

## بررسی تنوع گونه‌ای کرم‌های خاکی Epigeic در استان اصفهان

● مجتبی یحیی‌آبادی\*: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، اصفهان، صندوق پستی: 81785-199

تاریخ پذیرش: اردیبهشت 1395

تاریخ دریافت: بهمن 1394

### چکیده

کرم‌های خاکی گروه اپی جییک 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 اپی‌جییک در 10 منطقه (شامل 20 زیستگاه) استان اصفهان بررسی شدند. در مجموع چهار گونه کرم‌های خاکی، متعلق به خانواده‌ی Lumbricidae شامل *Dendrobaena veneta* (Rosa, 1886)، *Dendrodrilus*، *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) و *rubidus* (Savigny, 1826) و *Dendrobaena hortensis* (Michaelsen, 1890) بر اساس 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 قرار گیری غده شکمی در کمر بند جنسی (Tubercle)، شناسایی شدند. بیشترین فراوانی به گونه‌ی *Dendrobaena veneta* اختصاص یافت و کمترین فراوانی در گونه‌ی *Dendrobaena hortensis* مشاهده شد. بیشترین عدد شاخص غنای گونه‌ای مارگالف به میزان 0/910 در منطقه‌ی چادگان مشاهده شد که حاکی از شرایط بهینه زیست کرم‌ها در زیستگاه‌های این منطقه بود در حالی که کمترین میزان شاخص مارگالف به میزان صفر در منطقه انارک ثبت شد.

کلمات کلیدی: کرم‌های خاکی، اپی جییک، تنوع، اصفهان، مارگالف



## مقدمه

توانایی کرم‌های خاکی در بازیافت ضایعات آلی کشاورزی و زباله‌های شهری و همچنین تولید کود آلی (ورمی‌کمپوست)، سالهاست که شناخته شده و شناسایی این موجودات در خاکها و شرایط مختلف اقلیمی در بعضی کشورها انجام می‌پذیرد (یحیی آبادی 1391). هر یک از گونه‌های کرم‌های خاکی بخاطر خصوصیتی از قبیل اختلاف در سازگاری با شرایط دمایی گوناگون، اختلاف در توانایی تبدیل مواد آلی به ورمی‌کمپوست، تفاوت در نحوه پرورش و برداشت و پاره‌ای از صفات دیگر از سایر گونه‌ها متمایز هستند. بیش از 3500 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 بوجود آمده و بومی آنجا شده‌اند و سپس از طریق انسان به سایر نقاط جهان انتقال یافته‌اند (Jamieson, 1988; Reynolds, 1994). فراوانی نسبی و ترکیب جمعیتی جانوران بومی خاکی بطور کلی بستگی به خاک، آب و هوا، پوشش گیاهی، نوع کاربری خاک و همچنین هجوم گونه‌های غیر بومی دارد (Hale و همکاران، 2000). انتخاب و گسترش برخی از گونه‌های خاص کرم‌های خاکی (بمنظور تولید ورمی‌کمپوست) و به ویژه گونه‌های غیر بومی موجب کاهش تنوع زیستی گونه‌های بومی در زیستگاه‌های خود شده و نقش مثبت آنها را کمرنگ می‌کنند. تحقیقات ناچیزی در باره شناسایی و تاکسونومی کرم‌های خاکی در ایران انجام گرفته است و در استان اصفهان نیز فعالیت مدونی در خصوص شناسایی کرم‌های خاکی گروه اپی‌جیبیک انجام نشده است. اولین تحقیقات شناسایی کرم‌های خاکی توسط عمرانی (1973) انجام شد. در سال‌های اخیر نیز تحقیقاتی توسط لطیف و همکاران (2009) و عزت پناه و همکاران (2010) به انجام رسیده است. در ایران، کرم‌های خاکی عمدتاً به منظور تولید ورمی‌کمپوست استفاده شده و برای این کار از کرم‌های گونه *Eisenia fetida* استفاده می‌شود. از نظر تاکسونومی، کرم‌های خاکی متعلق به شاخه *Annelida* رده *Clitellata* و زیر رده *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, 1996). در خانواده *Lumbricidae* نزدیک به 300 گونه کرم خاکی وجود دارد. از نظر محیط اکولوژیک، کرم‌های خاکی را به سه دسته عمده، *Anecic*، *Endogeic*، *Epigeic* تقسیم‌بندی می‌کنند (Lee, 1985). 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 اپی‌جیبیک، می‌توان به گونه‌های *Eisenia fetida* و *Lumbricus rubellus* اشاره کرد. کرم‌های خاکی گروه *Endogeic*، انواعی هستند که در قسمت‌های عمیق خاک زندگی می‌کنند و از خاک تغذیه کرده و عناصر غذایی را از مواد آلی تجزیه شده تأمین می‌کنند. در این گروه می‌توان به گونه‌های *Allolobofora caliginosa* 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

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های 93-91 و در استان اصفهان به اجرا درآمد. ابتدا ده نقطه از استان به منظور انجام نمونه‌برداری انتخاب شدند (شکل 1). 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 اپی‌جیبیک را یافت و از سویی دیگر بتوان بیشترین تنوع زیستگاه کرم‌های خاکی را در این تحقیق مورد بررسی قرار داد. به منظور 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 گونه‌ی 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،



کد محل نمونه‌برداری و زمان نمونه‌برداری را نشان می‌دهد (جدول 1).

### نتایج

در مجموع چهار گونه از کرم‌های خاکی گروه اپی‌جینیک شناسایی شدند (شکل 2):

*Dendrobaena veneta* (Rosa, 1886)

*Eisenia fetida* (Savigny, 1826)

*Dendrodriilus rubidus* (Savigny, 1826)

*Dendrobaena hortensis* (Michaelson, 1890)

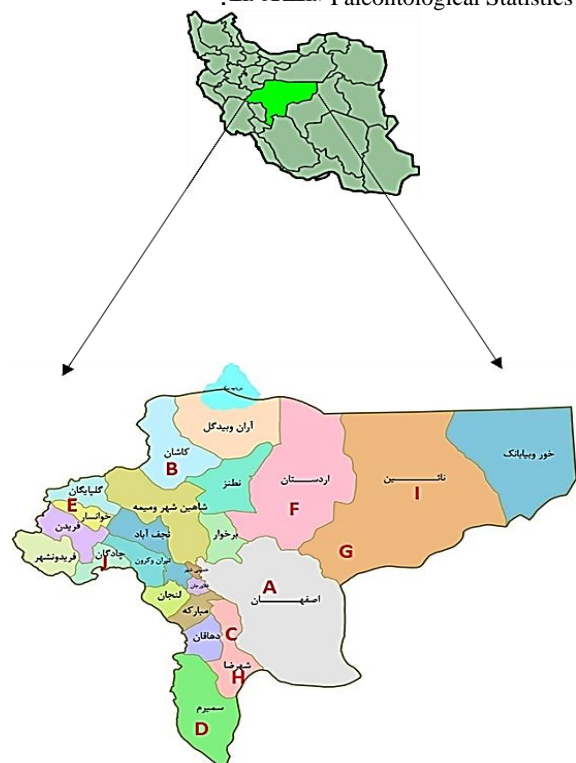
گونه *Dendrobaena veneta* معروف به *Eisenia hortensis* که به خانواده Lumbricidae تعلق دارد و در برخی نامگذاری‌ها به *Eisenia veneta* نیز معروف است. کرم بالغ دارای طول 150-55 میلی‌متر بوده و متشکل از 145-103 حلقه می‌باشد. بدن کرم به شکل استوانه‌ای و در قسمت انتها و شکم حالت صاف است. قطر بدن 4-8 میلیمتر، 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. و کمربند جنسی از بند 26 تا 32 یا 27 تا 33 امتداد دارد و به شکل زین اسبی (Saddle-shaped) می‌باشد. محل قرارگیری غده Tubercle در بند 30-31، رنگ کمربند جنسی کم‌رنگ‌تر از سایر قسمت‌ها می‌باشد. در این کرم، خارهای حرکتی (Setae) نیز به صورت جفتی باز از هم (Widely paired) هستند.

جدول 1: مشخصات محل و زمان نمونه‌برداری

رنگ بخش شکمی و بالایی کرم، شماره حلقه‌های محل استقرار کمربند جنسی، تعیین محل قرار گیری غده شکمی در کمربند جنسی (Tubercle)، شکل سر و پیش دهان کرم (Prostomium) و ترشح مایع سلومی (Coelomic) و رنگ آن انجام شد. برای شناسایی کرم‌ها از کلید Zicsi و Csuzdi (2003) و کلید شناسایی Blakemore (2002) استفاده شد. به منظور محاسبه تنوع زیستی گونه‌های مختلف کرم‌های خاکی گروه اپی‌جینیک در زیستگاه‌های مختلف، از یکی از شاخص‌های غنای گونه‌ای استفاده گردید. از معتبرترین شاخص‌های اندازه‌گیری غنای گونه‌ای، شاخص مارگالف است. هر چه مقدار این شاخص بیشتر باشد حاکی از تعداد بیشتر گونه‌ها می‌باشد و این بیانگر این مطلب می‌باشد که در محیط، آشفستگی 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 بدست آمد. به منظور محاسبه شاخص غنای گونه‌ای مارگالف کرم‌های خاکی در مناطق نمونه‌برداری، از فرمول زیر استفاده گردید:

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

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 1/93) Paleontological Statistics استفاده شد.



شکل 1: موقعیت جغرافیایی مناطق نمونه‌برداری در استان اصفهان

جدول 1، اطلاعات مربوط به ده منطقه نمونه‌برداری و بیست کد محل نمونه‌برداری و همچنین مختصات جغرافیایی هر



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

**گونه *Eisenia fetida*:** به رنگ قرمز متمایل به قهوه‌ای بلوطی و به صورت نوارهای متناوب تیره و روشن دیده می‌شود. طول آن در زمان بلوغ 100-50 میلی‌متر می‌باشد و متشکل از 80-120 حلقه است. شکل بدن استوانه‌ای و قطر بدن 4-5 میلی-متر و کمر بند جنسی (کلیتوم) بین بندهای 24 تا 32 قرار دارد. رنگ کمر بند جنسی هم‌رنگ سایر بخش‌های کرم است. محل قرارگیری غده Tubercle در بند 31-28 بوده و آرایش قرارگیری خارهای حرکتی به شکل جفتی نزدیک به هم می‌باشد. این گونه به هنگام تحریکات خارجی، مایع سلومی به رنگ زرد کمرنگ از خود ترشح می‌کند. کوکون‌ها در این گونه به شکل لیمویی هستند. آیزنیا فتیدا از کرم‌های گروه اکولوژیک اپی‌جیبیک محسوب می‌شود و عمدتاً بقایای گیاهی و مواد آلی مصرف می‌کند و تمایل بسیار کمی به خوردن خاک دارد.

**گونه *Dendrodrius rubidus*:** این گونه به رنگ قرمز تیره در پشت و قرمز کمرنگ در بخش شکمی دیده می‌شود. در انتهای بدن (دم) رنگ زرد دیده می‌شود. طول آن در زمان بلوغ 100-20 میلی‌متر می‌باشد و متشکل از 50-120 حلقه (Segment) است. شکل بدن استوانه‌ای و قطر بدن 2-5 میلی‌متر و کمر بند جنسی (کلیتوم) بین بندهای 25، 26 و 27 تا 31 و 32 قرار دارد. رنگ کمر بند جنسی هم‌رنگ سایر بخش‌های کرم است. محل قرارگیری غده Tubercle در بند 30-28 بوده و آرایش قرارگیری خارهای حرکتی به شکل جفتی باز از هم می‌باشد. این گونه به هنگام تحریکات خارجی، مایع سلومی به رنگ زرد پررنگ از خود ترشح می‌کند. کوکون‌ها در این گونه به شکل لیمویی هستند. این گونه نیز از کرم‌های گروه اکولوژیک اپی‌جیبیک محسوب می‌شود و عمدتاً بقایای گیاهی و مواد آلی مصرف می‌کند و البته به خوردن خاک نیز تمایل دارد.

**گونه *Dendrobaena hortensis*:** این گونه به رنگ‌های متغیر از صورتی کمرنگ تا قرمز متمایل به بنفش و قرمز شرابی دیده می‌شود و در بخش دم به رنگ زرد تا سفید ممکن است رویت شود. طول آن 60-20 میلی‌متر می‌باشد و متشکل از 90-30 حلقه است. شکل بدن استوانه‌ای، و در انتها پهن است؛ قطر بدن 4-2 میلی‌متر و کمر بند جنسی (کلیتوم) بین بندهای 27 تا 33 قرار دارد و به شکل زین ضخیم است. رنگ کمر بند جنسی هم‌رنگ سایر بخش‌های کرم است. محل قرارگیری غده Tubercle در بند 31 تا نیمی از 32 بوده و آرایش قرارگیری خارهای حرکتی به شکل جفتی باز از هم می‌باشد. این گونه به هنگام تحریکات خارجی، مایع سلومی به رنگ سفید چسبنده از خود ترشح می‌کند. این گونه نیز از کرم‌های گروه اکولوژیک اپی‌جیبیک محسوب می‌شود و عمدتاً بقایای گیاهی و مواد آلی مصرف می‌کند و

ماه نمونه‌برداری	مختصات نمونه‌برداری	کد محل (زیستگاه)*	مناطق نمونه‌برداری
اردیبهشت	32°38'32/63" شمالی 51°39'43/08" شرقی	A-1	اصفهان
مهر	32°38'40/27" شمالی 51°39'50/04" شرقی	A-2	
اردیبهشت	33°58'8/20" شمالی 51°25'3/29" شرقی	B-1	کاشان
اردیبهشت	34°2'8/05" شمالی 51°20'27/38" شرقی	B-2	
تیر	31°59'43/12" شمالی 51°48'50/69" شرقی	C-1	شهرضا
آبان	32°0'3/36" شمالی 51°51'4/39" شرقی	C-2	
مرداد	31°23'31/67" شمالی 51°35'29/46" شرقی	D-1	سمیرم
خرداد	31°12'54/96" شمالی 51°46'42/45" شرقی	D-2	
مرداد	33°14'50/92" شمالی 50°19'11/97" شرقی	E-1	خوانسار
مرداد	33°15'30/47" شمالی 50°17'22/08" شرقی	E-2	
اردیبهشت	33°22'41/62" شمالی 52°22'19/93" شرقی	F-1	اردستان
اردیبهشت	33°23'5/48" شمالی 52°22'49/22" شرقی	F-2	
فروردین	32°51'19/06" شمالی 53°4'29/00" شرقی	G-1	نابین
فروردین	33°51'47/91" شمالی 53°6'7/94" شرقی	G-2	
تیر	31°39'43/05" شمالی 51°55'27/14" شرقی	H-1	اسفرجان
اردیبهشت	31°39'19/12" شمالی 51°54'29/15" شرقی	H-2	
فروردین	33°18'36/92" شمالی 53°43'0/39" شرقی	I-1	انارک
فروردین	33°18'37/82" شمالی 53°41'59/63" شرقی	I-2	
خرداد	32°45'0/25" شمالی 50°39'23/91" شرقی	J-1	چادگان
شهریور	32°43'55/77" شمالی 50°45'57/17" شرقی	J-2	





شکل 2: گونه‌های کرم‌های خاکی اپی جنیک شناسایی شده

0/434	<i>Dendrobaena veneta</i>	Epigeic	4	فضای سبز شهری	-1
	<i>Eisenia fetida</i>	Epigeic	6	فضای سبز شهری	-1
0/738	?	?	2	ساحل زاینده‌رود	-2
	<i>Eisenia fetida</i>	Epigeic	8	ساحل زاینده‌رود	-2
	<i>Dendrobaena veneta</i>	Epigeic	5	ساحل زاینده‌رود	-2
					A

\* علامت ؟ به معنی عدم شناسایی گونه کرم می‌باشد.

جدول 3: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه کاشان (B)

شخص مارگالف	گونه	گروه اکولوژیک	فراوانی	زیستگاه	کد محل
0/455	<i>Dendrobaena veneta</i>	Epigeic	6	فضای سبز شهری	-1
	<i>Dendrodrilus rubidus</i>	Epigeic	3	فضای سبز شهری	-1
0/480	<i>Eisenia fetida</i>	Epigeic	7	باغ	-2
	<i>Dendrodrilus rubidus</i>	Epigeic	1	باغ	-2

جدول 4: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه شهرضا (C)

شخص مارگالف	گونه	گروه اکولوژیک	فراوانی	زیستگاه	کد محل
-------------	------	---------------	---------	---------	--------

در تهیه ورمی کمپوست به کار گرفته می‌شود. با این حال، به خوردن خاک نیز تمایل دارد.

#### 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 شناسایی یک گونه متمایز دیگر نیز در این محل میسر نشد. شاخص مارگالف در فضای سبز شهری برابر 0/434 و در ساحل رودخانه معادل 0/738 محاسبه شد؛ بنابراین غنای گونه‌ای در ساحل رودخانه بیشتر بوده است (جدول 2). در منطقه کاشان، دو کد محل فضای سبز شهری و باغ گل محمدی برای بررسی تنوع کرم‌های خاکی گروه اپی جنیک انتخاب شدند. در زیستگاه فضای سبز شهری گونه *Dendrobaena veneta* و گونه *Dendrodrilus rubidus* نمونه برداری و شناسایی شدند. در زیستگاه خاک باغ، گونه *E. fetida* و *D. rubidus*

شناسایی شدند. شاخص غنای گونه‌ای مارگالف برای فضای سبز شهری 0/455 و در خاک باغ معادل 0/480 محاسبه شد (جدول 3). 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. rubidus* و *D. veneta* شناسایی شدند. در محل انباشت کود، سه گونه شامل گونه *D. veneta*، گونه *E. fetida* و گونه *Dendrobaena hortensis* شناسایی شدند و به همین دلیل بود که شاخص غنای مارگالف در این زیستگاه، برابر 0/621 و بیش از میزان اندازه‌گیری شده در مزرعه یونجه (0/434) بدست آمد (جدول 4).

جدول 2: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه اصفهان (A)

شخص مارگالف	گونه	گروه اکولوژیک	فراوانی	زیستگاه	کد محل
-------------	------	---------------	---------	---------	--------



0/480	<i>Dendrobaena veneta</i>	Epigeic	4	فضای سبز شهری	-1 E
	<i>Dendrodrilus rubidus</i>	Epigeic	4	فضای سبز شهری	-1 E
0/558	<i>Dendrobaena veneta</i>	Epigeic	5	مرتع	-2 E
	?	?	1	مرتع	-2 E

\* علامت ؟ نشان از عدم شناسایی گونه کرم می‌باشد.

در منطقه اردستان، فضای سبز شهری و باغ سیب به عنوان دو زیستگاه انتخاب شدند. در خاک فضای سبز شهری، فقط گونه *D. veneta* و در خاک باغ نیز فقط گونه *D. veneta* شناسایی شدند و به همین علت شاخص مارگالف در هر دو زیستگاه برابر صفر محاسبه شدند (جدول 7).

جدول 7: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه اردستان (F)

کد محل	زیستگاه	فراوانی کرم	گروه اکولوژیک	جنس	شاخص مارگالف
-1 F	فضای سبز شهری	6	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	0
-2 F	باغ	3	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	0

در منطقه نایین، در فضای سبز شهری، گونه‌های *E. fetida* و *D. veneta* شناسایی شدند و شاخص مارگالف در این زیستگاه برابر 0/455 محاسبه شد. در خاک باغ، فقط گونه *D. hortensis* رویت شد و به همین دلیل شاخص مارگالف در این زیستگاه، صفر شد (جدول 8).

جدول 8: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه نایین (G)

کد محل	زیستگاه	فراوانی کرم	گروه اکولوژیک	جنس	شاخص مارگالف
G-1	فضای سبز شهری	8	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	0/455
G-1	فضای سبز شهری	1	Epigeic	<i>Eisenia fetida</i>	
G-2	باغ	4	Epigeic	<i>Dendrobaena hortensis</i>	0

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 0/868 محاسبه شد. در ساحل نهر آب در این منطقه نیز گونه *D. veneta* و گونه *Dendrodrilus rubidus* حضور داشتند و شاخص غنای این محل نیز 0/480 به دست آمد (جدول 9).

جدول 9: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه اسفرجان (H)

0/434	<i>Dendrobaena veneta</i>	Epigeic	3	مزرعه یونجه	-1 C
	<i>Dendrodrilus rubidus</i>	Epigeic	7	مزرعه یونجه محل	-1 C
0/621	<i>Dendrobaena veneta</i>	Epigeic	9	انباشت کود (گاوداری)	-2 C
	<i>Eisenia fetida</i>	Epigeic	10	انباشت کود (گاوداری)	-2 C
	<i>Dendrobaena hortensis</i>	Epigeic	6	انباشت کود (گاوداری)	-2 C

در منطقه سمیرم واقع در جنوبی ترین نقطه استان اصفهان، دو کد محل باغ سیب و ساحل دریاچه به منظور نمونه برداری 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 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 0/677 و در زیستگاه دوم برابر 0/369 محاسبه شد (جدول 5).

جدول 5: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه سمیرم (D)

کد محل	زیستگاه	فراوانی کرم	گروه اکولوژیک	گونه	شاخص مارگالف
-1 D	باغ	10	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	
-1 D	باغ	7	Epigeic	<i>Dendrobaena hortensis</i>	0/667
-1 D	باغ	3	?	?	
-2 D	ساحل دریاچه	7	Epigeic	<i>Eisenia fetida</i>	0/369
-2 D	ساحل دریاچه	8	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	

\* علامت ؟ نشان از عدم شناسایی گونه کرم می‌باشد.

در منطقه خوانسار، فضای سبز شهری و مرتع به عنوان زیستگاه کرم‌های خاکی اپی‌جیبیک انتخاب شدند. در فضای سبز شهری، دو گونه کرم خاکی *D. veneta* و *D. rubidus* شناسایی شدند. در مرتع مورد بررسی نیز گونه *D. veneta* شناسایی شد اما گونه‌ای دیگر قابل شناسایی نبود. شاخص مارگالف در زیستگاه اول، 0/480 و در زیستگاه مرتع معادل 0/558 محاسبه شدند (جدول 6).

جدول 6: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه خوانسار (E)

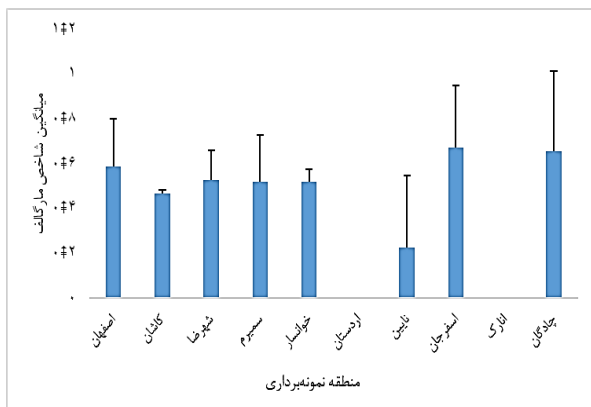
کد محل	زیستگاه	فراوانی کرم	گروه اکولوژیک	جنس	شاخص مارگالف
--------	---------	-------------	---------------	-----	--------------



پابین تکثیر آن‌ها می‌دانند. شکل 4، 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 تنوع بترتیب 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 اپی جیبیک می‌باشد. کمترین تنوع گونه کرمهای مورد مطالعه، در اردستان و انارک مشاهده شد. به نظر 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.

جدول 10: زیستگاه، گونه، گروه اکولوژیک و شاخص مارگالف کرم خاکی در منطقه چادگان (J)

کد محل	زیستگاه	فراوانی کرم	گروه اکولوژیک	جنس	شاخص مارگالف
J-1	فضای سبز شهری	7	Epigeic	<i>Eisenia fetida</i>	0/402
J-1	فضای سبز شهری خاک	5	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	
J-2	ساحل زاینده‌رود خاک	3	Epigeic	<i>Eisenia fetida</i>	
J-2	ساحل زاینده‌رود خاک	4	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	0/910
J-2	ساحل زاینده‌رود خاک	2	Epigeic	<i>Dendrobaena hortensis</i>	

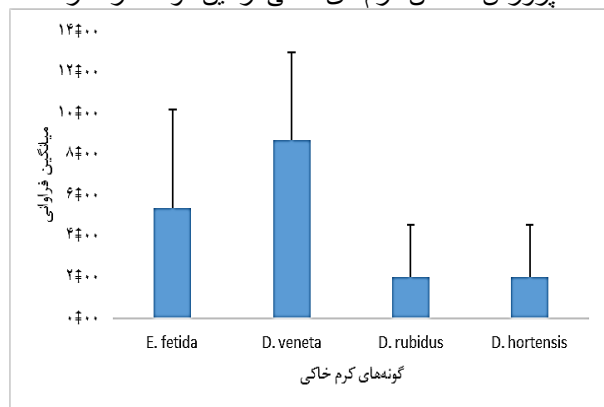


کد محل	زیستگاه	فراوانی کرم	گروه اکولوژیک	گونه	شاخص مارگالف
-1 H	باغ	4	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	
-1 H	باغ	5	Epigeic	<i>Eisenia fetida</i>	0/868
-1 H	باغ	1	Epigeic	<i>Dendrobaena hortensis</i>	
-2 H	کنار نهر آب	3	Epigeic	<i>Dendrobaena veneta</i>	
-2 H	کنار نهر آب	5	Epigeic	<i>Dendrodrilus rubidus</i>	0/480

در منطقه انارک، به علت 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 خاک فضای سبز، حاوی دو گونه‌ی کرم اپی‌جیبیک بود که شامل گونه‌های *E. fetida* و *D. veneta* 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 0/402 و در زیستگاه دوم برابر 0/910 محاسبه شدند (جدول 10).

## بحث

شکل 3، نمودار فراوانی گونه‌های شناسایی شده را نشان می‌دهد. گونه *Dendrobaena veneta*، بیشترین فراوانی را بین گونه‌های شناسایی شده دارد. Dominguez و Edwards (2010) معتقدند که این گونه کرم خاکی اپی جیبیک نسبت به سایر گونه‌ها، دامنه وسیعتری از رطوبت‌های خاک را تحمل می‌کند. Mirmonsef و همکاران (2011) 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 تولید کنندگان ورمی‌کمپوست از این گونه کرم اپی‌جیبیک استفاده می‌کنند و عمدتاً با گونه *D. veneta* آشنایی کافی ندارند. کمترین فراوانی مربوط به گونه‌های *Dendrodrilus rubidus* و *Dendrobaena hortensis* می‌باشد. Dominguez و Edwards (2010)، علت عدم استفاده پرورش‌دهندگان کرم‌های خاکی از این گونه‌ها را سرعت



شکل 4: نمودار میانگین شاخص مارگالف کرم‌های خاکی اپی‌جیبیک برای مناطق مختلف نمونه‌برداری

شکل 3: نمودار فراوانی گونه‌های شناسایی شده در استان اصفهان

World. (First CD Edition). VermEcology, PO BOX 414 Kippax, ACT 2615, Australia. 426 p.

4. **Birundha, M.; Paul, J.A. and Mariappan P., 2013.** Growth and reproduction of *Perionyx excavatus* in different organic wastes. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. Vol. 2, No. 2, pp: 28-35.
5. **Csuzdi, C. and Zicsi, A., 2003.** Earthworms of Hungary (Annelida: Oligochaeta, Lumbricidae). In: Csuzdi, Cs. and Mahunka, S. (Eds). Budapest: Natural History museum.
6. **Dominguez, J. and Edwards, C.A., 2010.** Biology and Ecology of Earthworm Species Used for Vermicomposting. CRC press. 575 p.
7. **Edwards, C.A. and Bohlen J.P.; 1996.** Biology and Ecology of earthworms 3th ed. Chapman and Hall, London.
8. **Edwards, C.A. and Neuhauser, E.F.; 1988.** Earthworms in waste and environmental management. Academic publishing, Nether Lands. 391 P.
9. **Edwards, C.A., 1995.** Historical overview of vermicomposting. Biocycle. Vol. 36, No. 6, pp: 56-58.
10. **Ezzatpanah, S., 2010.** Earthworms of the Markazi province, Iran Annelida: ligochaeta: Lumbricidae. Calodema. Vol. 122, pp: 1-9.
11. **Grant, W.C.; 1955.** Temperature relationships in the megascolecid earthworm, *pheretima hupeiensis*. Ecology. Vol. 36, No. 3, pp: 412- 417.
12. **Hale, C.M.; Frelich, L.E. and Reich, P.b., 2000.** Impact of invading European earthworms on understory plant communities in previously worm-free

برخی از محققین نیز به وجود گونه‌های مختلف از گروه‌های اکولوژیک کرم‌های خاکی در سایر نقاط کشور اشاره کرده‌اند. Ezzatpanah (2010) در استان مرکزی موفق به شناسایی *Dendrobaena*، *Ap. rosea*، *Aporrectodea caliginosa*، *Dendrodrilus rubidus*، *D. veneta*، *D. octaedra*، *hortensis*، *Eisenia fetida* و *Eiseniella tetraedra* گردید. Latif و همکاران (2009) در مطالعه زیستگاه‌های مختلف در منطقه البرز مرکزی ایران، موفق به شناسایی 12 گونه از کرم‌های خاکی خانواده Lumbricidae شدند که از جمله کرم‌های اپی‌جیبیک در آن‌ها می‌توان به *Eisenia fetida*، *Dendrodrilus rubidus*، *D. veneta* و *Eiseniella tetraedra* اشاره کرد که گونه آخر عمدتاً در زیستگاه‌های آبی مشاهده شد. Omrani و همکاران (2005)، در بخش‌هایی از شمال ایران، هفت گونه از گروه‌های مختلف اکولوژیک را شامل *A. jassyensis*، *A. kaznakovi*، *A. caliginosa*، *A. rosea*، *E. fetida* و *D. veneta* شناسایی کردند و اعلام کردند که گونه *Eisenia fetida* حدوداً 18 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 بیشتری مورد بررسی قرار گیرند تا جامعیت نتایج، حاصل شود. از طرفی با توجه به اینکه اکثر تولید کنندگان ورمی‌کمپوست فقط با کرم خاکی *Eisenia fetida* آشنا هستند و با سایر کرم‌های اپی‌جیبیک تولید کننده ورمی‌کمپوست آشنایی ندارند؛ لازم است گونه‌های دیگر نیز مورد توجه قرار گرفته تا تنوع زیستی این موجودات در خاک کاهش نیابد.

### 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 می‌شود.

### منابع

1. **هاشمی مجد، ک.**، 1382. شناسایی گونه *Eisenia fetida* برخی از مناطق شمالی ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال 7، شماره 4.
2. **یحیی آبادی، م.**، 1391. کرم‌ها زباله‌هایم را می‌خورند. (ترجمه). نشر نصوص. 175 صفحه.
3. **Blakemore, R.J. 2002.** Cosmopolitan Earthworms an Eco-Taxonomic Guide to the Peregrine Species of the

- Bodenkunde und Bodenerhaltung und ropeninstitut der Justus Liebig-Universität Giessen.
19. **Omrani, G.A.; Zamanzadeh, M.; Maleki, A. and Ashori, A., 2005.** Earthworm Ecology in the Northern part of Iran: with Emphasis on Compost Worm *Eisenia fetida*. Journal of Applied science. Vol. 5, No. 8, pp: 1434-1437.
  20. **Paoletti, M.G., 1999.** The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. Agriculture, Ecosystem and environment. Vol. 74, pp: 137-155.
  21. **Reinecke, A.J.; Viljoen A.A. and Saayman, R.J., 1992.** 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. 24, No. 12, pp: 1295-1307.
  22. **Reynolds, J.W., 1994.** Earthworms of the world. Global biodiversity. Vol. 4, pp: 11-16.
  23. **Suthar, S., 2012.** Earthworm biodiversity in western in arid and semiarid lands of India. Environmentalist. Vol. 31, pp: 74-86.
  - hard wood forest of Minnesota. Abstract of the Ecological Society of America. Vol. 85, 112 p.
  13. **Jamieson, B., 1988.** On the phylogeny and higher classification of the Oligochaeta. Cladistics. Vol. 4, pp: 367-401.
  14. **Latif, R.; Ezzatpanah, S.; Malek, M. and Parsa, H., 2009.** Earthworms of the Central Elburz Mountains, Iran. Iranian Journal of Animal Biosystematics(IJAB). Vol. 5, No. 2, pp: 1-15.
  15. **Lee, K.E., 1985.** Earthworms. Their Ecology and relationships with soils and Land use. Academic press, Sydney. 411 p.
  16. **Margalef, R., 1958.** Information Theory in Ecology, General Systematics. Vol. 3, pp: 36-71.
  17. **Mirmonsef, H.; Malek, M. and Latif, R., 2011.** The Earthworm Fauna of Tehran Province, Iran: an ecological Characterization Iranian. Journal of Animal Biosystematics (IJAB). Vol. 7, No. 2, pp: 89-97.
  18. **Omrani, G.A.; 1973.** Bodenzoologische Untersuchungen über Regenwürmer im Zentral- und Nordiran. Inaugural Dissertation. Institut für

