCA اختلاف معنی‌دار داشته در حالی‌که فراوانی بندپایان در زیر این سه گروه

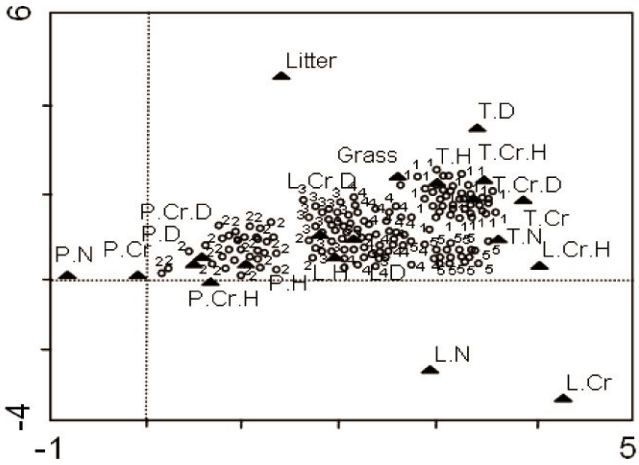
جدول ۲. همبستگی اسپیرمن شاخص‌های تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی با ویژگی‌های کمی گونه‌های درختی

ویژگی‌های کمی گونه‌های درختی	شانون	منهینیک	شلدون
درصد تاج پوشش کل درختان	۰/۲۷۰**	۰/۴۵۲**	۰/۴۵۲**
درصد تاج پوشش درختان پده	۰/۲۰۸**	۰/۲۵۸**	۰/۲۵۲**
درصد تاج پوشش درختان گز	۰/۲۲۹**	۰/۳۲۲**	۰/۳۰۹
درصد تاج پوشش درختان سریم	۰/۰۳۵ns	۰/۰۴۳ns	۰/۰۸۸ns
تعداد درختان پده	۰/۱۵۹*	۰/۱۴۵*	۰/۲۰۰**
تعداد درختان گز	۰/۲۲۷**	۰/۲۸۴**	۰/۲۹۲**
تعداد درختان سریم	۰/۰۳۲ns	۰/۰۳۷ns	۰/۱۳۸ns
ارتفاع تاج پوشش درختان پده	۰/۲۱۲**	۰/۲۰۷**	۰/۲۰۸**
ارتفاع تاج پوشش درختان گز	۰/۲۸۳**	۰/۳۷۲**	۰/۲۸۴**
ارتفاع کل درختان پده	۰/۱۵۵*	۰/۱۴۹ns	۰/۲۰۸**
ارتفاع کل درختان گز	۰/۳۰۸**	۰/۴۱۱**	۰/۳۲۶**
قطر برابر سینه نزدیکترین درخت پده تا پلات جانداران بزرگ خاکزی	۰/۲۰۴**	۰/۲۰۱**	۰/۲۲۳**
قطر برابر سینه نزدیکترین درخت گز تا پلات جانداران بزرگ خاکزی	۰/۲۷۵**	۰/۱۸۹**	۰/۳۲۲**
قطرتاج نزدیکترین درخت پده تا پلات جانداران بزرگ خاکزی	۰/۲۲۷**	۰/۲۱۸**	۰/۲۲۶**
قطر تاج نزدیکترین درخت گز تا پلات جانداران بزرگ خاکزی	۰/۳۰۸**	۰/۴۰۱**	۰/۳۱۲**
فاصله نزدیکترین درخت تا پلات جانداران بزرگ خاکزی	۰/۲۰۳**	۰/۳۹۴**	۰/۳۴۵**
فاصله پلات جانداران بزرگ خاکزی تا قطورترین درخت	۰/۱۲۵ns	۰/۱۶۸*	۰/۳۲۲**

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns: غیرمعنی‌دار



شکل ۲. تفکیک گونه‌های درختی موجود در منطقه براساس DCA. پده خالص (شماره ۱)، گز خالص (شماره ۲)، گز و پده و سریم (شماره‌های ۵-۴-۳)



شکل ۳. نتایج DCA براساس عامل‌های اندازه‌گیری شده. تعداد گز(T.N)، پده (P.N)و سریم (L.N)؛ قطر برابر سینه گز(T.D)، پده (P.D)و سریم (L.D)؛ تاج پوشش گز(T.Cr)، پده (P.Cr) و سریم (L.Cr)؛ قطر تاج گز(T.Cr.D)، پده (P.Cr.D) و سریم (L.Cr.D)؛ ارتفاع تاج گز(T.Cr.H)، پده (P.Cr.H) و سریم (L.Cr.H)؛ ارتفاع گز(T.H)، پده (P.H) و سریم (L.H)؛ پوشش علفی (Grass)؛ عمق لاشریزه (Litter)

جدول ۳. مقایسه (آزمون کروسکال- والیس) فراوانی و شاخص‌های تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی (میانگین و اشتباه معیار درون پرانتز) در پوشش‌های درختی تفکیک شده براساس DCA

پوشش‌های درختی تفکیک شده	فراوانی		شانون	منهینیک	شلدون
	کرم‌خاکی	بندپایان			
گز	۰/۰۷^{b} (۰/۰۷)	۴/۷۳ (۰/۷۲)	۰/۵۱ (۰/۰۶)	۰/۸۴ (۰/۰۷)	۰/۹۱ (۰/۰۲)
پده	۲/۲۴^{a} (۰/۸۴)	۳/۰۷ (۰/۶۰)	۰/۴۶ (۰/۰۷)	۰/۷۴ (۰/۰۷)	۰/۹۱ (۰/۰۲)
گز، پده و سریم	۱/۲۹^{ab} (۰/۳۷)	۴/۴۲ (۰/۷۴)	۰/۶۱ (۰/۰۹)	۰/۹۱ (۰/۰۲)	۰/۷۰ (۰/۱۰)
آزمون کروسکال- والیس	*	ns	ns	ns	ns

* معنی دار در سطح ۵ درصد و ns غیرمعنی‌دار.

حروف انگلیسی کوچک تفاوت‌های معنی‌دار بین پوشش‌ها را نشان می‌دهند.

اختلاف معنی‌داری نداشتند. بیشترین فراوانی کرم‌خاکی مربوط به گونه درختی پده و کمترین فراوانی مربوط به گونه درختی گز می‌باشد. در حالی‌که شاخص‌های شانون، منهینیک و شلدون بین گروه‌های درختی و درختچه‌ای تفکیک شده اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ۳).

بحث

فعالیت جانداران خاکزی به‌دلیل وابستگی تغذیه‌ای آنها به‌لاشریزه کف جنگل بیشتر به لایه سطحی خاک محدود می‌شود (۱۲). همان‌گونه که در این پژوهش جانداران بزرگ خاکزی بیشتری در لایه بالایی خاک مشاهده شد وارن و

زو (۲۷) نیز نتیجه گرفتند که عموما زی‌توده هزارپایان و دیگر ارگانیسم‌ها در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک نسبت به‌عمق ۲۵-۱۰ سانتی‌متری بیشتر بوده است. هم‌چنین کوچ و همکاران (۱۹) نیز نتیجه گرفتند که تجمع گروه‌های کرم‌خاکی در عمق‌های مختلف خاک با هم اختلاف داشت. به‌طور کلی این کاهش جانداران بزرگ خاکزی در عمق پایین خاک می‌تواند به‌علت تجمع بیشتر مواد آلی و هوموس در عمق‌های بالایی خاک (۱۰-۰ سانتی‌متری) باشد.

در میان عامل‌های مورد بررسی درصد تاج‌پوشش کل درختان و درختچه‌ها بیشترین ارتباط را با تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی داشت که می‌تواند نشان‌دهنده تاثیر شرایط نوری و میکرواقلیمی ناشی از تاج پوشش درختان در این منطقه نیمه‌خشک باشد. این نتایج در راستای نتایجی است که غلامی و همکاران (۴) در جنگل‌های حاشیه رودخانه کرخه در استان خوزستان کسب کرده‌اند. هم‌چنین سارلو (۲۴) و دباکر و همکاران (۱۰) نتیجه گرفتند که تراکم تاج‌پوشش درختان زی‌توده کرم‌خاکی و ترکیب جوامع عنکبوت را مورد تاثیر قرار می‌دهد.

از آنجایی که ارتباط شاخص‌های تنوع زیستی با عامل‌های مورد بررسی در مورد گز قوی‌تر از پده بود می‌توان ارتباط این شاخص‌ها با گز را قوی‌تر از پده دانست. این درحالی است که این شاخص‌ها در سه گروه تفکیک شده در DCA تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. تنها ویژگی که در سه گروه تفاوت معنی‌دار داشته فراوانی کرم‌خاکی است که در پلات‌های دارای پده بیشتر از گز بوده است. در همین راستا سارلو (۲۴) نتیجه گرفت که گونه‌های درختی اثر معنی‌دار بر زی‌توده کرم‌خاکی داشته است و برخی از گونه‌های درختی تاثیر بیشتری نسبت به درختان دیگر بر روی زی‌توده کرم خاکی داشتند. هم‌چنین فراگوسو و همکاران (۱۳) بیان داشتند که برخی از گونه‌های درختی بیشتر جوامع کرم‌خاکی را حمایت می‌کنند. علاوه بر اینها دهارونگ (۱۱) نیز بیان کرد که گونه‌های درختی مختلف برروی ترکیب و فراوانی فون خاک به‌خصوص فون لاشبرگ تاثیرات متفاوتی می‌گذارند. از سوی دیگر باید توجه داشت که هیچ‌کدام از شاخص‌ها با ویژگی‌های مورد بررسی در مورد سریم ارتباط نداشتند. لذا می‌توان نقش کمی را برای سریم در توزیع جانداران بزرگ خاکزی در این منطقه قایل شد. برای یافتن علت عدم تفاوت شاخص‌های تنوع بین گز و پده نیاز به پژوهش‌های بیشتری است. هم‌چنین در پژوهش‌های آتی با توجه به اینکه پلات‌های با درختان آمیخته یکنواختی بیشتر، و تنوع و غنای کمتری را در مقایسه با پلات‌های گز و پده خالص نشان دادند (علی‌رغم معنی‌دار نبودن) می‌توان ارتباط آمیختگی درختان با تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی را مورد پژوهش بیشتر قرار داد.

تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی با اندازه درخت گز ارتباط بیشتری داشته به این دلیل که با عامل‌های قطر برابر سینه، قطر تاج، ارتفاع کل و ارتفاع تاج گز ارتباط بیشتری داشته است. در این راستا سبزی و همکاران (۲) در جنگل‌های حاشیه رودخانه کارون اثر اندازه تک درختان پده را بر تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که تک درختان پده با قطر تاج بزرگتر اهمیت بیشتری در حفظ جانداران بزرگ خاکزی داشتند. لذا پیشنهاد می‌شود که نقش اندازه درختان گز نیز بر تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی مورد پژوهش قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

بیشترین فراوانی و زی‌وزن جانداران بزرگ خاکزی در سطح خاک و عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری خاک می‌باشد لذا می‌توان مطالعه‌های آتی را بیشتر روی این عمق متمرکز کرد. ارتباط شاخص‌های تنوع زیستی با ویژگی‌های مورد بررسی گز بیشتر از پده است یعنی اینکه گز در مقایسه با پده ارتباط بیشتری را با تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی در این جنگل‌ها دارد. البته باید توجه داشت که تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی زیر پوشش‌های گز و پده متفاوت نیست. حال آنکه فراوانی کرم‌خاکی در زیر پوشش پده بیشتر است. اما از آنجایی که

مهمترین پارامتر تاثیرگذار بر تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی در جنگل‌های حاشیه رودخانه مارون درصد تاج پوشش درختان و درختچه‌ها می‌باشد، لذا به‌طور کلی می‌توان بیان نمود که بدون توجه به گونه درختی باید در حفظ پوشش درختی این جنگل‌ها کوشید چرا که باعث حفظ تنوع زیستی جانداران بزرگ خاکزی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. پوررضایی، ج.، ف. ترنیان، ج. پایرنج، و م. دیفرخش. ۱۳۸۹. بررسی‌های فلورستیک و جغرافیای گیاهی حوضه آبخیز تنگ بن بهبهان. *مجله جنگل ایران*، ۲(۱): ۴۹-۳۷.

۲. سبزی، ک.، ا. صیاد، ح. طالشی، و ر. بصیری. ۱۳۹۳. اثر تک درختان پده بر ماکروفون خاک در جنگل‌های حاشیه رودخانه. *مجله تحقیقات جنگل‌های زاگرس*، ۱(۱):۶۶-۵۱.

۳. غلامی، ش.، س. م. حسینی، ج. محمدی و ع. سلمان ماهینی. ۱۳۸۹. تجزیه وتحلیل تغییرات مکانی ماکروفون خاک در جنگل‌های حاشیه رودخانه کرخه، *نشریه آب و خاک*، ۲۴(۶): ۱۱۷۲-۱۱۶۴.

۴. غلامی، ش.، ع. سلمان ماهینی، م. حسینی، ج. محمدی و ا. صیاد. ۱۳۹۳. بررسی رابطه میان تراکم پوشش گیاهی و جانوران خاکزی در جنگل‌های حاشیه رودخانه کرخه به‌منظور تعیین حاشیه امن یا ضربه‌گیر رودخانه. *بوم‌شناسی کاربردی*،۷(۳):۲۵-۱۳.

۵. مصداقی، م. ۱۳۸۳. روش‌های رگرسیون در تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه امام رضا، ۲۸۷ ص.

۶. مصداقی، م. ۱۳۸۴. بوم‌شناسی گیاهی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۸۷ ص.

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

8. Barrios, E. 2007. Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecological Economics* 24(2): 269-285.

9. Dale, M. R. T. 1999. Spatial pattern analysis in plant ecology. Cambridge University Press, 324p.

10. De Bakker, D., J. P. Maelfait, F. Hendrickx, D. Van Waesberghe, B. De Vos, S. Thys and L. De Bruyn. 2000. A first analysis of the relationship between forest soil quality and spider (Araneae) communities of flemish forest stands. Ekolo´gia (Bratislava) 3(19): 45-58

11. Deharveng, L. 1996. Soil Collembola diversity, Endemism, and reforestation: A case study in the Pyrenees (France). *Conservation Biology* 10: 74-84.

12. Fisher, R. and D. Binkley, 1999. Ecology and Management of Forest Soil. JohnWiley & Sons, Inc., third edithion, 489p.

13. Fragoso, C., G. G. Brown, J. C. Parton, E. Blanchart, P. Lavelle, B. Pashanasi, B. Senapati and T. Kumar, 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and function agroecosystem in the tropics: the role of earthworms. *Applied Soil Ecology* 6:17-35.

14. Gaston, K. J. and J. I. Spice. 1998. Biodiversity: an Introduction. Blackwell Science, MA, USA, 191p.

15. Guo, Y., P. Gong, and R. Amundson. 2003. Pedodiversity in the United States of America. *Geoderma* 117: 99-115.

16. Gonglanski, K. B., I. A. Gorshkova, A. I. Karpov and A. D. Pokarzhevskii. 2008. Do boundaries of soil animal and plant communities coincide? A case study of a Mediterranean forest in Russia. *European journal of soil biology* 44: 355-363.

17. Hatfield, J. L. and B. A. Stewart, 1994. Soil Biology: Effects on Soil Quality. Adv. Soil Sci. Lewis Publishers, Boca Raton, 169 p

18. Jimenez, J. J., J. P. Rossi and P. Lavelle. 2001. Spatial distribution of earthworm in acid-soil savannas of the eastern plains of Colombia. *Applied Soil Ecology* 17: 267-278.

19. Kooch, Y, S. M. Hosseini, J. Mohammadi, and S. M. Hojjati. 1390. Analysis of earthworm patchy distribution and variability of soil biochemical properties under single tree influence, *International Journal of Environmental sciences* 7 (1): 1821-1837.

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

21. Nahmani, J., Y. Capowies and P. Lavelle. 2005. Effects of metal pollution on soil macroinvertebrate burrow

systems. *Biology and Fertility of Soils* 42: 31-39.
22. Pospiech, N. and T. Skalski. 2006. Factors influencing earthworm communities in post-industrial area of Krakow Soda Works. *European Journal of soil Biology* 42: 278-S283.
23. Rossi, J. P. 2003. Clusters in earthworm spatial distribution. *Pedobiologia* 47: 490-496.
24. Sarlo, M. 2006. Individual tree species effects on earthworm biomass in a tropical plantation in panama. *Caribbean Journal of Science* 42: 419-427.
25. Thoisy, B., S. Brosse and M. A. Dubois. 2008. Assessment of large-vertebrate species richness and relative abundance in Neotropical forest using line-transect censuses: what is the minimal effort required? *Biodiversity and Conservation* 17(11):2627-2644.
26. Tondoh, J. E., L. M. Monin, S. Tiho and C. Csuzdi. 2007. Can earthworms be used as bio-indicators of land-use perturbations in semi- deciduous forest? *Biology and Fertility of Soils* 43: 585-592.
27. Warren, W. and X. Zou. 2002. Soil macrofauna and litter nutrients in three tropical tree plantations on a disturbed site in Puerto Rico, *Forest Ecology and Management* 170: 161-171.
28. Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 718p.