

## **The influence of exploited compounds type in the vermicompost medium on the quality of produced compost from kitchen waste, garden waste and cow dung by *Eisenia fetida***

**Seyyed Alireza Mousavi<sup>1</sup>, Majid Faraji<sup>2</sup>**

1- Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

2- M.Sc., Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

### **Abstract**

**Background and Aims:** The production of fertilizer from waste by the use of worms (vermicomposting), covers all positive environmental, health and economic aspects. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of different media on the quality of produced compost from solid waste.

**Materials and Methods:** Three different media including kitchen waste, rotting foliage of trees and animal waste were designated in the present study through 20 treatments. TKN, P, TC, pH, EC, Na, K, and moisture, ash, organic matter contents as well as C/N ratio and physical properties of produced compost were analyzed at the end of composting process.

**Results:** The results showed that the quality of produced compost was in conformity with current standards in all 20 studied treatments. With regard to the high contents of nitrogen in raw material in some treatments such as M, N, O, Q, R, and U, the corresponding ratio of N in achieved compost was higher than other treatments. A survey of worm growth in studied samples revealed that U (leaf 90% and food waste 10%) and Q (leaf 90% and food waste 10%) treatments superbly overcame other treatments with 266 and 253 worms, respectively.

**Conclusion:** Our study found that the type of raw material has a paramount importance on the compost quality, so that any change in the composition can affect the compost production process and the reproduction of worms mainly through the changes in the presence or absence of macro and micronutrients. Thus, optimization of media components, is of particular importance affecting the efficient use of capital investments and reducing the time duration of vermicomposting.

**Keywords:** Vermicompost, *Eisenia fetida*, Kitchen waste, Animal waste

**Corresponding Author:** Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran.

**Email:** majeadfaraji@yahoo.com

**Received:** 21 Jan 2016

**Accepted:** 21 Nov 2016

## بررسی تأثیر نوع ترکیب بکار رفته در بستر بر کیفیت ورمی کمپوست تولیدی از ضایعات آشپزخانه، ضایعات باغی و فضولات گاوی توسط کرم آیزینیا فوتیدا

سید علیرضا موسوی<sup>۱</sup>، مجید فرجی<sup>۲\*</sup>

۱. استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، کرمانشاه، ایران.  
۲. کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، معاونت بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی، کرمانشاه، ایران.

### چکیده

**زمینه و اهداف:** فرایند تولید کود از پسماند توسط کرم ها مسیری است که دارای جنبه های مثبت زیست محیطی، بهداشتی و اقتصادی می باشد. لذا این مطالعه با هدف بررسی تأثیر نوع بستر در درصدهای مختلف بر کیفیت کود از زایدات جامد انجام شد.

**مواد و روش ها:** این مطالعه با انتخاب سه نوع بستر شامل ضایعات آشپزخانه، شاخ و برگ پوسیده درختان و فضولات حیوانی در ۲۰ تیمار طراحی گردید. در انتهای دوره زمانی مناسب پارامترهای  $TKN$ ،  $P$ ،  $TC$ ،  $pH$ ،  $EC$ ،  $Na$ ،  $K$ ، رطوبت، خاکستر، مواد آلی، نسبت  $C/N$ ، خصوصیات فیزیکی و ظاهری کمپوست آزمایش شدند.

**یافته ها:** نتایج نشان داد در تمامی ۲۰ تیمار کیفیت کود تولیدی در محدوده استاندارد می باشد. با توجه به بالا بودن ترکیبات نیتروژنه در مواد اولیه تیمارهای  $U$ ،  $M$ ،  $N$ ،  $O$ ،  $Q$ ،  $R$ ، نسبت نیتروژن در کود حاصل از آنها بالاتر از بقیه تیمارها بود. بررسی تولید کرم در نمونه ها نشان داد که تیمارهای  $U$  (۹۰٪ شاخ و برگ و ۱۰٪ فضولات حیوانی) و  $Q$  (۹۰٪ شاخ و برگ و ۱۰٪ مواد غذایی) با ۲۶۶ و ۲۵۳ عدد کرم بیشترین تعداد تولید کرم را در بین تیمارها داشته اند.

**نتیجه گیری:** نوع مواد اولیه بستر اهمیت ویژه ای در کیفیت کود تولیدی دارد. هر گونه تغییر در این ترکیبات به دلیل تغییر در حضور یا عدم حضور ماکرو و میکرو نوترینت ها می تواند فرایند تولید کود با کیفیت و همچنین تولید کرم را تحت تأثیر قرار دهد. لذا بهینه سازی درصد ترکیبات بستر، از اهمیت ویژه ای برخوردار است که در استفاده بهینه از سرمایه ها و کاهش زمان تولید ورمی کمپوست موثر می باشد.

**واژه های کلیدی:** ورمی کمپوست، آیزینیا فوتیدا، ضایعات آشپزخانه، فضولات حیوانی

\*نویسنده مسئول:

ایران، کرمانشاه، میدان ایثار، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط، ۰۹۱۸۳۵۹۰۱۱۶

Email: majeadfaraji@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۱

تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۱

## مقدمه

تقریباً در سراسر جهان از پسماندها به عنوان یکی از آلاینده های مهم زیست محیطی نام می‌برند که مدیریت آن مورد توجه خاص پژوهشگران قرار گرفته است [۱]. امروزه در جوامع بشری به منظور جلوگیری از آلودگی محیط برای دفع بهداشتی پسماندها اهمیت زیادی قائل هستند. بشر باید مواد زائد ناشی از فعالیت‌های روزانه خود را به طرق مختلف از محل زندگی دور نماید. در کشور ایران به دلایل فرهنگی، اقتصادی و عدم امکانات و در بعضی موارد، دفع پسماندها به روشهای غیراصولی، نامطلوب و غیر بهداشتی انجام می‌گیرد. از آنجا که حجم زباله تولیدی بالا و محل‌های دفن به شدت در حال کاهش است. این عوامل می‌تواند آسیب‌های جدی به موجودات زنده و محیط زیست وارد نماید [۲]. به دلیل اینکه بخش عظیمی از زباله‌های کشور ما را مواد آلی تشکیل می‌دهد، محققین گزینه تولید کود از مواد زائد آلی به روشهای مختلف از جمله کمپوست و ورمی کمپوست را در دست بررسی و اجرا دارند [۳] و در همین راستا کارخانه‌های تولید کود آلی در شهرهای اصفهان، تهران، مشهد، تبریز، کرمانشاه و دیگر شهرها راه اندازی شده‌اند [۴]. هر چند کمپوست روشی مناسب برای کاهش اثرات بهداشتی و زیست محیطی پسماندها است و می‌تواند درصدی از هزینه‌های مدیریت پسماند را برگرداند اما ورمی کمپوست دارای محصولات جانبی با ارزش تری نسبت به کمپوست بوده که این می‌تواند وجه تمایز آن با کمپوست و سایر روشهای دفع بهداشتی مواد زائد باشد [۳]. کود حاصل از ورمی کمپوست یکی از غنی‌ترین کودهای بیولوژیک تولیدی توسط گونه‌های خاصی از کرم خاکی می‌باشد که طرفداران زیاد دارد [۵].

بررسی‌ها نشان داده است که از ۳۰۰۰ گونه کرم خاکی دو گونه آیزینیا فوتیدا و لامبریکوس روبلوس به دلیل راندمان کاری بالا، سهولت تکثیر زیاد و شرایط زیست متنوع، بیشترین کاربرد را در تولید ورمی کمپوست دارا می‌باشند. آیزینیا فوتیدا را با عباراتی از قبیل کرم کمپوست، کرم قرمز، پلنگ کرم و کرم کود نیز می‌شناسند [۶]. اما نتایج مطالعات مختلف توسط محققین ایرانی از جمله آوان و همکاران در دانشگاه فردوسی مشهد نشان داده است که کرم خاکی آیزینیا فوتیدا در شرایط آب و هوای ایران کارایی بیشتر دارد [۷]. در خصوص اهمیت و اثرات حضور کرمها در محیط خاک، ارسطو از آنها به عنوان روده خاک یاد کرده است و داروین بهبود حاصل خیزی خاک را به آنها نسبت داده است به طوری که او محاسبه نمود ۱۰-۱۸ تن خاک خشک در سال از درون روده کرم‌ها می‌گذرد و این عمل باعث تغییرات در پتاسیم و فسفر سطح بالایی خاک می‌گردد [۴]. برگشت هزینه‌های صرف شده، افزایش کاهش مصرف نهاده ها، حفظ محیط زیست و نهایت سلامتی جامعه از دیگر مزایای

مصرف کود ورمی می‌باشد [۸].

پارامترهای مختلفی مانند دما، رطوبت، pH، نسبت کربن به نیتروژن، تهویه، منبع غذایی، نور و نوع بستر در تولید ورمی کمپوست تاثیر گذار می‌باشند که در مطالعات مختلف توسط محققین مورد بررسی قرار گرفته‌اند. ترکیبات بستر به عنوان یکی از مهمترین پارامترها که نقش کلیدی را در تولید کود ورمی دارد در بسیاری از مناطق مختلف دنیا از جمله ایران مبنای مطالعات بوده‌است. به طوری که مطالعات مختلفی در زمینه مصرف بقایای کشاورزی، ضایعات مواد زاید جامد شهری، فضولات دامی، ضایعات صنعتی، لجن فاضلاب و غیره توسط کرم خاکی و تبدیل آنها به ورمی کمپوست در مقیاس کوچک انجام پذیرفته است عظیم زاده از ضایعات آشپزخانه‌ای [۸]، پیر صاحب و همکاران از زباله شهری [۹]، معینیان و همکاران از پسماند گیاهی با و بدون لجن بیولوژیکی [۱۰]، خلفی و همکاران از ضایعات چغندر [۱۱]، هاشمی مجد از لجن فاضلاب شهری [۱۲] و صوفیان و همکاران از برگ خزان زده درختان [۱۳] ورمی کمپوست تولید کردند. خاویراک پام و همکاران از تکنیک ورمی جهت بازیافت لجن فاضلاب و تولید ورمی کمپوست استفاده کرده‌اند [۱۴]. سوت هار تولید ورمی کمپوست از مواد زاید جامد بازار سبزیجات را مورد مطالعه قرار داده است [۱۵]، کاویراج و همکاران گزارش نموده‌اند که با کرم‌های خاکی ورمی کمپوست می‌تواند مدیریت صحیح مواد زائد جامد شهری را انجام دهند [۱۶]، سینگا و همکاران از نقش کرم‌های خاکی آیزینیا فوتیدا در بازیافت سریع نوترینت های لجن حاصل از صنایع نوشابه سازی استفاده نمودند [۱۷].

با توجه به اینکه در مناطق روستایی و حاشیه شهرها فضولات حیوانی، شاخ و برگ درختان و مواد آشپزخانه ای با تمام ارزشی که برای حاصل خیزی خاک دارند می‌توانند در اثر سوء مدیریت سهم عمده ای در آلودگی های زیست محیطی داشته باشند و با توجه به اینکه حدود ۷۰-۸۰ درصد هزینه مدیریت مواد زائد جامد مربوط به جمع آوری و حمل و نقل است. تبدیل پسماند در مبدا به عنوان یک گزینه هدفمند باید در مدیریت پسماند مد نظر باشد. لذا هدف کار تحقیقی پیش رو بررسی تاثیر ترکیبات به کار رفته در بستر برای دستیابی به بهترین و با کیفیت ترین کود از ضایعات تولید شده می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

## آماده سازی بستر

این مطالعه تجربی در مقیاس آزمایشگاهی و در محل آزمایشگاه پسماند دانشکده بهداشت کرمانشاه طی سال ۱۳۹۳ به منظور بهینه سازی درصد ترکیبات بستر شامل: ضایعات آشپزخانه (به استثنای مواد نا مرغوب و معطر جهت ورمی کمپوست)، شاخ و برگ پوسیده

### نمونه برداری و آزمایشات

به منظور بررسی فاکتورهای مورد سنجش کود حاصل و تهیه یک نمونه همگن از کل تیمار، بستر را به سه قسمت مساوی تقسیم و از هر قسمت یک نمونه برداشت گردید. نمونه‌ها با هم مخلوط و آسیاب گردید و از پودر حاصل برحسب نوع آزمایشات نمونه‌هایی جهت سنجش نیتروژن کل (TKN)، فسفر (P)، کربن آلی (TOC)، pH، هدایت الکتریکی (EC)، سدیم (Na)، پتاسیم (K)، رطوبت و نسبت C/N برداشت گردید. برای اندازه‌گیری مواد آلی و خاکستر از روش حرارتی (کاهش وزن) در کوره الکتریکی (مدل Nabertherm، آمریکا) استفاده شده است. برای اندازه‌گیری نیتروژن کل روش کج‌لداال بعد از عمل هضم در اسید سولفوریک به کار گرفته شد. کربن آلی با روش اکسیداسیون به وسیله محلول دی کرومات پتاسیم و تیتراسیون اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری پتاسیم، هدایت الکتریکی، pH و سدیم به ترتیب از دستگاه‌های فلیم فتومتر (مدل Jenway، انگلیس)، هدایت سنج (مدل EDT، انگلیس)، pH متر (مدل WTW، آلمان) و فلیم فتومتر (مدل Jenway، انگلیس) استفاده گردید. رطوبت به روش وزن سنجی تعیین مقدار گردید. آزمایشات براساس روش‌های ذکر شده در کتاب اولین مرجع کامل مدیریت کیفیت تولید مواد آلی انجام گرفته است [۱۸]. نتایج توسط نرم افزار آمار SPSS ورژن ۲۲ و همچنین اکسل ۲۰۰۸ توصیف و مورد تحلیل آماری قرار گرفتند. بررسی متغیرها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف نشان داد که این متغیر از توزیع نرمال پیروی نمی‌نماید. لذا به منظور مقایسه داده‌های مربوط به این متغیر در بسترهای مختلف از آزمون کروسکال والیس (معادله ناپارامتری آزمون F فیشر) استفاده گردید. قابل ذکر می‌باشد ملاحظات اخلاقی در مراحل مختلف پروژه انجام گرفت و مواد اولیه بسترها از مکان‌های عمومی و مطمئن تهیه گردید.

درختان و فضولات حیوانی اجرا گردید. جهت تولید و نگهداری بستر مواد اولیه و کود از ظروف مخصوص از جنس پلی اتیلن به تعداد ۲۰ تیمار مطابق با جدول ۱ استفاده شد. حجم کل هر ظرف ۵ لیتر (با توجه به حجم مواد اولیه مصرفی در بستر انتخاب شده است) و میزان مواد بستر در هر کدام ۰/۵ کیلوگرم در نظر گرفته شد. به منظور هوادهی مناسب توده‌ها سوراخ‌هایی به قطر ۲ mm در کف و اطراف ظروف ایجاد گردیده است. در ضمن به منظور خروج مایع یا جای کمپوست، ظروف بر روی یک ریل با ارتفاع ۱۰ سانتیمتر قرار گرفتند. تمام ظرف‌ها در یک محفظه مناسب که دمای تقریباً ثابتی را فراهم می‌نمود، نگهداری گردید. به منظور آماده‌سازی پس ماند های آشپزخانه‌ای (به استثنای مواد دارای بو، ترکیبات معطر، گوشت و...) آنها را در درون ظرف پلاستیکی استوانه‌ای مطابق شکل (الف-۱) قرار داده و به منظور جلوگیری از ایجاد شرایط بی‌هوایی به وسیله یک پمپ متصل به سنگ‌های هوا مواد غذایی داخل ظرف به مدت ۱۰ روز هوادهی گردیدند. با آماده‌سازی بسترها در درصد‌های مختلف ترکیبات به منظور تثبیت فاز حرارتی و رسیدن به شرایط تثبیت از نظر دما، به مدت یک هفته بسترها بدون گرم‌روانه مخلوط گردیدند.

### تزریق کرم به تیمارها

در این مطالعه از کرم‌های گونه آیزینیا فوتیدا که در مرکز تحقیقات توسعه پایدار سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه پرورش یافته بودند استفاده گردید. بعد از تنظیم رطوبت در محدوده مناسب (۶۰-۷۰ درصد) مواد به خوبی با هم مخلوط و به هریک از تیمارها تعداد ۱۰ عدد کرم بالغ اضافه گردید (شکل ۱-ب) پس از اطمینان از رسیدن تیمارها؛ بر اساس خصوصیات ظاهری کود ورمی، بعد از ۹۰ روز، کرم‌ها به صورت دستی از مواد داخل بستر جدا و تغییرات در تعداد و وزن آنها مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۱- آماده‌سازی مواد غذایی با روش هوادهی (الف)، اندازه‌گیری کرم‌ها جهت افزودن به بستر (ب)

جدول ۱- درصد نمونه مواد اولیه مورد استفاده در تیمارهای ورمی کمپوست

شماره نمونه	مواد غذایی	شاخ و برگ	فضولات حیوانی	شماره نمونه	مواد غذایی	شاخ و برگ	فضولات حیوانی
A	۲۰	۱۰	۷۰	B	۴۰	۱۰	۵۰
C	۶۰	۱۰	۳۰	D	۸۰	۱۰	۱۰
E	۱۰۰	۰	۰	F	۲۰	۳۰	۵۰
G	۴۰	۳۰	۳۰	H	۶۰	۳۰	۱۰
I	۲۰	۵۰	۳۰	J	۴۰	۵۰	۱۰
K	۹۰	۱۰	۰	L	۷۰	۳۰	۰
M	۵۰	۵۰	۰	N	۳۰	۷۰	۰
O	۱۰	۹۰	۰	P	۰	۱۰	۹۰
S	۰	۳۰	۷۰	Q	۰	۵۰	۵۰
R	۰	۷۰	۳۰	U	۰	۹۰	۱۰

## نتایج

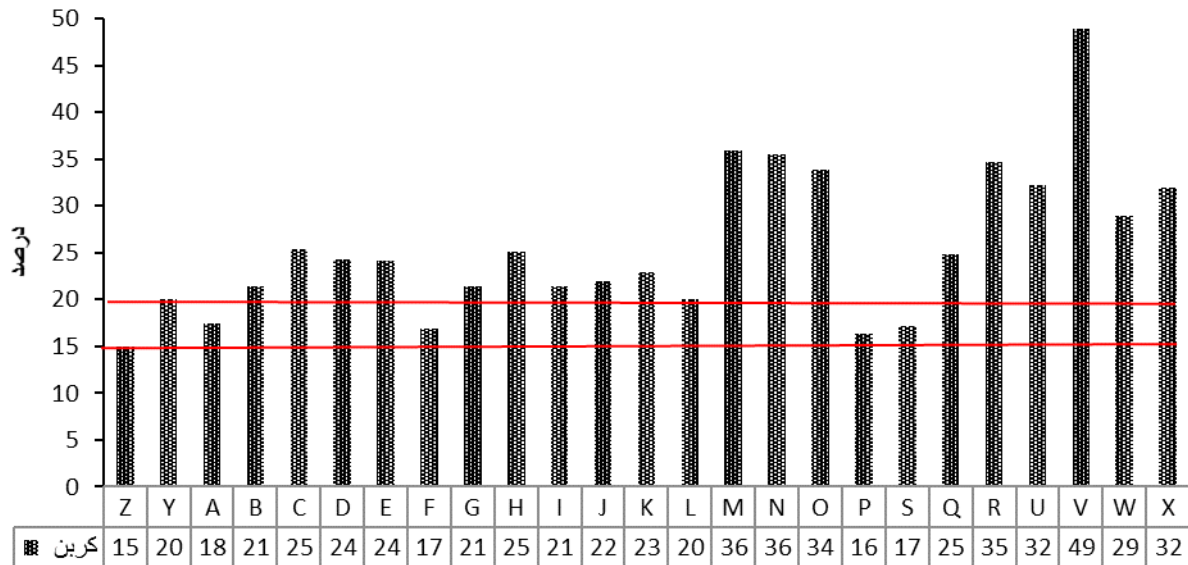
نتایج حاصل از اندازه گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کیفیت ورمی کمپوست تولید شده بصورت میانگین با تکرار ۳ بار در جدول ۲ ارائه شده است. همچنین مقایسه دو فاکتور اساسی با استاندارد

ملی ایران در نمودارهای ۱ و ۲ در مورد کربن و نیتروژن تیمارهای مختلف ورمی کمپوست با خط های نشان دار (حداقل و حداکثر) مشخص شده است.

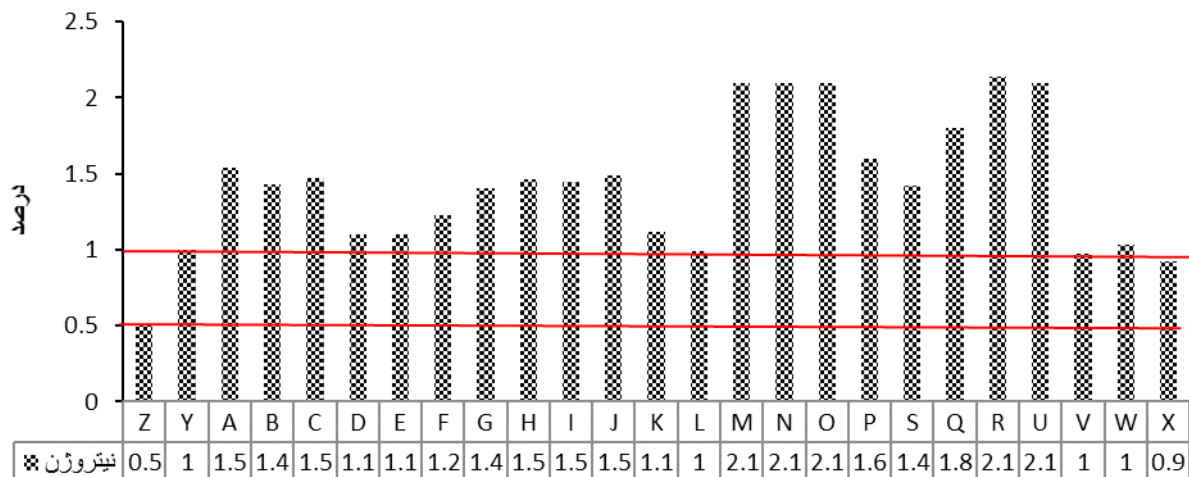
جدول ۲- میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بسترهای مختلف کمپوست تولید شده در آزمایش (میانگین، سه بار تکرار)

متغیرها نمونه‌ها	تعداد کرمها	وزن کرمها (گرم)	خاکستر	نسبت کربن به نیتروژن	نیتروژن کل (درصد)	پتاسیم (درصد)	سدیم (درصد)	کربن کل (درصد)	فسفر (درصد)	مواد آلی (درصد)	هدایت الکتریکی ( $\mu s/cm$ )	pH
A	۶۲	۳۴,۴۰	۵۳,۵۱	۱۱,۳۶	۱,۵۴	۱,۲۰	۲,۴۵	۱۷,۵	۰,۵۳	۴۶,۲۹	۳۱۴۲	۸,۳۸
B	۵۰	۲۸,۴۰	۳۵,۵۷	۱۴,۹۴	۱,۴۳	۱,۱۲	۱,۸۰	۲۱,۳۶	۱,۵۲	۶۴,۴۳	۳۹۵۰	۸,۱۵
C	۴۰	۲۱,۰۵	۴۸,۸۵	۱۷,۲۷	۱,۴۷	۲,۱۴	۲,۵۹	۲۵,۴۰	۱,۹۰	۵۸,۱۵	۵۳۴۰	۷,۳۹
D	۲۳	۱۳,۴۵	۱۶,۵۸	۲۲,۰۹	۱,۱	۲,۶۲	۲,۹۰	۲۴,۳	۲,۵۲	۸۳,۴۲	۸۱۶۹	۷,۵۴
E	۲۰	۱۳,۴۱	۱۳,۷۷	۲۲	۱,۱	۲,۵	۳,۰۲	۲۴,۲	۲,۸۳	۸۶,۸۳	۸۹۴۰	۶,۹۵
F	۷۵	۲۲,۴۰	۶۶,۳۸	۱۳,۶۸	۱,۲۳	۱,۵	۲,۵۰	۱۶,۸۳	۰,۸۳	۳۳,۶۲	۳۶۴۰	۷,۴۵
G	۴۰	۲۵,۱۲	۴۱,۱۸	۱۵,۳۰	۱,۴۰	۱,۱۹	۱,۹۰	۲۱,۴۳	۱,۶۲	۵۸,۸۲	۴۵۱۰	۷,۱۸
H	۳۱	۱۶,۲۲	۴۲,۸	۱۷,۲	۱,۴۶	۲,۲۵	۲,۴۹	۲۵,۱۲	۱,۹۸	۵۷,۳۰	۵۳۹۰	۶,۶۶
I	۴۲	۲۱,۸۰	۴۹,۱۹	۱۴,۷۷	۱,۴۵	۱,۱۴	۱,۷۲	۲۱,۴۳	۱,۱۰	۵۰,۸۱	۴۵۲۰	۷,۴۸
J	۳۱	۱۶,۳۲	۴۷,۳۲	۱۴,۶۹	۱,۴۹	۱,۳۶	۱,۷۵	۲۱,۹۰	۱,۱۴	۵۲,۶۸	۴۶۳۰	۸,۱۰
K	۲۷	۱۳,۵۲	۱۵,۰۹	۲۰,۴۵	۱,۱۲	۲,۳۲	۲,۸۹	۲۲,۹	۲,۶۲	۸۴,۹۱	۸۴۲۰	۷,۶۴
L	۲۷	۱۱,۴۸	۱۷,۹	۲۰,۳	۰,۹۹	۲,۱۰	۲,۶۵	۲۰,۱	۱,۹۳	۸۲,۱۰	۸۱۰۰	۷,۰۷
M	۶۱	۱۵,۴۰	۴۷,۵۱	۱۷,۰۹	۲,۱	۱,۱۴	۲,۹۰	۳۵,۸۹	۰,۷۲	۵۲,۴۹	۶۱۴۰	۷,۰۵
N	۲۳	۱۱,۱۲	۴۹,۵۲	۱۶,۹۰	۲,۱	۰,۹۷	۲,۴۰	۳۵,۵۰	۰,۷۶	۵۰,۴۸	۴۶۴۰	۷,۰۶
O	۸۱	۱۵,۸۰	۵۵,۶۱	۱۶,۱۳	۲,۱	۰,۹۵	۱,۱۲	۳۳,۸۷	۱,۱۲	۴۴,۳۹	۴۶۸۰	۷,۳۷
P	۵۰	۲۸,۴۰	۶۱,۲۵	۱۰,۱۸	۱,۶	۱,۴۰	۲,۳۰	۱۶,۳۰	۰,۴۸	۳۸,۷۵	۲۳۱۰	۷,۷۱
S	۶۳	۱۱,۶۷	۵۴,۸۱	۱۲,۱۱	۱,۴۲	۱,۲۵	۲,۴۵	۱۷,۲۱	۰,۵۵	۴۵,۱۲	۳۱۵۱	۷,۷۶
Q	۲۵۶	۹۰,۴۸	۶۵,۵۸	۱۳,۷۸	۱,۸	۱,۳۵	۲,۲۸	۲۴,۸۰	۰,۹۵	۳۴,۴۳	۳۶۹۰	۷,۸۵
R	۸۷	۲۵,۶۸	۶۱,۳۷	۱۶,۲	۲,۱۴	۰,۹۸	۱,۶۰	۳۴,۶۸	۱,۲۲	۳۸,۶۳	۴۸۵۹	۷,۸۸
U	۲۶۶	۸۹,۴۳	۶۶,۸۴	۱۵,۳۳	۲,۱	۰,۶۸	۱,۵۲	۳۲,۲۰	۰,۹۳	۳۳,۱۶	۴۷۴۰	۷,۵۳
V	-	-	۷,۸۸	۴۸,۹	۰,۹۷	۴,۲۳	۶,۴۹	۴۸,۹	۱,۴۳	۹۲,۱۲	۹۶۷۰	۵,۲
W	-	-	۵۷,۷	۲۸,۰۶	۱,۰۳	۰,۹۶	۰,۹۱	۲۸,۹۱	۰,۹۵	۴۲,۳	۶۵۰۰	۷,۹
X	-	-	۳۶,۴	۳۴,۷۸	۰,۹۲	۱,۹۲	۲,۴۲	۳۲	۰,۸۲	۶۳,۶	۷۱۴۰	۶,۳۴

V=Food wastes; W=Foliage; X=Cow dung



نمودار ۱- مقادیر کربن تیمارهای مختلف ورمی کمپوست در مقایسه با مقادیر (حداقل و حداکثر) استاندارد



نمودار ۲- مقادیر نیتروژن تیمارهای مختلف ورمی کمپوست در مقایسه با مقادیر (حداقل و حداکثر) استاندارد

نمی‌باشد. نتایج آماری نشان داد نوع و درصد بسترهای بکار رفته در هر تیمار رابطه‌ای معنادار با تغییرات pH دارند ( $p < 0.001$ ). نتایج نشان می‌دهد مرحله پری کمپوست جهت مواد غذایی مورد استفاده در تیمارهای تولید ورمی کمپوست به منظور جلوگیری از غلبه شرایط بی‌هوایی و افت pH الزامی می‌باشد. پرورش و همکاران مقدار pH ورمی کمپوست حاصل از لجن فاضلاب را [۷/۵]، و همین موضوع در مطالعات رستمی و همکاران در بررسی تغییرات کمی و کیفی فرایند ورمی کمپوست پسماندهای غذایی [۲۰]، و سوتار در ورمی کمپوست پسماندهای خانگی تایید شده است [۲۱]. بررسی تغییرات pH در مطالعات صفاری و همکاران نشان داده است که pH در مدت تحقیق در بستر اکثر تیمارها کاهش یافته است [۲۲]. مطالعات گارگ و همکاران نشان داده است که در بسترهای ضایعات آشپزخانه‌ای، مواد زائد تجاری و کشاورزی مقادیر pH به دلیل تولید

## بحث

### روند تغییرات pH تیمارها

با توجه به pH متفاوت مواد اولیه مورد استفاده در فرآیند ورمی کمپوست، در تمام تیمارهای موجود تغییرات pH در جهت مطلوب در فرآیند ورمی کمپوست اتفاق افتاده است. با توجه به اینکه pH مواد زایدآشپزخانه‌ای پایین‌تر از سایر مواد اولیه بوده است در نمونه‌های که درصد مواد غذایی بیشتر بوده است تغییرات در جهت افزایش pH اتفاق افتاده است. الویرا و همکاران علت pH پایین مواد زاید غذایی را ناشی از تولید  $CO_2$  و اسیدهای آلی حاصل از تجزیه میکروبی مرحله هوادمی می‌دانند [۱۹] درحالی که این تغییرات در نمونه‌های با درصد بیشتر فضولات حیوانی کمتر بوده است. در نمونه‌های که درصد ضایعات شاخ و برگ درختان بالا بوده است تغییرات pH مطابق با نتایج ذکر شده در جدول شماره ۲ چندان زیاد

هر تیمار رابطه‌ای معنادار با تغییرات درصد بستر دارند ( $p < 0.001$ ). در تیمارهای A, S, P و F که فضولات حیوانی درصدی بالاتر از مواد اولیه آنها را تشکیل داده است کاهش کربن بیشتر مشاهده شده است که مقادیر کربن در این تیمارها به ترتیب ۱۷/۵، ۱۷/۲۱، ۱۶/۳ و ۱۶/۸۳ درصد می‌باشد. در حالی که تغییرات کاهش کربن در نمونه‌های E, K, L و D که مقادیر مواد غذایی در آنها بالاتر بوده است کمتر اتفاق افتاده است. مقادیر کربن موجود در نمونه‌های E, K, L و D به ترتیب ۲۴/۲، ۲۲/۹، ۲۰/۱ و ۲۴/۳ می‌باشد. مقادیر کربن در تیمارهای M, U, N و O که شاخ و برگ پوسیده باغات درصد بالاتری از مواد اولیه آنها را تشکیل داده است به ترتیب ۳۵/۸۹، ۳۲/۲، ۳۵/۵ و ۲۴/۸ درصد می‌باشد که این ارقام نسبت به مواد اولیه بستر افزایش یافته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین مقدار کربن در تیمارهای ورمی کمپوست M, N, R, O و U وجود داشته است. تغییرات وضعیت کربن در نمونه‌های ورمی کمپوست در نمودار شماره ۱ قابل مشاهده می‌باشد. نتایج این تحقیق با مطالعات رستمی و همکاران تحت عنوان بررسی تغییرات کمی و کیفی فرایند ورمی کمپوست پسماندهای غذایی [۲۰]، مطالعات معینیان و همکاران در بستر ۵۰ درصد پسماند گیاهی و ۵۰ درصد لجن بیولوژیکی [۱۰]، مطالعات گارگ و همکاران در خصوص ورمی کمپوست ناشی از محصولات کشاورزی و مواد غذایی [۲۳]، و سوتار ورمی کمپوست مواد زائد جامد بازار سبزیجات [۱۵] در جهت کاهش درصد کربن در تیمارهای ورمی کمپوست مطابقت دارد.

#### روند تغییرات درصد نیتروژن تیمارها

نمودار شماره ۲ روند تغییرات نیتروژن موجود در تیمارهای فرآیند ورمی کمپوست را نشان می‌دهد. در این نمودار مشاهده می‌شود که با گذشت زمان سه ماه میزان نیتروژن در کل تیمارها نسبت به مواد اولیه افزایش یافته است. این افزایش نیتروژن را می‌توان به از دست رفتن کربن آلی، کاهش در pH، معدنی شدن ترکیبات آلی حاوی پروتئینها و تبدیل نیتروژن آمونیومی به نیترات نسبت داد. نتایج آنالیز آماری نشان داد نوع و درصد بسترهای بکار رفته در هر تیمار رابطه‌ای معنادار با تغییرات درصد نیتروژن دارند ( $p < 0.001$ ). اگرچه در تمامی نمونه‌ها افزایش در مقادیر نیتروژن اتفاق افتاده است ولی بیشترین افزایش نیتروژن در محیط‌های M, N, O, Q, R و U به ترتیب با مقادیر ۲/۱، ۲/۱، ۲/۱، ۱/۸، ۲/۱ و ۲/۱ حادث شده است که بررسی تیمارها نشان می‌دهد که بیشتر مواد اولیه بسترها آنها را، شاخ و برگ باغات (۵۰ درصد به بالا) تشکیل داده است. کمترین نیتروژن در تیمارهای ورمی کمپوست D, E, L و K به ترتیب با مقادیر ۱/۱، ۱/۱، ۰/۹۹ و ۱/۱ مشاهده شده است. که در تمامی تیمارهای ذکر شده مواد غذایی بیشترین حجم مواد اولیه را تشکیل

اسیدهای آلی و  $CO_2$  ناشی از تجزیه میکروبی و سیستم گوارش کرم‌های خاکی کاهش می‌یابد [۲۳]. اما نتایج تحقیقات معینیان و همکاران به افزایش pH در هر دو بستر (۵۰٪ پسماند گیاهی، ۵۰٪ لجن بیولوژیکی و ۱۰٪ پسماند گیاهی) اشاره نموده است [۱۰].

#### روند تغییرات هدایت الکتریکی تیمارها

کرم‌های خاکی آیزینیا فوتیدا باعث کاهش میزان هدایت الکتریکی خاک می‌شوند. یعنی در اثر جذب ویا تجمع بیولوژیکی بعضی از املاح در بدن آنها از میزان املاح موجود در خاک کم می‌شود و این فرایند سبب شده که هدایت الکتریکی در تیمارهای مختلف ورمی کمپوست با گذشت زمان ۹۰ روز، پایین‌تر از مقادیر مواد اولیه خود باشند. نتایج آماری مربوط به بررسی هدایت الکتریکی نشان داد که نوع و درصد بسترهای به کار رفته در هر تیمار با  $p < 0.001$  رابطه‌ای معنادار با تغییرات دارند. نتایج این تحقیق بیانگر آن است که هدایت الکتریکی در محیط‌هایی که مواد اولیه آنها دارای مواد غذایی بیشتری بوده کمتر کاهش یافته است که این امر در نمونه‌های E, K, L و D به ترتیب با هدایت الکتریکی ۸۹۴۰، ۸۴۲۰، ۸۱۰۰ و ۸۱۶۹ مشاهده می‌گردد. در حالی که در تیمارهای A, S, F و Q که دارای مقدار بیشتری فضولات حیوانی بوده‌اند هدایت الکتریکی به ترتیب ۳۱۴۲، ۳۱۵۱، ۳۶۴۰ و ۳۶۹۰ بوده است که نسبت به مواد اولیه کاهش بیشتری یافته‌اند. این در حالی است که هدایت الکتریکی در کلیه محیط‌های نسبت به مواد اولیه کاهش یافته است. بیشترین مقدار هدایت الکتریکی در تیمار E (۸۹۴۰) و کمترین مقدار هدایت الکتریکی در تیمار P (۲۳۱۰) مشاهده شده است که این روند در جدول شماره ۲ ذکر شده است. در مطالعه اصغرینیا و همکاران مقدار هدایت الکتریکی در ورمی کمپوست حاصل از پسماندهای خانگی با کرم‌های خاکی آیزینیا فوتیدا کاهش یافته است [۲۴]. همین کاهش هدایت الکتریکی در مطالعه معینیان و همکاران، با ۵۰٪ پسماند گیاهی و ۵۰٪ لجن بیولوژیکی به دلیل جذب ویا تجمع بیولوژیکی بعضی از املاح در بدن کرم خاکی مورد تایید قرار گرفته است [۱۰]. نتایج تحقیق حاضر با مطالعه صفاری و همکاران مطابقت ندارد که علت افزایش EC را در اکثر تیمارها معدنی شدن مواد آلی بیان داشته‌اند [۲۲].

#### روند تغییرات درصد کربن تیمارها

با گذشت زمان ۹۰ روز از بارگذاری بسترهای ورمی کمپوست میزان کربن کلیه تیمارها در مقایسه با بسترهای مواد اولیه کاهش یافته است که علت این امر را می‌توان به آزاد شدن بخشی از کربن آلی به صورت دی اکسید کربن در پروسه تجزیه میکروبی مواد بسترها نسبت داد. نتایج نشان داد که نوع و درصد بسترهای بکار رفته در

اصلاح کننده مناسب خاک می‌باشد [۲۷]. نتایج مطالعه صفاری و همکاران کاهش قابل ملاحظه در نسبت C/N را در اکثر تیمارهای ورمی کمپوست نشان داده است [۲۲]. در مطالعه سوتار نسبت به کاهش C/N در تیمارهای نهایی ورمی کمپوست مواد زائد جامد بازار سبزیجات اشاره شده است [۱۵]. بن سال وکاپور در مطالعات خود که از ضایعات محصولات کشاورزی استفاده نموده اند بیان کرده اند که نسبت C/N در تیمارهای حاصل کاهش می‌یابد [۲۸].

#### روند تغییرات درصد فسفر تیمارها

همانطور که در جدول شماره ۲ ذکر شده است با گذشت زمان در طول فرآیند ورمی کمپوست میزان فسفر در بین تیمارهای مختلف افزایش یافته است. بیشترین افزایش فسفر در تیمارهای E, D, K به ترتیب با ۲/۵۲، ۲/۸۳ و ۲/۶۲ اتفاق افتاده است که سهم ضایعات مواد غذایی در مواد اولیه این بسترها بیشتر بوده است. و کمترین مقادیر فسفر در تیمارهای A, F, M, N, P, S, Q و U اندازه‌گیری شده است که بیشترین مواد اولیه در تیمارهای A, F, P, S و Q به ترتیب با مقادیر فسفر ۰/۵۳، ۰/۹۵، ۰/۴۸، ۰/۵۵ و ۰/۹۵ را فضولات حیوانی و بیشترین مواد اولیه در بسترهای M, N و U به ترتیب با مقادیر فسفر ۰/۷۲، ۰/۷۶ و ۰/۹۳ را شاخ و برگ درختان تشکیل داده است. بیشترین و کمترین مقدار فسفر به ترتیب ۱/۴۳ و ۰/۸۲ در مواد اولیه پس ماند های آشپزخانه ای و فضولات حیوانی اندازه‌گیری شده است. نتایج آنالیز نشان داد نوع و درصد بسترهای بکار رفته در هر تیمار رابطه‌ای معنادار با تغییرات فسفر دارند ( $p < 0/001$ ). مطالعات هارتنسستین و هارتنسستین [۲۹]، الویرا و همکاران [۱۹]، نجوا و تامپسون [۳۰]، اصغر نیا و همکاران [۲۴]، معینان و همکاران [۱۰]، گارگ و همکاران [۲۳]، شاهد افزایش غلظت فسفر در تیمارهای ورمی کمپوست حاصل نسبت به بسترهای اولیه بوده‌اند که علت این افزایش را به نوع مواد اولیه، مدت زمان فرآیند، کیفیت مواد مورد مصرف کره‌ها، نوع کره‌ها، شرایط آزمایش و... مرتبط دانسته‌اند. این در حالی است که مقدار فسفر در ورمی کمپوست حاصل از لجن فاضلاب در مطالعه پرورش و همکاران حدود ۴/۵۷ درصد کاهش یافته است [۱].

#### روند تغییرات درصد پتاسیم تیمارها

در بررسی غلظت پتاسیم بسترهای مشاهده گردید که بیشترین مقدار پتاسیم در مواد اولیه پس ماند های آشپزخانه ای و کمترین مقدار در مواد اولیه شاخ و برگ درختان قابل اندازه‌گیری بوده است (جدول شماره ۲). نتایج نشان داد نوع و درصد بسترهای بکار رفته در هر تیمار رابطه‌ای معنادار با تغییرات پتاسیم دارند ( $p < 0/001$ ). نتایج پتاسیم نمونه‌های ورمی کمپوست حاصل در جدول شماره ۲ نشان

داده است. نتایج تحقیقات این بررسی در زمینه افزایش نیتروژن در تیمارهای ورمی کمپوست با مطالعات پرورش و همکاران در ورمی کمپوست حاصل از لجن فاضلاب شهری [۱]، اصغر نیا و همکاران در ورمی کمپوست حاصل از پسماندهای خانگی با کرم‌های خاکی آیزینیا فوتیدا [۲۴]، معینان و همکاران در بستر ۵۰ درصد پسماند گیاهی و ۵۰ درصد لجن بیولوژیکی [۱۰]، صفاری و همکاران [۲۲]، گارگ و همکاران در کلیه بسترهای حاوی کرم‌های خاکی خصوصاً در تیمار حاوی لجن صنایع نساجی [۲۳]، سوتار در تیمارهای نهایی ورمی کمپوست مواد زائد جامد بازار سبزیجات مطابقت دارد [۱۵]. در حالی که میزان نیتروژن موجود در ورمی کمپوست بسترهای کود حیوانی و شاخ و برگ درختان در مطالعات فرجی و همکاران ۲۰ درصد کاهش یافته است [۲۵].

#### روند تغییرات نسبت کربن به نیتروژن تیمار

از جمله پارامترهای مهم در تشخیص ارزش کود ورمی کمپوست نسبت C/N می‌باشد. ارزش کود ورمی کمپوست به طبیعت مواد اولیه مورد استفاده در بسترهای بستگی دارد. کاهش نسبت C/N نشان دهنده پایداری نسبی ورمی کمپوست و پیشرفت فرآیند هوموسی شدن آنها است. نتایج آنالیز نشان داد اگر چه میانگین نسبت N/C در بسترهای مختلف یکسان نیستند ولی نوع و درصد بسترهای بکار رفته در هر تیمار با ( $p < 0/001$ ) رابطه‌ای معنادار با تغییرات نسبت N/C دارند. روند تغییرات نسبت کربن به نیتروژن در جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که نسبت C/N در محیط‌های A, B, F, J, I, S, P, Q به ترتیب ۱۱/۳۶، ۱۴/۹۴، ۱۳/۶۸، ۱۴/۷۷، ۱۴/۶۹، ۱۰/۱۸ و ۱۲/۱۱ می‌باشد و چون این محیط‌ها کمترین مقدار C/N را بین سایر تیمارها داشته‌اند از نظر معدنی شدن مواد محیط‌های مذکور شرایط بهتری را دارا می‌باشند. نسبت C/N در کلیه تیمارها در مقایسه با مواد اولیه بسترها به شدت کاسته شده‌اند. بیشترین نسبت C/N در محیط‌های E, D, K و I به ترتیب با مقادیر ۲۲/۰۹، ۲۲، ۲۰/۴۵ و ۲۰/۳ اندازه‌گیری شده است که در این تیمارها بیشترین مواد بستر را زائدات آشپزخانه ای تشکیل داده است. در ورمی کمپوست حاصل از لجن فاضلاب که توسط پرورش و همکاران بدست آمده است مقدار C/N از ۳۲/۷۳ به ۲۲/۶۲ کاهش یافته است [۱]. در مطالعه انجام شده توسط کاظم هاشمی مجد و همکاران نیز نسبت کربن به نیتروژن مواد کاهش یافته است که نشان دهنده پیشرفت تجزیه مواد و پایداری بیشتر ورمی کمپوست تولید شده است [۲۶]. در سال ۱۹۹۷ قوش اثرات کمپوست و ورمی کمپوست حاصل از مواد زائد سلولزی را باهم مقایسه کرد. وی گزارش کرد که ورمی کمپوست حاصله در نسبت C/N پایین‌تر تولید می‌شود که این امر نشان می‌دهد ورمی کمپوست به عنوان



است. نتایج آنالیز نشان داد که نوع و درصد بسترهای بکار رفته در هر تیمار رابطه‌ای معنادار با تغییرات مواد آلی دارند ( $p < 0.001$ ). پسماندهای آشپزخانه ای بالاترین مقدار مواد آلی را از بین مواد اولیه به خود اختصاص داده است به طوری که تیمارهای K, D, E و L که دارای بیشترین درصد مواد زائد آشپزخانه بوده‌اند تغییرات کاهش مواد آلی در آن نمونه‌ها به ترتیب با مقادیر ۸۶/۸۳، ۸۳/۴۲، ۸۴/۹۱ و ۸۲/۱۰ می‌باشد. که این روند تغییرات بسیار کم بوده است. در حالی که کمترین مقدار مواد آلی در نمونه‌های O, R, Q, P, F, U, A و S به ترتیب با مقادیر ۳۳/۶۲، ۳۸/۷۵، ۳۴/۴۳، ۳۸/۶۳، ۴۴/۳۹، ۳۳/۱۶ و ۴۶/۴۹ و ۱۴۵/۱۲ اندازه گیری شده است. و بالاترین درصد مواد اولیه نمونه‌های A, Q, P, F و S را فضولات حیوانی و بالاترین درصد بسترهای O, R, U را شاخ و برگ پوسیده درختان تشکیل داده است. جدول شماره ۲ تغییرات مواد آلی را در تیمارهای ورمی کمپوست حاصل نشان می‌دهد نتایج تحقیق اخیر با مطالعات پرورش و همکاران بر روی لجن فاضلاب شهری در ورمی کمپوست که به کاهش مواد آلی از ۴۴/۶۲ به ۳۶/۴۲ درصد اشاره نموده اند مطابقت دارد [۱]. در حالی که مطالعات پیر صاحب و همکاران در تولید ورمی کمپوست مقیاس خانگی پس از مدت ۹۰ روز به افزایش مواد آلی تیمارهای ورمی کمپوست اشاره نموده اند [۹].

#### روند تغییرات خاکستر تیمارها

جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که خاکستر در تمامی تیمارهای نهایی ورمی کمپوست حاصل نسبت به مواد اولیه بسترها افزایش یافته است این تغییرات خاکستر در نمونه‌های A, U, O, R, Q, P, F و S به ترتیب با مقادیر ۶۶/۳۸، ۶۱/۲۵، ۶۵/۵۸، ۶۱/۳۷، ۵۵/۶۱ و ۵۳/۵۱ و ۵۴/۸۸ بیشترین مقدار را در بین سایر تیمارها به خود اختصاص داده است. و کمترین مقادیر خاکستر مربوط به تیمارهای K, E, D و I می‌باشد. تیمارهای که کمترین مقدار خاکستر را دارا می‌باشند در بستر مواد اولیه بیشترین درصد مواد غذایی را داشته‌اند. نتایج آنالیز نشان داد که نوع و درصد بسترهای بکار رفته در هر تیمار رابطه‌ای معنادار با تغییرات خاکستر دارند ( $p < 0.001$ ). در مطالعه معینیان و همکاران به افزایش درصد خاکستر در بستر ۵۰ درصد پسماند گیاهی و ۵۰ درصد لجن بیولوژیکی اشاره شده است [۱۰] ولی نتایج مطالعات پیر صاحب و همکاران در مورد خاکستریا مطالعه حاضر مقایرت دارد [۹].

#### روند تغییرات وزن و تعداد کرم‌ها در تیمارها

جدول شماره ۲ وضعیت رشد و تولید مثل کرم‌های خاکی در بسترهای تهیه شده از مواد اولیه تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد به طوری که بیشترین تعداد کرم‌ها پس از گذشت ۹۰ روز در بسترهای

می‌دهد که بیشترین پتاسیم با مقادیر ۲/۱۴، ۲/۲۵، ۲/۵، ۲/۳۲، ۲/۱۰ و ۲/۶۲ به ترتیب در کود حاصل از بسترهای L, K, E, H, C و D می‌باشد که درصد های بالاتری از مواد اولیه تیمارهای آنها را مواد زائد آشپزخانه ای تشکیل داده است که نسبت کاهش در این تیمارها قابل توجهی بوده است. کاهش مقدار پتاسیم اگرچه در سایر بسترها نیز اتفاق افتاده است ولی این کاهش محسوس نبوده است. مقدار پتاسیم در ورمی کمپوست حاصل از لجن فاضلاب مطالعات پرورش و همکاران حدود ۷/۵۵ درصد کاهش بوده است [۱]، الویرا و همکارانش [۱۹]، هارتنستین و هارتنستین [۲۹]، و میشل [۳۱] نیز همانند این مطالعه به کاهش غلظت پتاسیم دست یافتند در مطالعات اصغر نیا و همکاران مقدار پتاسیم در ورمی کمپوست حاصل از پسماندهای خانگی با کرم‌های خاکی آیزینیا فوتیدا کاهش یافته است [۲۴]، مقدار پتاسیم بسترهای فضولات حیوانی و شاخ و برگ مطالعات فرجی و همکاران کاهش نشان داده است که علت آن را خروج آب از زهکش در طول فرآیند ورمی کمپوست و شستشو پتاسیم بسترها نسبت دادند [۲۵]. سوتار نسبت به افزایش پتاسیم قابل تبادل در تیمارهای نهایی ورمی کمپوست مواد زائد جامد بازار سبزیجات اشاره نموده است [۱۵].

#### روند تغییرات درصد سدیم تیمارها

باتوجه به این موضوع که کرم‌های خاکی در فعل و انفعالات درونی خود سدیم استفاده می‌نمایند. مقادیر سدیم در تیمارها نسبت به مواد اولیه کاهش یافته است به طوری که روند تغییرات سدیم در جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که غلظت سدیم در نمونه‌هایی که مواد غذایی بیشترین درصد آنها را تشکیل داده است نسبت به مواد اولیه بیشترین کاهش را داشته‌اند این امر در نمونه‌ها L, K, E, H, C و D با مقادیر سدیم ۲/۵۹، ۲/۴۹، ۳/۰۲، ۲/۸۹، ۲/۶۵ و ۲/۹۰ محسوس می‌باشد و این نمونه‌ها در بین سایر تیمارهای دیگر بیشترین مقدار سدیم را دارا بوده‌اند. کمترین مقدار سدیم در بین تیمارهای O, R, U و با مقادیر ۱/۱۲، ۱/۶۰ و ۱/۵۲ مشاهده شده است که بیشترین درصد مواد اولیه بستر این تیمارها را شاخ و برگ پوسیده باغات تشکیل داده است. نتایج آنالیز نشان داد نوع و درصد بسترهای بکار رفته در هر تیمار رابطه‌ای معنادار با تغییرات سدیم دارند ( $p < 0.001$ ). نتایج این بررسی با مطالعات اصغر نیا و همکاران که به کاهش مقدار سدیم در ورمی کمپوست حاصل از پسماندهای خانگی با کرم‌های خاکی آیزینیا فوتیدا اشاره نمودند مطابقت دارد [۲۴].

#### روند تغییرات مواد آلی تیمارها

بررسی وضعیت مواد آلی تیمارهای ورمی کمپوست نشان می‌دهد که مواد آلی در بسترهای حاصل پس از گذشت سه ماه کاهش یافته

### نتیجه گیری

این بررسی نشان داد که مواد زاید منشاء آلودگی بوده و باید با مدیریت صحیح در فرایند ورمی کمپوست تبدیل به کودآلی که اصلاح کننده خاک های فقیر کشاورزی باشد مورد استفاده قرار گیرند. نتایج این مطالعه نشان داد که تمامی فاکتورهای مورد بررسی در حد مطلوب می باشند. نسبت C/N در محیط های A، B، F، I، J، P، S و Q وضعیت بهتری را دارا می باشد و چون این محیط ها کمترین مقدار C/N را بین سایر تیمارها داشته اند از نظر معدنی شدن مواد محیط های مذکور شرایط بهتری را دارا می باشند. این بررسی نشان داد که مواد غذایی به مرحله پری کمپوست یا هوادهی نیاز داشته و درصدهای بالای مواد غذایی در کیفیت تیمارهای ورمی کمپوست تاثیر گذار می باشد. از سویی دیگر محیط های U (۹۰٪ شاخ و برگ و ۱۰٪ فضولات حیوانی) و Q (۵۰٪ شاخ و برگ و ۵۰٪ فضولات حیوانی) جهت پرورش کرم های خاکی آیزینیا فوتیدا شرایط بسیار مطلوب تر را دارند که این امر می تواند در شرایط تجاری پرورش کرم مورد توجه ویژه قرار گیرد.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب سپاس و تشکر فائقه خود را از پشتیبانی مالی معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه (طرح شماره ۹۳۲۱۵)، مدیریت محترم دانشکده بهداشت کرمانشاه و پرسنل آزمایشگاه تحقیقاتی به جهت در اختیار قرار دادن تجهیزات و مواد شیمیایی ابراز می دارند.

ورمی کمپوست تیمارهای U و Q به ترتیب با تعداد ۲۶۶ و ۲۵۳ کرم بالغ و نوزاد مشاهده شده است. که از نظر وزن نیز این بسترها بشتترین وزن را از نظر کرم داشتند. کمترین کرم در تیمارهای E، D، K، L و N به ترتیب با مقادیر ۲۳، ۲۰، ۲۷، ۲۷ و ۲۳ داشتند که در این بسترها مواد اولیه فضولات حیوانی وجود نداشته است. نتایج آنالیز نشان داد اگر چه میانگین تعداد و وزن در بسترهای مختلف یکسان نیستند ولی نوع و درصد بسترهای بکار رفته در هر تیمار با  $p < 0.001$  رابطه ای معنادار با تغییرات تعداد و وزن دارند. هاشمی و همکاران به بررسی مناسبترین بستر مواد غذایی (ضایعات گیاهی و کود حیوانی) برای تولید ورمی کمپوست از کرم خاکی گونه آیزینیا فوتیدا پرداختند که بیان نموده اند که در رابطه با تعداد و وزن کرم ها، بستر کود حیوانی دارای میانگین بالاتری نسبت به ضایعات گیاهی است [۳۲]. صوفیان و همکاران که از برگ خزان زده درختان برای پرورش کرم خاکی گونه آیزینیا فوتیدا و تولید ورمی کمپوست استفاده نموده اند بیان داشته اند که به دلیل خوش خوراکی و غنی بودن برگ درختان نسبت به دیگر بسترها به خصوص کود حیوانی، بیشترین افزایش جمعیت در تیمار ۷۵ درصد برگ و ۲۵ درصد کود حیوانی بوده است [۱۳]. دومینگوز و همکاران بالاترین میزان رشد کرم خاکی را در ترکیب لجن فاضلاب و ضایعات مواد غذایی و کمترین میزان رشد را در ترکیب لجن فاضلاب و خاک اره بیان داشته اند [۳۳] که این امر با تیمارهای مواد غذایی مطالعه حاضر مطابقت ندارد.

### References

- 1-Parvaresh A, Movahedian H, Hamidian L. Survey of chemical quality and fertilizer value of vermicomposted prepared from municipal wastewater sludge. *Water and Wastewater* 2004; 15(2):29-33 (In Persian).
- 2- Yousefi Z, Zazouli MA, Azizi M, et al. Production of compost from domestic waste by aerobic method & earthworm and effect of alternatery loading on that. *Proceedings of the 6th National Conference on Environmental Health* 2003 Oct. 10-12; Mazandaran, Iran (In Persian).
- 3- Rostami R, Nabaey A, Eslami A, Najafi H, Fazlzadeh M, Najaji salah H. Effect of preparation time on the speed of the process of vermicompost production of food wastes. *Journal School of Public Health and Institute of Health Research* 2009; 7(2):69-76 (In Persian).
- 4- Zazouli MA, Ardebilian M B, Ghahramani E. *Principales of compost production technology*. 2nd ed. Tehran: Khaniran publication 2012; P:49-54 (In Persian).
- 5-Asgharnia H. *Survey of preparation of domestic compost by earthworm (eisenia fetida)*. 2nd ed. Tehran: Tehran University of Medical science publication 2003; P:160-62 (In Persian).

- 6-Avan A, Hosainian M, Ghasemzadhe F, Kermanshahi H. Production of high producing varieties earthworm (*Eisenia foetida*) and its importance in the production vermicomposting and its application in agricultural biology and production of food supplements. Proceedings of the 4th National Conference on Waste Management 2008 Apr. 21-23; Mashhad, Iran (In Persian).
- 7- Gheisari S, Danash SH, Abedini Torghabeh J. Vermicompost potential in recycling of vegetables waste (a case report: Mashhad herbage vermicomposting). Natural Resources and Agricultural Sciences 2010; 16(2):182-88 (In Persian).
- 8- Azimzad B. Evaluation of biological waste recycling restaurants vermicompost by earthworm species *Eisenia foetida*. Tehran, Iran. Proceedings of the 6th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering 2012 Nov. 17-21 (In Persian).
- 9- Pirsahab M, Sharafi K, Shayan S. Household-scale production of vermicompost by *Eisenia fetida*. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences 2012; 11(2)38-46: (In Persian).
- 10- Moeinian KH, Ghaeni GH R, Kelaki H, Latifi A. Survey on vermicomposting of selected herbage waste with and without biological sludge using Damghan endemic earthworm. Proceedings of the 6th National Conference on Environmental Health 2003 Oct. 10-12; Mazandaran, Iran (In Persian).
- 11- Khalfi M, Ghanavi Z, Rezazade S. Comparison of chemical quality of compost and vermicompost produced from sugar beet waste. Proceedings of the 7th National Conference on Environmental Health 2004 Oct. 10-12; Sharekurd, Iran (In Persian).
- 12- Hashemimajd K. Converting of sewage sludge to vermicompost using native earthworms. Journal of Agricultural Research: Water, Soil and Plants in Agriculture 2008; 8(2):35-44 (In Persian).
- 13- Sufyan J, Hajeamalaki KH, Sharyfi S, Sharifi A. Use autumn leaves was from the trees to grow any *Eisenia fetida* earthworms and vermicompost production of cheap organic. Proceedings of the 1th National Conference on Strategies for Achieve Sustainable Development 2011 (In Persian).
- 14- Khwairakpam M, Bhargava R. Vermitechnology for sewage sludge recycling. Journal of Hazardous Materials 2009; 161:948-54.
- 15- Suthar S. Vermicomposting of vegetable-market solid waste using *Eisenia fetida*: Impact of bulking material on earthworm growth and decomposition rate. Ecological Engineering 2009; 35:914-20.
- 16- Kaviraj G, Satyawati S. Municipal solid waste management through vermicomposting employing exotic and local species of earthworms. Bioresource Technology 2003; 90:169-73.
- 17- Singh J, Kaur A, Vig AP, Rup PJ. Role of *Eisenia fetida* in rapid recycling of nutrients from biosludge of beverage industry. Ecotoxicology and Environmental Safety 2010; 73:430-35.
- 18- Abrahimi A, Poorelaghbandan H, KHazaali SH, Shahsavari A, Salhi A. The first complete reference of quality management of organic fertilizer production. Esfahan: Esfahan Municipal Recycling and conversion of waste Organization, Danshpazhooan Institution Publications 2008; P: 685-524 (In Persian).

- 19- Elvira C, Sampedro L, Benitez E, NogSales R. Vermicomposting of sludge by paper mill and dairy industrial with *Eisenia andrei*: a pilot- scale study. *Bioresource Technology* 1998; 63:205-11.
- 20- Rostami R, Nabaey A, Eslami A, Najafi H, Fazlzadeh M. Variation of compost's qualitative and quantitative indices in vermicomposting process. *Journal of Health Ardabil University of Medical Sciences* 2010; 1(3):16-22 (In Persian).
- 21- Suthar S, Singh S. Vermicomposting of domestic waste by using two epigeic earthworms. *International Journal of Environmental Science Technico* 2008; 5 (1)99-106:.
- 22- Safari A R, Alidadi H, Najafpour A A. Determining the right combination to produce vermicompost using composting of municipal waste, sawdust and shredded leaves. *Proceedings of the 4th National Conference on Environmental Health* 2001 Oct. 10-12; Yazd, Iran (In Persian).
- 23- Garg P, Gupta A, Satya S. Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: A comparative study. *Bioresource Technology* 2006; 97:391-95.
- 24- Asgharnia H A, Omrani Gh A, Amouei A I, Kariminia G. Ability compost production from household refuse by Earthworm *Eisenia foetida*. *Proceedings of the 6th National Conference on Environmental Health* 2003 Oct. 10-12; Mazandaran, Iran (In Persian).
- 25- Faraji Z A, Alikhani H A, Savaghabi GH R, Saleh Rastin N. Evaluate the effectiveness of the epithelial worms certain of native of northern Iran in the technology vermicompost. *Proceedings of the Congress Soil, Environment and Sustainable Development* 2006 Dec. 5-6; Karaj, Iran (In Persian).
- 26- Hashemi Majd K, Kalbasi M, Golchin A, Shariatmadari H. Identifying "*Eisenia foetida*", a native compost worm of some north and northwest parts of Iran and evaluation of its ability in vermicompost production. *Journal Water and Soil Science* 2004; 7 (4):61-69 (In Persian).
- 27- Ghoush M, Chattopadhyay GN, Baral K. Transformation of phosphorus during vermicomposting. *Bioresource Thechnology* 1999; 69:149-54.
- 28- Bansal S, Kapoor KK. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology* 2000; 73:95-98.
- 29- Hartenstein R, Hartenstein F. Physicochemical change effected in activaed sludge by the Eearthworm *Eisenia Fetida*. *Journal Environmental Quality* 1981; 10:377-81.
- 30- Ndgwa PM, Thompson SA, Das KC. Eeffect of stocking density and feeding rate on vermcomposting of biosolids. *Bioresource Technology* 2000; 71:5-12.
- 31- Mitchell A. Production of *Eisenia Fetida* and vermicomposting from cattle manure. *Soil Biology and Biochemistry* 1997; 29(3-4)763-66:.
- 32- Hashemi SHR, Beheshti AM, Falahi Z, Safigholy S. Evaluation of the most suitable substrate for the production of vermicompost. *Proceedings of the 2nd National Conference on Healthy Environment for Sustainable Agricultural Development* 2013 Sep. 12; Hamadan, Iran (In Persian).

33- Domínguez J, Edwards CA, Webster M. Vermicomposting of sewage sludge: Effect of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia Andrei*. *Journal Pedobiologia* 2000; 44:24–32.