مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره نهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۵، صفحات ۲۸۹ تا ۲۹۸

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

# تعیین آلودگی فلزات سمی به روش استخراج در ۶ مارک ورمی کمپوست حاصل از پسماندهای آلی شهر تهران

**ویدا پاست[۱]، علیرضا مصداقی‌نیا[۲،۳،*]، مازیار نادری[۴]**

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲. (نویسنده مسئول): استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۳. مرکز تحقیقات کیفیت آب، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۴. دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

**اطلاعات مقاله:**

**تاریخ دریافت:** ۹۴/۱۲/۰۳
**تاریخ ویرایش:** ۹۵/۰۲/۲۵
**تاریخ پذیرش:** ۹۵/۰۳/۰۱
**تاریخ انتشار:** ۹۵/۰۶/۲۸

**واژگان کلیدی:** فلزات سمی، TCLP، ورمی کمپوست

**پست الکترونیکی نویسنده مسئول:**
mesdaghinia@sina.tums.ac.ir

## چکیده

***زمینه و هدف:*** *کود کمپوست برای بهبود ساختار و مواد مغذی خاک سودمند است. فلزات سمی مهمترین آلاینده‌هایی هستند که می‌توانند از طریق کود کمپوست وارد چرخه غذایی شوند و اثرات مضری بر سلامت انسان بگذارند. در این مطالعه میزان آرسنیک، جیوه، کادمیوم و سرب موجود در ۶ مارک ورمی کمپوست تولیدی از پسماندهای آلی شهر تهران بررسی و مقایسه این مقادیر با استانداردهای داخلی و جهانی انجام شد.*

***روش بررسی:*** *این تحقیق یک مطالعه توصیفی – تحلیلی بود که در آن ۶ مارک مختلف به صورت تصادفی از مراکز توزیع ورمی کمپوست شهر تهران انتخاب و از هر مارک چهار نمونه تهیه گردید. در مجموع ۲۴ نمونه تهیه گردید. سپس نمونه‌ها به روش TCLP (روش استخراج ویژه سمیت) استخراج و پس از صاف‌سازی، غلظت فلزات موجود به وسیله دستگاه ICP اندازه‌گیری شد. سپس داده‌ها به وسیله نرم افزار Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.*

***یافته‌ها:*** *میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات سمی (آرسنیک، جیوه، کادمیوم و سرب) موجود در نمونه‌های ورمی کمپوست تهیه شده از هر مارک بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم جرم کمپوست گزارش شد. بیشترین میانگین غلظت آرسنیک، کادمیوم، جیوه و سرب در مارک‌های ورمی کمپوست شهر تهران به ترتیب ۷/۴۵ ، ۰/۱۵، ۰/۱۹ و ۷۹/۹۵ mg/kg برآورد شد.*

***نتیجه‌گیری:*** *نتایج این مطالعه نشان داد که غلظت فلزات سمی در نمونه‌های ورمی کمپوست حاصل از پسماند آلی شهر تهران پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای ملی ایران و جهان است.*

*Please cite this article as: Past V, Mesdaghinia AR, Naderi M. Determination of toxic metals pollution using extraction (TCLP) in six brands of vermi-compost produced from bio-wastes in Tehran. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;9(2):289-98.*

[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13 ]

## مقدمه

با افزایش جمعیت و همچنین پیشرفت‌های اقتصادی و صنعتی روز به روز به میزان پسماند تولیدی افزوده می‌شود. رعایت استانداردها در همه ابعاد مدیریتی پسماند یک اصل اساسی در حفظ محیط زیست و ارتقاء سلامت موجودات آن بوده است و نیازمند توجه ویژه است. رعایت این موضوع در ایجاد و توسعه صنایع تولید کمپوست از ابتدای خط تولید تا انتهای عرضه محصول به بازار یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است. در سال‌های اخیر تولید کمپوست از پسماندهای شهری در ایران از جایگاه ویژه‌ای برخوردار شده است چرا که در برگیرنده منافعی از قبیل کاهش آلودگی‌های ناشی از دفن، کاهش حجم زباله و تولید کود مناسب برای خاک است (۱). مشخصات پسماندهای شهری در ایران نشان می‌دهد که بیش از ۷۰ درصد از زائدات را مواد فسادپذیر تشکیل می‌دهد و در نتیجه کمپوست کردن یکی از مناسب‌ترین روش‌های دفع پسماند در کشور ما به شمار می‌آید (۲). استفاده از کرم‌های خاکی برای تجزیه پسماند و تولید ورمی کمپوست برای دستیابی به این مقصود مورد توجه است (۳). کاربرد ورمی کمپوست در زمین‌های کشاورزی نه تنها سبب افزایش حاصلخیزی خاک می‌شود بلکه قابلیت نگهداری آب را در خاک افزایش می‌دهد (۴). اما اگر فلزات سنگین در آنها حضور داشته باشد از طریق ورود به چرخه غذایی از خاک، آب و گیاهان آثار ناخوشایندی به سلامت انسان‌ها خواهد داشت (۵). حضور بسیاری از فلزات سنگین در مقدار کم برای رشد گیاهان ضروری است، اما در غلظت‌های بالاتر می‌تواند اثرات زیان‌باری در رشد آن‌ها داشته باشد (۶). بنابراین قبل از کاربرد ورمی کمپوست در خاک ارزیابی غلظت این فلزات در ورمی کمپوست ضروری است (۷). کرم‌های خاکی مقدار زیادی خاک را فرو می‌برند و از طریق بلع در معرض فلزات سنگین قرار می‌گیرند. همچنین از پوست بدنشان نیز می‌توانند این فلزات را جذب کنند. نکته مهم در زمینه محیط زیست تجمع بیولوژیکی فلزات سنگین در بدن کرم‌های خاکی است. در نتیجه دسترس‌پذیری و تحرک این فلزات در ورمی کمپوست کاهش می‌یابد (۸). در حال حاضر یکی از چالش‌های اساسی و مهم در زمینه محیط زیست افزایش تدریجی یا تجمع فلزات سنگین به سبب عدم تجزیه آنها توسط میکروارگانیزم‌ها است. اینگونه فلزات با توجه به داشتن اثرات سرطان‌زایی و جهش‌زایی بر انسان و سایر موجودات زنده حیات آنها را با خطرات جدی مواجه ساخته است (۹). مسمومیت با فلزات سنگین باعث آسیب جدی به کلیه‌ها، استخوان‌ها و سیستم عصبی در انسان می‌گردد. فلزات سنگین می‌توانند واکنش‌های حساسیتی ایجاد کنند و باکتری‌های مفید را در بدن انسان از بین ببرند (۱۰). لذا در صورتی‌که فلزات سنگین بیش از حد مجاز در کود کمپوست وجود داشته باشند استفاده از آن را در خاک با محدودیت‌های جدی مواجه خواهد کرد. بنابراین جهت کاربردهای گوناگون نیاز به استانداردهای تعیین شده است. بسیاری از کشورها مانند آمریکا، آلمان، کانادا و استرالیا دارای استانداردهای گسترده‌ای برای مراحل مختلف تولید و همچنین مصارف کمپوست هستند (۱۱). تحقیقات Kraus و همکاران (۱۲) نشان داد که کمپوست زباله مخلوط چهار برابر نسبت به کمپوست زباله تفکیک شده از مبدا، آلودگی دارد. در مطالعه‌ای که توسط Epstein و همکاران (۱۳) در سال ۲۰۰۳ انجام گرفت غلظت فلزات سنگین در دو نوع از کود کمپوست تولیدی که حاصل زائدات شهری تفکیک نشده و تفکیک شده بود مورد آنالیز قرار گرفت. نتایج نشان‌دهنده این مطلب بود که در هر دو نوع از کمپوست فلزات سنگین وجود داشت ولی مقدار آنها در کمپوست حاصل از زائدات تفکیک شده کمتر بوده است. Esakku و همکاران (۱۴) در سال ۲۰۰۳ در تحقیقی فلزات سنگین موجود در پسماندهای شهری تلنبار شده را مورد ارزیابی قرار دادند و جهت استخراج فلزات سنگین از پسماند از روش TCLP استفاده شد.Ciba و همکاران (۱۵) در سال ۱۹۹۹ مطالعه‌ای درمورد میزان حضور و حذف فلزاتی مانند کادمیوم و سرب موجود در کمپوست تهیه شده از پسماندهای مخلوط شهری انجام دادند. Chiang و همکاران (۱۶) مطالعه‌ای در زمینه افزایش میزان تثبیت



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13 ]

فلزات سنگین در جریان فرایند کمپوست لجن فاضلاب انجام دادند که در این تحقیق روش TCLP جهت استخراج فلزات سنگین به کار رفت. Paradelo و همکاران (۱۷) در سال ۲۰۱۰ تحقیقی در رابطه با توزیع و قابلیت در دسترس بودن عناصر جزئی در کمپوست‌های تهیه شده از پسماند شهری، انجام دادند و همچنین جهت استخراج عناصر جزئی مانند سرب از روش TCLP استفاده شد. در ایران پژوهشی توسط Torabian و همکاران (۱۸) درباره اثرات زیست محیطی ناشی از کودهای کمپوست از دیدگاه فلزات سنگین در ایران صورت گرفت. مطالعه دیگری توسط Saffari و همکاران (۱۹) با عنوان تحلیل کیفیت کمپوست حاصل از زباله شهری تهران از نظر میزان فلزات سنگین در مقایسه با استانداردهای کشورها انجام گرفت. Asgharzadeh و همکاران (۲۰) میزان غلظت فلزات سنگین کود کمپوست تولیدی از پسماند شهری مخلوط شهر بابل را بررسی کردند. Aleagha و همکاران (۲۱) مطالعه‌ای را در زمینه تجمع بیولوژیکی فلزات سنگین در فرایند ورمی کمپوست انجام دادند. Kharrazi و همکاران (۲۲) در مطالعه‌ای تغییرات غلظت فلزات سنگین را در جریان ورمی کمپوست کردن پسماندهای آلی بررسی کردند. در ایران به دلیل عدم مدیریت و نظارت کافی در تفکیک پسماند در مبدا تولید ممکن است پسماندهای آلی که برای تهیه کود کمپوست در نظر گرفته می‌شوند با سایر پسماندهای غیرقابل کمپوست مخلوط شوند و به آلاینده‌هایی مثل فلزت سنگین و سمی موجود در قطعات الکترونیکی، شوینده‌ها و باطری‌ها آلوده شوند و به دلیل آنکه مشکل اصلی کود کمپوست تولیدی در کشور ایران از دیدگاه زیست محیطی و بهداشتی مربوط به فلزات سنگین و سمی است و چون این فلزات می‌توانند از راه محصولات کشاورزی و ورود به آب‌های زیرزمینی به بدن انسان و سایر موجودات راه یابند انجام مطالعه‌ای در این زمینه لازم دانسته شد. در این تحقیق جهت اندازه‌گیری فلزات سمی مورد نظر از روش TCLP استفاده شد. این روش یک روش متداول به کار رفته در کشور آمریکا است که می‌توان به وسیله آن مواد سمی موجود در پسماند را توسط اسید در یک مدت زمان مشخص استخراج و سپس آنالیز کرد (۲۳). هدف از انجام این مطالعه بررسی میزان فلزات سنگین (آرسنیک، کادمیوم، جیوه و سرب) در ۶ مارک ورمی کمپوست تهیه شده از پسماندهای آلی شهر تهران و مقایسه غلظت آنها با استانداردها و معیارهای داخلی و جهانی بود.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه، یک مطالعه مقطعی است. جمعیت مورد مطالعه شامل نمونه‌های برداشت شده از مارک‌های ورمی کمپوست بود. روش نمونه‌گیری یک مرحله‌ای، احتمالی و تصادفی ساده در نظر گرفته شد. ابتدا ۶ مارک مختلف از محصول بسته‌بندی شده ورمی کمپوست به صورت تصادفی انتخاب شد و از هر مارک ۴ کیسه با سری ساخت مختلف تهیه گردید. سپس هر کدام از کیسه‌ها به طور کامل مخلوط شد و از هر کیسه یک نمونه برداشت گردید. که در نهایت از هر مارک ۴ عدد نمونه بدست آمد و در مجموع ۲۴ نمونه تهیه گردید. انتخاب ۴ کیسه از هر مارک براساس مطالعات انجام شده در این زمینه بود.

سپس نمونه‌ها داخل ظروف پلاستیکی قرار داده شدند و به آزمایشگاه منتقل شدند. ابتدا نمونه‌ها را به وسیله خردکن خردکرده سپس آنها را در داخل بوته‌چینی قرار داده و به مدت ۲ h در داخل کوره یا آون در دمای ۱۰۵ $^0C$–۱۰۳ جهت تبخیر رطوبت آن قرار گرفت. پس از خشک شدن، نمونه‌ها را از الکی با منافذ ۲ mm عبور داده و سپس از جز عبور یافته ۲ g در داخل بشری با حجم ۱۰۰ mL ریخته شد و براساس اصول آزمایش TCLP به میزان ۲۰ برابر نمونه، محلول استخراج کننده به آن اضافه گردید و محلول استخراج کننده را به وسیله ۶۴/۳ mL هیدروکسید سدیم ۱ N و ۵/۷ mL اسید استیک گلاسیال تهیه شد. سپس ۴۰ mL از محلول ساخته شده به نمونه اضافه شد و پس از آن نمونه‌ها به مدت ۱۸ h بر روی شیکر با سرعت ۳۰ rpm قرار گرفت تا استخراج مواد داخل کمپوست به داخل اسید صورت گیرد. بعد از طی شدن



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13 ]

مراحل آزمایش، نمونه‌ها از صافی واتمن شماره ۱ با منافذ ۰/۴۵ µm عبور داده شد و در نهایت نمونه‌های صاف شده به داخل ویال‌های پلاستیکی منتقل شدند (۲۴). سپس میزان غلظت عناصر سمی آرسنیک، جیوه، کادمیوم و سرب نمونه صاف شده به کمک دستگاه ICP مدل RCOS تعیین گردید. پس از انجام آزمایش و جمع‌بندی داده‌ها، میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات مورد نظر هر مارک با ضریب اطمینان ۹۵ درصد تعیین شد و در قالب نمودار در نرم افزار Excel با استانداردهای ایران و جهان مقایسه و بررسی شدند. تمام آزمایش‌ها در آزمایشگاه شیمی گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام گرفت.

## یافته‌ها

براساس اهداف این مطالعه غلظت فلزات سنگین آرسنیک، جیوه، کادمیوم و سرب در ۶ مارک مختلف نمونه‌برداری و آنالیز شدند. نتایج بدست آمده در جدول ۱ نشان داده شده است. میزان استاندارد فلزات سمی موجود در کود ورمی کمپوست حاصل از پسماند آلی بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم جرم پسماند در جدول ۲ ارائه شده است. همچنین مقایسه غلظت این فلزات با استانداردهای داخلی و خارجی در نمودارهای ۱ تا ۴ ارائه شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از این مطالعه حداکثر غلظت آرسنیک، کادمیوم، جیوه و سرب در مارک‌های ورمی کمپوست شهر تهران به ترتیب ۷/۴۵، ۰/۱۵، ۰/۱۹ و ۷۹/۹۵ mg/kg گزارش شد. میانگین و انحراف معیار فلزات سمی آرسنیک، کادمیوم، جیوه و سرب در جدول ۱ آمده است. همانطورکه در این جدول مشاهده می‌شود بیشترین میانگین غلظت آرسنیک مربوط به مارک شماره ۴ است که ۷/۴۵ mg/kg گزارش شد و بیشترین میانگین غلظت کادمیوم مربوط به مارک شماره ۵ است که ۰/۱۵mg/kg بود. همچنین بیشترین میانگین غلظت جیوه مربوط به مارک شماره ۶ است که ۰/۱۹mg/kg گزارش شد و بیشترین میانگین غلظت سرب مربوط به مارک شماره ۵ است که ۷۹/۹۵ mg/kg بود. در نمودار ۱ غلظت آرسنیک موجود در مارک‌های ورمی کمپوست با استانداردهای آمریکا، استرالیا و استاندارد ملی ایران مقایسه شده است. در نمودار ۲ غلظت جیوه موجود در مارک‌های ورمی کمپوست با استانداردهای آمریکا، استرالیا و استاندارد ملی ایران مقایسه شده است. در نمودار ۳ مقایسه غلظت کادمیوم موجود در مارک‌های ورمی کمپوست با استانداردهای آمریکا، استرالیا و استاندارد ملی ایران آمده است. همچنین مقایسه غلظت سرب موجود در مارک‌های ورمی کمپوست با استانداردهای آمریکا، استرالیا و استاندارد ملی ایران در نمودار ۴ مشاهده می‌شود.

**جدول ۱- میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات سمی موجود در ۶ مارک ورمی کمپوست (بر حسب mg/kg)**

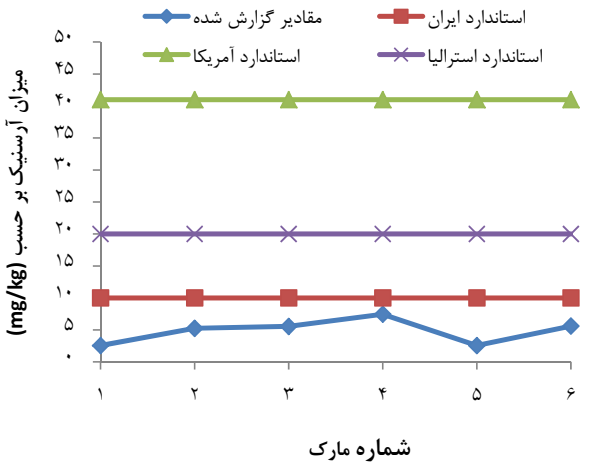
| مارک | میانگین و انحراف معیار آرسنیک | میانگین و انحراف معیار کادمیوم | میانگین و انحراف معیار جیوه | میانگین و انحراف معیار سرب |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۲/۵۵±۰/۷۷ | ۰/۱۲±۰/۰۹ | ۰/۱۲±۰/۰۴ | ۵۷/۴±۵/۶۴ |
| ۲ | ۵/۲۵±۱/۲۰ | ۰/۱۱±۰/۰۵ | ۰/۱۱±۰/۰۲ | ۶۷/۵۵±۷/۹۹ |
| ۳ | ۵/۵۵±۰/۵۹ | ۰/۱۳±۰/۰۷ | ۰/۱۲±۰/۰۳ | ۷۶/۵۵±۶/۱۷ |
| ۴ | ۷/۴۵±۰/۵۲ | ۰/۱۰±۰/۰۲ | ۰/۱۷±۰/۰۲ | ۵۸/۵±۴/۳۹ |
| ۵ | ۲/۵۵±۰/۳۴ | ۰/۱۵±۰/۰۸ | ۰/۱۰±۰/۰۱ | ۷۹/۹۵±۲/۱۵ |
| ۶ | ۵/۶±۱/۷۰ | ۰/۱۱±۰/۰۵ | ۰/۱۹±۰/۰۱ | ۵۷/۶±۳/۸۴ |



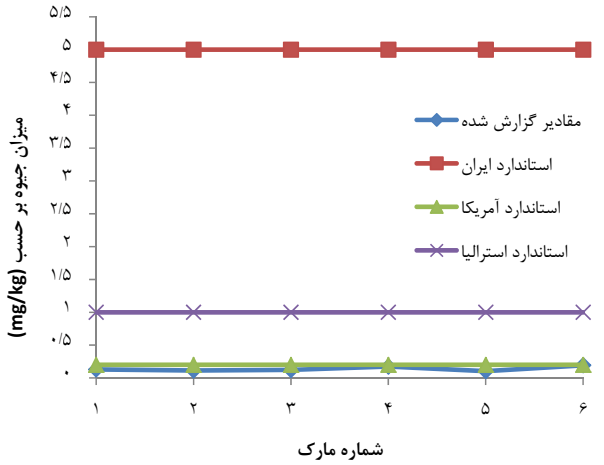
[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13 ]

جدول ۲- میزان استاندارد فلزات سمی موجود در کود ورمی کمپوست حاصل از پسماند آلی بر حسب mg/kg (۱۲)

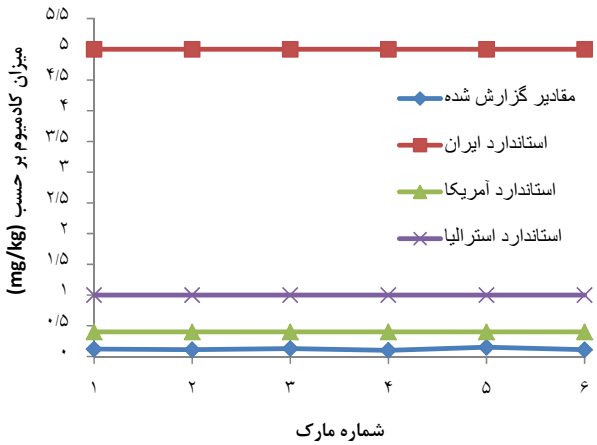
| نام عنصر | استاندارد آمریکا | استاندارد آلمان | استاندارد استرالیا | استاندارد ایران |
|---|---|---|---|---|
| آرسنیک | ۴۱ | – | ۲۰ | ۱۰ |
| جیوه | ۰/۲ | ۳ | ۱ | ۵ |
| کادمیوم | ۰/۴ | ۳ | ۱ | ۵ |
| سرب | ۸۳ | ۱۵۰ | ۱۵۰ | ۱۵۰ |



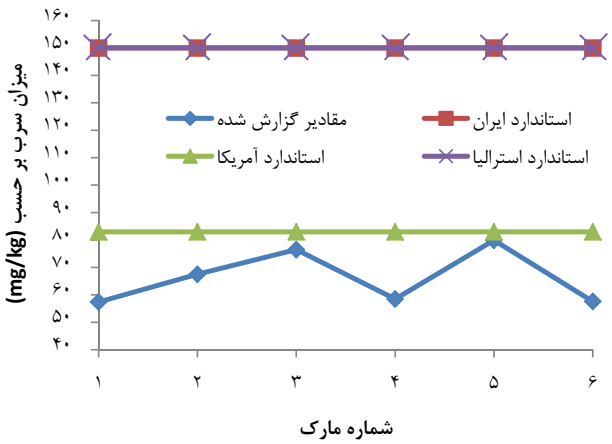

نمودار ۱- مقایسه مقادیر غلظت آرسنیک در ورمی کمپوست شهر تهران با استانداردها




نمودار ۲- مقایسه مقادیر غلظت جیوه در ورمی کمپوست شهر تهران با استانداردها




نمودار ۳- مقایسه مقادیر غلظت کادمیوم در ورمی کمپوست شهر تهران با استانداردها




نمودار۴ – مقایسه مقادیر غلظت سرب در ورمی کمپوست شهر تهران با استانداردها



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13 ]

## بحث

با توجه به جدول ۱ و ۲ میانگین غلظت فلزات سنگین (آرسنیک، جیوه، کادمیوم و سرب) در نمونه‌های ورمی کمپوست در این تحقیق در حد استانداردهای ملی ایران بوده و همچنین کمتر از حدمجاز استانداردهای جهانی گزارش شد. با این وجود در مقایسه با استانداردهای بعضی از کشورها مثل هند در بعضی نمونه‌ها مقادیر جیوه بیش از استاندارد بود است. با مقایسه مقادیر بدست آمده جیوه با استاندارد کشور هند که ۰/۱۵ mg/kg است مشخص شد که ۲ مارک که یکی mg/kg ۰/۱۷ و دیگری mg/kg ۰/۱۹ بود دارای میزان جیوه بیش از حد مجاز بودند. همانطورکه در جدول ۱ مشاهده می‌شود بیشترین میانگین غلظت آرسنیک مربوط به مارک شماره ۴ است که mg/kg ۷/۴۵ گزارش شد که در مقایسه با استانداردهای آمریکا، استرالیا و ایران ذکر شده در جدول ۲ در حد قابل قبول قرار داشت. بیشترین میانگین غلظت کادمیوم مربوط به مارک شماره ۵ است که mg/kg۰/۱۵ بود که در مقایسه با استانداردهای آمریکا، آلمان، استرالیا و ایران موجود در جدول ۲ در حد قابل قبول بود. همچنین بیشترین میانگین غلظت جیوه مربوط به مارک شماره ۶ است که mg/kg ۰/۱۹ گزارش شد که در مقایسه با استانداردهای آمریکا، آلمان، استرالیا و ایران ذکر شده در جدول ۲ در حد قابل قبول قرار داشت. بیشترین میانگین غلظت سرب مربوط به مارک شماره ۵ است که mg/kg ۷۹/۹۵ بود که در مقایسه با استانداردهای آمریکا، آلمان، استرالیا و ایران که در جدول ۲ آمده است در حد قابل قبول بود. در نمودار ۱ غلظت آرسنیک در مارک‌های مختلف ورمی کمپوست با استانداردهای ایران و جهان مقایسه شدند که براساس نمودار غلظت آرسنیک در تمام مارک‌ها کمتر از حد مجاز تعیین شده مشاهده شد. در نمودار ۲ غلظت جیوه در مارک‌های مختلف ورمی کمپوست با استانداردهای ایران و جهان مقایسه شدند که طبق نمودار غلظت جیوه در تمام مارک‌ها کمتر از حد مجاز تعیین شده بود. در نمودار ۳ غلظت کادمیوم در مارک‌های مختلف ورمی کمپوست با استانداردهای ایران و جهان مقایسه گردید و غلظت کادمیوم در تمام مارک‌ها کمتر از حد مجاز تعیین شده مشاهده شد. همچنین در نمودار ۴ غلظت سرب در مارک‌های مختلف ورمی کمپوست با استانداردهای ایران و جهان مقایسه شدند و همانطورکه از نمودار مشاهده می‌شود غلظت سرب در تمام مارک‌ها کمتر از حد مجاز است. Esakku و همکاران (۱۴) در سال ۲۰۰۳ در تحقیقی فلزات سنگین موجود در پسماندهای شهری تلنبار شده را با هدف تولید کمپوست مورد ارزیابی قرار دادند. مهمترین فلزاتی که اندازه‌گیری شد آرسنیک، جیوه، کادمیوم و سرب بود که غلظت آنها بر حسب میلی گرم برکیلوگرم جرم پسماند گزارش شد. نتایج مطالعه آنها نشان داد که غلظت جیوه و سرب نمونه‌ها در مقایسه با نتایج کنترل آلودگی مرکزی کشور هند که در رابطه با کمپوست حاصل از پسماندهای مخلوط بود، بیش از حدود مجاز تعیین شده بود ولی در مقایسه با استانداردهای آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا در حد قابل قبول بودند. در این تحقیق جهت استخراج فلزات سنگین از پسماند از روش TCLP استفاده شد. از این مطالعه چنین نتیجه‌گیری شد که کمپوست تهیه شده از این پسماند را می‌توان به عنوان کود جهت تولید محصولات کشاورزی غیر قابل خوردن و همچنین به عنوان مواد پوششی به کار برد. در مطالعه‌ای که توسط Hseu و همکاران (۲۵) در سال ۲۰۰۷ انجام شد ۹ نوع از کمپوست مورد آنالیز قرار گرفت. نتایج نشان داد در کمپوست حاصل از زائدات مواد غذایی غلظت کادمیوم و سرب به ترتیب mg/kg ۰/۴ و mg/kg ۶۲۵ است. Paradelo و همکاران (۱۷) در سال ۲۰۱۰ تحقیقی در رابطه با توزیع و قابلیت در دسترس بودن عناصر جزئی در کمپوست‌های تهیه شده از پسماند شهری، انجام دادند. در این مطالعه همچنین جهت استخراج عناصر جزئی مانند سرب از روش TCLP استفاده شد. از مطالعه آنها نتیجه‌گیری شد که حدود قابل قبول فلزات جزئی به ویژه سرب موجود در توده کمپوست باید بر اساس قابلیت در دسترس‌پذیری در نظر گرفته شود. Saeedi و همکاران (۲۶) همچنین نشان دادند که



[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13 ]

با جداسازی پسماند غلظت فلزات سنگین در کود کمپوست به کمترین مقدار می‌رسد. طبق بررسی‌های صورت گرفته بر روی نمونه‌های مختلف کمپوست آراد کوه تهران حداکثر غلظت کادمیوم و سرب به ترتیب ۵/۹۷ mg/kg و ۳۹۳ mg/kg گزارش شد که با مقایسه مقادیر با استاندارد آمریکا و ایران غلظت سرب بیش از حد مجاز است. بررسی دیگری که از کمپوست تولیدی کارخانه کمپوست رشت صورت گرفت غلظت کادمیوم ۵ mg/kg گزارش شد که طبق استاندارد بود (۲۷). در بررسی دیگری که از کمپوست تولیدی کارخانه مشهد انجام گرفت غلظت فلزات سنگین براساس استانداردهای جهانی بود و غلظت کادمیوم و سرب به ترتیب ۰ mg/kg و ۱۳۰ mg/kg گزارش شد (۲۸). در مطالعه‌ای دیگر که بر روی کمپوست تولیدی کارخانه کرج صورت گرفت غلظت سرب بیش از حد مجاز گزارش شد. Asgharzadeh و همکاران (۲۰) کیفیت کمپوست حاصل از زباله شهری بابل را از نظر میزان فلزات سنگین بررسی کردند. در این تحقیق غلظت کادمیوم ۲ mg/kg و سرب ۶۷ mg/kg گزارش شد که کادمیوم در مقایسه با استاندارد کشور آلمان بیش از حد مجاز گزارش شد. Kharrazi و همکاران (۲۲) در مطالعه‌ای تغییرات غلظت فلزات سنگین را در جریان ورمی کمپوست کردن پسماندهای آلی بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که ورمی کمپوست تهیه شده از لحاظ حضور فلزات سنگین در دامنه استاندارد قرار دارد و قابلیت استفاده در زمینه کشاورزی را دارا است.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به در نظر گرفتن تعداد کم مارک‌های ورمی کمپوست اشاره کرد که دلیل آن بالا بودن هزینه آنالیز توسط دستگاه ICP بود.

## نتیجه‌گیری

از این تحقیق چنین نتیجه‌گیری می‌شود که ورمی کمپوست‌های توزیع شده در شهر تهران که از مواد آلی موجود در چرخه پسماند تهیه شده بودند از لحاظ آلودگی به فلزات سنگین مطابق با استانداردهای بسیاری از کشورهای توسعه یافته و استاندارد ملی ایران هستند و می‌توان از آنها جهت تولید محصولات کشاورزی استفاده کرد. پایین بودن غلظت فلزات سمی کودهای ورمی کمپوست آنالیز شده در این تحقیق به این دلیل است که این کود از مواد آلی پسماندهای تولیدی شهر تهران تهیه شده بود و با اجزاء دیگر پسماند مانند ظروف مواد شوینده، باطری‌ها و قطعات الکترونیکی که دارای مقادیر بالای فلزات سنگین هستند، مخلوط نشده بودند. بنابراین می‌توان از کودهای ورمی کمپوست تهیه شده از پسماندهای آلی با اطمینان جهت حاصلخیزی زمین‌های کشاورزی استفاده کرد. به دلیل متغیر بودن اجزاء پسماند و در نتیجه نوسانات آلودگی به فلزات سنگین و سمی پیشنهاد می‌شود که به صورت دوره‌ای از کودهای ورمی کمپوست تولیدی نمونه‌برداری انجام شود و میزان فلزات سمی آنها آنالیز و با استانداردهای داخلی و خارجی مقایسه گردد.

## تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پروژه درسی با عنوان "تعیین آلودگی فلزات سمی به روش استخراج در ۶ مارک ورمی کمپوست حاصل از پسماندهای آلی شهر تهران" در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۴ است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران اجرا شده است.

[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13 ]

## منابع


1. Omrani G, Zamanzadeh M, Maleki A, Ashori Y. Earthworm ecology in the northern part of Iran: with an emphasis on compost worm Eisenia fetida. Journal of Applied Sciences. 2005;5:1434-37.
2. Alidadi H, Shamansouri APM. Combined compost and vermicomposting process in the treatment and bioconversion of sludge. Journal of Environmental Health Science & Engineering. 2005;2(4):251-54.
3. Kumar V, Singh K. Enriching vermicompost by nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. Bioresource Technology. 2001;76(2):173-75.
4. Manaf LA, Jusoh MLC, Yusoff MK, Ismail THT, Harun R, Juahir H, et al. Influences of bedding material in vermicomposting process. International Journal of Biology. 2009;1(1):81-91.
5. Senesil GS, Baldassarre G, Senesi N, Radina B. Trace element inputs into soils by anthropogenic activities and implications for human health. Chemosphere. 1999;39(2):343-77.
6. Whittle AJ, Dyson AJ. The fate of heavy metals in green waste composting. Environmentalist. 2002;22(1):13-21.
7. Gupta R, Garg V. Stabilization of primary sewage sludge during vermicomposting. Journal of Hazardous Materials. 2008;153(3):1023-30.
8. Morgan AJ, Stürzenbaum SR, Winters C, Kille P. Cellular and molecular aspects of metal sequestration and toxicity in earthworms. Invertebrate Reproduction & Development. 1999;36(1-3):17-24.
9. Kabata-Pendias A. Soil–plant transfer of trace elements—an environmental issue. Geoderma. 2004;122(2):143-49.
10. Sharma RK, Agrawal M, Marshall F. Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2007;66(2):258-66.
11. Zazuli M, Bagheri Ardebilian M,Ghahremani E, Ghorbanian Alahabad M. Principles of Compost Production Technology. Tehran: Khaniran; 2009 (in Persian).
12. Kraus P, Grammel U. Relevant of contaminant discussion for bio-waste composting. Abfallwirtschaft. 1992;9:65-85.
13. Epstein E. Human pathogens: hazards, controls and precautions in compost. In: Stoffella PJ, Kahn BA, editors. Compost utilization in horticultural cropping systems. Boca Raton: Lewis Publishers; 2001.
14. Esakku S, Palanivelu K, Joseph K, Assessment of heavy metals in a municipal solid waste dumpsite. Workshop on Sustainable Landfill Management; 2003; Citeseer.
15. Ciba J, Korolewics T, Turek M. The occurrence of metals in composted municipal wastes and their removal. Water, Air, and Soil Pollution. 1999;111(1-4):159-70.
16. Chiang K-Y, Huang H-J, Chang C-N. Enhancement of heavy metal stabilization by different amendments during sewage sludge composting process. Journal of Environmental Engineering and Management. 2007;17(4):249-56.
17. Paradelo R, Villada A, Devesa-Rey R, Moldes AB, Domínguez M, Patiño J, et al. Distribution and availability of trace elements in municipal solid waste composts. Journal of Environmental Monitoring. 2011;13(1):201-11.
18. Torabian A, Mahjouri M. Environmental and health concerns associated with compost products in Iran. International Journal of Environmental Studies. 2003;60(2):135-44 (in Persian).
19. Alidadi H, Saffari AR, Ketabi D, Peiravi R, Hosseinzadeh A. Comparison of vermicompost and cow manure efficiency on the growth and yield of tomato plant. Health Scope. 2014;3(4):e14661.
20. Asgharzadeh F, Ghaneian MT, Amouei A, Barari R. Evaluation of cadmium, lead and zinc content of compost produced in Babol Composting Plant. Iranian Journal of Health Sciences. 2014;2(1):62-67 (in Persian).
21. Aleagha MM, Ebadi G. Study of heavy metals bioaccumulation in the process of vermicomposting. African Journal of Biotechnology. 2013;10(36):6997-7001.
22. Kharrazi SM, Younesi H, Abedini-Torghabeh J. Heavy metals concentration changes during vermicomposting of organic wastesq. Journal of Environmental Studies. 2014;40(1):46-48.
23. Tchobanoglous G, Kreith F. Handbook of Solid Waste Management. 2nd ed. New York: McGraw-




[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13 ]

Hill; 2002.
24. Li Y, Richardson JB, Walker AK, Yuan P-C. TCLP heavy metal leaching of personal computer components. Journal of Environmental Engineering. 2006;132(4):497-504.
25. Hseu Z-Y. Evaluating heavy metal contents in nine composts using four digestion methods. Bioresource Technology. 2004;95(1):53-59.
26. Saeedi M, Hosseinzadeh M, Jamshidi A, Pajooheshfar S. Assessment of heavy metals contamination and leaching characteristics in highway side soils, Iran. Environmental Monitoring and Assessment. 2009;151(1-4):231-41.
27. Dayan B, Khezri S, Tavakoli B. Environmental assessment of Rasht Compost Factory. Journal of Biology Science. 2010;3(4):39-49 (in Persian).
28. Kharrazi SM, Younesi H, Abedini-Torghabeh J. Microbial biodegradation of waste materials for nutrients enrichment and heavy metals removal: An integrated composting-vermicomposting process. International Biodeterioration & Biodegradation. 2014;92:41-48.

[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13 ]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

# Determination of Toxic Metals Pollution using Extraction (TCLP) in Six Brands of Vermicompost Produced from Bio-Wastes in Tehran

V Past[1], AR Mesdaghinia[2,3,*], M Naderi[4]

1. M.Sc Student, Department of Environmental Health Engineering, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Center for Water Quality Research (CWQR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4. Ph.D Student, Department of Environmental Health Engineering, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

**ARTICLE INFORMATIONS:**

**Received:** 22 February 2016
**Revised:** 14 May 2016
**Accepted:** 21 May 2016
**Published:** 18 September 2016

**Key words:** Toxic metals, TCLP, Vermicompost

***Corresponding Author:**
*mesdaghinia@sina.tums.ac.ir*
*Tel: +98 21 88978399*
*Fax: +98-21-88978398*

**ABSTRACT**

**Background and objective:** Compost is beneficial for conditioning the structure and nutrient content of soil. Toxic metals are the most important contaminants that can enter the food chain through the compost products and affect human health. The aim of this study was to assess the arsenic, mercury, cadmium, and lead levels in six brands of vermicompost produced from the organic solid wastes in Tehran and to compare the amounts with the international and national standard levels.

**Materials and Methods:** This was a descriptive - analytical study in which samples of six brands of vermicompost products were randomly selected from the distribution centers in Tehran, and from each brand four samples were prepared (24 samples). Then the samples were extracted using the TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure) method and after filtration the metal concentrations were measured by Inductively Coupled Plasma (ICP). All data were analyzed using Excel software.

**Results:** The means and standard deviations of the toxic metals concentrations (arsenic, mercury, cadmium, and lead) in the collected samples of each brand were reported in terms of mg/kg. The maximum concentrations of these toxic metals were 7.45, 0.15, 0.19, and 79.95 mg/kg, respectively.

**Conclusion:** The results indicated that the levels of toxic metals in the vermicompost samples derived from the municipal solid waste in Tehran were lower than the permissible limits of the national and international standards.

*Please cite this article as: Past V, Mesdaghinia AR, Naderi M. Determination of toxic metals pollution using extraction (TCLP) in six brands of vermicompost produced from bio-wastes in Tehran. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;9(2):289-98.*

[ Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13 ]