بررسی میزان تحرک‌پذیری و ارزیابی خطر فلزات سنگین کادمیوم، کروم و سرب در ورمی کمپوست زاهدان

صفورا جوان[1]، مسلم دیده ور[2]، رحیم بخش رئیسی[2]، محمد عباسیان[2]، سمیه احمدی[2]، رقیه نوری[2*]

[1] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی نیشابور، ایران

[2] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زابل، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹٤/۵/۱٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۹/۲۸

چکیده

زمینه و هدف: تولید کمپوست از مواد آلی و زباله‌های جامد شهری یکی از راه‌های مهم بازیافت مواد آلی است که نقش مهمی در مدیریت مواد زائد ایفا می‌کند. همچنین کمپوست می‌تواند برخی از مواد سمی مانند فلزات سنگین را وارد خاک و زنجیره غذایی کند که این مواد تاثیرات منفی برای موجود زنده داراست.

مواد و روش‌ها: این تحقیق از نوع توصیفی- مقطعی است که در دو فصل تابستان و بهار بر روی ورمی کمپوست زاهدان انجام شد. تعداد نمونه‌ها ۱۰۰ عدد و اندازه گیری میزان تحرک پذیری فلزات سنگین سرب و کادمیوم و نیکل با روش استخراج ترتیبی پنج مرحله ای صورت پذیرفت. سپس ارزیابی خطر فلزات در نظر گرفته شد.

یافته ها: نتایج نشان می‌دهد بیشترین میزان تحرک پذیری مربوط به فلز کروم و سپس کادمیوم و سرب است. همچنین بررسی ارزیابی ریسک فلزات سنگین خطر متوسطی را برای هر سه فلز در محیط برای موجودات زنده براورد می‌کند.

نتیجه گیری: طبق نتایج بدست آمده مقدار فلزات سنگین مورد مطالعه در کمپوست تولیدی در زاهدان کمتر از حد استاندارد مورد تایید ایران است.

کلمات کلیدی: کمپوست، فلزات سنگین، استخراج ترتیبی، تحرک پذیری، ارزیابی خطر

مقدمه

یکی از روشهای مهم در بازیافت مواد آلی و مدیریت زباله‌های شهری تولید کمپوست است. فرایند کمپوست سازی روشی است که از آن برای تغییر مواد زائد آلی جامد به کود استفاده میشود و به دلیل اینکه محصول کمپوست یک کود بیولوژیکی است نسبت به کود شیمیایی ترجیح داده می‌شود. پراکنش گسترده فلزات سنگین در آب، هوا و خاک که مواد اولیه کمپوست را می‌سازد می‌تواند آن را به عنوان یک منبع آلوده به فلزات سنگین قرار دهد. غلظت فلزات سنگین در کمپوست از PPMتا PPT تغییر می‌کند.[1و2] فلزات سنگین در

* گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زابل، ایران

ایمیل: r.noori@zbmu.ac.ir - **شماره تماس:** ۰۵٤۳۲۲۳۲۱۷۷

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.2.81]

طی مراحل تولید کمپوست از جمله فاز میکروبی می‌توانند بدون تغییر باقی بماند و پس از وارد شدن به خاک تحت تاثیر فرایندهای مختلف مانند باران، خصوصیات خاک و جذب گیاهی آزاد شوند.[3] برای جلوگیری از آلودگی خاک و آبهای زیرزمینی توسط کمپوست کشورهای مختلفی استانداردهایی را برای غلظت فلزات سنگین در کمپوست تعریف کرده اند بعنوان مثال در هلند حداکثر غلظت استاندارد برای Zn,Cu,Pb و Cd ٦٥، ٢٥، ٧٥و٠/٧ است و این استاندارد برای آلمان ٤٠٠،١٠٠،١٥٠ و١/٥ می‌باشد.[4]

تا کنون تحقیقات مختلفی بر روی غلظت فلزات سنگین کمپوست در نقاط مختلف دنیا انجام شده است. در دلتای رودخانه پیرل در جنوب چین غلظت فلز سرب در خاک کشاورزی ٢٠٪ بیشتر از مقدار آن در خاک طبیعی منطقه به دست آمده است.[5] همچنین در تحقیقی که توسط والتر (٢٠٠٦) انجام شد مقدار Cu,Zn,Pb,Cd از ٧/٢ تا ١٢٧٠ میلی گرم بر کیلوگرم در کود حاصل از فاضلاب شهری در مرکز تا جنوب چین یافت شده است.[6] بالدوین (١٩٩٩) نشان داد که میزان روی و مس در کود حاصل از کمپوست مواد زاید شهری به ترتیب ٢١٥ و ٧٣٨ میلی گرم و در کود حاصل ازکمپوست مواد جامد فاضلاب به ترتیب١٧٣و٤٩٩ میلی گرم است.[7] پارادلو و همکاران در سال ٢٠٠٧ به استخراج ٦ فلز سنگین Cu,Cd,Ni,Pb,Zn,Cr از کمپوست پرداختند که در آن مقدار سرب و کروم و مس تقریبا به یک مقدار و کمتر از روی و کادمیوم به دست آمد.[8] رودزیگا و همکاران نیز به ارزیابی مقدار غلظت فلزات سنگین در کمپوست پرداختند نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مقدار روی و کادمیوم و سرب و مس هر کدام در بالاترین سطح استاندارد قرار دارند.[9] اما تحقیقاتی که تاکنون انجام شده بیشتر بر روی تعیین غلظت کل فلزات سنگین متمرکز بوده است. در حالی که سمیت فلزات سنگین را می‌توان از روی فرم‌های شیمیایی مختلف این عناصر تعیین کرد.[10] فلزات سنگین موجود در کمپوست می‌تواند به فرم‌های شیمیایی مختلفی وجود داشته باشد که هر کدام از این فرم‌ها تحرک‌پذیری، قابلیت دسترسی برای موجودات زنده، انجام واکنش‌های شیمیایی و سمیتی جدا از سایر اشکال دیگر همان فلز در محیط را دارد. می‌باشد. از این رو از شکل فضایی و نوع پیوند فلزات سنگین میتوان قابلیت دسترس بودن آنها برای موجودات زنده و نیز فرم‌هایی از فلزات را که با گذشت زمان وارد محیط می‌شود را شناسایی کرد .[11] ممکن است یون‌های فلز بر اثر کپسوله شدن از تحرک بایستد یا به فرم‌هایی درآید که از نظر زیست محیطی به شکل‌های سمی تری برای موجودات زنده تبدیل شود. بنابراین با محاسبه بخش قابل تبادل از غلظت کل فلزات موجود در کمپوست، بخشی از مواد را که می‌تواند در دسترس موجود زنده قرار گیرد محاسبه کرد.[12] فازهای تبادل‌پذیر موجود در کمپوست مصرفی می‌تواند تحت شرایط فیزیکو-شیمیایی آزاد شود و از طریق آب جذب گیاه شده و وارد زنجیره غذایی شوند. از مهمترین روش‌ها برای تعیین فازهای تبادل پذیر و غیر قابل تبادل استخراج ترتیبی است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش تعیین تحرک پذیری فلزات سنگین و ارزیابی خطر آن در کمپوست است چرا که میزان سمیت فرم‌های شیمیایی فلزات سنگین برای موجودات زنده متفاوت است.

مواد و روش ها

این تحقیق از نوع توصیفی- مقطعی است که در دو فصل تابستان و بهار بر روی کارخانه تولید ورمی کمپوست در زاهدان انجام شد. این کارخانه دارای دو نوع محصول کمپوست ریزدانه و درشت دانه است که نمونه برداری برای انجام آزمایشات بر روی هر دو نوع کمپوست صورت گرفت. در هر فصل تعداد ٥ دوره نمونه برداری انجام شد و از هر دوره ٥ نمونه انتخاب شد و در مجموع حجم نمونه برای هر دو نوع کمپوست ١٠٠ عدد بدست آمد. برای تعیین فازها یا گونه‌های غالب شیمیایی در کمپوست مورد مطالعه از روش استخراج

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.2.81]

ترتیبی ۵ مرحله‌ای استفاده شد. روش استخراج ترتیبی در واقع یک روش آزمایشگاهی و تجزیه‌ای است که در آن با استفاده از حلال‌های شیمیایی فازهای مختلف ژئوشیمیایی فلزات در نمونه‌های کمپوست در طی ۵ مرحله عملیاتی جدا خواهد شد. در این مطالعه از روش تسیر و همکاران[13] که یکی از کامل ترین روش‌های مورد استفاده برای استخراج ترتیبی است استفاده شد. ۵ فازی که در این روش استخراج می‌شود عبارتند از[11]:

مرحله اول: فاز تبادل پذیر

۸ میلی لیتر کلرید منیزیوم ۱ مولار را با کمپوست مخلوط و به مدت ۱ ساعت در دمای ۲۲ درجه قرار داده و پس از یک ساعت محلول به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفوژ می‌گردد. مرحله ی سانتریفوژ کردن کمپوست در انتهای هر ۵ مرحله تکرار می‌شود.

مرحله دوم: فاز متصل به کربنات

در این مرحله باید به کمپوست باقیمانده از مرحله قبلی ۸ میلی لیتر استات آمونیوم ۱ مولار اضافه گردد، pH استات آمونیوم باید با اسید استیک به ۵ رسیده باشد، سپس محلول به مدت ۵ ساعت در دمای ۲۲ درجه قرار داده شود، محلول در این مدت باید هم بخورد.

مرحله سوم: فاز متصل به آهن و منگنز

کمپوست باقیمانده از مرحله قبل با ۲۰ میلی لیتر هیدروکسیل آمین هیدروکلراید ۰/۰٤ درصد در اسید استیک(۲۵ درصد حجمی –حجمی) مخلوط می‌گردد و سپس به مدت ٦ ساعت در دمای ۹٦ درجه قرار می‌گیرد، در این مدت محلول باید هم بخورد.

مرحله چهارم: فاز متصل به ماده آلی

در این مرحله به خاک باقیمانده از مرحله سوم ۳ میلی‌لیتر اسیدنیتریک ۰/۰۲ مولار بعلاوه ۵ میلی لیتر آب اکسیژنه ای که pH آن با اسید نیتریک به ۲ رسیده باشد اضافه می‌شود محلول حاصل در لوله فالکون قرار داده و به مدت ۲ ساعت در دمای ۸۵ درجه در بن ماری حرارت داده می‌شود پس از گذشت ۲ ساعت به مواد بالا ۳ میلی لیتر آب اکسیژنه اضافه شده و برای ۳ ساعت در دمای ۸۵ درجه در بن ماری حرارت داده می‌شود پس از خنک شدن مواد بالا به آن ۵ میلی لیتر استات آمونیوم ۳/۲ مولار و اسید نیتریک (حجمی –حجمی۲۰٪) اضافه میشود. و بعد از آن محلول به حجم ۲۰ میلی لیتر رسانده می‌شود.

مرحله پنجم: فاز باقیمانده

در این مرحله به خاک باقیمانده از مرحله ٤، ٦ میلی لیتر اسید کلریدریک و ۲ میلی لیتر اسید نیتریک اضافه می‌شود و به مدت ۲ ساعت در دمای جوش قرار می‌گیرد.

در پایان آزمایش مقدار عناصر سنگین در هر فاز توسط دستگاه جذب اتمی خوانده می‌شود و میزان تحرک پذیری فلزات مورد آزمایش تعیین می‌شود. همچنین برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار Spss و Excel استفاده شده است.

تعیین Risck Assessment Code (RAC)

برای تعیین ارزیابی خطر هر یک از فلزات از راهنمای (RAC) استفاده شد. RAC براساس درصدی از غلظت کل فلزات سنگین که در بخش قابل تبادل و متصل به کربنات قرار دارند تعیین می‌شود این دو پیوند نشان دهنده ی پیوند ضعیف با فاز جامد هستند پس هرچه درصد فلز در این بخش بیشتر باشد احتمال آزاد شدن فلز و وارد شدن آن از فاز جامد به مایع بیشتر است.

برای نتایج این تحقیق از طبقه بندی RAC که توسط پرین و همکاران[14] انجام شده است استفاده شد. در این طبقه بندی هنگامی که مجموع این دو پیوند از یک درصد کمتر باشد

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.2.81]

فلزات موجود برای موجودات زنده بی‌خطر هستند اگر درصد مجموع این دو پیوند ٪ ۱۰-۱ باشد نشان دهنده‌ی خطر کم و اگر ٪۳۰-۱۱ باشد ریسک متوسطی را نشان می‌دهد.٪۵۰-۳۱ نشان دهنده‌ی ریسک بالا و بالای ٪۵۰ به عنوان ریسک بسیار بالا در نظر گرفته می‌شود و بیان می‌کند که فلز به راحتی می‌تواند وارد زنجیره غذایی شود.[۱۴]

جدول ۱: طبقه‌بندی ارزیابی ریسک به روش۱٤

Criteria	RAC
<۱	بدون ریسک
۱-۱۰	ریسک پایین
۱۱-۳۰	ریسک متوسط
۳۱-۵۰	ریسک بالا
>۵۰	ریسک خیلی بالا

نتایج

در این پژوهش میزان تحرک پذیری فلزات سنگین(Cr, Cd, Pb) در ورمی کمپوست درشت دانه و ریزدانه دو فصل بهار و تابستان کارخانه زاهدان به روش استخراج ترتیبی مورد بررسی قرار گرفت.

و همچنین میزان غلظت سرب، کروم و کادمیوم برحسب درصد در پنج فاز مورد محاسبه قرار گرفت که نتایج آن به صورت نمودارهای ۱ تا ۱۲ به دست امد.

نمودارهای ۱ و ۲ و ۳ و ٤ غلظت فلز سرب را در کمپوست در بهار و تابستان نشان می‌دهد. که میانگین غلظت برای پیوند با فاز سست، فاز متصل به کربنات و فاز متصل به ماده آلی به طور متوسط ٦۰ درصد و برای فازهای سه و پنج (محکم) ٤۰ درصد بدست آمده است. بنابراین بیشترین بخش از این فلز قابل تبادل با محیط است.

جدول ۲: نتایج اندازه گیری غلظت فلز سرب، کروم و کادمیوم در کمپوست درشت دانه فصل بهار زاهدان(میلی گرم برکیلوگرم)

فلزسنگین	Maximum	Minimum	Mean	STD
سرب	۷٤/٤۰۵	٤/٤۲۱	۲۲/٤۲٦	۲۹/٤۵
کادمیوم	۱٦/۹۲	۲/٦۰۹۲	۷/۷٦	۵/۵
کروم	۱۱/٦۰۱۱	۰/٤۵۵۳	۳/۹	٤/٦

جدول ۳: نتایج اندازه گیری غلظت فلز سرب، کروم وکادمیوم در کمپوست درشت دانه فصل تابستان زاهدان(میلی گرم برکیلوگرم)

فلزسنگین	Maximum	Minimum	Mean	STD
سرب	۷۸/۱٦٤٤	٤/۵٦۷۱۸	۲٤/۵	۳۰/۷۱
کادمیوم	۱۹/٤۸٦٤	۲/۷۰۵٦	۸/٤۵	٦/٤۸
کروم	۱۰/۹۳٤۷	۰/٤۲۳۱۵	۳/۸۳	٤/٤

جدول ٤: نتایج اندازه گیری غلظت فلز سرب، کروم و کادمیوم در کمپوست ریز دانه فصل بهار زاهدان(میلی گرم برکیلوگرم)

فلزسنگین	Maximum	Minimum	Mean	STD
سرب	۲۸/۷۱۹٦	۱/۵٦۵۹٦	۹/۰۰۲	۱۱/۲۸

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.2.81]

کادمیوم	۱۷/٤۰۰٤	۲/۲۵۱۲	۷/۹۰۷	۵/۷
کروم	۱۱/۷۹۳۵	۰/۵۷۵٤۱	۳/۸٦۰۹	٤/٦۵

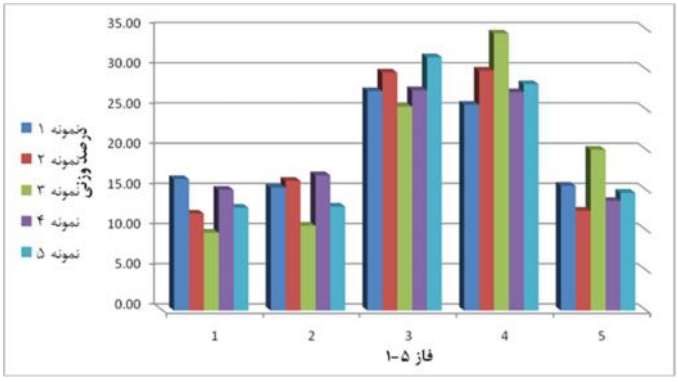
جدول ۵: نتایج اندازه گیری غلظت فلز سرب، کروم وکادمیوم در کمپوست ریز دانه فصل تابستان زاهدان(میلی گرم برکیلوگرم)

فلزسنگین	Maximum	Minimum	Mean	STD
سرب	۱۲٦/۳۸٦	٦۸/٤٤٤۹	۱۰۲/۷۸	۵۲/۸۳
کادمیوم	۱۸/٦٦	۲/۳۹	۸/۵۲۵	۱۳/۲۱
کروم	۱۱/۹۷٤۳	۰/۷۲۵۵	۳/۸۷۹۷	٤/۷

غلظت فلز کادمیوم در فصل بهار و تابستان نشان می‌دهد. که میانگین غلظت برای فازهای یک، دو و چهار تقریبا ۵۵درصد و برای پیوندهای سه و پنج تقریبا ٤۵ درصد بدست آمده است. بنابراین تقریبا نیمی از این فلز در فاز قابل تبادل قرار دارد.

نمودارهای ۹ و ۱۰ غلظت فلز کروم را در کمپوست درشت دانه فصل بهار و تابستان نشان می‌دهد. که میانگین غلظت برای فازهای یک، دو و چهار (سست) برابر با ٦۰/۳۸ و٦۷/۲۹ درصد و برای فازهای سه و پنج (محکم) ۳۹/٦۲ و ۳۲/۷۱ درصد بدست آمده است.

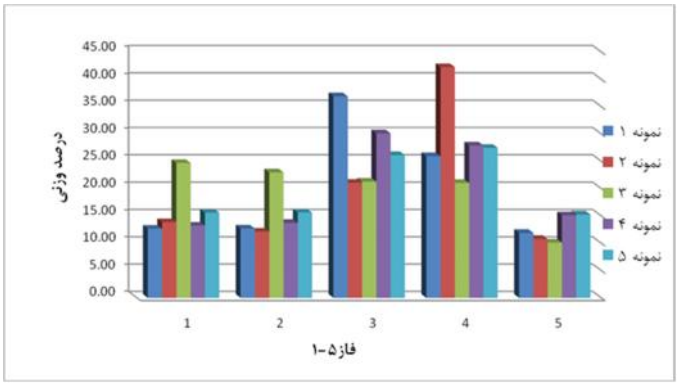
نمودار های۱۱و ۱۲ غلظت فلز کروم را در کمپوست ریز دانه فصل بهار و تابستان نشان می‌دهد. که میانگین غلظت برای فازهای یک، دو و چهار (سست) برابر با ۵۷/۵۷ و ٦۱/۲۹ درصد و برای پیوندهای سه و پنج (محکم) ٤۲/٤۳ و ۳۸/۷۱ درصد بدست آمده است.



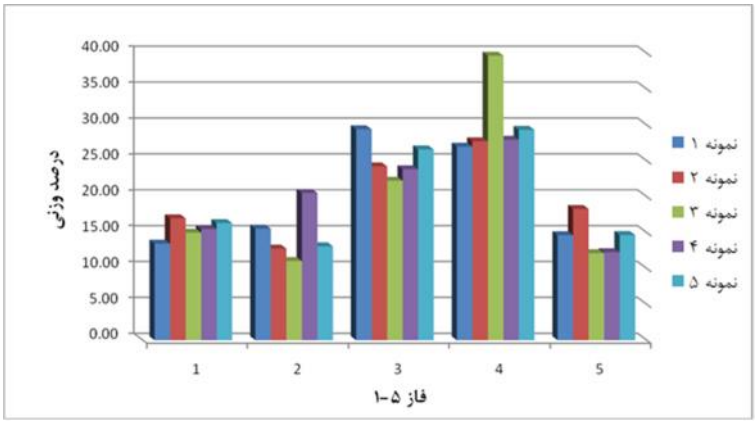
نمودار ۱: نتایج اندازه گیری غلظت فلز سرب در فازهای پنج گانه کمپوست درشت دانه فصل بهارزاهدان(درصد وزنی)

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-28]

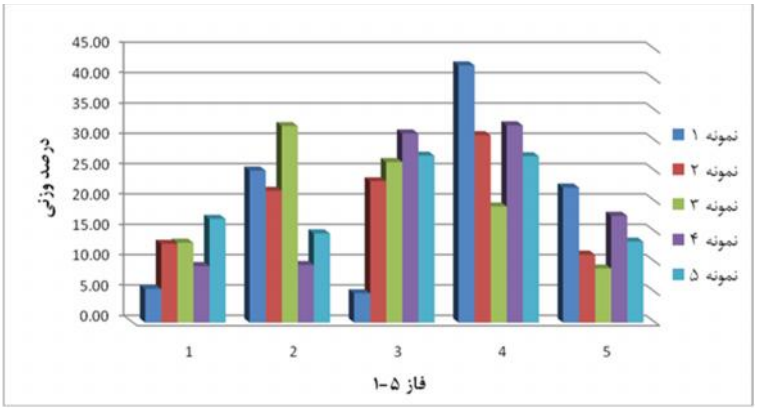
[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.2.81]



نمودار۲: نتایج اندازه گیری غلظت فلز سرب در فازهای پنج گانه کمپوست درشت دانه فصل تابستان زاهدان(درصدوزنی)



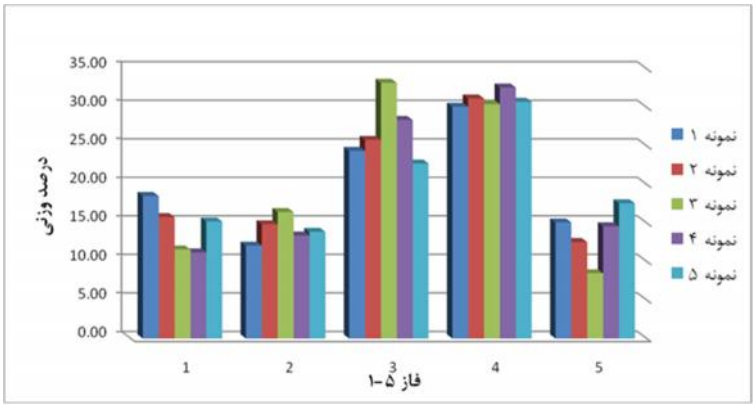
نمودار ۳: نتایج اندازه گیری غلظت فلز سرب در فازهای پنج گانه کمپوست ریز دانه فصل بهارزاهدان(درصدوزنی)



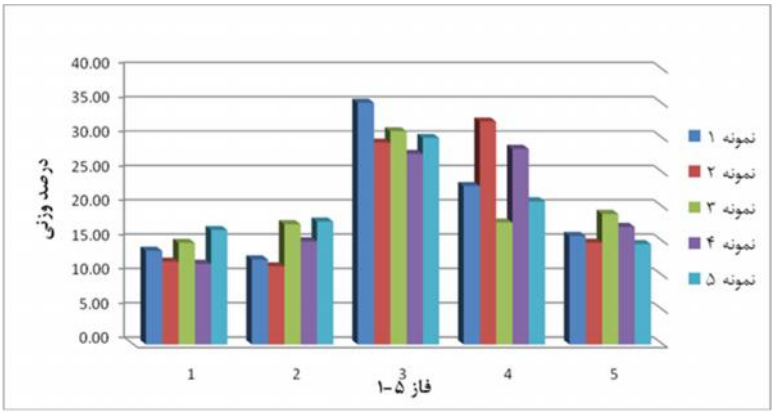
نمودار ٤: نتایج اندازه گیری غلظت فلز سرب در فازهای پنج گانه کمپوست ریز دانه فصل تابستان زاهدان(درصدوزنی)

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-28]

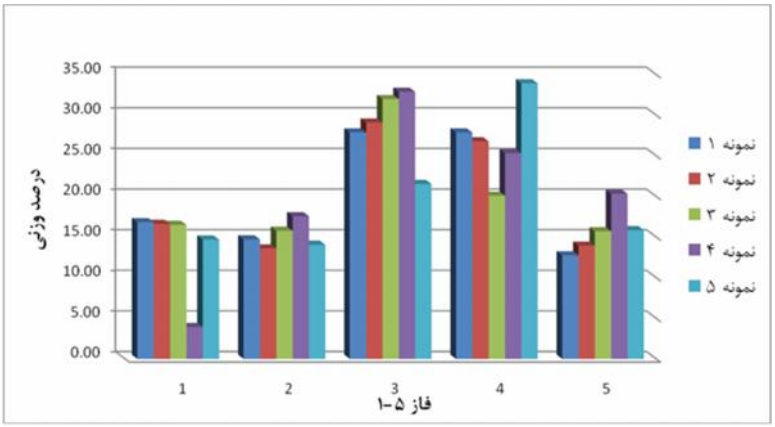
[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.2.81]



نمودار ۵: نتایج اندازه گیری غلظت فلزکادمیوم در فازهای پنج گانه کمپوست درشت دانه فصل بهار زاهدان(درصدوزنی)



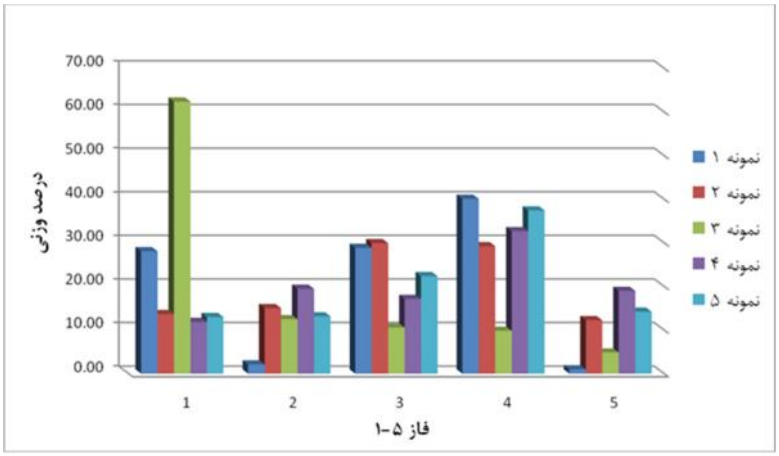
نمودار۶: نتایج اندازه گیری غلظت فلزکادمیوم در فازهای پنج گانه کمپوست درشت دانه فصل تابستان زاهدان(درصدوزنی)



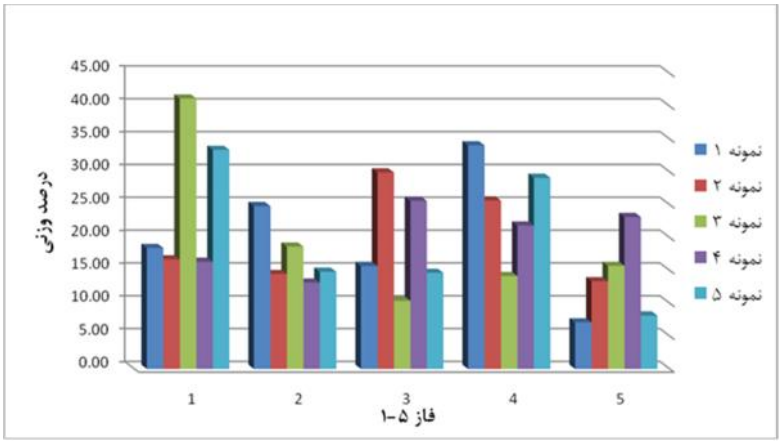
نمودار۷: نتایج اندازه گیری غلظت فلزکادمیوم در فازهای پنج گانه کمپوست ریزدانه فصل بهار زاهدان(درصدوزنی)

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-28]

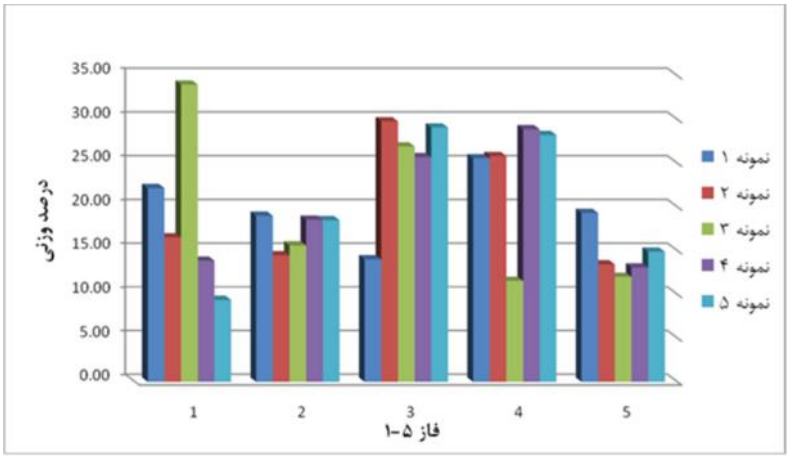
[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.2.81]



نمودار۸: نتایج اندازه گیری غلظت فلزکادمیوم در فازهای پنج گانه کمپوست ریزدانه فصل تابستان زاهدان(درصدوزنی)



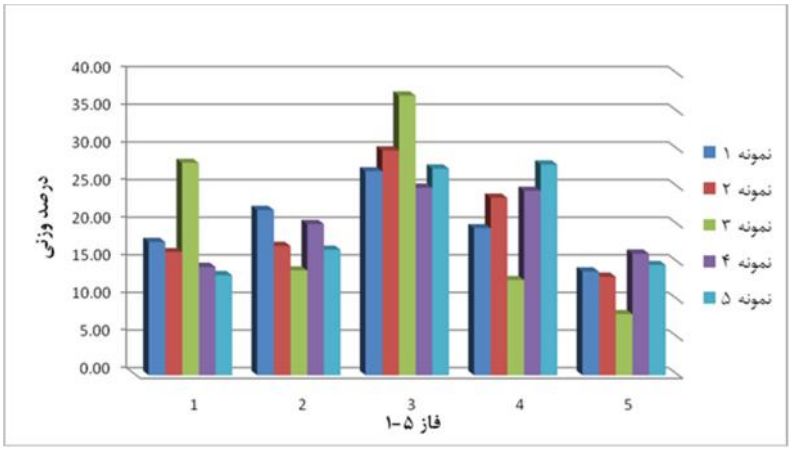
نمودار۹: نتایج اندازه گیری غلظت فلزکروم در فازهای پنج گانه کمپوست درشت دانه فصل بهار زاهدان(درصدوزنی)



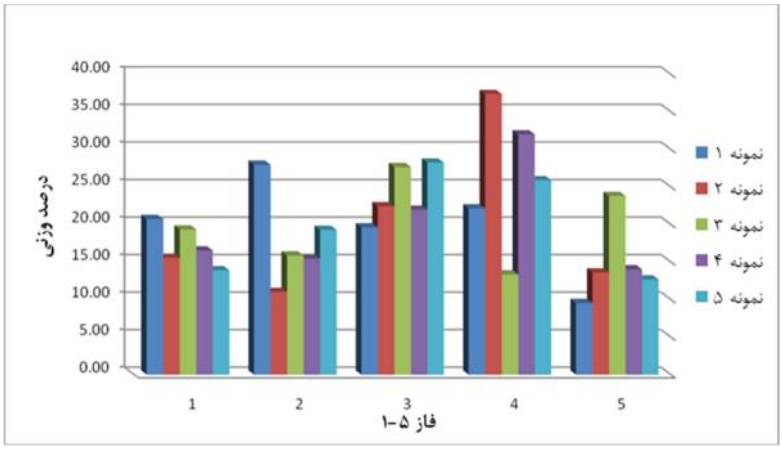
نمودار۱۰: نتایج اندازه گیری غلظت فلزکروم در فازهای پنج گانه کمپوست درشت دانه فصل تابستان زاهدان(درصدوزنی)

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.2.81]



نمودار۱۱: نتایج اندازه گیری غلظت فلزکروم در فازهای پنج گانه کمپوست ریزدانه فصل بهار زاهدان(درصدوزنی)



نمودار۱۲: نتایج اندازه گیری غلظت فلزکروم در فازهای پنج گانه کمپوست ریزدانه فصل تابستان زاهدان(درصدوزنی)

بحث

در این تحقیق به بررسی غلظت کل و تحرک پذیری سه فلز کادمیوم، سرب و کروم پرداخته شد. نتایج بررسی غلظت کل فلز سرب، کروم و کادمیوم در کمپوست درشت دانه فصل بهار نشان می‌دهدکه میانگین غلظت برای سرب، کروم و کادمیوم به ترتیب ۲۲/۴۲، ۳/۹ و ۷/۷۶ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمده است. حداکثر غلظت مجاز در کمپوست ایران برای سرب، کروم و کادمیوم به ترتیب ۲۰۰، ۱۵۰ و ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم برآورد شده است بنابراین مقدار این سه فلز در کمپوست مورد بررسی کمتر از استاندارد آن در ایران است.

همچنین نتایج اندازه گیری غلظت فلزات در کمپوست درشت دانه فصل تابستان نشان می‌دهد که میانگین غلظت برای سرب، کروم و کادمیوم به ترتیب ۲۴/۴، ۳/۸۳ و ۸/۴۵ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمده است که غلظت این عناصر در این نوع کمپوست هم از استاندارد ایران کمتر است. جداول ۳ و ۴ غلظت فلزات سنگین را در کمپوست ریزدانه فصل بهار و تابستان نشان می‌دهد. میانگین غلظت برای سرب، کروم و کادمیوم به ترتیب ۹/۰۰۲، ۳/۸۶، ۷/۹، ۱۰۲/۷۸، ۳/۸۷ و ۸/۵۲

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.2.81]

میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمده است که غلظت این عناصر در این دو نوع کمپوست هم کمتر از استاندارد ایران است.

با توجه به غلظت فلزات در کمپوست و پایین تر بودن غلظت آن از استاندارد ایران میتوان تاکید کرد که ورمی کمپوست زاهدان قابلیت استفاده برای مصارف کشاورزی را داراست.

بخشی از کار مربوط به اندازه گیری فازهای ۵ گانه و تعیین درصد هریک از پیوندها می‌باشد. هر یک از پیوندهای اندازه گیری شده نشان دهنده میزان استحکام یا سست بودن یک عنصر در طبیعت است. مثلا پیوند قابل تبادل همانگونه که از نام آن مشخص است، نشان دهنده‌ی ارتباط سست و ضعیف عناصر سنگین با کمپوست می باشد و با کوچکترین تغییر در خصوصیات فیزیکی وشیمیایی احتمال شکسته شدن این پیوند وجود دارد. و یا پیوند سولفیدی به مراتب قوی تر از پیوند سست است و احتمال شکسته شدن آن را در طبیعت کمتر است.

در مطالعات انجام شده توسط دیگر محققان نتایج متفاوتی مشاهده می‌شود . Ying Caiو همکاران در تحقیقی مشابه بر روی کمپوست تهیه شده از لجن فعال به این نتیجه رسیدند که حدود ۷۰ درصد از فلزات سنگین مورد بررسی آنها در فاز تبادل‌پذیر قرار دارد.[۱۵] Amirو همکاران بر روی کمپوست تحقیق کرده و نشان دادند که بخش زیادی از فلزات سنگین در فاز غیر قابل تبادل قرار دارد که تفاوت آن با نتایج این تحقیق می‌تواند به خاطر تفاوت در نوع ماده خام به کار رفته در آن باشد.[۱۶]

Gadepalle و همکاران نشان دادند که اگر بخش قابل تبادل در بخش زیادی از غلظت کل وجود داشته باشد اما باز هم گیاه تعیین کننده ورود این فلزات به اندام‌های خود است.۳

به هر حال آنچه تعیین کننده میزان فلزات در کمپوست و نوع پیوند آن است تا حد زیادی بستگی به نوع ماده خام به کار برده شده در تهیه کمپوست دارد. [۱۷]

همچنین نتایج RAC نشان می‌دهد کروم در دو نوع درشت دانه و ریز دانه آن در فصل تابستان و بهار دارای ریسک متوسطی برای محیط زیست است. برای کادمیوم و سرب نیز نتایج مشابه کروم به دست آمده است. بنابراین مجموع پیوند اول و دوم هر سه فلز مورد بررسی کمتر از ۳۰ درصد کل پیوندها را تشکیل می‌دهد. و تنها ۳۰ درصد مقدار کل این فلزات می‌توانند وارد محیط زیست شوند. اما همین مقدار نیز وارد چرخه غذایی شده و برای موجودات زنده ایجاد سمیت می‌کنند.

منابع

1. Cattani I, Romani M, Boccelli R. Effect of cultivation practices on cadmium concentration in rice grain. Agron Sustain Dev 2008;28:265-71.
2. Mbarki S, Labidi N, Mahmoudi H, Jedidi N, Abdelly C. Contrasting effects of municipal compost on alfalfa growth in clay and in sandy soils: N, P, K, content and heavy metal toxicity. Bioresour Technol 2008;99:6745-50.
3. Gadepalle VP, Herwijnen RV, Ouki SK, Hutchings TR. Immobilisation of heavy metals in soil using natural and waste materials for vegetation establishment on contaminated sites. Soil Sediment Contamin 2007;16:233-51.
4. Liu R, Li S, Wang X, Wang M. Contents of heavy metal in commercial organic fertilizers and organic wastes. J Agro-Environ 2005;2:392-7.
5. Wong SC, Li XD, Zhang G, Qi SH, Min YS. Heavy metals in agricultural soils of the Pearl River Delta, South China. Environ Pollut 2002;119:33-44.
6. Walter I, Martínez F, Cala V. Heavy metal speciation and phytotoxic effects of three representative sewage sludges for agricultural uses. Environ Pollut 2006:507-14.
7. Baldwin KR, James E, Shelton B. Availability of heavy metals in compost-amended soil. Bioresour Technol 1999;69:1-14.
8. Nu´n˜ez RP, Rey RD, Mendu´n˜a ABnM, Silva MaTB. Physiologically based extraction of heavy metals in compost: Preliminary results. J Trace Elements Med and Bio 2007;21:83-5.
9. Guerra-Rodrı´guez E, Alonso J, Melgar MJ, M.Va´zquez. Evaluation of heavy metal contents in co-composts of

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.2.81]

poultry manure with barley wastes or chestnut burr/leaf litter. Chemosphere 2006;65:1801–5.

10. Kunwar P, Malik A, Basant N, Singh VK, Basant A. Multi-way data modeling of heavy metal fractionation in sediments from Gomti River (India). Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems 2007;87:185-93.
11. Wang s, Jia Y, Wang s, Wang X. Fraction of heavy metals in shallow marin sediments from Jinnzheu Bay, China. J Environment Sci 2010;22:23-31.
12. Kunwar P, Mohan D, Singh VK, Malik A. Studies on distribution and fractionation of heavy metals in Gomti river sediments—a tributary of the Ganges, India. J Hydrol 2005;312:14–27.
13. Tessier A, Campbell PA, Bisson M. Sequential extraction procedure for the speciation of particular trace metal. Anal Chem 1979;51(7):844-50.
14. Perin G, Craboledda L, Lucchese M, Cirillo R, Dotta L, Zanetta M. Heavy metal speciation in the sediments of northern Adriatic Sea. A new approach for environmental toxicity determination. Heavy Metals in the Environ- ment (Lakkas T D, ed) CEP Consultants Edinburg. 1985.
15. Cai Q-Y, Mo C-H, Wu Q-T, Zeng Q-Y, Katsoyiannis A. Concentration and speciation of heavy metals in six different sewage sludge-composts. J Hazard Mater 2007; 147:1063–72.
16. Amir S, Hafidi M, Merlina G, Revel J-C. Sequential extraction of heavy metals during composting of sewage sludge. Chemosphere 2005; 59:801–10.
17. forstner U, Wittmann GTW. Metal Pollution in Aquatic Environment. New York: Springer-Verlag. 1983.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.2.81]

Evaluation of Heavy Metals Concentration and Sequential Extraction in Zahedan Compost

Safoora Javan Siamardi[1], Moslem Didehvar[2], Rahimbakhsh Raisi[2], Mohammad Abasiyan[2], Somaye Ahmadi[2], Roghayeh Noori[2*]

1. Department of Environmental Health, Faculty of Medical Sciences, Neyshabur, Iran

2. Department of Environmental Health engineering, Zabol University of Medical Sciences, Zabol, Iran

E-mail: r.noori@zbmu.ac.ir

Received: 5 Aug 2015; Accepted: 17 Feb 2015

ABSTRACT

Background: Producing compost out of municipal solid wastes and organic materials is one of the main ways to recycle organic materials which plays an important role in waste management. Compost can also bring some toxic substances such as heavy metals into the soil and food chain and these substances have negative effects on the living things.

Methods: This research is a cross-sectional descriptive study which was carried out during two seasons of spring and summer on Zahedan vermicompost factory. There were 100 samples in the research and the rate of mobility of heavy metals of lead, cadmium, and nickel was measured through five-step sequential extraction method. Then the hazard of the metals was assessed too.

Results: The results show that the highest rate of mobility is related to chromium and then cadmium and lead. Moreover, the risk assessment of heavy metals estimates the average risk of all three metals for the living things in the environment.

Conclusion: Heavy metals of lead and cadmium and nickel in Zahedan compost are less than the standard that is set for Iran.

Keywords: Compost, Heavy metals, Sequential extraction, Risk assessment, Mobility

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.2.81]