

بررسی فراوانی، پراکنش عمقی و تغییرات فصلی جمعیت کرم خاکی در تیپ‌های جنگلی بلوط - ممرز، ممرز و راش نکا

رامین رحمانی^(۱) ناهید صالح راستین^(۲)

چکیده

کرم خاکی مهمترین خرده ریزخوار^(۳) در خاک جنگل‌های مناطق معتدل می‌باشد. فعالیت حیاتی کرم خاکی بر حاصلخیزی خاک و رویش گیاهان تأثیر بسزایی دارد که مقدار آن با اندازه جمعیت کرم خاکی متناسب است. تعداد و زیتوده^(۴) کرم خاکی از جمله شاخص‌هایی هستند که پتانسیل فعالیت‌های حیاتی و کیفیت خاک را نشان می‌دهند. بنابراین، بررسی جمعیت کرم خاکی و شناخت رابطه آن با پوشش گیاهی و خاک از پیش نیازهای تعیین حاصلخیزی رویشگاه‌های جنگلی می‌باشد. به همین منظور، تعداد و زیتوده کرم خاکی به مدت یک‌سال (آبان ۷۵ تا مهر ۷۶) در تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش طرح جنگلداری نکا - ظالمروود بررسی گردید. از هر تیپ جنگلی ماهانه ۲۰ نمونه خاک برداشته شد. هر نمونه به صورت استوانه‌ای با سطح مقطع ۸۱ سانتی‌متر مربع و عمق ۳۰ سانتی‌متر بود که به سه زیر نمونه شامل لایه‌های ۰ تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر تقسیم می‌شد. کرم‌های خاکی بزرگتر با روش دست‌چین^(۵) از لابلای نمونه‌ها جمع‌آوری شدند. برای جداسازی کرم‌های خاکی کوچکتر از قیف برلیزی^(۶) استفاده شد. کرم‌های خاکی در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک و با دقت یک ده هزارم گرم وزن شدند. بافت، وزن مخصوص ظاهری، نسبت کربن به نیتروژن و واکنش خاک جنگل‌های مورد بررسی اندازه‌گیری شدند. بر اساس نتایج حاصل از این بررسی مشخص گردید که میانگین‌های سالانه تعداد و زیتوده کرم خاکی در تیپ ممرز از بلوط - ممرز و راش بیشتر می‌باشند ولی بین تیپ‌های بلوط - ممرز و راش تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. بیشترین تعداد و زیتوده کرم خاکی در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر یافت شدند. میانگین‌های تعداد و زیتوده کرم خاکی در طول یک‌سال دوبار افزایش (بهار و پاییز) و دوبار کاهش (تابستان و زمستان) یافتند.

واژه‌های کلیدی: جنگل، کرم خاکی، زیتوده، بلوط - ممرز، ممرز، راش

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

۲- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

۳- Detritivore

۴- Biomass

۵- Handsorting

۶- Berlese

مقدمه

کرم خاکی به علت داشتن بیشترین زیتوده در میان بی مهرگان خاکزی از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد. چارلز داروین (۱۸۸۱) نخستین پژوهشگری بود که اهمیت تراکم کرم خاکی را بررسی کرد و نشان داد که این جانور با آمیختن مواد آلی و معدنی در دستگاه گوارش و حفر تعداد زیادی مجرا در خاک موجب بهبود کیفیت و تهویه بهتر آن می شود (۲۳). با توجه به تأثیر معنی دار کرم خاکی بر خاک و پوشش گیاهی، بررسی های متنوعی پیرامون رده بندی، زیست شناسی و اکولوژی کرم خاکی در اروپا، امریکای شمالی و اخیراً در برخی کشورهای استوایی انجام شده اند. تاکنون جمعیت کرم خاکی در ایران و به ویژه در جنگل های شمال که محل اجرای این پژوهش می باشد مطالعه نشده است. از آنجایی که بهره برداری و دخالت در جنگل علاوه بر تغییر محیط بر جمعیت کرم خاکی نیز تأثیر دارد، بایستی وضعیت فعلی جمعیت کرم خاکی مطالعه شود تا بتوان در آینده تأثیر تغییرات محیط بر آن را بررسی کرد. این پژوهش با هدف ارائه وضعیت فعلی جمعیت کرم خاکی و معرفی برخی از عامل های محیطی موثر بر آن انجام شده است.

جمعیت کرم خاکی بین ۱ تا ۸۵۰ در متر مربع (۰/۵ تا ۳۰۰ گرم در متر مربع) می باشد (۲۵). زیتوده کرم خاکی در جنگل های مناطق معتدل ۳۰ گرم در متر مربع (± 20) برآورد شد (۱۶) که از سایر بی مهرگان بیشتر بود (۱۱). زیتوده کرم خاکی در جنگل بلوط با هوموس مول و راش با هوموس مور در اروپا و راش منطقه معتدل و خنک ژاپن به ترتیب ۶۱، ۲/۹ و ۷/۲ گرم در متر مربع برآورد گردید. درحالی که زیتوده کل بی مهرگان خاکزی در جنگل های مزبور به ترتیب ۸۰/۵، ۱۵/۶ و ۲۴/۲۹ گرم در متر مربع اندازه گیری شد (۱۳). به عبارت دیگر زیتوده کرم خاکی در این جنگل ها به ترتیب ۱۹، ۷۶ و ۳۰ درصد از زیتوده بی مهرگان خاکزی بود. در تیپ های جنگلی رومانی تعداد کرم خاکی بین ۱۰ تا ۲۵۰ در متر مربع برآورد شد (۱۵). در جنگل های بلوط - ممرزستان لهستان، تعداد کرم خاکی در رویشگاه های کم ارتفاع، مرتفع مرطوب و مرتفع خشک به ترتیب ۱۴۲/۸، ۱۷۴/۷ و ۶۵/۵ در متر مربع اندازه گیری شد (۲۲).

بیشترین جمعیت کرم خاکی در ۱۰ سانتی متر اول خاک یافت شد (۱۰ و ۲۰). در جدول ۱ تعداد و زیتوده کرم خاکی برخی از جنگل های پهن برگ مناطق معتدل آورده شده اند.

در بهار و پاییز مناسب ترین شرایط برای فعالیت کرم خاکی فراهم می آید (۲). براساس پژوهش های انجام شده تعداد کرم خاکی در بهار (۱۰، ۱۵ و ۲۴) و پاییز (۱۵ و ۲۴) بیشترین و در تابستان کمترین (۱۵، ۱۸ و ۲۴) است. طولانی شدن فصل خشک، تعداد کرم خاکی را به مقدار زیاد کاهش می دهد (۱۲).

در اسکاتلند تعداد کرم خاکی در خاک های لومی سبک و متوسط بیشتر از خاک های رسی سنگین، شنی و آبرفتی بود (۱۲). در خاک های سوئد (۱۲)، امریکا (۱۸) و استرالیا (۵) بین فراوانی کرم خاکی و مقدار رس ارتباط معنی دار یافت شد.

بین وزن مخصوص ظاهری خاک و کرم خاکی ارتباط متقابل یافت شد به این ترتیب که افزایش فشردگی خاک موجب کاهش تعداد، زیتوده (۱۴ و ۱۹) و فعالیت حفاری (۹) کرم خاکی گردید. از طرف دیگر فعالیت زیستی کرم خاکی، خلل و فرج خاک را افزایش داد (۶).

مقدار و ترکیب شیمیایی لاشریزه های کف جنگل تحت تأثیر گونه های درختی غالب قرار دارند. با توجه به اینکه کرم های خاکی لاشریزه های کف جنگل را مصرف می کنند، می توان نتیجه گرفت که گونه های درختی غالب بر جمعیت کرم خاکی تأثیر دارند. در صورتی که تعداد کرم خاکی اندک باشد مقدار زیادی لاشریزه روی خاک جمع می شود (۱۲). بین تراکم کرم خاکی با نسبت کربن به نیتروژن برگ های درختان غالب، لاشریزه های کف جنگل، هوموس و خاک معدنی ارتباط معنی دار یافت شد (۸، ۱۲، ۱۵ و ۱۷).

کرم خاکی نسبت به واکنش خاک بسیار حساس می باشد، در نتیجه واکنش برخی از خاک ها موجب محدود شدن جمعیت آن می شود. بیشترین جمعیت کرم خاکی، در خاک هایی با واکنش حدود ۶ و کمترین آن در خاک هایی با واکنش کمتر از ۵ یافت شدند (۱۲). در جنگل های بلژیک بین واکنش خاک در عمق ۰ تا ۵۰ سانتی متر و زیتوده کرم خاکی همبستگی معنی دار وجود داشت (۲۱).

در این مقاله تعداد و زیتوده جمعیت کرم خاکی در تیپ های

مواد آلی، درصد نیتروژن و واکنش خاک تیپ‌های جنگلی مورد بررسی از عمق‌های ۰ تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر نمونه برداری شد. بافت نمونه‌های خاک به روش هیدرومتری تعیین و با استفاده از روش وزارت کشاورزی آمریکا^(۱) نامگذاری گردید. برای تعیین وزن مخصوص ظاهری از دستگاه نمونه برداری استوانه‌ای که سطح مقطع آن ۸۱ سانتی‌متر مربع بود استفاده شد. نمونه‌های خاک در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد خشک و پس از رسیدن به وزن ثابت، با دقت گرم وزن شدند. با تقسیم کردن وزن خشک نمونه‌های خاک به حجم آنها (۸۱۰ سانتی‌متر مکعب) وزن مخصوص ظاهری خاک به دست آمد (۴). برای اندازه‌گیری درصد مواد آلی نمونه‌های خاک از روش سوزاندن با اسیدسولفوریک غلیظ استفاده شد. نیتروژن موجود در نمونه‌های خاک با روش کج‌دال اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری واکنش خاک، نمونه‌ها با نسبت یک به بیست با آب مقطر مخلوط شدند (۲۶). سپس با استفاده از پتانسیومتر الکتریکی واکنش آنها اندازه‌گیری شد.

نتایج

میانگین‌های سالانه تعداد و زیتوده کرم خاکی تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش در شکل‌های ۱ و ۲ نمایش داده شده‌اند. میانگین سالانه تعداد و زیتوده کرم خاکی عمق‌های مختلف خاک تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده‌اند. نتیجه مقایسه آماری میانگین‌های مزبور در جدول ۲ آورده شده است. میانگین‌های فصلی تعداد و زیتوده کرم خاکی تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش که نمایانگر تأثیر پذیری آنها از دگرگونی‌های فصلی محیط جنگل است در شکل‌های ۵ و ۶ نمایش داده شده‌اند. نتیجه مقایسه آماری میانگین‌های مزبور در جدول ۳ آورده شده است. تغییرات ماهانه تعداد و زیتوده کرم خاکی در شکل‌های ۷ و ۸ نشان داده شده‌اند.

بلوط - ممرز، ممرز و راش نکا بررسی و مقایسه شده‌اند. یافته‌های حاصل از بررسی تغییرات تعداد و زیتوده کرم خاکی در عمق‌های خاک و ماه‌ها و فصل‌های سال ارائه شده و ارتباط بین تعداد و زیتوده کرم خاکی با برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تیپ‌های جنگلی مورد بررسی تشریح شده است.

مواد و روش‌ها

بررسی جمعیت کرم خاکی در تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش که در دامنه‌های شمالی طرح جنگلداری نکا - ظالمروود قرار داشتند انجام شد. تاج پوشش این جنگل‌ها بیش از ۹۰ درصد، ارتفاع آنها از سطح دریا به ترتیب ۴۵۵، ۶۷۰ و ۸۰۰ متر و شیب آنها بین ۱۰ تا ۲۰ درصد بود. بخش همگنی از هر تیپ جنگلی برای نمونه برداری ماهانه مشخص گردید.

به مدت یکسال (آبان ۷۵ تا مهر ۷۶) از تیپ‌های جنگلی انتخاب شده ماهانه ۲۰ نمونه خاک (۳) با مساحت ۸۱ سانتی‌متر مربع در سه عمق شامل ۰ تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر برداشته شد (۱ و ۲). به این ترتیب در یکسال از هر تیپ جنگلی ۲۴۰ نمونه و در مجموع ۷۲۰ نمونه گرفته شد. فاصله بین محل‌های نمونه برداری در هر تیپ جنگلی حداقل ۵۰ متر بود. برای اینکه تمام نمونه‌ها تا حد ممکن در محل‌هایی که از نظر پوشش درختی شرایط نسبتاً یکنواخت و یکسانی داشتند برداشته شوند، نمونه برداری در جاهایی که فقط درختان اصلی تیپ جنگلی حضور داشتند انجام شد.

نمونه‌های خاک بلافاصله برای جدا کردن کرم‌های خاکی و سایر بی‌مهرگان خاکزی به آزمایشگاه منتقل گردیدند. کرم‌های خاکی بزرگتر به روش دست چین از لابلای نمونه‌ها جمع‌آوری شدند. برای جداسازی کرم‌های خاکی کوچکتر و سایر بی‌مهرگان خاکزی از قیف برلیزی استفاده شد. کرم‌های خاکی و سایر بی‌مهرگان خاکزی مربوط به هر نمونه تا رسیدن به وزن ثابت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس وزن آنها به وسیله ترازو با دقت یک ده هزارم گرم اندازه‌گیری شد.

به منظور تعیین بافت، وزن مخصوص ظاهری، درصد

جدول ۱- تعداد و زیتوده کرم خاکی در جنگلهای پهن برگ مناطق معتدل (۱۲)

موقعیت جغرافیایی	زیتوده	تعداد	تیپ جنگل
	گرم در متر مربع	در متر مربع	
چکسلواکی	۱۲۰	۱۰۶	بلوط
دانمارک	۶۱	۱۲۲	بلوط
دانمارک	۶-۵۴	۷۳-۱۷۷	راش
امریکا	۲۶-۲۸۰	۱۴-۱۴۲	آمیخته
ویلز	۴۰	۱۵۷	آمیخته
انگلستان	-	۱۱۸-۱۳۸	آمیخته
شوروی	۶۸/۳	۱۳۶	آمیخته
چکسلواکی	۹۸/۱	۱۰۶	آمیخته
آمریکا	۲۶/۳-۲۸۰/۳	۱۴-۱۲۴	آمیخته

جدول ۲- میانگین‌های* تعداد و زیتوده کرم خاکی در تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش

زیتوده (گرم در متر مربع)			تعداد (در مترمربع)			عمق خاک (سانتی متر)
راش	ممرز	بلوط - ممرز	راش	ممرز	بلوط - ممرز	
۱۴/۱a	۲۲/۶a	۱۶/۴a	۶۷a	۸۴a	۷۱a	۰-۱۰
b	a	b	b	a	b	
۳/۵b	۵/۸b	۴/۶b	۱۷b	۲۱b	۲۰b	۱۰-۲۰
a	a	a	a	a	a	
۳/۱b	۴/۷b	۳/۶b	۱۵b	۱۷b	۱۶b	۲۰-۳۰
a	a	a	a	a	a	

* میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد مقایسه شده‌اند. در هر ستون بین میانگین‌هایی که در سمت راست آنها یک حرف مشترک وجود دارد، اختلاف معنی دار دیده نمی‌شود. در هر ردیف بین میانگین‌هایی که در زیر آنها یک حرف مشترک دیده می‌شود، اختلاف معنی دار وجود ندارد.

جدول ۳- میانگین‌های* فصلی تعداد و زیتوده کرم خاکی در تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش

فصل	تعداد (در مترمربع)			زیتوده (گرم در متر مربع)		
	بلوط - ممرز	ممرز	راش	بلوط - ممرز	ممرز	راش
بهار	۱۳۶a	۱۸۴a	۱۵۰a	۳۱/۴a	۴۹/۷a	۳۱/۶a
	b	a	b	b	a	b
تابستان	۴۹c	۹۷b	۸۵b	۱۱/۲c	۲۶/۳b	۱۷/۹b
	b	a	a	c	a	b
پاییز	۱۵۲a	۱۴۳ab	۱۲۸a	۳۵/۰b	۳۸/۷ab	۲۶/۹a
	a	ab	b	a	a	b
زمستان	۹۰b	۶۴c	۳۲c	۲۰/۸b	۱۷/۴c	۶/۸c
	a	b	c	a	a	b

* میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد مقایسه شده‌اند. در هر ستون بین میانگین‌هایی که در سمت راست آنها یک حرف مشترک وجود دارد، اختلاف معنی‌دار دیده نمی‌شود. در هر ردیف بین میانگین‌هایی که در زیر آنها یک حرف مشترک دیده می‌شود، اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

جدول ۴- برخی از خصوصیت‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بلوط - ممرز، ممرز و راش

خصوصیت	عمق (سانتی متر)	بلوط - ممرز	ممرز	راش
بافت خاک	۰-۱۰	لومی رسی	لومی	لومی سیلتی
	۱۰-۲۰	رسی	لومی رسی	رسی سیلتی
	۲۰-۳۰	رسی	لومی رسی	رسی سیلتی
وزن مخصوص ظاهری* (گرم بر سانتی متر مکعب)	۰-۱۰	۱/۱۸a	۰/۹۷a	۱/۰۰a
		b	a	a
	۱۰-۲۰	۱/۳۱b	۱/۳۳b	۱/۳۲b
نسبت کربن به نیتروژن	۲۰-۳۰	۱/۳۴b	۱/۳۷b	۱/۳۵b
		a	a	a
	۰-۱۰	۲۲/۵۰	۲۶/۳۶	۲۰/۹۵
واکنش (pH)	۱۰-۲۰	۱۶/۲۵	۲۰/۰۰	۱۱/۴۳
	۲۰-۳۰	۸/۳۳	۱۳/۳۳	۶/۱۱
	۰-۱۰	۶/۳۱	۶/۲۲	۵/۴۵
واکنش (pH)	۱۰-۲۰	۵/۹۵	۵/۹۹	۵/۲۴
	۲۰-۳۰	۶/۴۰	۵/۴۵	۵/۰۴
	۰-۱۰	۶/۳۱	۶/۲۲	۵/۴۵

* میانگین‌های وزن مخصوص ظاهری با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد مقایسه شده‌اند. در هر ستون بین میانگین‌هایی که در سمت راست آنها یک حرف مشترک وجود دارد، اختلاف معنی‌دار دیده نمی‌شود. در هر ردیف بین میانگین‌هایی که در زیر آنها یک حرف مشترک دیده می‌شود، اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

براساس جدول ۴، در تیپ‌های جنگلی مورد بررسی بین وزن مخصوص ظاهری لایه ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر با لایه‌های ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر اختلاف معنی‌دار وجود دارد ولی بین وزن مخصوص ظاهری لایه‌های ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. بین وزن مخصوص ظاهری لایه ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر در تیپ بلوط - ممرز با تیپ‌های ممرز و راش اختلاف معنی‌دار وجود دارد ولی بین وزن مخصوص ظاهری لایه‌های ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر در تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. بر این اساس مشخص می‌گردد که بین وزن مخصوص ظاهری خاک در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر (جدول ۴) با تعداد و زیتوده کرم خاکی رابطه معکوس برقرار است.

براساس پژوهش‌های انجام شده، جمعیت کرم خاکی از نسبت کربن به نیتروژن لاشبرگ‌ها تأثیر می‌پذیرد (۱۳). با توجه به اینکه نسبت کربن به نیتروژن در لاشبرگ‌های ممرز، بلوط و راش به ترتیب ۲۳، ۴۷ و ۵۱ برآورد شده‌اند و تجزیه کامل آنها به ترتیب پس از ۱/۵، ۲/۵ و ۳ سال انجام می‌شود (۲۲)، نتیجه می‌گیریم که بین تعداد و زیتوده کرم خاکی در تیپ‌های جنگلی مورد بررسی با نسبت کربن به نیتروژن در لاشبرگ درختان اصلی تیپ جنگلی و مدت زمان لازم برای تجزیه کامل آنها تجزیه کامل آنها هر قدر نسبت کربن به نیتروژن در لاشبرگ درختان اصلی تیپ جنگلی بزرگتر و مدت زمان لازم برای تجزیه کامل آنها طولانی‌تر باشد، اندازه جمعیت کرم خاکی کوچکتر است. با توجه به اینکه نسبت کربن به نیتروژن در لاشبرگ‌های ممرز، بلوط و راش به ترتیب ۲۳، ۴۷ و ۵۱ برآورد شده‌اند (۲۲)، نتیجه می‌گیریم، علاوه بر عامل‌هایی که مورد بحث قرار گرفتند، نسبت کربن به نیتروژن لاشبرگ‌های درختان اصلی تیپ‌های جنگلی مورد بررسی نیز بر اندازه جمعیت کرم خاکی تأثیر داشته است. به این ترتیب که تیپ ممرز با داشتن پایین‌ترین نسبت کربن به نیتروژن لاشبرگ‌ها، دارای بیشترین تعداد و زیتوده کرم خاکی می‌باشد.

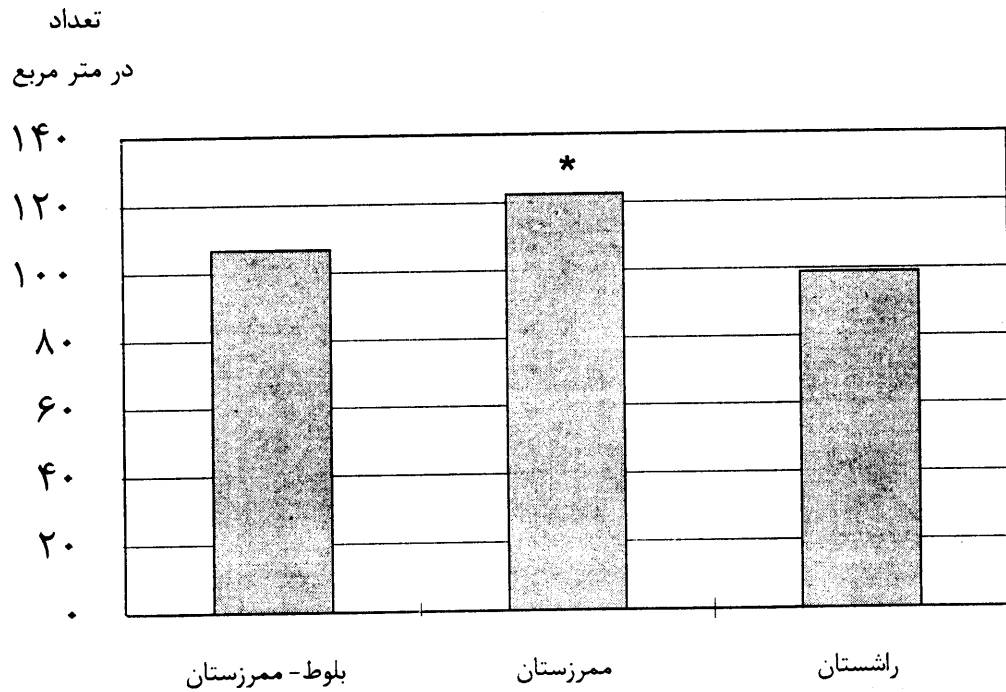
به طور کلی خاک هر سه تیپ جنگلی دارای واکنش اسیدی است و با افزایش عمق خاک واکنش آنها اسیدی‌تر می‌شود. در

بافت، وزن مخصوص ظاهری، نسبت کربن به نیتروژن و واکنش خاک تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز در جدول ۴ ارائه شده‌اند. در این جدول نتیجه مقایسه آماری میانگین وزن مخصوص ظاهری عمق‌های مختلف خاک تیپ‌های جنگلی مورد بررسی دیده می‌شود.

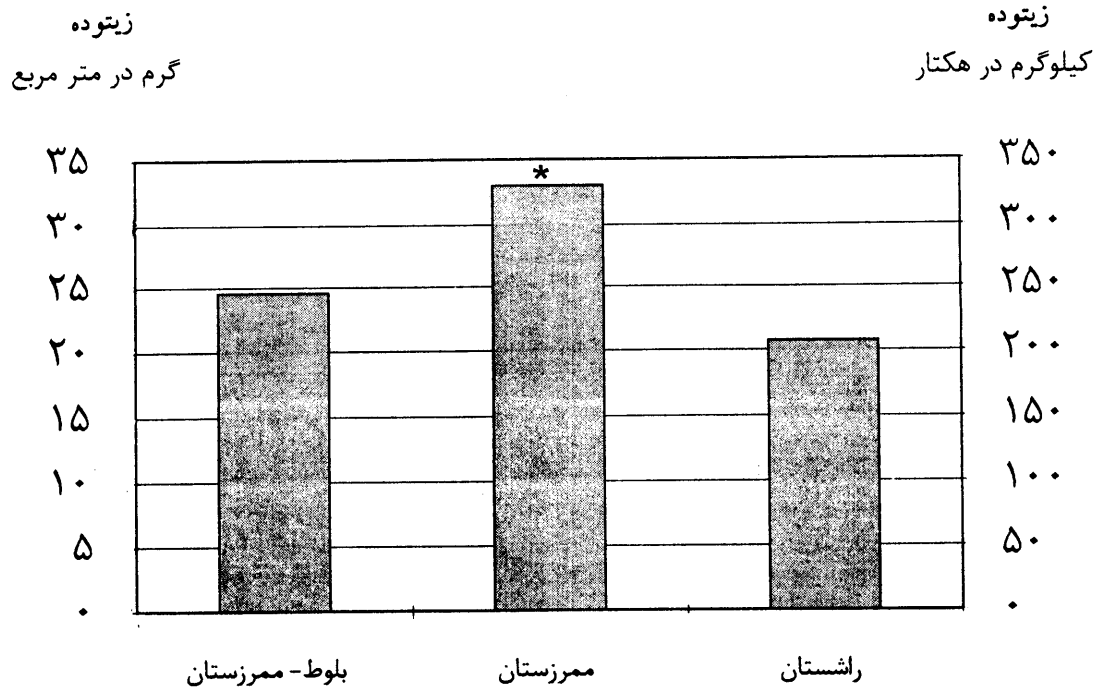
بحث و نتیجه‌گیری

میانگین‌های سالانه تعداد و زیتوده کرم خاکی در تیپ ممرز از بلوط - ممرز و راش بیشتر می‌باشند ولی از این نظر بین تیپ‌های بلوط - ممرز و راش تفاوت معنی‌دار وجود ندارد (شکل‌های ۱ و ۲). با مقایسه میانگین‌های شکل ۱ مشخص می‌شود که در صورت مبنا قرار دادن تیپ ممرز، تعداد کرم خاکی در یک متر مربع از خاک تیپ‌های بلوط - ممرز و راش به ترتیب ۱۲/۳ و ۱۸/۹ درصد از تیپ ممرز کمتر می‌باشد. با توجه به میانگین شکل ۲ معلوم می‌شود که در صورت مبنا قرار دادن تیپ ممرز، زیتوده کرم خاکی در یک متر مربع از خاک تیپ‌های بلوط - ممرز و راش به ترتیب ۲۵/۵ و ۳۷/۰ درصد از تیپ ممرز کمتر می‌باشد. زیتوده کرم خاکی در تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش به ترتیب ۷۱، ۷۴ و ۶۱ درصد از زیتوده کل بی‌مهرگان خاکزی را تشکیل می‌دهد در حالی که زیتوده سایر گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی به ترتیب ۲۹، ۲۶ و ۳۹ درصد می‌باشد (۳).

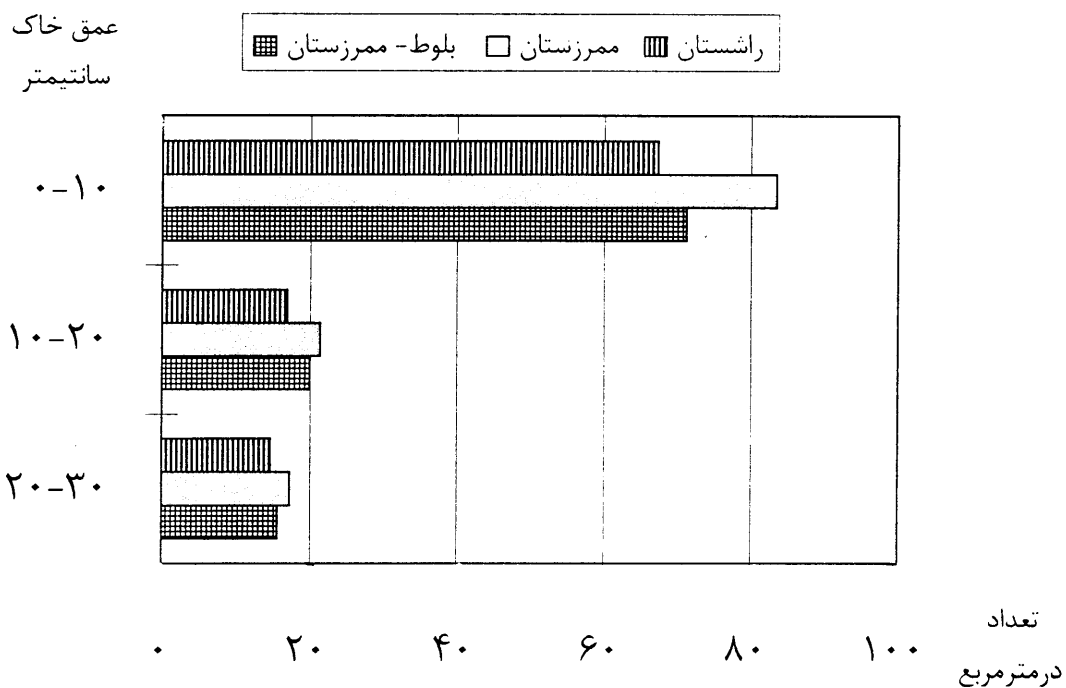
تیپ ممرز دارای سبک‌ترین بافت و تیپ بلوط - ممرز دارای سنگین‌ترین بافت می‌باشد. با افزایش عمق، بافت خاک سنگین‌تر می‌شود. برخی از ویژگی‌های خاک مانند رطوبت و وضعیت عناصر غذایی به بافت آن بستگی دارد و این ویژگی‌ها بر جمعیت کرم خاکی تأثیر بسزایی دارند. بنابراین، جمعیت کرم خاکی از بافت خاک تأثیر می‌پذیرد. بر اساس پژوهش‌های انجام شده، در صورت یکسان بودن سایر شرایط، جمعیت کرم خاکی در خاک‌هایی که بافت سبک تا متوسط دارند از خاک‌های سنگین بیشتر می‌باشد (۱۲). با توجه به شکل‌های ۱ و ۲ و بافت خاک (جدول ۴) می‌توان نتیجه گرفت که سبک‌تر بودن بافت خاک در تیپ ممرز با افزایش تعداد و زیتوده کرم خاکی ارتباط دارد.



شکل ۱- میانگین سالانه تعداد کرم خاکی در تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش بر اساس آزمون دانکن (بین میانگینی که با * مشخص شده و سایر میانگین‌ها در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد).



شکل ۲- میانگین سالانه زیتوده کرم خاکی در تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش (بر اساس آزمون دانکن بین میانگینی که با * مشخص شده و سایر میانگین‌ها در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد).



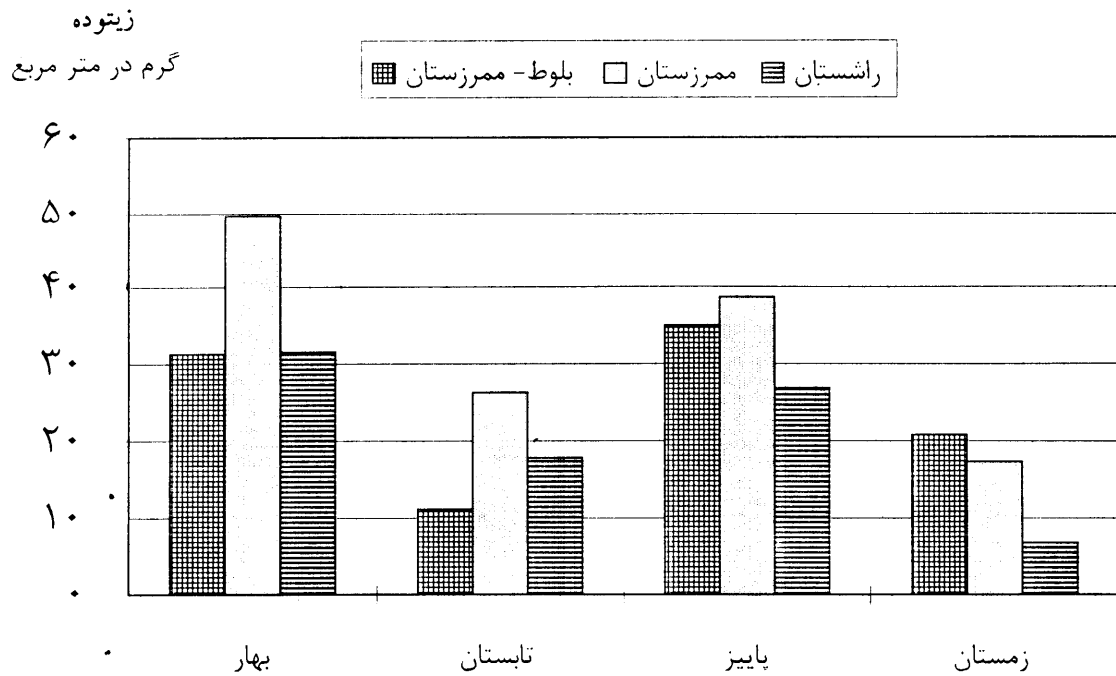
شکل ۲- میانگین سالانه تعداد کرم خاکی در عمق‌های مختلف خاک معدنی در تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش



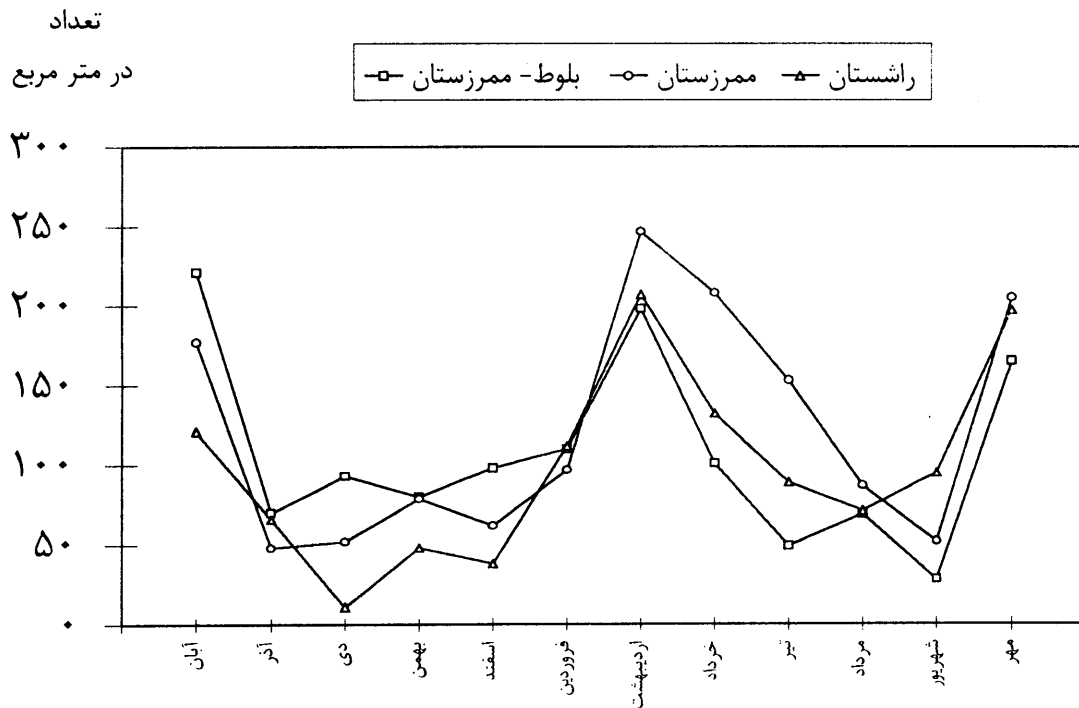
شکل ۲- میانگین سالانه زیتوده کرم خاکی در عمق‌های مختلف خاک معدنی در تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش



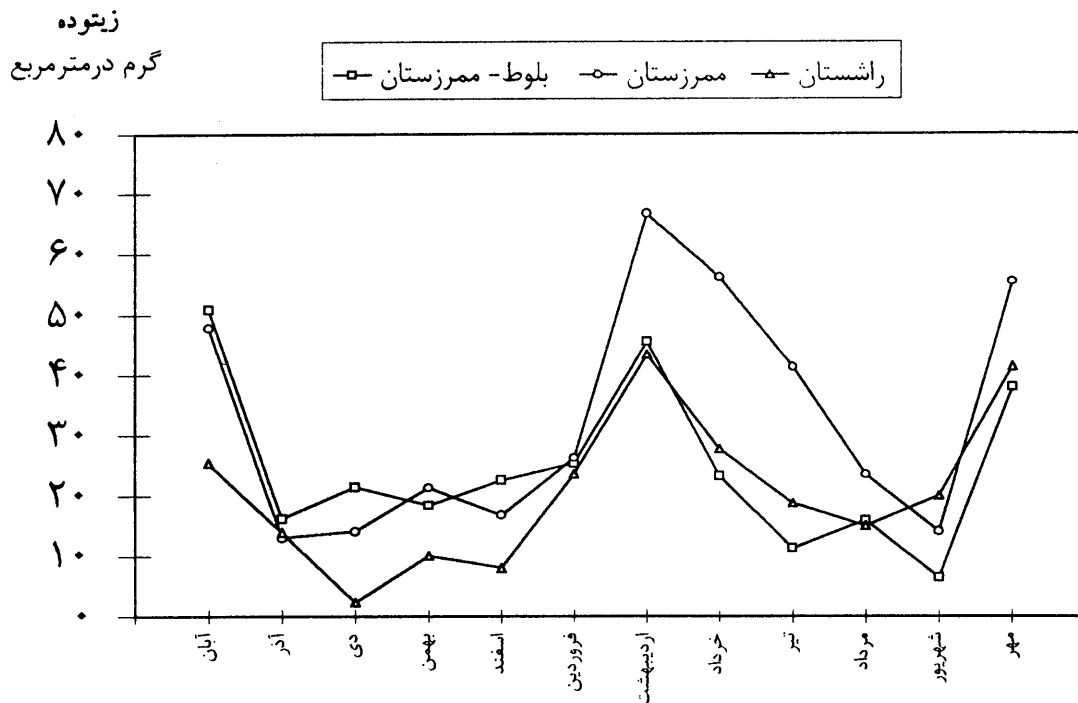
شکل ۵- میانگین تعداد کرم خاکی در فصل‌های مختلف در تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش



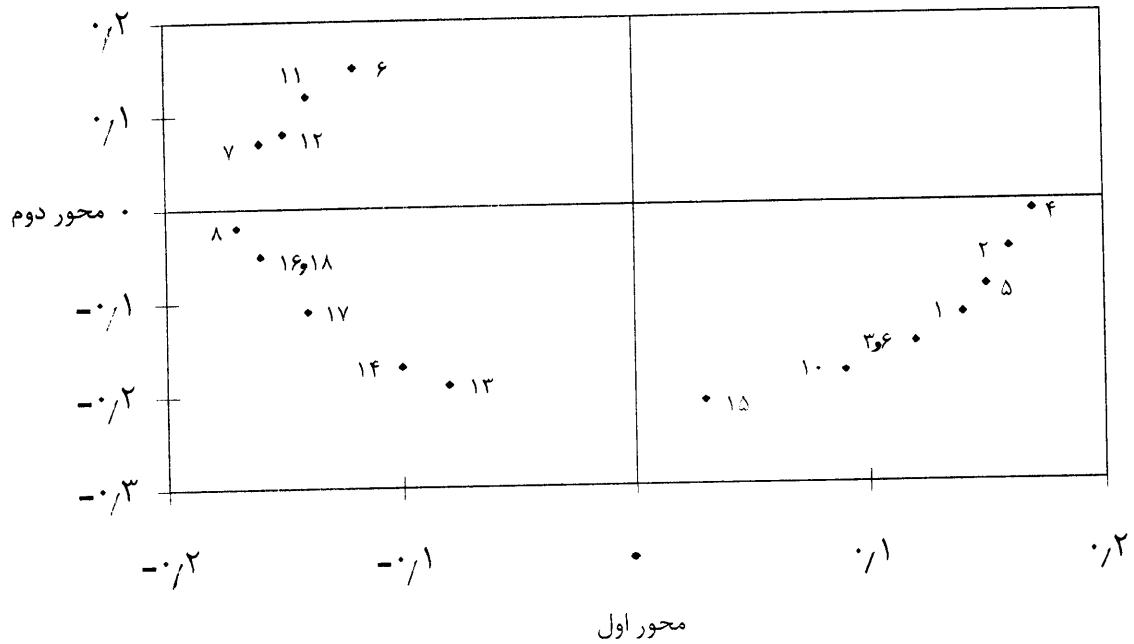
شکل ۶- میانگین زیتوده کرم خاکی در فصل‌های مختلف در تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش



شکل ۷- میانگین ماهانه تعداد کرم خاکی در تیپ‌های بلوط - ممز، ممز و راش

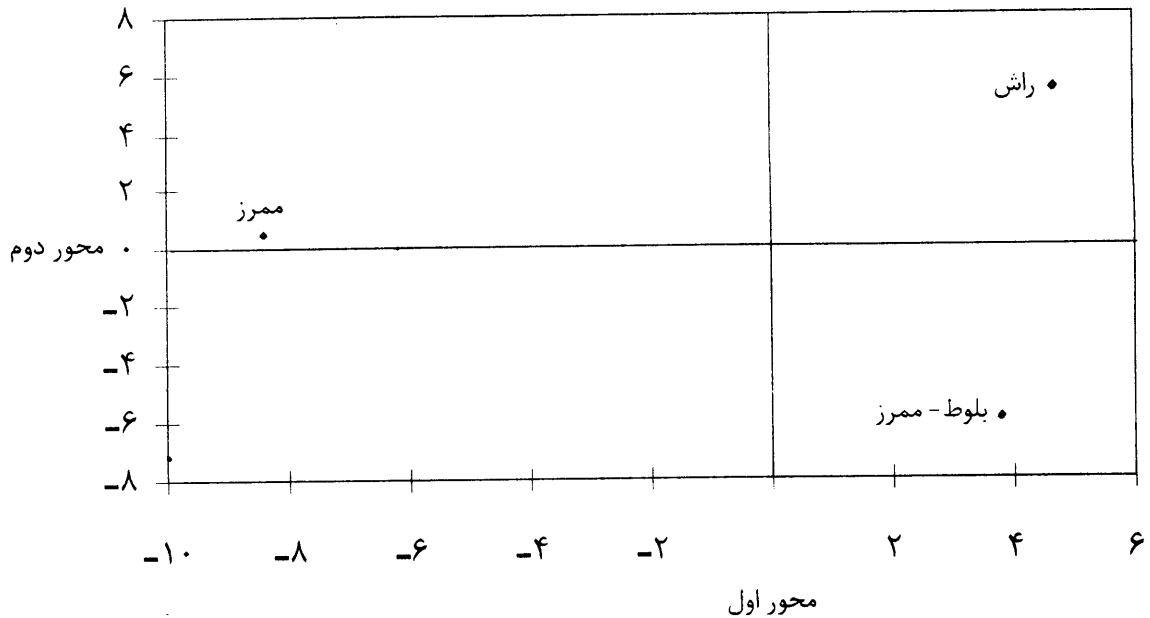


شکل ۸- میانگین فصلی زیتوده کرم خاکی در تیپ‌های بلوط - ممز، ممز و راش



شکل ۹- موقعیت ۱۸ متغیر مورد بررسی نسبت به محورهای اول و دوم در تحلیل بردارهای اصلی

- | | | |
|--|--|------------------------------------|
| ۱- درصد رس در ۰ تا ۱۰ سانتی متر | ۲- درصد رس در ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر | ۳- درصد رس در ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر |
| ۴- درصد سیلت در ۰ تا ۱۰ سانتی متر | ۵- درصد سیلت در ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر | ۶- درصد سیلت در ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر |
| ۷- درصد شن در ۰ تا ۱۰ سانتی متر | ۸- درصد شن در ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر | ۹- درصد شن در ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر |
| ۱۰- وزن مخصوص ظاهری ۰ تا ۱۰ سانتی متر | ۱۱- وزن مخصوص ظاهری ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر | |
| ۱۲- وزن مخصوص ظاهری ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر | ۱۳- واکنش در ۰ تا ۱۰ سانتی متر | ۱۴- واکنش در ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر |
| ۱۵- واکنش در ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر | ۱۶- C:N در ۰ تا ۱۰ سانتی متر | |
| ۱۷- C:N در ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر | ۱۸- C:N در ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر | |



شکل ۱۰- موقعیت تیپهای جنگلی نسبت به محورهای اول و دوم در تحلیل بردارهای اصلی

مشخص می‌گردد که بافت، وزن مخصوص ظاهری، نسبت کربن به نیتروژن و واکنش در عمق‌های زیر ۱۰ سانتی‌متر برای کرم خاکی نامناسب‌تر از عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر می‌باشند.

با توجه به نوسان فصلی و ماهانه میانگین‌های تعداد و زیتوده کرم خاکی (شکل‌های ۵ تا ۸)، مشخص می‌شود که این میانگین‌ها در طول یک‌سال دوبار افزایش و دوبار کاهش می‌یابند. مرحله‌های افزایش در بهار و پاییز و مرحله‌های کاهش در تابستان و زمستان رخ می‌دهند. بر اساس مرحله‌های افزایش و کاهش میانگین فصلی تعداد و زیتوده کرم خاکی در تیپ جنگلی مورد بررسی (شکل‌های ۵ تا ۸) می‌توان نتیجه گرفت که در فصل‌های بهار و پاییز شرایط محیط برای تولید مثل و رشد کرم خاکی مساعد می‌باشند (۲۵)، به همین سبب جمعیت آن افزایش می‌یابد. ولی در فصل‌های تابستان و زمستان، شرایط نامساعد به‌ویژه گرمای تابستان و سرمای زمستان موجب مهاجرت کرم خاکی به عمق‌های خاک و کاهش تعداد و زیتوده آن در لایه‌های سطحی می‌گردد. باید توجه داشت که روند تغییرات فصلی تعداد و زیتوده کرم خاکی در تیپ‌های جنگلی مورد بررسی یکسان نیستند (جدول ۳). در تیپ بلوط - ممرز بین میانگین‌های تعداد و زیتوده کرم خاکی در فصل‌های بهار و پاییز اختلاف معنی‌دار وجود ندارد و کاهش تعداد و زیتوده کرم خاکی در تابستان بیشتر از زمستان است. در تیپ ممرز میانگین‌های تعداد و زیتوده کرم خاکی در بهار بیشتر از پاییز است ولی با آن اختلاف معنی‌دار ندارد و کاهش تعداد و زیتوده کرم خاکی در زمستان بیشتر از تابستان می‌باشد. در تیپ راش بین میانگین‌های تعداد و زیتوده کرم خاکی در فصل‌های بهار و پاییز اختلاف معنی‌دار وجود ندارد و کاهش تعداد و زیتوده کرم خاکی در زمستان بیشتر از تابستان است.

خشک‌تر بودن رویشگاه تیپ بلوط - ممرز بر کاهش تعداد و زیتوده کرم خاکی تأثیر بسزایی دارد. طی دوره نمونه‌برداری مشاهده گردید که در ماه‌های اردیبهشت تا مهر، محیط تیپ بلوط - ممرز از تیپ‌های ممرز و راش خشک‌تر بود. رطوبت حاصل از مه صبحگاهی موجب می‌شد که سطح خاک

خاک بلوط - ممرز، وجود ترکیبات آهکی در لایه ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر موجب افزایش واکنش نسبت به لایه‌های بالاتر شده است. واکنش لایه ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر خاک در تیپ راش از تیپ بلوط - ممرز و ممرز اسیدی‌تر می‌باشد. واکنش لایه ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر خاک در تیپ ممرز اندکی اسیدی‌تر از تیپ بلوط - ممرز است (جدول ۴). بیشتر کرم‌های خاکی به اسیدیته خاک حساس می‌باشند در نتیجه تعداد و زیتوده آنها در خاک‌های اسیدی کاهش می‌یابد. براساس پژوهش‌های انجام شده، بیشتر کرم‌های خاکی واکنش متمایل به خنثی را ترجیح می‌دهند (۱۲).

با توجه به شکل‌های ۳ و ۴ مشخص می‌شود که بیشترین تعداد و زیتوده کرم خاکی در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر وجود دارند و در عمق‌های پایین‌تر به مقدار زیاد کاهش می‌یابند. حدود ۶۵ تا ۷۰ درصد از تعداد و زیتوده کرم خاکی در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر یافت می‌شوند. تعداد و زیتوده کرم خاکی در عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر بین ۱۹ تا ۱۷ درصد و در عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر بین ۱۴ تا ۱۵ درصد می‌باشند.

میانگین‌های سالانه تعداد و زیتوده کرم خاکی در عمق‌های مختلف خاک تیپ‌های بلوط - ممرز، ممرز و راش با آزمون دانکن مقایسه شده‌اند (جدول ۲). براساس نتایج به‌دست آمده بین تعداد و زیتوده کرم خاکی عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر در تیپ ممرز با تیپ‌های بلوط - ممرز و راش در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار وجود دارد. در تیپ‌های جنگلی مورد بررسی بین تعداد و زیتوده کرم خاکی عمق‌های ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. مقایسه آماری نشان داد که بین تعداد و زیتوده کرم خاکی در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر با عمق‌های ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر تفاوت معنی‌دار وجود دارد ولی تفاوت عمق‌های اخیر معنی‌دار نیست (جدول ۲).

تهویه مناسب، فضای کافی و غذای فراوان، عامل‌های اصلی افزایش تعداد و زیتوده کرم خاکی در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر می‌باشند. لایه‌های زیر ۱۰ سانتی‌متر از نظر عامل‌های مزبور شرایط مساعدی ندارند و به همین دلیل تعداد و زیتوده کرم خاکی در آنها کمتر است. بر اساس جدول ۴

سانتی متر ارتباط ضعیفی دارد. بین زیتوده کرم خاکی در تیپ راش و متغیرهای مورد بررسی ارتباط مشخصی دیده نمی شود.

با توجه به یافته های ارائه شده در این مقاله می توان نتیجه گرفت که در میان تیپ های جنگلی مورد بررسی، شرایط رویشگاهی تیپ ممرز برای کرم خاکی مساعدتر است، بعلاوه بافت خاک و نسبت کربن به نیتروژن بر تعداد و زیتوده کرم خاکی تاثیر بسزایی دارند.

سپاسگزاری

سپاس بیکران به پیشگاه ایزد یکتا که توفیق انجام پژوهش و تدوین این مقاله را به نگارندگان عنایت فرمود. مقاله حاضر نتیجه هدایت ها و تشویق های زنده یاد دکتر کریم جوانشیر استاد فقید دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران است. درود فراوان نثار روح آن بزرگوار باد.

تیپ های ممرز و راش در ماه های مزبور مرطوب باشد ولی این پدیده در تیپ بلوط - ممرز به ندرت مشاهده شد.

برای بررسی بیشتر پیرامون زیتوده کرم خاکی در تیپ های جنگلی مورد مطالعه و اهمیت متغیرهایی که به سبب داشتن ارتباط احتمالی با آن اندازه گیری شدند از روش تحلیل بردارهای اصلی^(۱) استفاده شد. برای این منظور از ۱۸ متغیر (شامل درصد رس، درصد سیلت، درصد شن، وزن مخصوص ظاهری، نسبت کربن به نیتروژن و واکنش در عمق های ۰ تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر) که در سه تیپ جنگلی اندازه گیری شده بودند استفاده کردید.

پس از گروه بندی مشخص گردید که ۶۲ و ۳۸ درصد از واریانس کل به ترتیب به محورهای اصلی اول و دوم تعلق دارد. موقعیت متغیرها نسبت به محورهای اصلی (شکل ۹) نشان می دهد که تشکیل محور اول در سمت مثبت به سبب وجود متغیرهای درصد سیلت در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی متر، درصد رس در عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر می باشد. بین این متغیرها همبستگی کاملی وجود دارد. تشکیل محور اول در سمت منفی به سبب وجود متغیرهای درصد شن در عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر و نسبت کربن به نیتروژن در عمق های ۰ تا ۱۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر می باشد. بین این متغیرها نیز همبستگی کاملی دیده می شود.

بر اساس موقعیت تیپ های جنگلی نسبت به دو محور اصلی (شکل ۱۰) می توان بیان داشت که زیتوده کرم خاکی در تیپ ممرز با محور اول بیشترین همبستگی را دارد. به عبارت دیگر زیتوده کرم خاکی در تیپ ممرز تحت تأثیر متغیرهای تشکیل دهنده سمت مثبت محور اول (درصد سیلت در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی متر و درصد رس در عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر) افزایش و تحت تأثیر متغیرهای تشکیل دهنده سمت منفی محور اول (درصد شن در عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر و نسبت کربن به نیتروژن در عمق های ۰ تا ۱۰ و ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر) کاهش می یابد. زیتوده کرم خاکی در تیپ های بلوط - ممرز و راش با محورهای اول و دوم همبستگی ضعیفی دارد. زیتوده کرم خاکی در تیپ بلوط - ممرز با درصد شن در عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر و وزن مخصوص ظاهری در عمق ۰ تا ۱۰

منابع مورد استفاده

- ۱- حبیبی کاسب، حسین، ۱۳۷۱. مبانی خاکشناسی جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۱۱۸، تهران، ۲۲۲ صفحه.
- ۲- حق پرست تنها، محمدرضا، ۱۳۷۲. خاکزیان و خاک‌های زراعی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ۲۲۲ صفحه.
- ۳- رحمانی، رامین، ۱۳۷۷. بررسی جمعیت و تنوع زیستی بی‌مهرگان خاکزی و رابطه آنها با تیپ‌های جنگلی درنکا، رساله دوره دکتری علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس.
- ۴- هنکس، رچ و اشکرافت، ج ل، ۱۳۷۰. فیزیک خاک کاربرد، محبوبی، علی اکبر و علی اصغر نادری (مترجمان)، دانشگاه بوعلی سینا، همدان ۲۱۴ صفحه.
- 5- Baker, G., J. Buckerfield, R. Grey-Gardner, R. Merry & B. Doube, 1992. The abundance and diversity of earthworms in pasture soils in the Fleurieu peninsula, South Australia, *Soil Biol. Biochem.*, Vol. 24, No. 12: 1389-1395.
- 6- Blancart, E., S. Schrader & P. Lavelle, 1996. Role of earthworms in the conservation or regeneration of physical properties in cultivated tropical and temperate soils, In: *Abstracts of 6th International Symposium on Earthworm Ecology*, Vigo, Spain, 157 pp.
- 7- Brady, N.C., 1990. *The Nature and Properties of Soils*, 10th ed., Macmillan, USA, 621 pp.
- 8- Brown, G.G., A.G. Moreno & P. Lavelle, 1996. Land use effects on earthworm populations and soil properties in four countries of Southern and Eastern Africa, In: *Abstracts of 6th International Symposium on Earthworm Ecology*, p.104, Vigo, Spain,
- 9- Buck, C., M. Langmaack & S. Schrader, 1996. Earthworm casts - affected by compacted soil?, In: *Abstracts of 6th International Symposium on Earthworm Ecology*, p. 169, Vigo, Spain.
- 10- Clapperton, M.J., 1996. Tillage practices, and temperature and moisture interactions effect earthworm populations and species composition under irrigation, In: *Abstracts of 6th International Symposium on Earthworm Ecology*, p. 87, Vigo, Spain.
- 11- Coleman, D.C. & D.A. Crossley Jr., 1996. *Fundamentals of Soil Ecology*, Academic Press, Sandiego: 51-108.
- 12- Edwards, C.A. & P.J. Bohlen, 1996. *Biology and Ecology of Earthworms*, 3rd ed., Chapman and 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, In: *Analysis of Temperate Forest Ecosystems*, Ed., Reichle, D.E., pp. 147-172, Springer, Berlin.
- 14- Falco, L. & F. Momo, 1996. Farming practice and soil fauna: changes in earthworms communities, In: *Abstracts of 6th International Symposium on Earthworm Ecology*, p. 99, Vigo, Spain.
- 15- Falco, M. & B. Falco, 1996. Numerical structure of earthworm populations in different forestry soil ecosystems, In: *Abstracts of 6th International Symposium on Earthworm Ecology*, p. 6, Vigo, Spain.
- 16- Fragoso, C. & P. Lavelle, 1992. Earthworm communities of tropical rain forests, *Soil Biol. Biochem.*, Vol.

24, No. 12: 1397-1408.

17- Ghekiere, K., L. Nachtergale, B. Muys & N. Lust, 1996. Earthworm biomass and diversity in windthrow sites of a temperate lowland forest, In: Abstracts of 6th International Symposium on Earthworm Ecology, p.178, Vigo, Spain.

18- Hendrix, P.F., B.R. Mueller, R.R. Bruce, G.W. Langdale & R.W. Parmelee, 1992. Abundance and distribution of earthworms in relation to landscape factors on Georgia Piedmont, U.S.A., Soil Biol. Biochem., Vol. 24, No. 12: 1357-1361.

19- Ingelog, T., M.T. Olsson & H. Bodvarsson, 1977. Effects of long-term trampling and vehicle-driving on soil, vegetation and certain soil animals of an old Scots pine stand, Rapportur och Uppsatser Institutionen for Vaxtekologi och Marklara, No. 27, 84 pp.

20- Martinez, M.A. & C. Rodriguez, 1991. Preliminary evaluation of earthworm (*Annelida: Oligochaeta*) populations in two ecosystems in the Sierra de Rosario, Cuba, Biologia, 5(1): 9-17.

21- Muys, B., 1989. Earthworms and litter decomposition in the forests of the Flemish region, In: Proceedings of the Symposium Invertebrate of Belgium, pp. 71-78, Koninklijk Belgisch Institut voor Natuurwetenschappen, Brussels.

22- Rozen, A., 1994. The annual cycle in populations of earthworms (*Lumbricidae, Oligochaeta*) in three types of Oak-Hornbeam of the Niepolomicka Forest, III, Energy flow through earthworm populations, Pedobiologia, 38(1): 28-35.

23- Schaller, F., 1968. Soil Animals, A.J. Pomerans (tranl.), University of Michingan Press, USA, 144 pp.

24- Tomlin, A.D., D. McCabe & R. Protz, 1992. Species composition and seasonal variation of earthworms and their effect on soil properties in southern Ontario, Canada, Soil Biol. Biochem., Vol. 24, No. 12: 1451 - 1457.

25- Wood, M., 1995. Environmental Soil Biology, 2nd ed., Blackie Academic and Professional, Glasgow, 150pp.

26- Zahedi, GH., 1998. Relation between ground vegetation and soil characteristics in a mixed hardwood stand, Ph. D. thesis, University of Gent, Academic Press, Belgium, 319 pp.

Abundance, Vertical Distribution and Seasonal Changes in Earthworm Populations of Oak⁽¹⁾-Hornbeam⁽²⁾, Hornbeam and Beech⁽³⁾ Forests in Neka, Caspian Forests, Iran

by

R. Rahmani⁽⁴⁾

N. Saleh-Rastin⁽⁵⁾

Abstract

Earthworms are the most important members of soil detritivores in temperate forests. Soil productivity and plant growth are significantly affected by biological activities of earthworms. Density and biomass of earthworms represent the biological activity and quality of given soils.

Considering the note above, investigation on the earthworm's population and its relationship with vegetation and soil is a necessity for determining the ecological potential of forest stands.

Density and biomass of earthworms were studied in Oak-Hornbeam, Hornbeam and Beech forests of Neka from Nov. 1996 to Dec. 1997. In each forest, 20 circular soil samples of 81 cm² to the depth of 30 cm were taken every month. Each sample was divided into 3 subsamples including 0-10, 10-20 and 20-30 cm layers. Larger earthworms were collected by handsorting and the smaller ones extracted by using Berlese funnel, then oven-dried at 60° C and weighed with 0.0001 gr precision. Texture, bulk density, C:N and pH of soil were measured.

This study showed that the density and biomass of earthworms of the Hornbeam forest are larger than those of the Oak-Hornbeam and Beech forests, but these conditions are approximately equal in the Oak-Hornbeam and Beech forests. The maximum number and biomass of earthworms are found in 0-10 cm soil depth. The number and biomass of earthworms increased in autumn and spring and decreased in winter and summer.

Keywords: Forest, Earthworm, Biomass, Oak, Hornbeam, Beech.

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

2- *Carpinus betulus* L.

3- *Fagus orientalis* Lipsky.

4- Assistant Professor, Faculty of Forestry, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources

5- Associate Professor, Faculty of Agriculture, Tehran University