

بررسی تنوع گونه‌های کرم‌های خاکی Epigeic در استان اصفهان

مجتبی یحیی آبادی*: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، اصفهان، صندوق پستی: ۸۱۷۸۵-۱۹۹

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۵

چکیده

کرم‌های خاکی گروه اپی‌جیک توانایی زیادی در مصرف، هضم و تبدیل مواد آلی داشته و سیکل کوتاه زندگی و نرخ تکثیر زیاد این کرم‌ها، موجب پتانسیل زیاد آن‌ها در فرآیند تولید ورمی‌کمپوست شده است. در این تحقیق، تنوع کرم‌های خاکی اپی‌جیک در ۱۰ منطقه (شامل ۲۰ زیستگاه) استان اصفهان بررسی شدند. در مجموع چهار گونه کرم‌های خاکی، متعلق به خانواده Lumbricidae شامل *Dendrobaena* *Dendrobaena hortensis* و *Dendrodrilus rubidus* (Savigny, ۱۸۲۶)، *Eisenia fetida* (Savigny, ۱۸۲۶)، *veneta* (Rosa, ۱۸۸۶) (Michaelson, ۱۸۹۰) و براساس خصوصیات مارکرهای مورفولوژیک مانند طول بدن، قطر بدن، تعداد حلقه‌های بدن (segment)، تعیین تعداد خارهای حرکتی (setae) در هر حلقه، رنگ بدن، شماره حلقه‌های محل استقرار کمر بند جنسی و تعیین محل قرارگیری غده شکمی در کمر بند جنسی (Tubercle)، شناسایی شدند. بیش‌ترین فراوانی به گونه *Dendrobaena veneta* اختصاص یافت و کم‌ترین فراوانی در گونه *hortensis* مشاهده شد. بیش‌ترین عدد شاخص غنای گونه‌ای مارگالف به میزان ۰/۹۱۰ در منطقه چادگان مشاهده شد که حاکی از شرایط بهینه زیست کرم‌ها در زیستگاه‌های این منطقه بود در حالی که کم‌ترین شاخص مارگالف به میزان صفر در منطقه انارک ثبت شد.

کلمات کلیدی: کرم‌های خاکی، اپی‌جیک، تنوع، اصفهان، مارگالف



مقدمه

توانایی کرم‌های خاکی در بازیافت ضایعات آلی کشاورزی و زباله‌های شهری و همچنین تولید کود آلی (ورمی کمپوست)، سال‌ها است که شناخته شده و شناسایی این موجودات در خاک‌ها و شرایط مختلف اقلیمی در بعضی کشورها انجام می‌پذیرد (یحیی آبادی، ۱۳۹۱). هریک از گونه‌های کرم‌های خاکی به‌خاطر خصوصیتی از قبیل اختلاف در سازگاری با شرایط دمایی گوناگون، اختلاف در توانایی تبدیل مواد آلی به ورمی کمپوست، تفاوت در نحوه پرورش و برداشت و پاره‌ای از صفات دیگر از سایر گونه‌ها متمایز هستند. بیش از ۳۵۰۰ گونه کرم خاکی در جهان شناسایی شده‌اند و تخمین زده می‌شود که بررسی‌های بیشتر، این رقم را باز هم افزایش دهند. گروه‌های تاکسونومیک مشخص از کرم‌های خاکی در هر قاره‌ای به‌وجود آمده و بومی آن‌جا شده‌اند و سپس از طریق انسان به سایر نقاط جهان انتقال یافته‌اند (Jamieson, ۱۹۸۸؛ Reynolds, ۱۹۹۴).

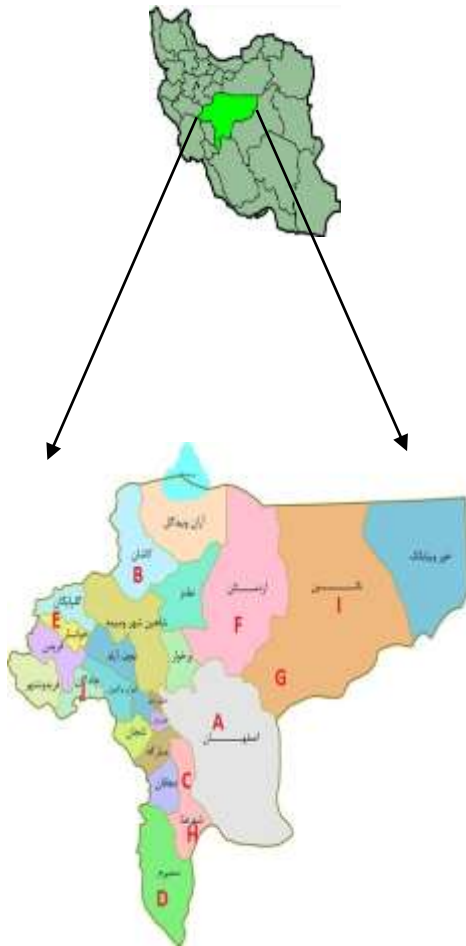
فراوانی نسبی و ترکیب جمعیتی جانوران بومی خاکی به‌طور کلی بستگی به خاک، آب و هوا، پوشش گیاهی، نوع کاربری خاک و همچنین هجوم گونه‌های غیربومی دارد (Hale و همکاران، ۲۰۰۰). انتخاب و گسترش برخی از گونه‌های خاص کرم‌های خاکی (به‌منظور تولید ورمی کمپوست) و به‌ویژه گونه‌های غیربومی موجب کاهش تنوع زیستی گونه‌های بومی در زیستگاه‌های خود شده و نقش مثبت آن‌ها را کم‌رنگ می‌کنند. تحقیقات ناچیزی درباره شناسایی و تاکسونومی کرم‌های خاکی در ایران انجام گرفته است و در استان اصفهان نیز فعالیت مدونی درخصوص شناسایی کرم‌های خاکی گروه اپی‌جیک انجام نشده است. اولین تحقیقات شناسایی کرم‌های خاکی توسط Omrani (۱۹۷۳) انجام شد. در سال‌های اخیر نیز تحقیقاتی توسط Latif و همکاران (۲۰۰۹) و Ezzatpanah (۲۰۱۰) به انجام رسیده است. در ایران، کرم‌های خاکی عمدتاً به‌منظور تولید ورمی کمپوست استفاده شده و برای این کار از کرم‌های گونه *Eisenia fetida* استفاده می‌شود. از نظر تاکسونومی، کرم‌های خاکی متعلق به شاخه Annelida راسته Haplotaxina، رده Clitellata و زیررده Oligochaeta هستند. خانواده‌های Megscolecidae و Lumbricidae از مهم‌ترین خانواده کرم‌های خاکی می‌باشند که در اروپا، شمال آمریکا، استرالیا و آسیا غالب هستند (Edwards و Bohlen, ۱۹۹۶). در خانواده Lumbricidae، نزدیک به ۳۰۰ گونه کرم خاکی وجود دارد. از نظر محیط اکولوژیک، کرم‌های خاکی را به سه دسته عمده، Anecic، Endogeic، Epigeic تقسیم‌بندی می‌کنند (Lee, ۱۹۸۵). کرم‌های Epigeic، عمدتاً از توده‌های کمپوست، لاشبرگ‌های سطحی و کودهای دامی و بقایای گیاهی و حیوانی تازه فاسد شده تغذیه می‌کنند. از کرم‌های خاکی

این گروه اپی‌جیک، می‌توان به گونه‌های *Eisenia fetida* و *Lumbricus rubellus* اشاره کرد. کرم‌های خاکی گروه Endogeic، انواعی هستند که در قسمت‌های عمقی خاک زندگی می‌کنند و از خاک تغذیه کرده و عناصر غذایی را از مواد آلی تجزیه شده تأمین می‌کنند. در این گروه می‌توان به گونه *Allolobofora calginosa* اشاره کرد. کرم‌های خاکی گروه Anecic، از کرم‌های حفار هستند و در شب برای تغذیه بقایای تازه فاسد شده به سطح می‌آیند یعنی از سطح تا عمق خاک رفت و آمد می‌کنند. از این گروه می‌توان به گونه *Allolobofora longa* اشاره کرد. گونه‌های مهم دیگری که در بازیافت ضایعات آلی به‌کار برده شده‌اند، شامل کرم‌های *Euderilus eugeniae* و کرم‌های آبی *Perionyx excavatus* هستند که بومی مناطق گرم آسیا و آفریقا هستند و در دماهای پایین غیرفعال می‌شوند (Reineck و همکاران، ۱۹۹۲).

Edwards و همکاران (۱۹۸۸) معتقدند که هریک از گونه‌های کرم‌های اپی‌جیک از نظر قدرت تولیدمثل، شرایط دمایی و تبدیل مواد آلی به ورمی کمپوست باهم متفاوت می‌باشند. در استرالیا، مهم‌ترین گونه مورد استفاده برای تولید ورمی کمپوست، گونه *Eisenia fetida* است که به‌دلیل سرعت رشد و تکثیر و پتانسیل کافی برای مصرف انواع مواد آلی زاید، بیش از سایر گونه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. Edwards (۱۹۹۵)، گزارش کرد که حداکثر سرعت تکثیر گونه *Eisenia fetida* در فضولات حیوانی ۳/۸ کرم به‌ازای هر کرم در هفته است. Reinecke و همکاران (۱۹۹۲)، نیز رقم ۰/۳۵ کرم به‌ازای هر کرم در روز را گزارش کردند. هاشمی‌مجد (۱۳۸۲)، در برخی از مناطق شمالی ایران اقدام به شناسایی گونه‌های *Eisenia fetida* کرده و توان این گونه در تولید ورمی کمپوست را مورد ارزیابی قرار داد. Paoletti (۱۹۹۹)، به‌منظور بررسی نقش کرم‌های خاکی در ارزیابی پایداری خاک، اقدام به شناسایی کرم‌های خاکی در تمام گروه‌های اکولوژیک کرد. وی تأثیر فعالیت‌های کشاورزی را بر تعداد و انواع کرم‌های خاکی با اهمیت تلقی نمود و بر استفاده از کرم‌های اپی‌جیک در تبدیل بقایای گیاهی تأکید نمود. Suthar (۲۰۱۱)، اقدام به تعیین تنوع زیستی کرم‌های خاکی در غرب هند کرد و موفق به شناسایی یازده گونه کرم خاکی در این مناطق شد. وی حضور این کرم‌ها را وابسته به عوامل اقلیمی و فعالیت‌های انسانی دانست. در سال‌های اخیر تمایل محققین علوم خاک و محیط زیست به کار روی کرم‌های خاکی اپی‌جیک، افزایش یافته است، از این‌رو تحقیق حاضر با هدف شناسایی این گروه از کرم‌های خاکی در مناطق مختلف آب و هوایی استان اصفهان انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این فرمول R شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، S تعداد گونه‌های مشاهده شده و N تعداد کل افراد مشاهده شده از تمام گونه‌هاست. برای محاسبه این شاخص از نرم‌افزار (PAST ۱/۹۳) Paleontological Statistics استفاده شد.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی مناطق نمونه‌برداری در استان اصفهان

جدول ۱، اطلاعات مربوط به ۱۰ منطقه نمونه‌برداری و ۲۰ کد محل نمونه‌برداری و همچنین مختصات جغرافیایی هر کد محل نمونه‌برداری و زمان نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.

نتایج

در مجموع چهار گونه از کرم‌های خاکی گروه اپی‌جئیک شناسایی شدند (شکل ۲):

Dendrobaena veneta (Rosa, ۱۸۸۶)

Eisenia fetida (Savigny, ۱۸۲۶)

Dendrodriulus rubidus (Savigny, ۱۸۲۶)

Dendrobaena hortensis (Michaelsen, ۱۸۹۰)

این تحقیق در سال‌های ۹۳-۹۱ و در استان اصفهان به اجرا درآمد. ابتدا ده نقطه از استان به منظور انجام نمونه‌برداری انتخاب شدند (شکل ۱). ده منطقه به گونه‌ای انتخاب شدند تا بیانگر اکثر اقلیم‌های استان باشند. هم‌چنین بیست کد محل نیز به نحوی انتخاب شدند که بتوان بیش‌ترین گونه کرم‌های خاکی اپی‌جئیک را یافت و از سویی دیگر بتوان بیش‌ترین تنوع زیستگاه کرم‌های خاکی را در این تحقیق مورد بررسی قرار داد. به‌منظور شناسایی و انتخاب کرم‌های مورد نظر، اقدام به نمونه‌برداری به روش دستی از کرم‌های خاکی موجود در خاک‌های سطحی و لاشبرگ‌های باغات، فضاهای سبز شهری، محل تجمع کودهای حیوانی در مزارع، کنار رودخانه‌ها و برکه‌ها شد. کرم‌ها و بخشی از محیط بستر آن‌ها به آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان منتقل گردیدند و در مخلوط الکل و استون تثبیت شدند و با استفاده از باینوکولار، برخی از مشخصات مورفولوژیک (مارکرهای مورفولوژیک) آن‌ها ثبت گردید تا در شناسایی گونه کرم، مورد استفاده قرار گیرد. این مهم، با اندازه‌گیری طول بدن، قطر بدن، تعداد حلقه‌های بدن (Segment)، تعیین تعداد خارهای حرکتی (Setae) در هر حلقه، رنگ بخش شکمی و بالای کرم، شماره حلقه‌های محل استقرار کمر بند جنسی، تعیین محل قرارگیری غده شکمی در کمر بند جنسی (Tubercle)، شکل سر و پیش‌دهان کرم (Prostomium) و ترشح مایع سلومی (Coelomic) و رنگ آن انجام شد. برای شناسایی کرم‌ها از کلیدهای Csuzdi و Zicsi (۲۰۰۳) و Blakemore (۲۰۰۲) استفاده شد. به‌منظور محاسبه تنوع زیستی گونه‌های مختلف کرم‌های خاکی گروه اپی‌جئیک در زیستگاه‌های مختلف، از یکی از شاخص‌های غنای گونه‌ای استفاده گردید. از معتبرترین شاخص‌های اندازه‌گیری غنای گونه‌ای، شاخص مارگالف است. هرچه مقدار این شاخص بیشتر باشد حاکی از تعداد بیشتر گونه‌ها می‌باشد و این بیانگر این مطلب است که در محیط، آسفتگی و استرس پایین است، زیرا در شرایط نامطلوب محیطی، گونه‌های حساس از بین رفته و گونه‌های مقاوم جایگزین می‌شوند، در این حالت غنای گونه‌ای در جامعه کاهش یافته است. در این بررسی، میانگین شاخص غنای گونه‌ای با استفاده از کوادرات به مساحت یک صد سانتی‌متر مربع به‌دست آمد. به‌منظور محاسبه شاخص غنای گونه‌ای مارگالف کرم‌های خاکی در مناطق نمونه‌برداری، از فرمول زیر استفاده گردید.

$$R = \frac{S-1}{\ln(N)}$$



جدول ۱: مشخصات محل و زمان نمونه‌برداری

مناطق نمونه‌برداری	کد محل (زیستگاه)*	مختصات نمونه‌برداری	ماه نمونه‌برداری
اصفهان	A-۱	شمالی ۳۲° ۳۸' ۳۲/۶۳" شرقی ۵۱° ۳۹' ۴۳/۰۸"	اردیبهشت
	A-۲	شمالی ۳۲° ۳۸' ۴۰/۲۷" شرقی ۵۱° ۳۹' ۵۰/۰۴"	مهر
کاشان	B-۱	شمالی ۳۳° ۵۸' ۸/۲۰" شرقی ۵۱° ۲۵' ۳/۲۹"	اردیبهشت
	B-۲	شمالی ۳۴° ۲۸' ۰۵" شرقی ۵۱° ۲۰' ۲۷/۳۸"	اردیبهشت
شهرضا	C-۱	شمالی ۳۱° ۵۹' ۴۳/۱۲" شرقی ۵۱° ۴۸' ۵۰/۶۹"	تیر
	C-۲	شمالی ۳۲° ۰۳' ۳۶" شرقی ۵۱° ۵۱' ۴/۳۹"	آبان
سمیرم	D-۱	شمالی ۳۱° ۲۳' ۳۱/۶۷" شرقی ۵۱° ۳۵' ۲۹/۴۶"	مرداد
	D-۲	شمالی ۳۱° ۱۲' ۵۴/۹۶" شرقی ۵۱° ۴۶' ۴۲/۴۵"	خرداد
خوانسار	E-۱	شمالی ۳۳° ۱۴' ۵۰/۹۲" شرقی ۵۰° ۱۹' ۱۱/۹۷"	مرداد
	E-۲	شمالی ۳۳° ۱۵' ۳۰/۴۷" شرقی ۵۰° ۱۷' ۲۲/۰۸"	مرداد
اردستان	F-۱	شمالی ۳۳° ۲۲' ۴۱/۶۲" شرقی ۵۲° ۲۲' ۱۹/۹۳"	اردیبهشت
	F-۲	شمالی ۳۳° ۲۳' ۵/۴۸" شرقی ۵۲° ۲۲' ۴۹/۲۲"	اردیبهشت
نایین	G-۱	شمالی ۳۲° ۵۱' ۱۹/۰۶" شرقی ۵۳° ۴۲' ۹/۰۰"	فروردین
	G-۲	شمالی ۳۳° ۵۱' ۴۷/۹۱" شرقی ۵۳° ۶۷' ۹۴"	فروردین
اسفرجان	H-۱	شمالی ۳۱° ۳۹' ۴۳/۰۵" شرقی ۵۱° ۵۵' ۲۷/۱۴"	تیر
	H-۲	شمالی ۳۱° ۳۹' ۱۹/۱۲" شرقی ۵۱° ۵۴' ۲۹/۱۵"	اردیبهشت
انارک	I-۱	شمالی ۳۳° ۱۸' ۳۶/۹۲" شرقی ۵۳° ۴۳' ۰/۳۹"	فروردین
	I-۲	شمالی ۳۳° ۱۸' ۳۷/۸۲" شرقی ۵۳° ۴۱' ۵۹/۶۳"	فروردین
چادگان	J-۱	شمالی ۳۲° ۴۵' ۰/۲۵" شرقی ۵۰° ۳۹' ۲۳/۹۱"	خرداد
	J-۲	شمالی ۳۲° ۴۳' ۵۵/۷۷" شرقی ۵۰° ۴۵' ۵۷/۱۷"	شهریور

*حروف در کد محل نشان‌دهنده منطقه و عدد نشان‌دهنده تنوع زیستگاه در نمونه‌برداری می‌باشد.

۴-۸ میلی‌متر، رنگ آن قرمز تا صورتی و دارای نوارهای متناوب تیره و روشن با دم زرد کم‌رنگ است، رنگ بخش شکمی این کرم روشن‌تر از بخش بالایی آن است. کمر بند جنسی از بند ۲۶ تا ۳۲ یا ۲۷ تا ۳۳ امتداد دارد و به شکل زین اسبی (Saddle-shaped) می‌باشد. محل قرارگیری غده Tubercle در بند ۳۱-۳۰، رنگ کمر بند جنسی

گونه *Dendrobaena veneta* معروف به *Eisenia hortensis* که به خانواده Lumbricidae تعلق دارد و در برخی نام‌گذاری‌ها به *Eisenia veneta* نیز معروف است. کرم بالغ دارای طول ۱۵۰-۵۵ میلی‌متر بوده و متشکل از ۱۴۵-۱۰۳ حلقه می‌باشد. بدن کرم به شکل استوانه‌ای و در قسمت انتها و شکم حالت صاف است. قطر بدن

بند ۲۸-۳۰ بوده و آرایش قرارگیری خارهای حرکتی به شکل جفتی باز از هم می باشد. این گونه به هنگام تحریکات خارجی، مایع سلومی به رنگ زرد پررنگ از خود ترشح می کند. کوکون ها در این گونه به شکل لیمویی هستند. این گونه نیز از کرم های گروه اکولوژیک اپی جئیک محسوب می شود و عمدتاً بقایای گیاهی و مواد آلی مصرف می کند و البته به خوردن خاک نیز تمایل دارد.

گونه *Dendrobaena hortensis*: این گونه به رنگ های متغیر از صورتی کم رنگ تا قرمز متمایل به بنفش و قرمز شرابی دیده می شود و در بخش دم به رنگ زرد تا سفید ممکن است رویت شود. طول آن ۶۰-۲۰ میلی متر می باشد و متشکل از ۹۰-۳۰ حلقه است. شکل بدن استوانه ای، و در انتها پهن است؛ قطر بدن ۴-۲ میلی متر و کمربند جنسی (کلیتلوم) بین بندهای ۲۷ تا ۳۳ قرار دارد و به شکل زین ضخیم است. رنگ کمربند جنسی هم رنگ سایر بخش های کرم است. محل قرار گیری غده Tubercle در بند ۳۱ تا نیمی از ۳۲ بوده و آرایش قرارگیری خارهای حرکتی به شکل جفتی باز از هم می باشد. این گونه به هنگام تحریکات خارجی، مایع سلومی به رنگ سفید چسبنده از خود ترشح می کند. این گونه نیز از کرم های گروه اکولوژیک اپی جئیک محسوب می شود و عمدتاً بقایای گیاهی و مواد آلی مصرف می کند و در تهیه ورمی کمپوست به کار گرفته می شود. با این حال، به خوردن خاک نیز تمایل دارد.

کم رنگ تر از سایر قسمت ها می باشد. در این کرم، خارهای حرکتی (Setae) نیز به صورت جفتی باز از هم (Widely paired) هستند.

گونه *Eisenia fetida*: به رنگ قرمز متمایل به قهوه ای بلوطی و به صورت نوارهای متناوب تیره و روشن دیده می شود. طول آن در زمان بلوغ ۱۰۰-۵۰ میلی متر می باشد و متشکل از ۱۲۰-۸۰ حلقه است. شکل بدن استوانه ای و قطر بدن ۵-۴ میلی متر و کمربند جنسی (کلیتلوم) بین بندهای ۲۴ تا ۳۲ قرار دارد. رنگ کمربند جنسی هم رنگ سایر بخش های کرم است. محل قرارگیری غده Tubercle در بند ۳۱-۲۸ بوده و آرایش قرارگیری خارهای حرکتی به شکل جفتی نزدیک به هم می باشد. این گونه به هنگام تحریکات خارجی، مایع سلومی به رنگ زرد کم رنگ از خود ترشح می کند. کوکون ها در این گونه به شکل لیمویی هستند. آیزنیا فتیدا از کرم های گروه اکولوژیک اپی جئیک محسوب می شود و عمدتاً بقایای گیاهی و مواد آلی مصرف می کند و تمایل بسیار کمی به خوردن خاک دارد.

گونه *Dendrodriilus rubidus*: این گونه به رنگ قرمز تیره در پشت و قرمز کم رنگ در بخش شکمی دیده می شود. در انتهای بدن (دم) رنگ زرد دیده می شود. طول آن در زمان بلوغ ۱۰۰-۲۰ میلی متر می باشد و متشکل از ۱۲۰-۵۰ حلقه (Segment) است. شکل بدن استوانه ای و قطر بدن ۵-۲ میلی متر و کمربند جنسی (کلیتلوم) بین بندهای ۲۵، ۲۶ و ۲۷ تا ۳۱ و ۳۲ قرار دارد. رنگ کمربند جنسی هم رنگ سایر بخش های کرم است. محل قرارگیری غده Tubercle در



Dendrobaena veneta



Eisenia fetida



Dendrodriilus rubidus



Dendrobaena hortensis

شکل ۲: گونه های کرم های خاکی اپی جئیک شناسایی شده



شناسایی یک گونه متمایز دیگر نیز در این محل میسر نشد. شاخص مارگالف در فضای سبز شهری برابر ۰/۴۳۴ و در ساحل رودخانه معادل ۰/۷۳۸ محاسبه شد، بنابراین غنای گونه‌ای در ساحل رودخانه بیش تر بوده است (جدول ۲).

نتایج شناسایی گونه کرم‌های خاکی به تفکیک هر منطقه:

در منطقه شهرستان اصفهان، دو کد محل (فضای سبز شهری و ساحل رودخانه) مورد بررسی قرار گرفت. در فضای سبز شهری دو گونه *E. fetida* و *D. veneta* شناسایی شدند. در زیستگاه ساحل زاینده رود نیز گونه‌های *E. fetida* و *D. veneta* شناسایی شدند. هم‌چنین امکان

جدول ۲: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه اصفهان (A)

کد محل	زیستگاه	فراوانی	گروه اکولوژیک	گونه	شاخص مارگالف
A-۱	فضای سبز شهری	۴	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	۰/۴۳۴
A-۱	فضای سبز شهری	۶	Epigeic	<i>Eisenia fetida</i>	
A-۲	ساحل زاینده‌رود	۲	?	?	
A-۲	ساحل زاینده‌رود	۸	Epigeic	<i>Eisenia fetida</i>	۰/۷۳۸
A-۲	ساحل زاینده‌رود	۵	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	

* علامت ؟ به معنی عدم شناسایی گونه کرم می‌باشد.

زیستگاه خاک باغ، گونه *E. fetida* و *D. rubidus* شناسایی شدند. شاخص غنای گونه‌ای مارگالف برای فضای سبز شهری ۰/۴۵۵ و در خاک باغ معادل ۰/۴۸۰ محاسبه شد (جدول ۳).

در منطقه کاشان، دو کد محل فضای سبز شهری و باغ گل محمدی برای بررسی تنوع کرم‌های خاکی گروه اپی‌جیبیک انتخاب شدند. در زیستگاه فضای سبز شهری گونه *Dendrobaena veneta* و گونه *Dendrodrilus rubidus* نمونه‌برداری و شناسایی شدند. در

جدول ۳: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه کاشان (B)

کد محل	زیستگاه	فراوانی	گروه اکولوژیک	گونه	شاخص مارگالف
B-۱	فضای سبز شهری	۶	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	۰/۴۵۵
B-۱	فضای سبز شهری	۳	Epigeic	<i>Dendrodrilus rubidus</i>	
B-۲	باغ	۷	Epigeic	<i>Eisenia fetida</i>	۰/۴۸۰
B-۲	باغ	۱	Epigeic	<i>Dendrodrilus rubidus</i>	

Dendrobaena hortensis شناسایی شدند و به‌همین دلیل بود که شاخص غنای مارگالف در این زیستگاه، برابر ۰/۶۲۱ و بیش از میزان اندازه‌گیری شده در مزرعه یونجه (۰/۴۳۴) به‌دست آمد (جدول ۴).

در منطقه شهرضا واقع در جنوب اصفهان، دو کد محل مزرعه یونجه و یک گاوداری برای بررسی انتخاب شدند. در خاک مزرعه یونجه، دو گونه *D. veneta* و *D. rubidus* شناسایی شدند. در محل انباشت کود، سه گونه شامل گونه *D. veneta*، گونه *E. fetida* و گونه

جدول ۴: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه شهرضا (C)

کد محل	زیستگاه	فراوانی	گروه اکولوژیک	گونه	شاخص مارگالف
C-۱	مزرعه یونجه	۳	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	۰/۴۳۴
C-۱	مزرعه یونجه	۷	Epigeic	<i>Dendrodrilus rubidus</i>	
C-۲	محل انباشت کود (گاوداری)	۹	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	
C-۲	محل انباشت کود (گاوداری)	۱۰	Epigeic	<i>Eisenia fetida</i>	۰/۶۲۱
C-۲	محل انباشت کود (گاوداری)	۶	Epigeic	<i>Dendrobaena hortensis</i>	

در اطلاعات موجود قابل شناسایی نبود. در زیستگاه ساحل یک دریاچه در این منطقه نیز گونه‌های *E. fetida* و *D. veneta* شناسایی شدند. شاخص مارگالف در زیستگاه اول برابر ۰/۶۷۷ و در زیستگاه دوم برابر ۰/۳۶۹ محاسبه شد (جدول ۵).

در منطقه سمیرم واقع در جنوبی‌ترین نقطه استان اصفهان، دو کد محل باغ سیب و ساحل دریاچه به‌منظور نمونه‌برداری انتخاب شدند. در خاک باغ، دو گونه *D. veneta* و *D. hortensis* شناسایی شدند و یک گونه متمایز دیگر نیز مورد بررسی قرار گرفت اما با

جدول ۵: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه سمیرم (D)

کد محل	زیستگاه	فراوانی کرم	گروه اکولوژیک	گونه	شاخص مارگالف
D-۱	باغ	۱۰	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	۰/۶۶۷
D-۱	باغ	۷	Epigeic	<i>Dendrobaena hortensis</i>	
D-۱	باغ	۳	?	?	
D-۲	ساحل دریاچه	۷	Epigeic	<i>Eisenia fetida</i>	۰/۳۶۹
D-۲	ساحل دریاچه	۸	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	

* علامت ؟ نشان از عدم شناسایی گونه کرم می‌باشد.

در منطقه خوانسار، فضای سبز شهری و مرتع به‌عنوان زیستگاه کرم‌های خاکی اپی‌جیک انتخاب شدند. در فضای سبز شهری، دو گونه کرم خاکی *D. rubidus* و *D. veneta* شناسایی شدند. در مرتع مورد بررسی نیز گونه *D. veneta* شناسایی شد اما گونه‌ای دیگر قابل شناسایی نبود. شاخص مارگالف در زیستگاه اول، ۰/۴۸۰ و در زیستگاه مرتع معادل ۰/۵۵۸ محاسبه شدند (جدول ۶).

در منطقه خوانسار، فضای سبز شهری و مرتع به‌عنوان زیستگاه کرم‌های خاکی اپی‌جیک انتخاب شدند. در فضای سبز شهری، دو گونه کرم خاکی *D. rubidus* و *D. veneta* شناسایی شدند. در مرتع مورد بررسی نیز گونه *D. veneta* شناسایی شد اما گونه‌ای دیگر قابل شناسایی نبود. شاخص مارگالف در زیستگاه اول، ۰/۴۸۰ و در زیستگاه مرتع معادل ۰/۵۵۸ محاسبه شدند (جدول ۶).

جدول ۶: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه خوانسار (E)

کد محل	زیستگاه	فراوانی کرم	گروه اکولوژیک	جنس	شاخص مارگالف
E-۱	فضای سبز شهری	۴	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	۰/۴۸۰
E-۱	فضای سبز شهری	۴	Epigeic	<i>Dendrodrius rubidus</i>	
E-۲	مرتع	۵	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	۰/۵۵۸
E-۲	مرتع	۱	?	?	

* علامت ؟ نشان از عدم شناسایی گونه کرم می‌باشد.

در منطقه اردستان، فضای سبز شهری و باغ سیب به‌عنوان زیستگاه انتخاب شدند. در خاک فضای سبز شهری، فقط گونه *D. veneta* و در خاک باغ نیز فقط گونه *D. veneta* شناسایی شدند و به‌همین علت شاخص مارگالف در هر دو زیستگاه برابر صفر محاسبه شدند (جدول ۷).

در منطقه اردستان، فضای سبز شهری و باغ سیب به‌عنوان زیستگاه انتخاب شدند. در خاک فضای سبز شهری، فقط گونه *D. veneta* و در خاک باغ نیز فقط گونه *D. veneta* شناسایی شدند و به‌همین علت شاخص مارگالف در هر دو زیستگاه برابر صفر محاسبه شدند (جدول ۷).

جدول ۷: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه اردستان (F)

کد محل	زیستگاه	فراوانی کرم	گروه اکولوژیک	جنس	شاخص مارگالف
F-۱	فضای سبز شهری	۶	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	۰
F-۲	باغ	۳	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	۰

در منطقه نایین، در فضای سبز شهری، گونه‌های *E. fetida* و *D. veneta* شناسایی شدند و شاخص مارگالف در این زیستگاه برابر ۰/۴۵۵ محاسبه شد. در خاک باغ، فقط گونه *D. hortensis* رویت شد و به‌همین دلیل شاخص مارگالف در این زیستگاه، صفر شد (جدول ۸).

در منطقه نایین، در فضای سبز شهری، گونه‌های *E. fetida* و *D. veneta* شناسایی شدند و شاخص مارگالف در این زیستگاه برابر ۰/۴۵۵ محاسبه شد. در خاک باغ، فقط گونه *D. hortensis* رویت شد و به‌همین دلیل شاخص مارگالف در این زیستگاه، صفر شد (جدول ۸).

جدول ۸: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه نایین (G)

کد محل	زیستگاه	فراوانی کرم	گروه اکولوژیک	جنس	شاخص مارگالف
G-۱	فضای سبز شهری	۸	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	۰/۴۵۵
G-۱	فضای سبز شهری	۱	Epigeic	<i>Eisenia fetida</i>	
G-۲	باغ	۴	Epigeic	<i>Dendrobaena hortensis</i>	۰

در منطقه اسفرجان، دو کد محل باغ آلبالو و ساحل یک نهر آب مورد بررسی قرار گرفت. در زیستگاه باغ، سه گونه کرم خاکی شامل *D. veneta*، *E. fetida* و *D. hortensis* شناسایی شدند و شاخص غنای مارگالف نیز در این زیستگاه برابر ۰/۸۶۸ محاسبه شد. در ساحل نهر

در منطقه اسفرجان، دو کد محل باغ آلبالو و ساحل یک نهر آب مورد بررسی قرار گرفت. در زیستگاه باغ، سه گونه کرم خاکی شامل *D. veneta*، *E. fetida* و *D. hortensis* شناسایی شدند و شاخص غنای مارگالف نیز در این زیستگاه برابر ۰/۸۶۸ محاسبه شد. در ساحل نهر



جدول ۹: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه اسفرجان (H)

کد محل	زیستگاه	فراوانی کرم	گروه اکولوژیک	گونه	شاخص مارگالف
H-۱	باغ	۴	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	
H-۱	باغ	۵	Epigeic	<i>Eisenia fetida</i>	۰/۱۸۶۸
H-۱	باغ	۱	Epigeic	<i>Dendrobaena hortensis</i>	
H-۲	کنار نهر آب	۳	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	۰/۴۸۰
H-۲	کنار نهر آب	۵	Epigeic	<i>Dendrodriulus rubidus</i>	

خاک فضای سبز، حاوی دو گونه کرم اپی‌جییک بود که شامل گونه‌های *D. veneta* و *E. fetida* بودند. در ساحل رودخانه، سه گونه شامل گونه *E. fetida*، گونه *D. veneta* و گونه *D. hortensis* شناسایی شدند. شاخص مارگالف در زیستگاه اول برابر ۰/۴۰۲ و در زیستگاه دوم برابر ۰/۹۱۰ محاسبه شدند (جدول ۱۰).

در منطقه انارک، به‌علت خشک و کویری بودن منطقه، فقط یک زیستگاه و در دو محل مختلف مورد بررسی قرار گرفت. در یک محل، یک گونه کرم خاکی دیده شد و آن هم قابل شناسایی نبود و در محل دیگر نیز هیچ گونه‌ای یافت نشد بنابراین شاخص مارگالف در هر دو محل صفر بود. در منطقه چادگان، دو زیستگاه انتخاب شدند. زیستگاه

جدول ۱۰- زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه چادگان (J)

کد محل	زیستگاه	فراوانی کرم	گروه اکولوژیک	جنس	شاخص مارگالف
J-۱	فضای سبز شهری	۷	Epigeic	<i>Eisenia fetida</i>	۰/۴۰۲
J-۱	فضای سبز شهری	۵	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	
J-۲	خاک ساحل زاینده‌رود	۳	Epigeic	<i>Eisenia fetida</i>	۰/۹۱۰
J-۲	خاک ساحل زاینده‌رود	۴	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	J-۲
J-۲	خاک ساحل زاینده‌رود	۲	Epigeic	<i>Dendrobaena hortensis</i>	J-۲

تنوع به‌ترتیب در مناطق: چادگان، اسفرجان، اصفهان، شهرضا و سمیرم مشاهده شد. با توجه به فراهمی مواد آلی خاک در این مناطق که عمدتاً ناشی از بارندگی بیش‌تر و رطوبت بالای خاک و رشد مناسب گیاهان بوده و موجب تجمع مواد آلی در سطح خاک می‌شود، نتایج حاصله دور از انتظار نمی‌باشد. میزان بالای انحراف معیار (SD) در برخی مناطق حاکی از تاثیر بسیار زیاد نوع زیستگاه‌ها در این مناطق بر تنوع کرم‌های گروه اپی‌جییک می‌باشد. کم‌ترین تنوع گونه کرم‌های مورد مطالعه، در اردستان و انارک مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد میزان بارندگی کم و دمای نسبتاً بالا در این مناطق و کاهش پوشش گیاهی موجب کاهش تنوع گونه‌ها (شاخص مارگالف صفر) در این مناطق شده است.

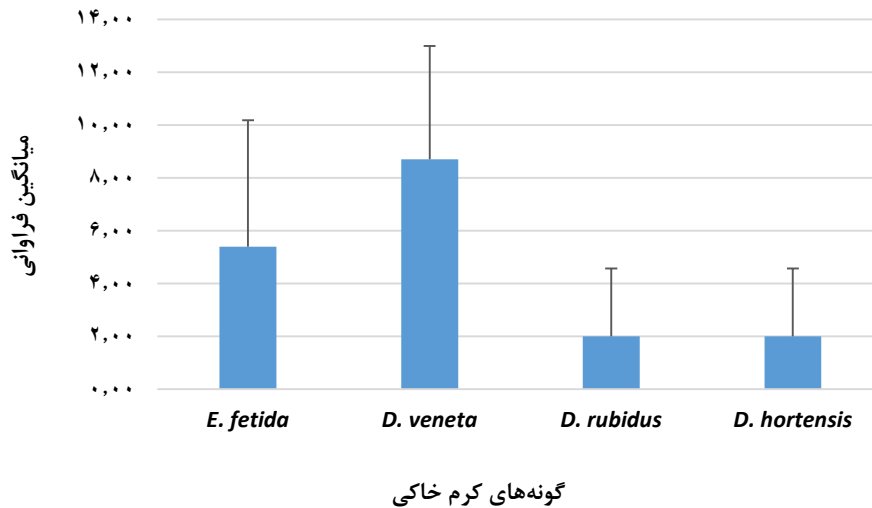
برخی از محققین نیز به وجود گونه‌های مختلف از گروه‌های اکولوژیک کرم‌های خاکی در سایر نقاط کشور اشاره کرده‌اند. Ezzatpanah (۲۰۱۰) در استان مرکزی موفق به شناسایی *Dendrobaena hortensis*، *Ap. rosea*، *Aporrectodea caliginosa*، *Eisenia*، *Dendrodriulus rubidus*، *D. veneta*، *D. octaedra*، *fetida* و *Eiseniella tetraedra* گردید. Latif و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه زیستگاه‌های مختلف در منطقه البرز مرکزی ایران، موفق

بحث

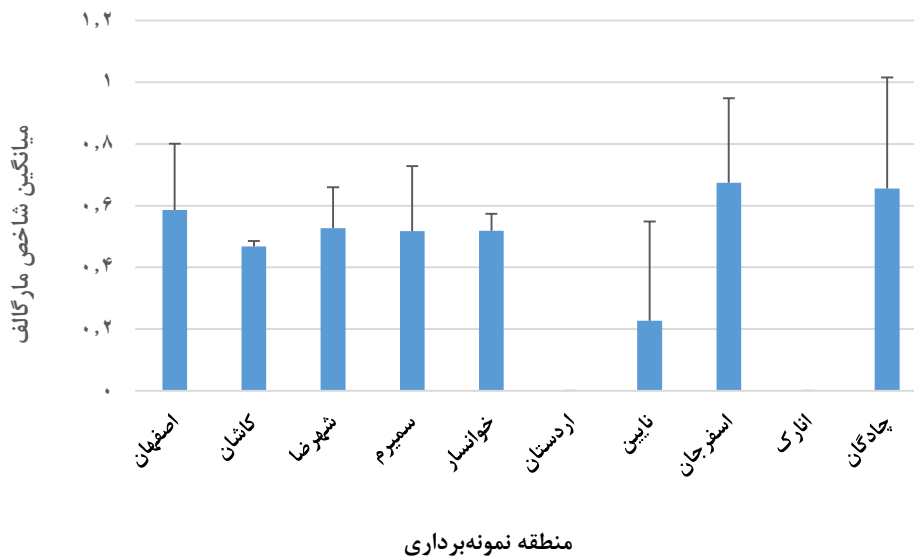
شکل ۳، نمودار فراوانی گونه‌های شناسایی شده را نشان می‌دهد. گونه *Dendrobaena veneta* بیش‌ترین فراوانی را بین گونه‌های شناسایی شده دارد. Dominguez و Edwards (۲۰۱۰) معتقدند که این گونه کرم خاکی اپی‌جییک نسبت به سایر گونه‌ها، دامنه وسیع‌تری از رطوبت‌های خاک را تحمل می‌کند. Mirmonsef و همکاران (۲۰۱۱) به حضور فراوان گونه *D. veneta* در استان تهران اشاره کرده‌اند. گونه *Eisenia fetida* از نظر فراوانی در رتبه دوم قرار دارد. با این حال اکثر تولیدکنندگان ورمی‌کمپوست از این گونه کرم اپی‌جییک استفاده می‌کنند و عمدتاً با گونه *D. veneta* آشنایی کافی ندارند. کم‌ترین فراوانی مربوط به گونه‌های *Dendrodriulus rubidus* و *Dendrobaena hortensis* می‌باشد. Dominguez و Edwards (۲۰۱۰)، علت عدم استفاده پرورش‌دهندگان کرم‌های خاکی از این گونه‌ها را سرعت پایین تکثیر آن‌ها می‌دانند. شکل ۴، نمودار میانگین شاخص مارگالف برای تعیین تنوع زیستی در مناطق مختلف نمونه‌برداری شده نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهند که بیش‌ترین تنوع در کرم‌های خاکی مربوط به زیستگاه‌هایی با شاخص مارگالف بالاتر می‌باشد و در مجموع بیش‌ترین

Eiseniella tetraedra و *Eisenia fetida*, *Dendrodrilus rubidus* اشاره کرد که گونه آخر عمدتاً در زیستگاه‌های آبی مشاهده شد.

به شناسایی ۱۲ گونه از کرم‌های خاکی خانواده Lumbricidae شدند که از جمله کرم‌های اپی‌جیبیک در آن‌ها می‌توان به *D. veneta*,



شکل ۳: نمودار فراوانی گونه‌های شناسایی شده در استان اصفهان



شکل ۴: نمودار میانگین شاخص مارگالف کرم‌های خاکی اپی‌جیبیک برای مناطق مختلف نمونه‌برداری

بیش‌تری مورد بررسی قرار گیرند تا جامعیت نتایج، حاصل شود. از طرفی با توجه به این‌که اکثر تولیدکنندگان ورمی‌کمپوست فقط با کرم خاکی *Eisenia fetida* آشنا هستند و با سایر کرم‌های گونه‌های اپی‌جیبیک تولیدکننده ورمی‌کمپوست آشنایی ندارند، لازم است گونه‌های دیگر نیز مورد توجه قرار گرفته تا تنوع زیستی این موجودات در خاک کاهش نیابد.

Omrani و همکاران (۲۰۰۵)، در بخش‌هایی از شمال ایران، هفت گونه از گروه‌های مختلف اکولوژیک را شامل *A. caliginosa*, *E. fetida* و *D. veneta*, *A. rosea*, *A. jassyensis*, *A. kaznakovi* شناسایی کردند و اعلام کردند که گونه *Eisenia fetida* حدوداً ۱۸ درصد از گونه‌ها را به خود اختصاص داده است. اگرچه سعی شده بود تا نقاط انتخاب شده و زیستگاه‌های مورد بررسی عمدتاً بیانگر شرایط کلی استان باشند، با این حال در یک مطالعه جامع، باید مناطق بسیار



تشکر و قدردانی

لازم است از همکاری جناب آقای مهندس محسن دهقانی به‌خاطر کمک در اجرای این تحقیق تشکر کرده و هم‌چنین از همکاری و مساعدت مسولین و کارکنان آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان در فراهم آوردن امکانات و شرایط این تحقیق سپاسگزاری شود.

منابع

- Minnesota. Abstract of the Ecological Society of America ۸۵: ۱۱۲.
۱۳. **Jamieson, B., ۱۹۸۸.** On the phylogeny and higher classification of the Oligochaeta. *Cladistics*. Vol. ۴, pp: ۳۶۷-۴۰۱
 ۱۴. **Latif, R.; Ezzatpanah, S.; Malek, M. and Parsa, H., ۲۰۰۹.** Earthworms of the Central Elburz Mountains, Iran. *Iranian Journal of Animal Biosystematics (IJAB)*. Vol. ۵, No. ۲, pp: ۱-۱۵.
 ۱۵. **Lee, K.E., ۱۹۸۵.** Earthworms. Their Ecology and relationships with soils and Land use. Academic press, Sydney. ۴۱۱ P.
 ۱۶. **Margalef, R., ۱۹۵۸.** Information Theory in Ecology, General Systematics. Vol. ۳, pp: ۳۶-۷۱.
 ۱۷. **Mirmonsef, H., Malek, M. and Latif, R., ۲۰۱۱.** The Earthworm Fauna of Tehran Province, Iran: an ecological Characterization Iranian. *Journal of Animal Biosystematics (IJAB)*. Vol. ۷, No. ۲, pp: ۸۹-۹۷.
 ۱۸. **Omrani, G.A., ۱۹۷۳.** Bodenozoologische Untersuchungen über Regenwürmer im Zentral und Nordiran. Inaugural Dissertation. Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung und ropeninstitut der Justus Liebig-Universität Giessen.
 ۱۹. **Omrani, G.A.; Zamanzadeh, M.; Maleki, A. and Ashori, A., ۲۰۰۵.** Earthworm Ecology in the Northern part of Iran: with Emphasis on Compost Worm *Eisenia fetida*. *Journal of Applied science*. Vol. ۵, No. ۸, pp: ۱۴۳۴-۱۴۳۷.
 ۲۰. **Paoletti, M.G., ۱۹۹۹.** The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystem and environment*. Vol. ۷۴, pp: ۱۳۷-۱۵۵.
 ۲۱. **Reinecke, A.J.; Viljoen, A.A. and Saayman, R.J., ۱۹۹۲.** The suitability of *Eudrilus Eugeniae*, *Perionyx excavatus* and *Eisenia foetida* (Oligochaeta) for vermicomposting in southern Africa in the term of their temperature requirements. *Soil Biol. Biochem.* Vol. ۲۴, No. ۱۲, pp: ۱۲۹۵-۱۳۰۷.
 ۲۲. **Reynolds, J.W., ۱۹۹۴.** Earthworms of the world. *Global biodiversity*. Vol. ۴, pp: ۱۱-۱۶.
 ۲۳. **Suthar, S., ۲۰۱۲.** Earthworm biodiversity in western in arid and semiarid lands of India. *Environmentalist*. Vol. ۳۱, pp: ۷۴-۸۶.
 ۱. **هاشمی مجد، ک.، ۱۳۸۲.** شناسایی گونه *Eisenia fetida* برخی از مناطق شمالی ایران. *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*. سال ۷، شماره ۴، صفحات ۶۱ تا ۷۰.
 ۲. **یحیی آبادی، م.، ۱۳۹۱.** کرم‌ها زباله‌هایم را می‌خورند. (ترجمه). نشر نصح، ۱۷۵ صفحه.
 ۳. **Blakemore, R.J., ۲۰۰۲.** *Cosmopolitan Earthworms an Eco Taxonomic Guide to the Peregrine Species of the World.* (First CD Edition). *VermEcology*, PO BOX ۴۱۴ Kippax, ACT ۲۶۱۵, Australia. ۴۲۶ p.
 ۴. **Birundha, M.; Paul, J.A. and Mariappan P., ۲۰۱۳.** Growth and reproduction of *Perionyx excavatus* in different organic wastes. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*. Vol. ۲, No. ۲, pp: ۲۸-۳۵.
 ۵. **Csuzdi, C.S. and Zicsi, A., ۲۰۰۳.** Earthworms of Hungary (Annelida: Oligochaeta, Lumbricidae). In: Csuzdi, Cs. and Mahunka, S. (Eds). *Budapest: Natural History museum.*
 ۶. **Dominguez, J. and Edwards, C.A., ۲۰۱۰.** *Biology and Ecology of Earthworm Species Used for Vermicomposting.* CRC press. ۵۷۵ p.
 ۷. **Edwards, C.A. and Bohlen J.P., ۱۹۹۶.** *Biology and Ecology of earthworms* ۳th ed. Chapman and Hall, London.
 ۸. **Edwards, C.A. and Neuhauser, E.F., ۱۹۸۸.** *Earthworms in waste and environmental management.* Academic publishing, Nether Lands, ۳۹۱ P.
 ۹. **Edwards, C.A., ۱۹۹۵.** Historical overview of vermin composting. *Biocycle*. Vol. ۳۶, No. ۶, pp: ۵۶-۵۸.
 ۱۰. **Ezzatpanah, S., ۲۰۱۰.** Earthworms of the Markazi province, Iran Annelida: ligochaeta: Lumbricidae. *Calodema*. Vol. ۱۲۲, pp: ۱-۹.
 ۱۱. **Grant, W.C., ۱۹۵۵.** Temperature relationships in the megascolecoid earthworm, *pheretima hupeiensis*. *Ecology*. Vol. ۳۶, No. ۳, pp: ۴۱۲-۴۱۷.
 ۱۲. **Hale, C.M.; Frelich, L.E. and Reich, P.B., ۲۰۰۰.** Impact of invading European earthworms on understory plant communities in previously worm-free hard wood forest of

