

مطالعه رشد و تکثیر کرم خاکی (*Eisenia fetida*) بر بستر پرورشی حاوی ضایعات مختلف صنعتی و کشاورزی

• زهرا عبادی

عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج، ایران

• عباس گرامی

عضو هیأت علمی دانشگاه تهران، تهران، ایران

• کیانوش سامی

کارشناس موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش دی ماه: ۱۳۸۵

Email: ebadi_55@yahoo.com

چکیده

چگونگی رشد و تکثیر کرم خاکی (*Eisenia fetida*) بر روی ضایعات و بقایای مختلف کشاورزی و صنعتی (تفاله گوجه فرنگی، ضایعات سیب زمینی، تفاله جو، باگاس، خاک اره و خاک) در مخلوط با کود حیوانی در سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ مورد بررسی قرار گرفت. نسبت رشد و تولید مثل، بیومس تولیدی و افزایش وزن روزانه (*E. fetida*) (ADG) تعیین شد. این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل ۴×۶ با یک تیمار شاهد در سه تکرار به اجرا درآمد. برای تعیین مناسب‌ترین بستر، از آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد. نتایج بررسی نشان داد که بین تیمارها و سطوح مختلف اختلاف معنی دار ($p < 0.0001$) از نظر نسبت‌های بازدهی و تکثیر، تولید بیومس و ADG وجود دارد. بیشترین نسبت بازدهی و افزایش وزن در تیمار خاک اره مشاهده شد و این نسبت در سطح ۲۵٪ برابر با $13/20 \pm 69/48$ (گرم ثانویه به گرم اولیه) بدست آمد. بالاترین میزان نسبت تکثیر و تعداد کرم در بستر تفاله گوجه فرنگی مشاهده شد و این نسبت در سطح ۷۵٪ برابر با $75 \pm 8/75$ (تعداد ثانویه به تعداد اولیه) به دست آمد. کمترین نسبت بازدهی و تکثیر در تیمار تفاله جودیده شد (به ترتیب $1/09 \pm 6/64$ گرم ثانویه به اولیه و $0/89 \pm 3/85$ تعداد ثانویه به اولیه). حداکثر بیومس در بسترهای خاک اره و کود حیوانی تولید شد و به ترتیب برابر $372/84$ و $338/14$ گرم و حداقل آن در تیمارهای ضایعات سیب زمینی و تفاله جو به ترتیب به مقدار $134/94$ و $45/08$ گرم بدست آمد. نتایج نشان می‌دهد، کثرت جمعیت کرم در بستر تفاله گوجه فرنگی، منجر به کاهش میزان افزایش وزن روزانه آن ($5/52$ میلی‌گرم / کرم / روز) شده و بالعکس بالاترین سطح افزایش وزن روزانه متعلق به تیمار تفاله جو ($25/63$ میلی‌گرم / کرم / روز) می‌باشد. در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که بسترهای تفاله گوجه فرنگی، خاک اره، باگاس، کود حیوانی و خاک بهترین شرایط را برای رشد و تکثیر کرم خاکی فراهم کرده‌اند.

کلمات کلیدی: کرم خاکی، رشد، تکثیر، بقایای کشاورزی، ضایعات صنعتی

Pajouhesh & Sazandegi No 76 pp: 164-170

Study on earthworm (*Eisenia fetida*) growth and reproduction in substrates of different agricultural and industrial wastes

By: Z. Ebadi, Scientific Member of Animal Science Research Institute, Karaj, Iran, A. Grami Scientific Member of Tehran University, Tehran, Iran, K. Sami Expert of Animal Science Research Institute

The effect of different agricultural and industrial residues (tomato, potato, barley, sugar-cane, sawdust and soil) mixed with cow manure at four levels of 25, 50, 75 and 100 percent was studied. The growth and reproduction rates, biomass production and average daily gain (ADG) of *Eisenia fetida* on a variety of organic wastes were estimated. A 6x4 factorial experiment and completely randomized design with a control treatment, three replications was used. The suitable cultures were determined using principal component analysis (PCA). There was a highly significant ($p < 0.0001$) in the growth and reproduction rates, biomass production and ADG between agricultural residues groups. The highest growth rate and maximum weight of worm was attained in the mixing of sawdust at % 25 levels (69.48 ± 13.20 final gr/initial gr). The maximum biomass of worm was obtained in substrates of sawdust and cow manure 372.84 and 338.14 gr respectively, whereas the treatment of potato and barley had the minimums biomass (134.94 and 45.08 gr respectively). The highest reproduction rate and the number of worm was obtained in the tomato mixture at %75 level (74.00 ± 8.75 final nu./initial nu.). The lowest growth and reproduction rates was in the barely residues (6.64 ± 1.09 and 3.85 ± 0.89 respectively), whereas the maximum of ADG was in this treatment (25.63 mg/w/d), on the contrary the large population density of earthworms in the tomato substrates resulted in reduction of ADG (5.52 mg/w/d). In general, the results of this experiment indicated that tomato, sawdust, sugar-cane, cow manure and soil mixtures produced the best environment for growth and reproduction of earthworms.

Key words: Earthworms, Growth rate, Reproduction, Agricultural residues, Industrial wastes

مقدمه

(۱۸) کود گاوی را به عنوان سوبسترا برای کرم خاکی *E. faetida* استفاده کردند. Dominguez و همکاران (۱۱)، تجزیه و پروسس لجن را توسط کرم خاکی (*E. andrei*) مورد مطالعه قرار دادند. به علت افزایش سرعت تجزیه میکروبی، لجن فاضلاب هضم شده توسط کرم، سه بار سریع تر از لجن هضم نشده، تجزیه شد و پایدار گردید. Atiyeh و همکاران (۷، ۶) گزارش نمودند که در اثر فعالیت کرم‌های خاکی روند تجزیه و ثبات کود حیوانی (گاوی و خوکی) با سرعت بیشتری صورت گرفت و با توسعه خصوصیات بیوشیمیایی، مناسب رشد گیاه شده است. در سال‌های اخیر محققین به سایر جنبه‌های مصرف کرم خاکی نیز توجه نموده‌اند (۱، ۳، ۱۲، ۱۴، ۱۹، ۲۰، ۲۲). برخی از گزارشات پودر کرم خاکی را به عنوان منبع پروتئینی و جایگزین مناسب پودر ماهی توصیه کردند (۱۴، ۲۰، ۲۲). Elboushy و همکاران (۱۴) تبدیل بیولوژیکی ضایعات مختلف، توسط کرم را مورد توجه قرار دادند و تکنیک‌های مختلف تولید، برداشت و مصرف آنرا (به شکل کمپوست، پروتئین خشک و مرطوب) گزارش نمودند. برای موفقیت در صنعت پرورش کرم خاکی، ضرورت بررسی جامع در چگونگی رشد و تکثیر کرم بر روی بسترهای گوناگون و انتخاب شرایط و بستر مناسب، احساس می‌شود. ترکیبات شیمیایی بقایای آلی متاثر از عوامل مختلف بوده (شرایط آب و هوایی، مواد مصرفی بستر، جمع آوری، ذخیره سازی، نگهداری و...) و می‌تواند بر رشد و تکثیر کرم تأثیر به سزایی داشته باشد. تحقیق در این زمینه، بالاخص در کشور ما به دلیل حجم

بخش عظیمی از محصولات کشاورزی اعم از زراعی، باغی و دامی که با صرف هزینه‌های گران تولید می‌شود به دلایل متعدد در چرخه تولید تا مصرف ضایع شده و از بین می‌رود. میزان این ضایعات در کشور ما بسیار بالاست و برای محصولات مختلف از ۱۰ تا ۵۰٪ و بیش از آن نیز گزارش شده است (۴). این مسئله منجر به مشکلات عدیده زیست محیطی و اقتصادی در کشور شده است. اخیراً محققین بر آن شده‌اند تا با یافتن راه حل‌های مناسب، از بقایای آلی و مواد دفعی غیر قابل مصرف، استفاده مفید کرده تا علاوه بر کاهش اثرات سوء زیست محیطی، گام‌های مؤثری نیز برای کنترل و مدیریت ضایعات برداشته شود. مسلماً برای رسیدن به این اهداف می‌باید از عملیات جایگزینی استفاده شود که کاملاً متکی به منابع داخلی باشد تا کشاورزی پایداری که در آن افزایش بهره وری، بهبود کیفیت و بهینه کردن ساختار اقتصادی، دنبال می‌گردد، فراهم و برقرار شود. زیست فراپاشی^۱ مواد دفعی، یکی از روش‌های پیشنهادی برای غلبه بر این معضل است (۱۶). بقایای آلی می‌توانند توسط کرم‌های خاکی هضم شده و با تغییرات به عمل آمده، پایدار شده و به محصولات ارزشمند پروتئینی چون بیومس (کرم) و کمپوست زراعی (ورمی کمپوست) با درجه عالی تبدیل شوند. گزارشات متعددی در زمینه مصرف بقایای آلی مثل لجن فاضلاب، بقایای دامی و ضایعات صنعتی و کشاورزی، توسط کرم خاکی وجود دارد (۲، ۵، ۷، ۱۱، ۱۶، ۱۷). Hernandez و همکاران

۲۵ گروه آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل ۴×۶ با یک تیمار شاهد در سه تکرار به اجرا در آمد. اثرات شش تیمار تفاله گوجه فرنگی، ضایعات سیب زمینی، تفاله جو، باگاس، خاک اره و خاک، در مخلوط با کود حیوانی (شاهد) در چهار سطح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪، مورد بررسی قرار گرفت. مدل آماری کل تیمارها و بخش فاکتوریل به صورت زیر اعمال شد:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad (i=1, \dots, 25, j=1, 2, 3)$$

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (i=1, \dots, 6, j=1, \dots, 4, k=1, 2, 3)$$

داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS به روش ANOVA تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین آن‌ها به روش دانکن تعیین گردید (۲۱). برای مشخص شدن بهترین تیمارها، داده‌ها توسط آزمون آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و با استفاده از ماتریکس همبستگی پارامترهای بیولوژیکی و کیفی کرم (نسبت بازدهی و تکثیر، حداکثر وزن، تعداد کل، میزان چربی و پروتئین کرم)، مؤلفه‌های اصلی تعیین شد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روش عینی یافتن شاخص‌هایی محسوب می‌شود که می‌تواند تغییرات داده‌ها را حتی الامکان بطور فشرده و خلاصه بیان نمود.

نتایج و بحث

چگونگی افزایش وزن و تولید مثل کرم خاکی در بسترهای پرورشی حاوی ضایعات صنعتی و کشاورزی (تفاله گوجه فرنگی، ضایعات سیب زمینی، تفاله جو، باگاس، خاک اره و خاک) در مخلوط با کود حیوانی در سطوح مختلف (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج بررسی نشان داد که بین تیمارها و سطوح مختلف و همچنین اثر متقابل آن‌ها از نظر نسبت‌های بازدهی، تولید مثل (تکثیر) و همچنین تولید بیومس اختلاف معنی‌دار ($p < 0.001$) وجود داشت. اثر متقابل تیمار و سطح بیومس تولیدی (وزن نهایی کرم) معنی‌دار نبود.

نتایج ارائه شده در جدول ۱ نشان می‌دهد میانگین وزن نهایی کرم خاکی در بستر پرورشی خاک اره و کود حیوانی در بالاترین سطح از میانگین‌ها قرار دارند بطوریکه حداکثر بیومس تولید شده در تیمارهای فوق به ترتیب ۳۷۲/۸۴ و ۳۳۸/۱۴ گرم و حداقل آن در بستر تفاله جو به مقدار ۴۵/۰۸ گرم مشاهده شد.

برای بررسی عمل زاد و ولد کرم خاکی تعداد نوزاد، جوان، بالغ و کل کرم شمارش شد. بیشترین و کمترین تعداد کل کرم خاکی به ترتیب در بسترهای تفاله گوجه فرنگی (۲۰۸/۱۷) و تفاله جو (۱۲/۱۹) مشاهده شد (جدول ۱). تیمارهای خاک اره، باگاس، خاک و کود حیوانی اختلاف معنی‌داری در این رابطه نداشتند. بیشترین و کمترین تعداد نوزاد نیز به ترتیب در بسترهای تفاله گوجه فرنگی (۱۶۰/۷۵) و تفاله جو (۷/۵۸) مشاهده شد. بستر خاک اره بالاترین تعداد کرم جوان را داشت. تعداد بالغین تیمار شاهد در بالاترین سطح از میانگین قرار گرفته است. به نظر می‌رسد مواد مغذی موجود در این بستر شرایط بهتری را برای رشد و بلوغ کرم فراهم نموده است (۱۶). بستر تفاله جو کمترین تعداد نوزاد، جوان و بالغ را دارا بود. بالا بودن میانگین تعداد نوزاد و جوان در تیمارهای تفاله گوجه فرنگی، خاک اره، باگاس و خاک مؤید زاد و ولد و رشد مطلوب آن‌ها بود. Bdwards و همکاران (۱۳) ضمن بررسی چگونگی سرعت تولید

عظیم ضایعات در اقصی نقاط کشور، می‌تواند بسیار سودمند باشد. در این پروژه چگونگی رشد و تکثیر کرم خاکی با استفاده از بقایا و پسماندهای مختلف بخش صنعت و کشاورزی مورد مطالعه قرار گرفته است. مصرف ضایعات مزارع دامپروری (کود حیوانی) و کارگاه‌های صنعتی (خاک اره) و همچنین برون ریز کارخانجات مواد غذایی (کارخانجات تولید رب گوجه فرنگی، ماءالشعیر، شکر و فرآورده‌های سیب زمینی چون چیپس و...)، که طی عملیات‌های گوناگون بر جا مانده است، می‌تواند علاوه بر حل معضل زیست محیطی، بستر مناسب و مقرون به صرفه‌ایی را برای تولید منبع پروتئینی ارزشمند جهت تغذیه انواع دام، طیور و آبزیان، فراهم نماید.

مواد و روشها

بقایا و ضایعات مختلف کشاورزی از کارخانجات و کارگاههای مربوطه تهیه شد. تفاله گوجه فرنگی از کارخانه تولید رب گوجه فرنگی واقع در کرج، ضایعات سیب زمینی از کارخانه تولید چیپس واقع در کرج، خاک اره از کارگاه چوب بری و درودگری واقع در کرج، تفاله جو از کارخانه تولید ماءالشعیر شرکت بهنوش، باگاس از کارخانه هفت تپه نیشکر، خاک و کود حیوانی (گاوی) از مزرعه مؤسسه تحقیقات علوم دامی تهیه شد. کود حیوانی (گاوی) به عنوان شاهد انتخاب گردید. بقایا و ضایعات گوناگون به نسبت وزنی و در سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ درصد با شاهد به خوبی مخلوط شدند و به جعبه‌های چوبی به ابعاد ۱۰×۱۲×۲۰/۵×۰/۷ متر انتقال داده شد. حداقل ارتفاع مفید مواد پر شده حدود ۱۵ سانتی متر بود. کرم E. fetida از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تربیت مدرس تهیه گردید. تعدادی از کرمهای خاکی جوان با وزن مشخص را که حلقه کلیتلیم آنها تشکیل نشده بود (۱۱، ۱۲، ۱۵)، به طور دستی از بستر اولیه جدا و به جعبه‌های چوبی انتقال داده شد. تمامی تیمارها و سطوح بکار رفته در ۳ تکرار بررسی شدند و هر جعبه به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. بسترها بطور یکسان هفته‌ای ۱-۲ بار آبیاری شدند. در خاتمه جعبه‌ها توزین شده و کرم‌ها نیز توسط دستگاهی که برای این منظور طراحی شده بود، جداسازی شد. جداسازی نهایی به صورت دستی نیز انجام گرفت. از مواد اولیه مصرفی قبل و بعد از عمل پرورش نمونه‌گیری شده و ترکیبات آن تعیین گردید.

مقدار مشخصی از نمونه، توزین شد و به مدت ۳ روز در دمای ۶۰ تا ۶۵ درجه سانتیگراد در آن قرار داده شد، پس از خشک شدن مجدداً توزین و ماده خشک آن محاسبه گردید (۹،۸). اندازه‌گیری مقدار چربی توسط دستگاه تکاتور^۱ (ساخت کشور سوئد) به روش سوکسله با استفاده از حلال اتر اندازه‌گیری شد. میزان ازت کل (TKN)، توسط دستگاه تکاتور^۲ بروش میکروکدال^۳ با استفاده از هضم نمونه در داخل اسید سولفوریک غلیظ و تقطیر و تیتراسیون توسط اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال بدست آمد. از کرم‌های جداسازی شده، نمونه‌گیری به عمل آمد و تعداد کل، نوزاد، جوان و بالغ آن‌ها شمارش گردید. از تقسیم تعداد و وزن نهایی به تعداد و وزن اولیه، میزان نسبت تکثیر و بازدهی محاسبه شد. افزایش وزن روزانه کرم خاکی بر حسب میلیگرم تعیین گردید. محاسبه میزان افزایش وزن روزانه (برای مدت ۱۸۰ روز) از رابطه ۱- بدست آمد:

$$\text{رابطه ۱ -}$$

میزان افزایش وزن بر حسب میلیگرم در هر کرم و در هر روز = $1000 \times \frac{[(\text{تعداد ابتدا} / \text{وزن ابتدا}) - (\text{تعداد نهایی} / \text{وزن نهایی})]}{\text{وزن نهایی}}$ (وزن انتهای هر کرم)

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار وزن نهایی (گرم) و تعداد (نوزاد، جوان، بالغ و کل) کرم خاکی در بسترهای مختلف

تیمار (بسترها)	وزن نهایی (گرم)	تعداد نوزاد	تعداد جوان	تعداد بالغ	تعداد کل
کود حیوانی (شاهد)	۳۳۸/۱۴±۳۲/۳۱ ^a	۶۵/۶۷±۱۲/۲۲ ^{cd}	۳۸/۶۷±۸/۵۱ ^b	۲۲/۶۷±۲/۰۸ ^a	۱۱۷/۰۰±۱۲/۱۶ ^b
خاک اره	۳۲۲/۸۴±۱۳۴/۶ ^a	۷۸/۴۲±۴۲/۹۱ ^{bc}	۴۱/۰۸±۳۱/۳۸ ^a	۲۰/۴۲±۸/۲۴ ^{ab}	۱۳۹/۹۲±۶۰/۱۷ ^b
تفاله گوجه فرنگی	۲۵۲/۶۳±۶۴/۰۸ ^b	۱۶۰/۷۵±۳۴/۸۵ ^a	۳۳/۸۳±۱۲/۴۷ ^{ab}	۱۳/۵۸±۵/۵۱ ^c	۲۰۸/۱۷±۳۴/۶۵ ^a
باگاس	۳۷۷/۹۶±۷۶/۰۳ ^b	۸۶/۱۷±۳۷/۶۹ ^{bc}	۳۷/۷۵±۱۵/۲۰ ^{ab}	۱۳/۵۸±۴/۳۸ ^c	۱۳۷/۵۰±۴۷/۱۳ ^b
خاک	۳۶۲/۷۶±۱۱۷/۷ ^b	۹۰/۵۰±۴۷/۲۳ ^b	۲۸/۰۸±۱۲/۶۱ ^b	۱۶/۵۰±۳/۳۵ ^{bc}	۱۳۵/۰۸±۶۱/۰۸ ^b
ضایعات سیب زمینی	۱۳۴/۹۴±۵۵/۸۱ ^c	۴۶/۳۳±۲۲/۳۴ ^d	۱۵/۳۳±۹/۶۵ ^c	۷/۵۸±۳/۷۳ ^d	۶۶/۲۵±۳۳/۱۷ ^c
تفاله جو	۴۵۰/۸۲±۵۹/۵۹ ^d	۷/۵۸±۸۸/۰۲ ^a	۱/۴۰±۸۱ ^d	۳/۲۱±۱/۴۷ ^e	۱۲/۱۹±۸۱ ^d

※: در هر ستون میانگین‌های برخوردار از حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند ($P < 0.05$)

ماهیت ترکیبات غذایی موجود در تفاله جو شرایط مساعدی را برای عمل تخمیر فراهم نمود که این مسئله زاد و ولد و تکثیر کرم را تحت تأثیر قرار داد و موجب عملکرد ضعیف آن، نسبت به سایر تیمارها شد. با این وجود بستر پرورشی حاوی تفاله جو از متوسط افزایش وزن روزانه (ADG) بالایی برخوردار بود (جدول ۱ و نمودار ۱) که به نظر می‌رسد انرژی بستر برای تامین رشد و افزایش ADG صرف شده است (۱۷).

کمترین حد افزایش وزن روزانه کرم خاکی در تیمار گوجه فرنگی ($5/52 \text{ mg/w/d}$) مشاهده شد و این در حالی است که مهم‌های پرورش یافته در این بستر دارای وزن بیومس مطلوب بوده و عملکرد مثبت تکثیر و تعداد چشمگیر داشته است. بنظر می‌رسد کرم‌های پرورشی در بستر تفاله گوجه فرنگی، نسبت به سایر تیمارها، به دلیل زاد و ولد زیاد تحت تأثیر محدودیت غذایی بوده که این موضوع باعث کاهش میانگین افزایش وزن روزانه آن‌ها شده است. احتمالاً انرژی مصرفی از بستر بیش‌تر برای عمل تولید مثل صرف شده و شرایط را برای رشد محدودتر کرده است. نتایج بررسی ما با نتایج Garg و همکاران (۱۷) مطابقت دارد. ایشان گزارش نمودند که در ابتدا بیومس کرم‌ها افزایش قابل توجهی را پیدا کرده، اما بعد از چند هفته کرم‌ها در تمامی ضایعات بررسی شده (انواع کود و ضایعات دامی)، وزن از دست دادند. ایشان احتمال ارتباط کاهش وزن با تحلیل مواد غذایی را مطرح نمودند و گزارش نمودند در مواقعی که مواد غذایی به زیر حد مقدار نگهداری می‌رسد، کرم‌ها تا حدودی وزن از دست می‌دهند که بسته به مقدار و طبیعت مواد بستر متغیر می‌باشد.

Dominguez (۱۰، ۱۱) گزارش نمود متوسط وزن روزانه کرم بستگی به تراکم جمعیت و نوع ماده غذایی دارد، ممکن است تراکم و شلوغی حتی در مواقعی که شرایط فیزیکی بستر برای تولید کمیوست مناسب است و وزن کل بیومس در واحد ضایعات نیز زیاد می‌باشد، ایجاد اشکال نماید. ایشان گزارش

مثل در بسترهای کود گاوی و لجن فاضلاب هضم شده، به ارتباط مهم میزان تولید کوکون با کیفیت ضایعات و بقایای آلی بکار رفته (بسترهای مختلف)، به عنوان فاکتور تعیین کننده برای شروع تولید مثل و رسیدن به بلوغ جنسی، پرداخته شده است.

ضریب افزایش وزن روزانه کرم خاکی (ADG)، به منظور ارزیابی میزان رشد در تیمارهای گوناگون و فراهم شدن امکان مقایسه در سطوح متفاوت، تعیین گردید (۱۷). برای این منظور میلی گرم وزن بدست آمده در هر روز به ازای هر کرم (وزن نهایی کرم / تعداد نهایی کرم / روزهای آزمایش) محاسبه گردید. نتایج تجزیه واریانس میزان افزایش وزن روزانه کرم خاکی نشان داد که اثر عامل اصلی تیمار و اثر متقابل تیمار و سطح اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۰/۰۱٪ وجود دارد ولی اثر عامل سطح در افزایش وزن روزانه کرم (ADG) معنی دار نبود.

جدول شماره ۲ میانگین و انحراف معیار افزایش وزن روزانه کرم خاکی (میلیگرم / هر کرم / روزانه) را در بسترها و سطوح مختلف را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است، بیشترین افزایش وزن روزانه کرم (ADG) در بستر تفاله جو به میزان $25/63$ میلی گرم به ازای هر کرم در هر روز (mg/w/d) مشاهده شد. بعد از آن تیمارهای خاک اره، کود حیوانی، ضایعات سیب زمینی، باگاس و تیمار خاک به ترتیب بیشترین ADG را داشتند. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است تیمار خاک اره با افزایش سطح مصرف، از افزایش وزن روزانه بیش‌تر و مطلوب تری نیز برخوردار بوده است. با توجه به عملکرد مثبت بازدهی و تکثیر تیمار خاک اره، افزایش وزن روزانه قابل توجهی را نیز نشان داده است. تیمار شاهد نیز با قرار گرفتن در گروه یکسان، نسبت به تیمار خاک اره اختلاف معنی دار نداشته است. نتایج نشان می‌دهد، تیمارهای ضایعات سیب زمینی، خاک و تفاله گوجه فرنگی در سطح ۲۵٪ افزایش وزن روزانه مطلوب تری را داشته است.

جدول ۲ - میانگین وانحراف معیار افزایش وزن کرم خاکی (میلیگرم/ کرم/ روزانه) در بسترها و سطوح مختلف

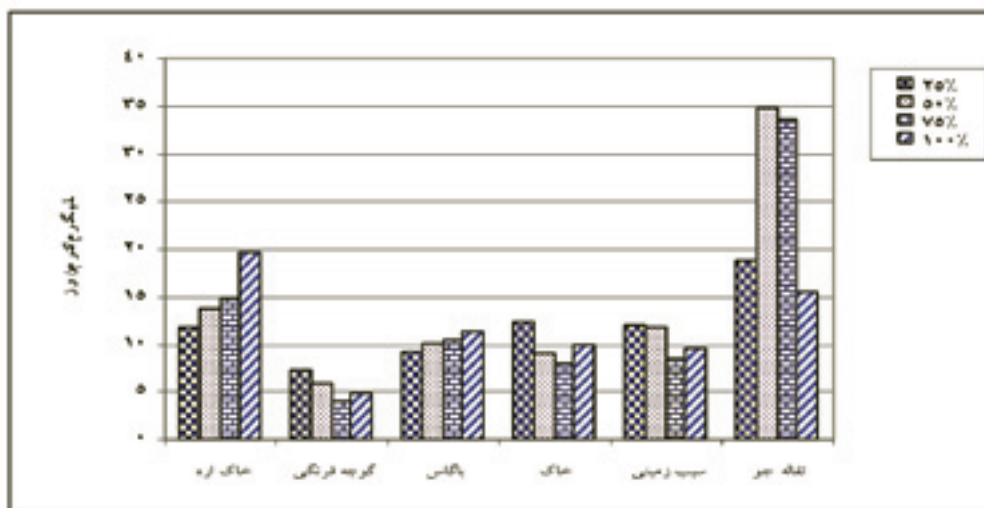
تیمارها	% ۲۵	% ۵۰	% ۷۵	% ۱۰۰	میانگین کل *
کود حیوانی (شاهد)	-	-	-	-	۱۴/۸۲ ^b
خاک اره	۱۱/۸۵ ± ۳/۸۳	۱۳/۸۱ ± ۵/۹۰	۱۴/۷۸ ± ۰/۴۷	۱۹/۶۳ ± ۸/۵۲	۱۵/۰۲ ^b
تفاله گوجه فرنگی	۷/۲۸ ± ۰/۵۸	۵/۹۸ ± ۱/۲۹	۳/۹۳ ± ۰/۶۸	۴/۸۸ ± ۰/۹۱	۵/۵۲ ^c
پاکاس	۹/۳ ± ۱/۱۹	۱۰/۱۲ ± ۰/۷۰	۱۰/۴۵ ± ۲/۰۷	۱۱/۳۰ ± ۰/۹۶	۱۰/۲۹ ^{bc}
خاک	۱۲/۲۷ ± ۱/۰۴	۹/۰۹ ± ۱/۷۰	۷/۹۶ ± ۱/۹۳	۹/۹۷ ± ۱/۵۳	۹/۸۲ ^{bc}
ضایعات سبب زمینی	۱۲/۰۳ ± ۲/۸۸	۱۱/۸۹ ± ۲/۷۷	۸/۴۷ ± ۳/۰۵	۹/۵۶ ± ۴/۵۶	۱۰/۴۹ ^{bc}
تفاله جو	۱۸/۸۲ ± ۵/۰۱	۲۴/۷۷ ± ۲۲/۰۱	۲۳/۴۹ ± ۴/۴۲	۱۵/۲۳ ± ۴/۴۹	۲۵/۶۳ ^a

*: در هر ستون میانگین‌های بر خوردار از حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند ($p < 0.05$)

سطوح مصرف تفاله گوجه فرنگی (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰٪)، در کمترین حد قرار داشت (جدول ۲ و نمودار ۱). همانطور که اشاره شد، احتمالاً مصرف انرژی برای عمل تکثیر، شرایط را برای رشد محدود نموده است. از آنالیز مؤلفه‌های اصلی برای انتخاب مناسب‌ترین تیمار، که عملکرد مطلوبی را از نظر کمی و کیفی (حداکثر وزن کرم، تعداد کل، نسبت بازدهی، نسبت تکثیر، پروتئین کرم، چربی کرم) داشته‌اند، استفاده شد. نتایج آنالیز مؤلفه‌های اصلی (نمودار ۲، PCA) وجود دو فاکتور اصلی به میزان ۸۸/۹۲٪ از واریانس کل مشاهده را ظاهر نمود. اولین

نمود در صورتیکه E.andriae در تراکم جمعیتی متفاوت رشد نماید با وجود بالا بودن وزن کل بیومس در واحد ضایعات، در ظرف‌های شلوغ، کرم‌ها به آهستگی رشد کرده و وزن نهائی آن کم‌تر است. علاوه بر این ایشان تسریع نمودند که میزان بلوغ جنسی نیز متأثر از میزان تراکم جمعیتی است. کرم‌های خاکی در سنین یکسان، در زمانهای مختلف و در نسبت‌های جمعیتی متفاوت، کلیتیلوم خود را توسعه می‌دهند. همانطور که اشاره شد علت دیگر کاهش نسبی افزایش وزن روزانه کرم خاکی (ADG) در بستر حاوی تفاله گوجه فرنگی می‌تواند ارتباط با کثرت جمعیت داشته باشد. نتایج بررسی نشان داد، بستر پرورشی تفاله گوجه فرنگی در سطوح

۵۰ و ۷۵٪، از نظر نسبت بازدهی و تکثیر، عملکرد خوب و نزدیک به هم داشته و میزان تکثیر کرم خاکی در سطح ۷۵٪ در بالاترین سطح خود قرار داشت، در حالیکه نسبت افزایش وزن روزانه در این سطح (mg/w/d) $۳/۹۳ \pm ۰/۶۸$ در مقایسه با سایر



نمودار ۱ - مقایسه میانگین افزایش وزن روزانه کرم خاکی در تیمارها و سطوح مختلف



نمودار ۲- آنالیز مؤلفه‌های اصلی رشد، تکثیر و کیفیت کرم خاکی
Prw: پروتئین کرم، Fatw: چربی کرم، TN: تعداد کل، RR: نسبت تکثیر، MW: حداکثر وزن کرم، EFI: نسبت بازدهی

جدول ۳- میزان عوامل آنالیز مؤلفه‌های اصلی برای پرورش کرم بر روی بسترهای مختلف

کیفیت (PC ۲) %	رشد و تکثیر (PC ۱) %	
- ۰/۱۵۶۷	۰/۴۸۶۱	حداکثر وزن کرم (MW)
- ۰/۰۴۵۲	۰/۴۹۲۱	تعداد کل کرم (TN)
- ۰/۱۵۶۷	۰/۴۸۶۱	نسبت بازدهی (EFI)
- ۰/۰۳۱۷	۰/۴۹۵۸	نسبت تکثیر (RR)
۰/۶۷۲۵	۰/۱۵۸۸	پروتئین کرم (PrW)
۰/۷۰۳۸	۰/۱۱۸۷	چربی کرم (FatW)
۱/۶۳۴۰	۳/۷۰۱۵	ریشه مشخصه
۲۷/۲۳	۶۱/۶۹	واریانس (نسبت)

*مؤلفه اول (PC1) نماینده ۶۱/۶۹٪ و مؤلفه دوم (PC2) نماینده ۲۷/۲۳٪ از کل

فاکتور (PC1) ۶۱/۶۹٪ از واریانس محیطی از آنالیز مؤلفه‌های اصلی را شرح داده است که مؤید تکثیر و رشد E.fetida در مخلوط‌های مختلف و همبستگی بالا با نسبت تکثیر دارد (۰/۴۹۵۸، جدول ۳). PC ۱ (مؤلفه اول) از PCA نماینده ۶۱/۶۹٪ از کل واریانس بوده و مخلوط‌های غنی از مواد مغذی و فیبری را (تیمارهای تفاله گوجه فرنگی، خاک اره، باگاس، کود و مخلوط خاک) از تیمار تفاله جو و ضایعات سیب زمینی جدا کرده است که منعکس کننده میزان رشد و تکثیر مناسب است (نمودار ۲). فاکتور مؤلفه دوم (PC ۲) از PCA برابر ۲۷/۲۳٪ از واریانس محیطی را محاسبه کرده است که اثر کیفیت و ارزش غذایی کرم خاکی را شرح داده است که میزان آن بالا است و همبستگی بالا و مثبت با چربی و پروتئین کرم دارد (۰/۷۰۳۸ و ۰/۶۷۲۵، جدول ۳). مؤلفه دوم تیمارهای تفاله گوجه فرنگی، باگاس، خاک اره، کود حیوانی، تفاله جو و ضایعات سیب زمینی را از مخلوط تیمار خاک جدا نموده است.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد، عمده بسترهای پرورشی بکار برده که حاوی ضایعات مختلف کشاورزی و صنعتی است (تفاله گوجه فرنگی، خاک اره، باگاس، کود حیوانی و خاک)، بهترین شرایط را برای رشد و تکثیر کرم خاکی فراهم کرده‌اند. می‌توان بواسطه این روش، از بقایا و پسماندهای گوناگون استفاده بهینه نمود و در راستای افزایش ارزش افزوده محصولات کشاورزی و صنعتی گامهای مؤثر برداشت. ضمناً با اتکا به منابع داخلی در جهت تامین احتیاجات غذایی دام، طیور و آبزیان اقدام

2002; Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology. No.81, pp.103-108.

10- Dominguez, J., C.A. Edwards. 1997; Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of Eisenia andrei (Oligochaeta) in pig manure. Soil Biol. Biochem. Elsevier Science Ltd. Vol. 29. No. 3/4, pp. 743-746.

11- Dominguez, J., C.A. Edwards and M. Webster. 2000; Vermicomposting of sewage sludge: Effect of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm Eisenia andrei. Pedobiologia. No. 44, pp. 24-32.

12- Dynes, R.A. 2003; Earthworms. Rural Industries Research and Development Corporation. Australia. pp. 1-39.

13- Edwards, C.A., J. Dominguez, and E.F. Neuhauser. 1998; Growth and reproduction of the Perionyx excavatus (Perr.) (Megascolecidae) as factors in organic waste management. Biol. Fertil. Soils. No. 27, pp. 155-161.

14- Elboushy, A.R.Y. and A.F.B. Vanderpoel. 1994; Poultry feeds from waste processing and use. Chapman and Hall. pp. 43-80.

15- FAO. 2003; On- farm composting methods. Publishing Management Service Information Division, by R.V. Misra, R.N. Roy and H.Hiraoka. Rome, Italy. P: 35.

16- Fosgate, O.T. and M.R. Babb. 1972; Biodegradation of animal waste by lumbricus terrestris. J. of dairy science. Vol. 55. No. 6. pp. 870-872.

17- Garg, V.K., S. Chand, A. Chhillar and A.Yadav. 2005; Growth and reproduction of Eisenia Foetida in various animal wastes during vermicomposting. Applied Ecology and Environmental Research. Vol.3. No.2. pp.51-59.

18- Hernandez, J.A., N. Ramirez, B. Bracho, A.Faria. 1999; Caracterizacion del crecimiento de la lombriz roja (Eisenia spp.), bajo condiciones de clima calido. Rev. Fac. Agron. (Maracay). Vol.25. No. 2. pp. 139-147.

19- Ibanez, I.A., C.A. Herrera, L.A. Velasquez and P. Heb. 1993; Nutritional and toxicological evaluation on rats by earthworm (Eisenia fetida) meal as protein source for animal feed. Animal feed science and technology. No.42. pp. 165-172.

20- Reinecke, A.J. J.P. Hayes and S. C. Cilliers. 1991; Protein quality of three different species of earthworms. Department of Zoology, Potchefstroom University for Christian Higher Education, Republic of South Africa.

21- SAS Institutes. 1990; SAS User,s Guide, Version 6 Edition. SAS Institute, Cary, NC.

22- Taboga, L. 1980; The nutritional value of earth worms for

نمود. امید است تلاش برای اجرای گسترده تر طرح، ادامه یابد.

سپاسگزاری

بر خود واجب می دانم از ریاست و مسئولین محترم مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور و تمامی عزیزانی که در اجرای طرح مرا یاری کردند کمال تشکر و قدر دانی را ابراز نمایم. بالاخص از تلاش صمیمانه و خالصانه سر کار خانم مهندس صالحی و جناب آقای دکتر محمدی گل تپه و سایر همکارانم جناب آقای دکتر میر هادی، آقای مهندس فضل ا. موسوی تقدیر می نمایم.

پاورقی ها

- 1 - Biodegradation
- 2- Tecator
- 3 - Total Kjeldal Nitrogen
- 4 - Micro Kjeldal

منابع مورد استفاده

- ۱ - جزائی، جواد. ۱۳۷۴؛ تولید کرم خاکی با استفاده از ضایعات سیب زمینی به عنوان مکمل پروتئین جهت تغذیه دام (ترجمه). پژوهش و سازندگی. شماره ۶. صفحه ۱۴۷ تا ۱۴۹.
- ۲ - سماوات، سعید. ۱۳۸۲؛ ضرورت تولید صنعتی ورمی کمپوست با استفاده از ضایعات کشاورزی. نشریه فنی شماره ۳۱۷. شورای عالی توسعه کاربرد کودهای بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. دفتر برنامه ریزی رسانه های ترویجی. تهران، ایران.
- ۳ - سمیع، عبدالحسین. ۱۳۷۸؛ ارزش غذایی پودر کرم خاکی در جیره طیور گوشتی. دومین سمینار پژوهشی تغذیه دام و طیور کشور. ۱۱ و ۱۲ اسفند. موسسه تحقیقات علوم دامی کشور. وزارت جهاد کشاورزی.
- ۴ - خلاصه مقالات نخستین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. ۱۳۸۲. ۲۹ مهر ماه. پیشگفتار. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس.
- ۵ - عبادی، زهرا، ا. محمدی گل تپه و ک. سامی. ۱۳۸۴؛ تبدیل ضایعات کارخانجات مواد غذایی به منظور تولید ورمیکمپوست و خوراک دام. همایش روز زمین پاک و مدیریت پسماندها. سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران. دانشگاه تهران.
- 6- Atiyeh, R.M., N.Q. Arancon, C.A. Edwards and J.D.Metzger. 2000; Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bioresource Technology. No.75, pp.175-180.
- 7- Atiyeh, R.M., J. Dominguez, S. Subler and C.A. Edwards. 2000; Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earth worms (E.andrei, Bouche) and the effects on growth. Pedobiologia. No.44, pp.709-724.
- 8- Atieh, R.M., C.A. Edwards, S. Subler and J.D. Metzger. 2001; Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. Bioresource Technology. No.78, pp.11-20.
- 9- Atiyeh, R.M., N.Q. Arancon, C.A. Edwards and J.D.Metzger.