بررسی تغییر در انتشار CO_2 و خصوصیات فیزیکوشیمیایی کمپوست کود گاوی، باگاس نیشکر و خاک اره در حضور و عدم حضور کرم خاکی *Eisenia foetida*

علی محبوب خمامی[1]، گوشکار محرم محمداوو و علیرضا فلاح

دانشجوی دکترای آکادمی علوم آذربایجان، موسسه خاکشناسی و شیمی خاک، باکو و محقق ایستگاه تحقیقات گل و گیاهان زینتی لاهیجان، گیلان؛ **Mahboub48@yahoo.com**

دانشیار آکادمی علوم آذربایجان، موسسه خاکشناسی و شیمی خاک، باکو، آذربایجان؛ **goshgarmm@rambler.ru**

دانشیار بخش بیولوژی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج؛ **rezafayah@yahoo.com**

دریافت: **92/10/23** و پذیرش: **93/3/20**

چکیده

امروزه دفع مواد زائد جامد کشاورزی و صنعتی از جمله خاک اره و باگاس نیشکر به طور عمده از طریق رها سازی در طبیعت و یا سوزاندن آنها انجام می‌گیرد، که بطور مستقیم و یا غیر مستقیم باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای از جمله دی اکسید کربن می‌شود. لذا کاربرد روش‌های بیولوژیکی بازیافت که منطبق با طبیعت می‌باشند قابل توصیه است. این تحقیق به منظور بررسی تغییر در انتشار CO_2 و خصوصیات فیزیکوشیمیایی کمپوست کود گاوی، باگاس نیشکر و خاک اره در حضور و عدم حضور کرم خاکی به مرحله اجرا در آمد. این آزمایش بصورت فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی با دو فاکتور تیمار بستر در شش سطح و زمان در پنج سطح و در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت، که تیمارهای آن عبارت بودند از کود گاوی، کود گاوی+ باگاس نیشکر، کود گاوی+ خاک اره، کود گاوی + کرم خاکی، کود گاوی+ باگاس نیشکر+ کرم خاکی و کود گاوی+ خاک اره+ کرم خاکی. مقدار 150 گرم از هر تیمار به ظروف پلاستیکی یک لیتری (با قطر دهانه 12 سانتی متر و ارتفاع 10 سانتی متر) منتقل و جهت تعیین مقادیر انتشار CO_2 و اندازه‌گیری برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی در روزهای صفر، 15، 30، 45، 75 و90 ، از بستر فعالیت کرم و بستر بدون کرم نمونه‌هایی برداشته شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بعد از افزودن کرم به تیمارها بیشترین انتشار CO_2 مربوط به روز پانزدهم بود (به ترتیب 8/6، 11/2و23/8 میکروگرم CO_2 بر گرم در ساعت). نتایج تجزیه آماری نشان داد که ورمی کمپوست تولید شده پس از 90 روز از نظر نیتروژن (بترتیب 1/81، 1/47 و 1/53%)، فسفر (بترتیب 0/50، 0/39و 0/6%) و پتاسیم (بترتیب 1/13، 1/15و 0/83%) و pH (بترتیب 8، 7/2و8/1%) اختلاف معنی‌دار (p=0.05) با کمپوست نداشت. بر این اساس تولید ورمی کمپوست از باگاس نیشکر و خاک اره در اختلاط با کود گاوی توسط کرم خاکی *Eisenia foetida* امکانپذیر است. لذا نظر به اثرات مفید تر ورمی کمپوست بر رشد گیاهان و با توجه به اینکه امروزه تولید CO_2 می‌تواند عامل محدود کننده‌ای برای برخی فعالیت‌های اقتصادی و یا تولیدی باشد، ورمی کمپوست سازی به عنوان یک روش منطبق با طبیعت قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: انتشار CO_2، مواد زائد آلی، ورمی کمپوست سازی

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: گیلان، لاهیجان، ایستگاه تحقیقات گل و گیاهان زینتی

مقدمه

در چند سال اخیر علاقه به استفاده از کرم خاکی به عنوان یک سیستم مبدل اکولوژیکی برای مدیریت کودهای دامی فوق العاده افزایش یافته و محققین زیادی پتانسیل کاربرد کرم خاکی در فرآوری مواد زائد با عنوان ورمی کمپوست در باغبانی و صنایع کشاورزی را بررسی کرده‌اند (اتیه و همکاران، 2004; آرانکون و همکاران، 2005; عزیزی و همکاران، 2008). مواد آلی، ریزموجودات و گیاهان برخی اجزاء محیط زیست هستند که بطور مداوم سیستم های زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (سیلوانا و همکاران، 2002). در یک تحقیق آراند و همکاران (1999) نشان دادند که کرم خاکی می‌تواند مواد زائد را به ورمی کمپوست‌های مفید با قابلیت کاربرد شهری و زراعی تبدیل نماید. با ریز شدن مواد آلی در طی فرآیند تغذیه کرم‌ها و تحت تأثیر برخی میکروفلورهای بی هوازی، سطح مقطع مواد آلی برای استقرار میکروبی و اثر آنزیم‌ها افزایش می‌یابد (ادواردز و فلچر، 1988). *ایزینیا فوتیدا* گونه‌ای کرم خاکی کود دوست است که در مواد زائد آلی زندگی کرده و برای رشد و توسعه به محتوای رطوبتی بالا، مقادیر کافی مواد آلی مفید و شرایط تاریک نیاز دارد (گوندی و ادوارد، 2003; گوندی و همکاران، 2002). اثر مواد آلی بر خصوصیات بیولوژیکی خاک موضوعی جالب برای تحقیق بوده و نه تنها بخاطر اهمیت اثر آن بر ساختمان و وظیفه خاک، بلکه بدلیل تغییر در فعالیت بیولوژیکی آن می‌تواند شاخصی برای آلودگی خاک باشد (فلایسباک و همکاران، 1994).

روش اصلی ارزیابی سلامت و فعالیت یک خاک، اندازه‌گیری مقدار CO_2 تنفسی است که در فرآیند تجزیه مواد آلی در خاک توسط میکرو ارگانیسم‌ها مصرف می‌شود (اندرسون، 1982). به طور همزمان تحت عمل کمپوست و یا ورمی کمپوست سازی زباله آلی، انتشار گازهای گلخانه‌ای مختلف مانند CO_2، CH_4 و N_2O در نتیجه فرآیندهایی چون تنفس، تخمیر، نیتریفیکاسیون، دنیتریفیکاسیون و غیره گزارش شده است (هوبسون و همکاران، 2005؛ ماجوم دار و همکاران، 2006).

عوامل مختلف مانند میزان کربن، دسترسی به نیتروژن، محتوای رطوبتی، دما، تهویه، تراکم کرم و غیره، انتشار گازهای گلخانه‌ای در فرآیند تولید ورمی کمپوست از زباله های آلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (فردریکسون و هاول، 2003؛ هوبسون و همکاران، 2005). اسپراتی و همکاران (2007) گزارش کردند که کرم‌های خاکی بر انتشار CO_2 از اکوسیستم خاک تأثیر گذارند. در برخی مطالعات آزمایشگاهی بطور معمول اندازه‌گیری گاز کربنیک تنفسی (ناشی از فعالیت متابولیکی) و آنزیم‌ها به عنوان شاخص بلوغ کمپوست رایج بوده و بررسی آنها در چند هفته انکوباسیون کود دامی مصرف شده بوسیله کرم خاکی نشان داد که تنفس و فعالیت آنزیمی در طی این دوره به مقدار خیلی زیادی کاهش یافته است (پیچتل و هایس، 1990). بررسی تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که تاکنون اطلاعات زیادی درباره تغییرات بیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی و امکان کاربرد باگاس نیشکر و خاک اره به شکل ورمی کمپوست موجود نبوده، و توصیه به تبدیل و استفاده از این مواد به شکل ورمی کمپوست نیاز به بررسی این تغییرات دارد. هدف از این آزمایش بررسی تغییرات بیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی در ترکیب باگاس نیشکر و یا خاک اره در اختلاط با کود گاوی در دوره تغذیه کرم خاکی و بررسی امکان تغذیه آن بوسیله کرم خاکی بود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش مواد اولیه مورد استفاده شامل کود گاوی، کود گاوی+ باگاس نیشکر و کود گاوی+ خاک اره (با نسبت وزنی 4 به 1) بودند که خصوصیات فیزیکوشیمیایی آنها در جدول 1 ذکر شده است. این آزمایش بصورت فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی با دو فاکتور تیمار بستر در شش سطح و زمان در پنج سطح و در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت، که در طی آن نه ظرف پلاستیکی یک لیتری (با قطر دهانه 12 سانتی متر و ارتفاع 10 سانتی متر) با 150گرم نمونه هوا خشک مطابق با نقشه آزمایش، بصورت کود گاوی به تنهایی، کود گاوی+ باگاس نیشکر، کود گاوی+ خاک اره، کود گاوی + کرم خاکی، کود گاوی+ باگاس نیشکر+ کرم خاکی و کود گاوی+ خاک اره+ کرم خاکی پر شدند.

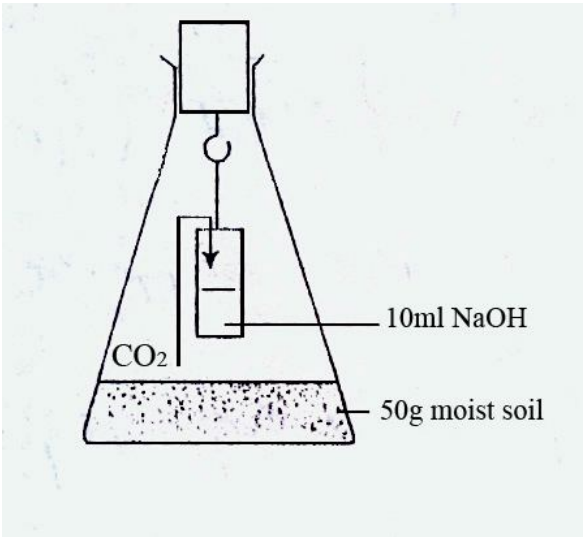
برای رفع خطر کشندگی گازهای سمی برای کرم-ها که در مراحل اولیه کمپوست سازی تولید می‌شود، با پاشیدن مقادیر کافی آب دی یونیزه محتوای رطوبتی بستر-های کشت بین 70-80% نگهداشته شد و در طی یک دوره 15 روزه نمونه‌ها بصورت دستی بهم زدن شده، و بعد از این مدت هفت عدد کرم نابالغ *Eisenia foetida* با میانگین وزنی 20 تا 25 گرم (وزن زنده) به ظروف اضافه شده و همه ظروف در محیط تاریک با میانگین دمایی 1±25 درجه سانتیگراد (شکل 1) نگهداری شدند. نمونه‌برداری جهت تعیین مقادیر انتشار CO_2 و اندازه‌گیری برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی در روزهای صفر، 15، 30، 45، 75 و90 از بستر فعالیت کرم و بستر بدون کرم انجام شد. در این آزمایش

منظور از روز صفر، 15 روز بعد از کمپوست اولیه مواد و قبل از زمان افزودن کرم می‌باشد.

جدول 1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی کود گاوی، باگاس نیشکر و خاک اره در ابتدای آزمایش

مواد زائد	محتوای رطوبتی (%)	N (%)	P (%)	K (%)	OC (%)	C: N	EC (dS/m)	PH (1:5)
کود گاوی	14/40	1/24	0/29	0/62	47/30	38/12	2/06	8/15
خاک اره	14/85	0/31	0/34	0/61	57/18	181/81	0/46	7/37
باگاس نیشکر	15/05	0/45	0/04	0/04	50/23	111/75	3/19	7/79

شکل 1- نگهداری تیمارها در شرایط رطوبی و دمایی ثابت و فضای تاریک



شکل 2- ارلن های تنفسی مخروطی با حجم 500 سی سی که دارای شیشه های کوچک محتوی 10میلی لیتر NaOH 0/3 مولار

برای اندازه‌گیری انتشار CO_2 قبل از نمونه‌برداری، کرم‌ها به روش دستی از بسترهای حاوی کرم جدا شده و نمونه‌ها به ارلن‌های تنفسی مخروطی منتقل شدند. مقادیر انتشار CO_2 به روش تله قلیایی تعیین شد (آندرسون، 1983). بر این اساس 50 گرم نمونه مرطوب با توجه به زمانبندی اشاره شده در هر مرحله از ظروف حاوی تیمارها برداشت شده و به ارلن‌های تنفسی مخروطی با حجم 500 سی سی که دارای شیشه‌های کوچک محتوی 10 میلی لیتر NaOH 0/3 مولار (تله قلیایی) بودند انتقال یافت (شکل2). ارلن های تنفسی مخروطی حاوی بشر کوچک محتوی 10 میلی لیتر NaOH 0/3 مولار بدون نمونه کودی به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. بعد از کمون نمونه در یک دوره هفت روزه تله قلیایی برداشته و با HCl 0/1 مولار تیتر شد (آندرسون، 1982).

مقدار انتشار CO_2 بدست آمده از تیتراسیون برای نمونه‌ها با استفاده از مقدار انتشار CO_2 برای شاهد اصلاح شده و مقدار انتشار اصلاح شده CO_2 برای نمونه‌ها محاسبه شد. pH توسط دستگاه pH متر در مخلوط سوسپانسیون آب دی یونیزه با نسبت سوسپانسیون 1 به 5 که به مدت 30 دقیقه شیک شده بود و از فیلتر واتمن شماره 1 عبور داده شده بود تعیین شد. در همان سوسپانسیون EC نیز توسط دستگاه هدایت سنج تعیین شد (وردانک و گابریل، 1992). ازت کل بعد از هضم نمونه با H_2SO_4 غلیظ و $HClO_4$ غلیظ (9 به 1 حجمی) از طریق روش برمنر و مولوانی (1982) تعیین شد. برای تعیین سایر عناصر غذایی هر نمونه آسیاب شده (2 گرم) در کوره الکتریکی در دمای550 درجه سانتی گراد سوزانده و به خاکستر تبدیل شد (هورویتز، 1980).

خاکستر سفید در HCl 2 نرمال حل شده و آب مقطر به 100 میلی لیتر رسانده شد. فسفر کل به روش رنگ سنجی با مولیبدن در اسید سولفوریک با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل CECIL 2041 به روش مورفی و ریلی (1962) تعیین شد. پتاسیم کل بعد از هضم نمونه در مخلوط دو اسید (HNO_3 غلیظ و $HClO_4$ غلیظ با نسبت 4 به 1 حجمی) با فلیم فوتومتر مدل JENWAY PFP7 به روش هوبا و همکاران (1989) تعیین شد. کربن آلی کل به روش نلسون و سومرس (1982) تعیین شد. داده‌های بدست آمده برای هر نمونه با استفاده از برنامه آماری SAS ورژن 9/1 مورد تجزیه قرار گرفته و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه توکی مقایسه شد.

نتایج و بحث

باتوجه به نتایج تجزیه واریانس مقدار انتشار CO_2 (جدول 2) و معنی‌دارشدن اثر تیمارها و زمان نمونه-برداری بر این انتشار، مقایسه میانگین (جدول 3) نشان داد که روند انتشار CO_2 در طی فرآیند کمپوست سازی در حضور و عدم حضور کرم خاکی (کمون 90 روزه) نزولی و بیشترین مقادیر آنها نیز در روز 15 بعد از افزودن کرم بوده است. این نتایج با نتایج بوتیستا و همکاران (2011) مطابقت دارد. این محققین نشان دادند که بیش از 70% انتشار CO_2 در هفته اول کمپوست سازی صورت می‌گیرد. با وجود اثر کرم خاکی بر ریز کردن ذرات آلی در طی فرآیند تغذیه که می‌تواند بر افزایش فعالیت ریزموجودات خاک مؤثر باشد، نتایج مقایسه میانگین (جدول 3) نشان داد که انتشار CO_2 از ضایعات آلی حاوی کرم و ضایعات بدون کرم بعد از 15 روز اختلاف معنی‌داری نداشت. سات چل (1967) نشان داد که در مواد آلی بسهولت تجزیه‌پذیر که جمعیت اولیه میکروبی بالای دارند، اثر کرم خاکی کمتر از اثر آن در خاک است، که این می‌تواند بدلیل تغذیه کرم از جمعیت میکروبی مواد آلی باشد. چنانکه زانگ و همکاران (2000) معتقدند، میکرو ارگانیزم‌ها بوسیله کرم‌های خاکی به عنوان منبع ثانویه غذایی استفاده شده و عبور آنها از داخل روده کرم مجموع توده میکروبی را کاهش و اجزای فعال توده‌های میکروبی را افزایش می‌دهد.

اسپراتی و همکاران (2007) عقیده دارند که کرم-های خاکی از طریق تغذیه، جابجا کردن مواد و نقب زدن می‌توانند باعث افزایش تجزیه و تنفس در میکرو سایت-های هوازی شوند. در یک آزمایش کوچک که برای بررسی اثر تلقیح با کرم‌های خاکی *Eisenia fetida* بر تولید گازهای گلخانه‌ای CO_2 از خاک انجام شد، مشخص شد که بالاترین مقدار کل CO_2 انتشار یافته از خاک تحت تیمار با بقایای کمپوست و کرم‌های خاکی و در حدود 40 درصد از کل مقدار CO_2 انتشار یافته از فعالیت کرم خاکی بوده است (کاراواکا و همکاران، 2005).

جدول 2- تجزیه واریانس تغییر در انتشار CO_2 در طی کمپوست کردن ضایعات آلی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
		تغییر در انتشار CO_2
سطوح بستری	5	25/53**
زمان	5	1698/30**
سطوح بستری× زمان	25	17/16**
اشتباه آزمایش	90	0/1003
کل	125	-
دامنه تغییرات	-	3/26

ns,*,** بترتیب، غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5% و1%

جدول 3- تغییر در انتشار CO_2 (میکرو گرم CO_2 بر گرم در ساعت) در طی کمپوست کردن ضایعات آلی

تیمارها	روز					
	90	75	45	30	15	0
کودگاوی	3/8 oq	4/5 mp	5/0 mo	8/4 fh	11/7 de	30/4 a
کودگاوی+ کرم خاکی	2/4 q	2/9 pq	4/0 nq	9/1 fg	8/6 fh	30/4 a
کودگاوی+ خاک اره	4/2 nq	4/3 mp	5/8 jn	7/1 hk	10/1 ef	26/5 b
کودگاوی+ خاک اره + کرم خاکی	4/6 mp	5/3 ko	6/9 hl	7/8 gi	11/2 de	26/5 b
کودگاوی+ باگاس نیشکر	4/2 nq	4/7 mp	4/5 mp	7/2 hj	12/5 d	28/6 a
کودگاوی+ باگاس نیشکر + کرم خاکی	5/2 lo	5/3 lo	6/1 im	8/1 gh	23/8 c	28/6 a

میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال 5% اختلاف معنی‌داری ندارند.

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول 4) و معنی دار شدن اثر تیمارهای بستری بر نیتروژن کل، فسفر کل، پتاسیم کل و pH، مقایسه میانگین (جدول 5) اثر تیمارها در این تحقیق نشان داد که حضور کرم خاکی در فرآیند کمپوست سازی موجب کاهش pH، افزایش محتوای نیتروژن کل، فسفر کل و پتاسیم کل شده، هر چند افزایش محتوای نیتروژن کل و فسفر کل با کمپوست بدون کرم اختلاف معنی‌داری نشان نداد. نتایج مشابه از کمپوست کود کود گاوی و ضایعات میوه و سبزی توسط عزیزی و همکاران (2008)، گونادی و ادوارد (2003) و میشل (1997) گزارش شده است. وین سسلاس آپکا و لوکوت (1994) در کمپوست ضایعات لگنوسلولزی مشاهده کردند که مقادیر ازت کل در مواد حاوی کرم خیلی بیشتر از مواد فاقد کرم بوده است. اتیه و همکاران (2000) در طی تحقیقی در مقیاس آزمایشگاهی مشاهده کردند که کرم خاکی باعث ایجاد تغییرات بیوشیمیایی در کود گاوی شده، و با افزایش نیتروژن کل و بدون تغییر زیاد در pH، پایاسازی و بلوغ مواد زائد آلی را تسریع بخشیده است.

جدول 4– تجزیه واریانس برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی مواد زائد آلی بعد از 90 روز کمپوست سازی در حضور و عدم حضور کرم خاکی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین		مربعات	
		نیتروژن کل	فسفرکل	پتاسیم کل	PH
سطوح بستری	5	0/364**	0/043**	0/425**	3/88**
اشتباه آزمایش	12	0/029	0/006	0/010	0/003
کل	17	-	-	-	-
دامنه تغییرات	-	3/09	5/23	3/13	21/0

ns,*,** بترتیب، غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5% و1%

جدول 5- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی مواد زائد آلی بعد از 90 روز کمپوست سازی در حضور و عدم حضور کرم خاکی

تیمارها	نیتروژن کل (%)	فسفرکل (%)	پتاسیم کل (%)	PH (1:5)
کودگاوی	1/75 ab	0/48 a	1/01 b	8/11 ab
کودگاوی+ کرم خاکی	1/81 a	0/50a	1/13 a	8/00 d
کودگاوی+ خاک اره	1/44 d	0/38 b	0/88 c	7/30 c
کودگاوی+ خاک اره + کرم خاکی	1/47 d	0/39b	1/15 a	7/20 c
کودگاوی+ باگاس نیشکر	1/53 cd	0/46 a	0/74 d	8/46a
کودگاوی+ باگاس نیشکر+ کرم خاکی	1/67 bc	0/46 a	0/83 cd	8/18 ab

میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال 5% اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری کلی

نظر به اهمیت تصعید CO_2 به عنوان گاز گلخانه‌ای و با توجه به برتریهای زیاد ورمی کموست سازی نسبت به کمپوست سازی و یا سایر روش‌های تبدیل ضایعات آلی کشاورزی و صنعتی، تولید ورمی کمپوست از باگاس نیشکر و خاک اره با استفاده از کرم خاکی *Eisenia fetida* می‌تواند در سطح وسیع به عنوان یک روش بیولوژیکی منطبق با محیط زیست مورد استفاده قرار گیرد. چنانکه سینها و همکاران (2012) نتیجه گرفتند که تبدیل مواد آلی به ورمی کمپوست می‌تواند حجم وسیعی از کربن جو را که از طریق فتوسنتز توسط گیاه جذب شده وارد خاک نموده و علاوه بر بهبود حاصلخیزی خاک، جلوگیری از فرسایش و تراکم آن، مانع از ورود گازهای گلخانه‌ای چون CO_2 به اتمسفر گردد که از طریق سوزاندن و یا رها کردن مواد آلی در طبیعت ایجاد می‌شود.

سپاسگزاری

از جناب آقای مهندس احمد شیرین فکر و خانم مهندس کتایون اسلامی و کلیه همکاران ایشان در آزمایشگاه مرکز تحقیقات چای کشور بخاطر مساعدت در تعیین خصوصیات بیولوژیکی و شیمیایی این آزمایش کمال تشکر را دارم.

فهرست منابع:

1. Anderson, J. P. E. 1982. Soil respiration. p. 833-871. In Page, A. L., Miller, R. H. and Keeney, D. R. (ed.) Methods of soil analysis. part 2: chemical and microbiological properties. Madison, New York, N.Y.
2. Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Melzger, A. D., Lee, S. and Welch, C. 2005. Effect of vermicompost on growth and marketable fruits of field-grown tomato, peppers and strawberries. Bioresource Technology 47: 731-735.
3. Aranda, E., Barois, L., Arellano, P., Irisson. S., Salazar, T., Rodriguez, J. and Patron, J. C. 1999. Vermicomposting in the tropics. P 253-287. In: Lavelle, P., Brussard, L. and Hendrix, P. (eds) In Earthworm management in tropical Agroecosystems. CABI, UK.
4. Atiyeh, R. M., Yardim, Y., Edwards, C. A. and Metzeger, J. D. 2004. Influence of earthworm- processed pig manure on the growth and yields of greenhouse peppers. Bioresource Technology 93: 139-144.
5. Atiyeh, R.M., Dominguez, J., Subler, S. and Edwards, C. A. 2000. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (Eisenia andrei . Bouché) and the effects on seedling growth. Pedobiologia 44: 709- 724.
6. Azizi, P., Khomami, A. M. and Mirsoheil, M. 2008. Influence of cow manure vermicompost on growth of Dieffenbachia. Ecology, Environment & Conservation 14 (1): 1-4.

7. Bautista, J. M., Kim, H., Ahn Dae-Hee, Z. R. and Young-Sook, O. 2011. Changes in physicochemical properties and gaseous emissions of composting swine manure amended with alum and zeolite. Korean Journal of Chemical Engineering 28 (1): 189-194.
8. Bremner, J. M. and Mulvaney, R. G. 1982. p. 575-624. Nitrogen total. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (eds.) Method of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison.
9. Caravaca, F., Pera , A., Masciandaro, G,, Ceccanti B. and Roldán, A. 2005. A micro-cosm approach to assessing the effects of earthworm inoculation and oatcover cropping on CO2 fluxes and biological properties in an amended semi-arid soil. Chemosphere 59: 1625-1631.
10. Edwards, C. A. and Fletcher, K. E. 1988. Interaction between earthworms and microorganisms in organic matter breakdown. Agriculture Ecosystems and Environment journal 24:235-247.
11. Fliessbach, R., Martens. H. and Reber, H. 1994. Soil microbial biomass and microbial activity in soils treated with heavy metal contaminated sewage sludge. Soil Biology and Biochemistry 26:1201- 1205.
12. Frederickson, J. and Howell, G. 2003. Large-scale vermicomposting: emission of nitrous oxide and effects of temperature on earthworm populations. Pedo biologia 47:724-730.
13. Gunadi, C., Blotmt, C. and Edwards, A. 2002. The growth and fecundity of Eisenia foetida (savigny) in cattle solids pre-composted for different periods. Pedobiolagia 46: 15-23.
14. Gunadi, C. and Edwards, A. 2003. The effect of multiple applications of different organic wastes on the growth, fecundity and survival of Eisenia foetida (savigny) (Lumbriciclae). Pedobialogia 47 (4): 321-330.
15. Hobson, A. M., Frederickson, J. and Dise, N. B. 2005. CH4 and N2O from mechanic-cally turned windrow and vermicomposting systems following in-vessel pre-treatment.Waste Management 25:345-352.
16. Horwitz, W. 1980. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist, 13th Ed. Association of Official Analytical Chemist, Va.
17. Houba, V. J. G., Lee, V. D., Navozamasky, I. and Walgina, L. 1989. Soil and plant analysis -a series of syllabi. Wageningen Agriculture University.
18. Majumdar, D., Patel, J., Bhatt, N. and Desai, P. 2006. CH4, CO2 emissions and earth-worm survival during composting of pharmaceutical sludge and spent myce-lia. Bioresource Technology 97: 648-658.
19. Mitchell A and Edwards CA. 1997. The production of vermicompost using *Eisenia foetida* from cattle manure. Soil Biology and Biochemistry 29:3–4.
20. Murphy, J. and Riley, J.P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimia Acta* 27: 31–36.
21. Nelson, D. W. and Sommers, L. E. 1982. p. 539-579. Total carbon and organic carbon and organic matter. In: Page, A.L, Miller, R.H. and Keeney, D.R. (eds.) Method of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison.
22. Pichtel, J. R., Hayes, J. M. 1990. Influence of fly ash on soil microbial activity and populations. Journal of Environmental Quality 19: 593-597.
23. Satchell. J. E. 1967. Ltunbricidae. Pp. 259-32.2. In: Burges, A. and F. Raw (eds.) Soil biology. Academic Press, New York.
24. Silvana, M. C., Sueli, S. F. and Claudio. A. 2002. Microbial biomass and microcalorimetric methods in tropical soils. Thermochimica Acta 394: l45-154.
25. Sinha, R. K. and Heart, S. 2012.Organic farming: producing chemical-free, nutritive and protective food for the society while also protecting the farm soil by earthworms and

vermicompost –reviving the dreams of sir Charles Darwin. Agricultural Science Research Journals 2(5: 217-239.

26. Speratti, A. B., Whalen, J. K. and Rochette, P. 2007. Earthworm influence on carbondioxide and nitrous oxide fluxes from an unfertilized corn agroecosystem. Biology and Fertility of Soils 44: 405-409.
27. Verdonck, O. and Gabriels, R. 1992. Reference method for the determination of physical and chemical properties of plant substrates. Acta Horticulturae 302: 169-179.
28. Vinceslas-Akpa, M. and Loquet, M. 1994. C-13 CPMAS NMR-spectroscopy of organic-matter transformation in lignocellulosic waste products composted and vermicomposted (Eisenia foetida andrei). European Journal of Soil Biology 30(1): 17-2
29. Zhang, B., Li. G., Shen, T., Wang, T. and Sun, Z. 2000.Changes in microbial biomass C. N and P and enzyme activities in soil incubated with the earthworms Metaphire guillelmi or Eisenia fetida. Soil Biology and Biochemistry 32: 2055-2062.