

بررسی میزان تغذیه و تغییرات تراکم جمعیت کرم زباله خوار

در مدل پرورش با پسماند تر خانگی

مهدی ضرابی^۱، نیوشا طاهری^۲، شادی موثقی^۳

استادیار پردیس کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران^۱

mzarabi@ut.ac.ir

واحد تحقیق و توسعه شرکت نوین صنعت دشت سبز پیشرو، تهران، خیابان خاقانی، پلاک ۵۱ واحد دو^۲ و^۳

چکیده

فرآوری پسماندهای تر خانگی یکی از مشکلات شهرداری هاست. فرآوری صنعتی این مواد نیاز به سرمایه گذاری زیادی دارد. اما روش بازیافت زیستی با کرم *Eisenia foetida* بسیار ارزان و کارآمد است. این کرم با تغذیه پسماندهای تر، ورمی کمپوست تولید می کند. در این شیوه با پرورش کرمها در منازل، فرآوری پسماند تر خانگی در مبداء امکانپذیر می گردد. اما موفقیت در این کار مستلزم بررسی روند تغذیه و تولید مثل کرمها است. در این تحقیق ظروف پرورش حاوی کرمهای بالغ آماده و به هریک ۵۰۰ گرم پسماند تر خانگی اضافه شد. ظروف در انبار یک منزل نگهداری و روند تغذیه و تراکم جمعیت کرمها طی سه هفته بررسی شد. میانگین جمعیت پیله ها، کرم های نابالغ و کرم های بالغ به ترتیب $۸۹/۲ \pm ۵/۳$ ، $۴۵۸ \pm ۴۶/۸$ ، $۲۰/۲ \pm ۵/۱$ ، $۸۶/۲ \pm ۷/۶$ ، $۵۰۱/۷ \pm ۸۰/۹$ ، $۲۶/۷ \pm ۷/۶$ و $۷۲/۷ \pm ۶/۲$ ، $۴۲۴/۹ \pm ۶۱/۱$ ، $۲۰/۳ \pm ۳/۳$ عدد/لیترستر بود. بر اساس میانگین تراکم پیله و کرم نوزاد، نرخ تفریح $۵/۵$ عدد کرم/پیله بود. تغذیه کرمها در سه هفته به ترتیب $۳۶/۲$ ، ۶۸ و $۴۷/۴$ گرم/لیتر بود که هرکرم بالغ روزانه $۰/۳$ گرم تغذیه داشت. بر اساس نتایج حاصل، روند تغییرات جمعیت کرمها در شرایط نگهداری خانگی مطلوب بود اما برای افزایش میزان فرآوری روزانه باید به تناسب نوع پسماندها و سن کرمها، تراکم جمعیت کرمهای بالغ با مقدار ماده غذایی تنظیم گردد.

واژه های کلیدی

کرم زباله خوار، *Eisenia foetida*، تغذیه، تراکم جمعیت، پسماند تر خانگی

۱. مقدمه

امروزه جمع آوری، حمل، دفن یا بازیافت پسماندهای تر خانگی، خصوصا در کشورهای در حال توسعه به دلیل افزایش جمعیت این کشورها و طبعاً افزایش حجم این مواد و گسترش آلودگی های زیست محیطی یکی از مشکلات اجتماعی، بهداشتی و اقتصادی کشورها به شمار می آید. در چنین کشورهایی رایج ترین روش های از بین بردن زباله دفن یا سوزاندن آن است که در هر دو شیوه خاک، آب و هوا آلوده می شود. سرانه تولید زباله در کشور ما حدود ۷۰۰ گرم در روز (برای هر فرد) می باشد که هزینه جمع آوری، حمل و نقل و دفن غیر بهداشتی هر کیلو گرم آن بین ۲۵۰ تا ۴۰۰ ریال است [۱]. استفاده از شیوه های جدید مانند تبدیل پسماندهای تر به کمپوستهای صنعتی در کارخانجات بازیافت زباله نیز به گونه ای دیگر مسئله ساز است. به طوری که علاوه بر نیاز به سرمایه گذاری سنگین، محصول نهایی آن بدلیل داشتن عناصر سنگین، بالا بودن شوری و عدم کیفیت مناسب فیزیکی چندان قابل استفاده نیست [۲]. اما روش فرآوری زیستی پسماندهای آلی تر به کمک کرم زباله خوار نه تنها این مشکلات را ندارد بلکه فوائد بسیار زیاد و منحصر به فردی دارد. کرم زباله خوار از شاخه Annelidae یا کرمهای بند بند [۳] در واقع نوعی کرم خاکی است. این

کرمها در حدود ۶۰۰ میلیون سال پیش به وجود آمده و بیش از ۳۲۰۰ گونه دارند. ارسطو اولین بار در ۴ قرن قبل از میلاد از این حیوان نام برده اما داروین در ۱۰۰ سال پیش آنها را معرفی شدند. اما در اصل نخستین بار ارسطو از این حیوانات نام برده است [۴]. از میان گونه‌های مختلف آنها تنها دو گونه کرم خاکی برای فرآوری زباله مناسبند چراکه در محیطهای بسته و محدود بدون آنکه از جای خود خارج شوند فقط به خوردن مواد آلی تر مشغول می‌شوند و به سرعت تکثیر می‌یابند. یکی از این دو گونه، *Eisenia foetida* است که به کرم زباله خوار مشهور است. این کرم در کشورهای مختلف نام‌های متفاوتی دارد. از جمله در انگلیس کرم خاکی معمولی *Common earth worms*، در آمریکای شمالی و نیوزلند کرم شب‌خز *Night crawlers*، در کانادا کرم شبنم *Dew-worms* و در برخی دیگر کشورها کرم ماهی *Fishing worms*، کرم قلاب *Angel worm*، کرم باغچه *Garden worms* و یا کرم قرمز *Red worms* نامیده شده است [۵]. در حال حاضر در اکثر منابع علمی این کرم بیشتر به نام کرم قرمز کالیفرنایی *California Red worm*، کرم بارانی *Rainy worm* یا کرم ببری *Tiger worm* نامیده می‌شود [۵]. در ایران نیز به کرم خاکی حلقوی بارانی مشهور است.

حاصل تغذیه این کرم از مواد آلی فساد پذیر نظیر انواع پسماند های تر کود بسیار با ارزش ورمی کمپوست است. این کرم بجز مواد سخت نظیر شیشه، فلزات و پلاستیک و نیز گوشت و استخوان بقیه مواد موجود در زباله را می‌خورد. ورمی کمپوست که در واقع مدفوع این حیوان می‌باشد، سرشار از مواد غذایی میکرو و ماکرو لازم برای رشد گیاهان است [۶،۷]. تولید کمپوست زیستی و از جمله ورمی کمپوست دارای سابقه طولانی در جهان است. چینیان از ۴۰۰۰ سال پیش مواد زائد را کمپوست می‌کردند. تولید تجاری ورمی کمپوست در دنیا از سال ۱۹۷۰ گسترش یافت و به یک صنعت پر درآمد تبدیل شده است. شرکت کانادایی *Opterio* با ۳۰۰ تن، شرکت آمریکایی با ۵۰۰ تن و شرکت ژاپنی *Ako sangy* با ۱۰۰۰ تن در هر ماه ورمی کمپوست تولید می‌کنند. جالب توجه است که برخی شرکتها در کانادا، آمریکا، ایتالیا و ژاپن نیز کرم‌های قرمز را به عنوان یک حیوان خانگی برای تولید ورمی کمپوست در خانه‌ها، مزرعه‌ها و ادارات پرورش داده می‌فروشند [۸]. در ایران نیز طی سالهای اخیر شرکتهایی به این تجارت رو آورده‌اند.

نکته مهم در پرورش این کرم تطبیق شرایط زندگی آنها با فضا و غذا (پسماندهای تر) است. ارزیابی مقدار تغذیه و روند تکثیر کرمها برای مدلهای مختلف پرورش آن بسیار حائز اهمیت است. این مطلب برای بسیاری از شرکتها یک اصل تجاری است که به صورت حق انحصار (Patent) برای خود محفوظ می‌دارند و بررسی منابع در دنیا نیز نشان می‌دهد که تحقیقات معدودی در این زمینه به صورت مستند گزارش شده است. با توجه به روند رو به گسترش استفاده از این کرمها در فرآوری پسماندهای تر خانگی در کشور، هدف این تحقیق تعیین روند تغذیه و تولید مثل کرمها در شرایط پرورش در محیط منازل و طی ساده‌ترین شیوه، استفاده از جعبه‌های پرورش است که این پژوهش برای اولین بار در ایران انجام شده است. نتایج حاصل برای ترویج فرآوری پسماندهای تر در مبداء قابل تامل است.

۲. مواد و روش‌ها

ابتدا بستر حاوی ۵۰٪ کود گاوی و ۵۰٪ کلش با تعداد کافی پیله مخلوط و در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد نگهداری شد. این بستر تا کامل شدن رشد کرمها مراقبت شد. با تغذیه کرمها از مواد غذایی، بستر موجود به یک مخلوط همگن که حاوی کمپوست و مواد باقیمانده از کود دامی و کلش بود تبدیل گردید. پس از یک ماه ۶۰ لیتر از این بستر برداشت شده و کرمها و پیله‌های آن با دقت جدا شدند تا یک بستر خالص بدست آمد. میانگین وزنی یک لیتر این بستر اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس ۳ جعبه پلاستیکی به ابعاد ۶۶*۴۶*۲۸ سانتی متر انتخاب (شکل ۱) و به هر کدام مقدار ۱۰ لیتر از بستر خالص اضافه شد. در مرحله بعد تعداد ۲۰۰ عدد کرم بالغ پرورش یافته از مرحله اول به طور تصادفی انتخاب و به هر یک از ظروف اضافه شد به این صورت هر لیتر بستر بطور میانگین دارای ۲۰ عدد کرم مولد بود. این ظروف به فضای انباری یک منزل مسکونی (شکل ۱) منتقل و در شرایط تاریکی نسبی داده شد. با توجه به نیاز کرمها [۳] شرایط فیزیکی آنها به صورت زیر تامین شد:

۱. رطوبت: در حد ۹۵-۷۵ درصد. به عبارت بهتر جیره آبی ۳:۱ تنظیم شد به طوری که در مقابل ۱ کیلو وزن بستر ۳ کیلو آب اضافه شد و محیط کاملاً خیس نگهداری شد. البته مقدار رطوبت زباله در روزهای اول در تنظیم مقدار آب ظروف در نظر گرفته شد.

۲. هوا دهی: برای زنده ماندن و رشد مناسب کرمها در ظروف هر سه روز یکبار با زیر و رو کردن بستر هوادهی انجام شد.

۳. PH: اسیدیته مناسب برای بستر حدود ۸-۴/۲ است، بستر با اسیدیته حدود ۷ نگهداری شد.

۴. درجه حرارت: با توجه به نیاز دمایی کرمها فضای انباری دارای دمای ۲۵-۲۰ درجه سانتی گراد بود.

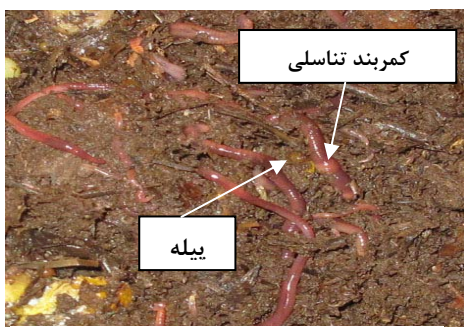
پس از این زمان که کرمها به محیط جدید عادت داده شدند بستر آنها زیر و رو شده و پس از اطمینان از یکنواخت شدن آنها مقدار ۵۰۰ گرم زباله خانگی مخلوط (شامل پوست میوه، بقایای سبزیجات، تفاله چای و مقداری برگ خشک درخت) به ازاء هر لیتر بستر (جمعا ۵ کیلو گرم در هر ظرف) به ظروف اضافه و با بستر مخلوط گردید (شکل ۲) این ظروف به مدت سه هفته در همان محل مراقبت شدند.

پس از گذشت ۷-۱۴ و ۲۱ روز (هفته های اول و دوم و سوم) از شروع تغذیه کرمها، نمونه برداری از ظروف به شرح زیر انجام شد:

- ۱- از نقاط مختلف هر ظرف به صورت تصادفی ۵ نمونه یک لیتری از بستر (کرم، کمپوست و مواد غذایی) برداشت شد.
- ۲- ظروف حاوی نمونه به آزمایشگاه منتقل و وزن کل آنها اندازه گیری شد.
- ۳- مواد پسماند موجود در ظروف به آرامی از بستر جدا شده و جداگانه وزن کشی شد.
- ۴- محتویات باقیمانده ظروف نمونه در یک سینی تخلیه شد و کرمها و پیله ها به شرح زیر جدا و شمارش گردید:
 - ۴-۱- کرم های بالغ: کرمهایی که دارای تورم (کمر بند تناسلی) در یکی از سومین حلقه ی بین سر و قسمت پشتی بودند، از نظر جنسی بالغ در نظر گرفته شدند (منبع - شکل ۳).
 - ۴-۲- کرمهای غیر بالغ: کلیه کرمهای بدون کمر بند تناسلی به عنوان نابالغ در نظر گرفته شدند. این گروه با ۳ اندازه مختلف رشدی شامل کرمهای ۱-، ۲-، ۳-، ۴-، ۵- سانتی متری مجزا شدند که کرمهای کمتر از ۱ سانتی متر، نوزاد در نظر گرفته شد.
 - ۴-۳- پیله ها: پیله ها حاوی تخم های بارور شده هستند و کرم های نوزاد از آنها خارج می شوند. جنین ها در طی دوره نموی خود در داخل پیله رنگشان تغییر می یابد به طوری که ابتدا سفید سپس زرد و در نهایت وقتی کرم ها آماده ی بیرون آمدن از پیله هستند قهوه ای رنگ می شوند [۹]. لذا پیله ها به سه دوره رشدی با رنگهای سفید، کرم و قهوه ای تقسیم شدند.
- ۵- کل مواد نمونه برداری شده (پسماند، کرمها، پیله ها و کمپوست) برای اندازه گیری های بعدی مجدداً به ظروف پرورش برگردانده شد.
- ۶- داده های حاصل جمع بندی و با استفاده از نرم افزار ECXEL محاسبات و ترسیمات لازم انجام شد.



شکل ۲: ظروف پرورش و مخلوط ماده غذایی



شکل ۳: کرمهای بالغ در بستر پرورش



شکل ۱: ظروف پرورش در انباری

۳. نتایج:

نتایج حاصل از بررسی ها نشان داد که میانگین جمعیت پیله ها، کرم های نابالغ و بالغ به ترتیب طی هفته اول $۸۹/۲ \pm ۵/۳$ ، $۲۰/۳ \pm ۳/۳$ ، $۴۵۸ \pm ۴۶/۸$ ، $۲۰/۲ \pm ۵/۱$ ؛ هفته دوم $۸۶/۲ \pm ۷/۶$ ، $۵۰/۱۷ \pm ۸۰/۹$ ، $۲۶/۷ \pm ۷/۶$ و هفته سوم $۷۲/۷ \pm ۶/۲$ ، $۶۱/۱ \pm ۶/۹$ ، $۴۲۴/۹$ ؛ هفته سوم نسبت به عدد/لیتر بستر بود (شکل ۴). جمعیت کرمهای بالغ در هفته دوم $۳۲/۲$ ٪ نسبت به هفته اول افزایش و ۳۲ ٪ در هفته سوم نسبت به هفته دوم کاهش نشان داد. همچنین جمعیت کرم های نابالغ نیز در هفته دوم نسبت به هفته اول با $۹/۳$ ٪ افزایش و در هفته سوم نسبت به هفته دوم با $۱۵/۳$ ٪ کاهش نشان داد. همچنین روند تخمگذاری (تولید پیله) با روند افزایش و کاهش جمعیت افراد بالغ کاملا نزدیک بود که نشان داد افزایش تعداد پیله با تراکم جمعیت کرم های بالغ نسبت مستقیم دارد (شکل ۵). ارزیابی میانگین جمعیت سنین مختلف پیله نشان داد که از مجموع $۸۹/۲$ عدد پیله در هفته اول به ترتیب $۳/۴$ ٪، $۵۹/۴$ ٪، $۳۷/۲$ ٪ و از مجموع $۸۶/۲$ عدد پیله در هفته دوم به ترتیب ۷ ٪، ۳۶ ٪، ۵۷ ٪ و از مجموع $۷۲/۷$ عدد پیله در هفته سوم به ترتیب $۱۲/۵$ ٪، $۴۶/۵$ ٪، ۴۱ ٪ به پیله های سفید (تخم های تازه)، کرم رنگ (تخمهای جوان) و قهوه ای رنگ (تخمهای رسیده) تعلق داشت. لذا میانگین کل دوره های سنی پیله ها به ترتیب $۷/۶$ ٪، $۴۷/۳$ ٪ و ۴۵ ٪ بود. همچنین ارزیابی میانگین جمعیت سنین مختلف کرم های نابالغ نیز نشان داد که از مجموع ۴۵۸ عدد کرم در هفته اول به ترتیب ۹۳ ٪، ۴ ٪، ۷ ٪ و از مجموع ۵۰۱ عدد کرم در هفته دوم به ترتیب ۹۶ ٪، $۳/۴$ ٪، $۰/۶$ ٪ و از مجموع ۴۲۴ عدد کرم در هفته سوم به ترتیب ۹۰ ٪، ۵ ٪، ۵ ٪ به کرمهای نوزاد، جوان و نزدیک بلوغ تعلق داشت. لذا میانگین کل دوره های سنی کرمهای نابالغ به ترتیب ۹۳ ٪، $۴/۱$ ٪ و $۴/۲$ ٪ بود. با توجه به مقایسه میانگین کل تعداد پیله ها ($۸۲/۷$ عدد/لیتر) در طی سه هفته با میانگین تعداد کرمهای نوزاد ($۴۵۳/۵$ عدد/لیتر)، نرخ تفریح پیله ها $۵/۵$ عدد کرم/پیله بود. با توجه به روند تولید پیله و تفریح آنها به نظر می رسد که مرگ و میری در پیله ها رخ نداده است. بررسی روند تغذیه کرمها از پسماندهای تر خانگی نشان داد که از میزان ۵۰۰ گرم/لیتر مواد غذایی پسماند اولیه در هفته های اول، دوم و سوم به ترتیب $۳۶/۲$ ، ۶۸ و $۴۷/۴$ گرم/لیتر مصرف گردید که میانگین کل آن $۵۰/۵$ گرم/لیتر/هفته بود (شکل ۶). با توجه به روند افزایش جمعیت کرم های جوان (در هفته دوم نسبت به هفته اول) روند تغذیه نیز افزایش نشان داد (شکل ۷).

۴. بحث و پیشنهادات:

بر اساس نتایج حاصل روند تخمگذاری، تولید مثل و تغییرات جمعیت کرمها در شرایط جعبه پرورش خانگی مطلوب است اما تعیین تراکم اولیه کرمهای بالغ و پیله ها برای فرآوری روزانه پسماندهای تر خانگی نیازمند تحقیقات کاملتری است. افزایش جمعیت کرمهای جوان در هفته دوم نشاندهنده تفریح تخمها و افزایش کرمهای بالغ در این دوره نشاندهنده به بلوغ رسیدن برخی از کرمها در محیط پرورش آنهاست. اگرچه به استناد برخی منابع به طور معمول حدودا ۲ ماه زمان لازم است تا کرم های نوزاد بالغ شوند [۹] اما شرایط نگهداری و غذای کرمها در این مورد بسیار تاثیر گذار است و نتایج حاضر نشان داد که این زمان می تواند تا ۲۰-۱۵ روز کاهش یابد. همچنین نرخ تفریح پیله ها ($۵/۵$) عدد در مقایسه با گزارشات موجود که این نرخ را ۳ یا ۴ کرم/پیله ذکر کرده اند [۱۰] نشان می دهد که زاد و ولد در این الگوی پرورش بسیار مناسب بوده است. علت کاهش جمعیت کرمهای بالغ در هفته سوم که موید مرگ و میر آنهاست نیاز به بررسی بیشتر دارد ولی احتمالا می تواند با افزایش تراکم جمعیت آنها مربوط باشد. با توجه به فضای محدود ظروف، تعدادی از کرمهای بالغ از ظروف خارج و می مردند که این مطلب نشان می دهد روند پرورش کرم زباله خوار در منازل و با استفاده از ظروف باز نیاز به مراقبت دائمی دارد. همچنین بر اساس گزارش برخی منابع اگر کرم ها مجبور به رقابت بر سر غذا شوند این رقابت جمعیت آنها را کاهش خواهد داد [۱۱]. به استناد نتایج حاضر با در نظر گرفتن این موضوع که تغذیه کرمهای نوزاد و جوان در مقایسه با کرمهای بالغ بسیار اندک است چنانچه مقدار غذای مصرف شده را تنها به تغذیه کرمهای بالغ نسبت دهیم و تغذیه کرمهای نابالغ را در نظر نگیریم، با در نظر گرفتن میانگین کل جمعیت کرمهای بالغ ($۲۲/۴$ عدد/لیتر)، هر کرم بالغ در طی یک هفته به طور متوسط $۲/۲۵$ گرم و روزانه $۰/۳$ گرم فقط از پسماندهای تر تغذیه نموده است. از آنجا که بستر پرورش حاوی باقیمانده مواد غذایی بستر خالص نیز بوده است طبعا کرمها از این مواد هم تغذیه داشته اند و لذا اگر بستر پرورش تنها حاوی پسماندهای تر باشد میزان تغذیه کرمها به مراتب بیش از این مقدار است. با در نظر داشتن آن که منابع مختلف عموما وزن کرم بستر را دو برابر ماده غذایی در نظر می گیرند [۱۲] اگر یک خانوار سه نفره به طور متوسط ۱۵۰۰ گرم پسماند تر روزانه داشته باشند، ظرف پرورش باید ۳۰۰۰ گرم یا حدود ۱۰۰۰ عدد کرم بالغ داشته باشد. همچنین از آنجا که میزان دانسیته استوک کرم $۱/۶$ کیلوگرم به ازاء هر متر مربع بستر است [۱۳]، برای پرورش ۳ کیلو کرم به جعبه ای با سطح حداقل ۲ متر مربع نیاز می باشد که بهتر است عمق آن حداقل ۳۰ سانتی متر باشد. از آنجا که مردم

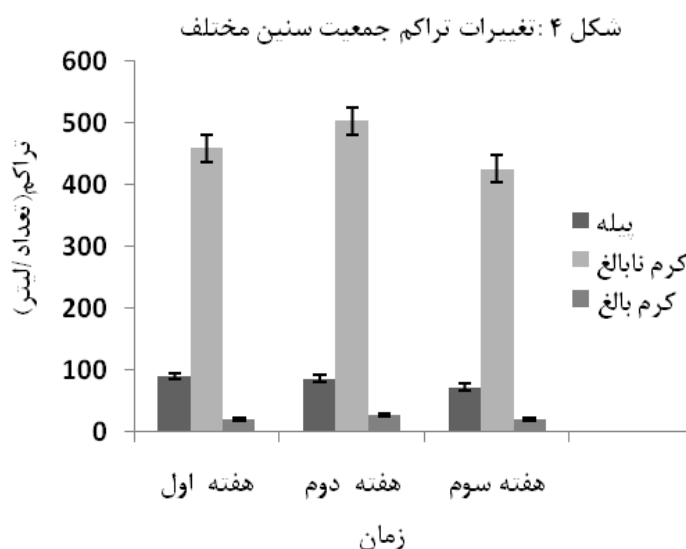
در آپارتمان‌ها فضاهای کمی برای کمپوست در حجم زیاد را دارند، نگهداری ظرفی با این ابعاد یا تعدادی ظروف که چنین حجمی را فراهم کند به عنوان روش فرآوری جعبه کرم امکانپذیر است. البته با توجه به تکثیر سریع کرمها در طول مدت فرآوری باید تراکم جمعیت کرمها هر یک ماه در ظروف مجددا ارزیابی شود تا افزایش جمعیت باعث پراکنده شدن و مرگ و میر آنها نشود. به طور کلی حفظ شرایط بستر در حد مناسب نیازمند توجه به دو مطلب نرخ بارگذاری و نحوه افزودن ماده غذایی به بستر است. نرخ بارگذاری معادل ضخامت ماده غذایی (به میلی‌متر) در واحد سطح (مترمربع) بستر است [۱۳]. اگر بارگذاری بیش از اندازه باشد موجب افزایش گرما، عدم هوادهی مناسب و مرگ و میر کرمها می‌گردد. نرخ بارگذاری به شرایط مختلفی از جمله تراکم کرم، ابعاد و نوع ظرف، نوع ماده غذایی و محل نگهداری ظرف بستگی دارد که تعیین میزان دقیق آن متفاوت خواهد بود. اما به عنوان یک پیشنهاد کلی بهتر است یک نفر از اعضای خانواده همیشه نسبت به غذاهای کرمها اقدام کند تا میزان دقیق بارگذاری را به تجربه پیدا کند.

همچنین ماده غذایی را می‌توان به روشهای مختلفی به ظرف اضافه کرد که تجربه نگارندگان نشان داد روش عمودی که غذا به صورت لایه نازکی به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر بر روی کل سطح بستر ریخته شده و سپس با بستر مخلوط می‌شود، مناسبتر بوده و برای خانواده‌ها کم‌زحمت می‌باشد.

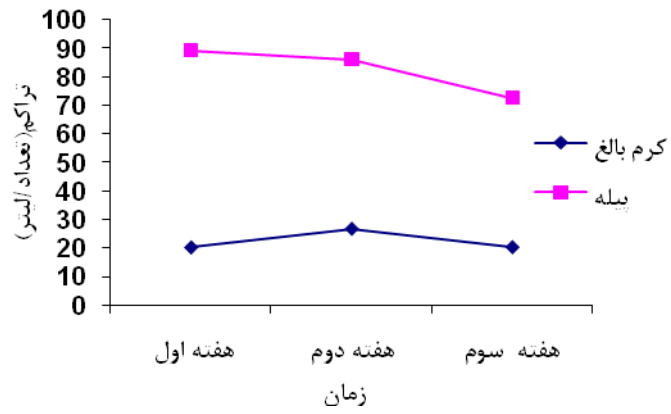
در پایان با در نظر گرفتن نتایج این تحقیق و مشکلات حاصل از دفع پسماندهای تر خانگی اگر از مجموع شهروندان تهرانی تنها ۵۰۰ هزار نفر با استفاده از این شیوه زباله خود را فرآوری کنند، این بدان معنی است که می‌توان از حداقل ۳۵۰ تن زباله روزانه شهری، ۲۴۰ تن مواد آلی (۷۰٪) آن را با روش فرآوری زیستی در منازل به ورمی کمپوست تبدیل نمود. اگر حداقل هزینه جمع‌آوری، حمل و نقل و دفن غیر بهداشتی هر کیلو زباله ۴۰۰ ریال در نظر گرفته شود، برای ۷۰٪ پسماندهای آلی این تعداد خانوار بالغ بر ۹۸ میلیون ریال هزینه می‌گردد. در حالیکه اگر این مواد در منازل به ورمی کمپوست تبدیل شود، و ضریب تولید ورمی کمپوست ۱ به ۱۰ باشد، ۲۴ تن کود تولید می‌گردد. با در نظر گرفتن آن که حداقل قیمت این کود ۲۰۰۰ ریال باشد، روزانه مبلغ ۴۸ میلیون ریال در آمد کسب می‌شود که در واقع با حذف ۹۸ میلیون ریال سهم جمع‌آوری و دفن آن، این روش ۱۴۶ میلیون ریال در روز ارزش افزوده دارد.

۵. سپاس‌گزاری:

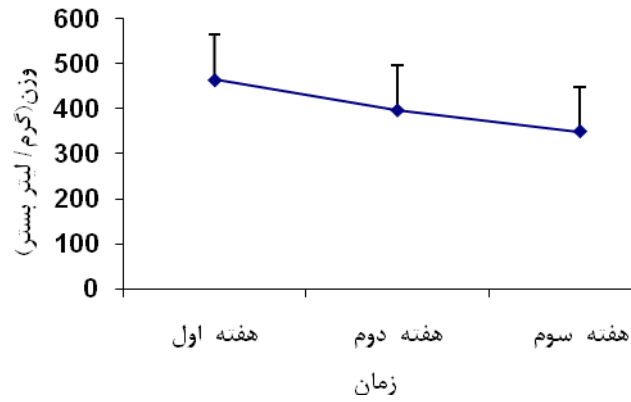
بدینوسیله از مدیریت و کارشناسان شرکت نوین صنعت دشت سبز پیشرو که با در اختیار گذاشتن امکانات و ارائه راهنمایی‌های ارزنده‌شان امکان انجام این تحقیق را فراهم نمودند سپاسگزاری می‌نماید.



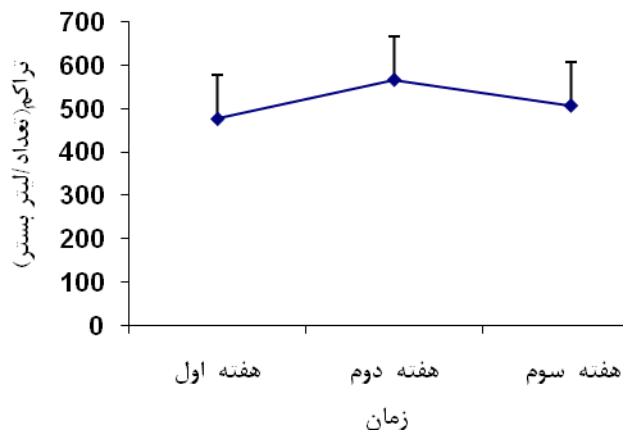
شکل ۵: مقایسه تغییرات جمعیت کرمهای بالغ با تعداد پیله ها



شکل ۶: تغییرات وزن مواد غذایی در یک لیتر بستر



شکل ۷: تغییرات تراکم جمعیت کرم ها (بالغ + نابالغ)



مراجع:

- [۱] بی نام. <http://www.redworms/index.php.htm>. ۱۳۸۸.
- [۲] بی نام. مطالعات امکان سنجی تولید کود کمپوست. شرکت گسترش صنایع پتروشیمی. سازمان صنایع کوچک. ۱۳۸۶.
- [۳] عبدلی، ع.، روشنی، م. کرمهای خاکی. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۸۶.
- [۴] سمیع، ا.، ایزدی، ح.، ضرابی، م. و علیزاده، ع. جانور شناسی. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران. ۱۳۸۷.
- [5] U. Tomati, A. Grappelli, and E. Galli, " The presence of growth regulators in earthworm-worked wastes". pp.423-435 In: *On Earthworms, Proceeding of International Symposium on Earthworms, Selected Symposium and Monograph*. A. M. Bonvicini, Paglioi and P. Omodeo (Eds.). Unione Zoologica Italiana, 2. Mucchi, Modena, 1987.
- [6] R. V. Krishnamoorthy, and S. N. Vajrabhiah, " Biological activity of earthworm casts: an assessment of plant growth promoter levels in casts". *Proceedings of the Indian Academy of Sciences (Animal Science)*, **95**: 341-351, 1986.
- [7] G. Masciandaro, B. Ceccanti, and C. Garcio, " Soil agroecological management: fertirrigation and vermicompost treatments". *Bioresource Technology*, **59**: 199-206, 1997.
- [8] Anonymous, www.whot.com.wsu.edu/index, 2008.
- [9] S. A. Ismail, "Vermicology: The biology of Earthworms", Orient Longman, Hyderabad, p. 92, 1997.
- [10] R. Hartenstein, E. F. Neuhauser, and D. L. Kaplan, " Reproductive potential of the earthworm *Eisenia Foetida*". *Oecologia*, **43**: 329-340, 1979.
- [11] U. Tomati, A. Grappelli, and E. Galli, " The presence of growth regulators in earthworm-worked wastes". pp. 423-435 In: *On Earthworms, Proceeding of International Symposium on Earthworms, Selected Symposium and Monograph*. A. M. Bonvicini Paglioi and P. Omodeo (Eds.). Unione Zoologica Italiana, 2. Mucchi, Modena, 1987.
- [12] C. A. Edwards, and I. Burrows, " The potential of earthworm composts as plant growth media". pp.211-220 In: *Earthworms in Environmental and Waste Management*. C. A. Edwards and Neuhauser.(Eds.). SPB Academic Publ. B.v., The Netherlands, 1988.
- [13] P. M. Ndgwa, S. A. Thompson, and K.C. Das, " Effect of stocking density and feeding rate on vermicomposting with *Esenia foetida*". *Bioresource Technology*, **71**:5-12, 2000.