

بررسی غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم، نیکل، و روی در کمپوست تولیدی کارخانه کمپوست کرمان

محمد ملکوتیان^{۱*}، رسول مومن زاده^۱

(۱) مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۳۰

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۸

چکیده

مقدمه: انتقال فلزات سنگین از کمپوست به محیط مصرف سبب افزایش عناصر در لایه های خاک و در نتیجه آلوده شدن آب های زیرزمینی می گردد. هدف از این مطالعه تعیین میزان فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم، نیکل و روی در کمپوست تولیدی کارخانه کمپوست کرمان به منظور کنترل آلودگی های احتمالی ناشی از آن می باشد.

مواد و روش ها: پژوهش حاضر از نوع توصیفی و تحلیلی است. بازه زمانی اردیبهشت و خرداد سال ۱۳۹۲ جهت نمونه برداری و آزمایش انتخاب گردید. تعداد ۱۲ نمونه مرکب از ۶۰ تن کمپوست دپو شده مربوط به سال ۱۳۹۱ در محل کارخانه برداشت شد. نمونه ها طبق روش هضم با اسید نیتریک آماده سازی شد. میزان غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم، نیکل و روی در کمپوست تولیدی کارخانه کمپوست کرمان با دستگاه جذب اتمی با دو بار تکرار تعیین مقدار شد. نتایج حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد.

یافته های پژوهش: میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم، نیکل و روی در نمونه های کمپوست تولیدی کارخانه کمپوست کرمان به ترتیب 15 ± 69 ، 11 ± 45 ، 10.8 ± 0.8 ، $129 \pm 71 \pm 28$ ، 136 ± 0.1 ، $147 \pm 94 \pm 5.9$ میلی گرم بر کیلوگرم بود.

بحث و نتیجه گیری: بر اساس نتایج این مطالعه میانگین غلظت فلز سرب از حد مجاز استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا و از حد مجاز موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران بیشتر بود. میانگین غلظت فلز نیکل از حد مجاز موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران بیشتر بود. میانگین غلظت فلزات کادمیوم، کروم و روی از حد مجاز استانداردهای فوق کمتر بود. این تفاوت از نظر آماری معنی دار بود ($P < 0.0001$). با توجه به اهمیت میزان فلزات سنگین در کمپوست رعایت استانداردها به منظور کنترل کیفیت محصول نهایی به دست آمده از فرآیند تولید کمپوست ضرورت دارد.

واژه های کلیدی: فلزات سنگین، کمپوست، کرمان

*نویسنده مسئول: گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

Email: m.malakootian@yahoo.com

مقدمه

ها، وسایل الکترونیکی، پلاستیک‌ها، روزنامه‌ها، مواد خانگی مثل صابون، دترجنت‌ها و وسایل آرایشی، بسته بندی و باقی مانده مواد دارویی در زباله شهری معمولاً کودهای کمپوست حاوی فلزات سنگینی می‌باشند^(۶). متدالوی ترین این فلزات شامل کادمیوم، کروم، نیکل، روی و سرب بوده که غلظتشان از چند میکروگرم تا چند میلی‌گرم در هر کیلوگرم کمپوست متغیر است^(۶). افزایش فلز سرب در بدن باعث مسمومیت سربی (ساتورنیسم) می‌شود که مهم ترین اثر این مسمومیت ظهور خطوط آبی رنگ بر روی لثه‌ها است^(۱۰). روی جزء فلزات سنگین ضروری است که در دوزهای بالاتر از ۳ میلی‌گرم در لیتر در آب سمی بوده و باعث کندی رشد کودکان، کاهش باروری، خشکی دهان، تهوع و سر درد می‌شود^(۷). جذب بالای روی (۱-۲) گرم در انسان موجب سر درد، تهوع، دردهای شکمی و اسپاسم گوارشی می‌شود. برابر رهنمود WHO میزان روی مورد نیاز در کودکان ۵ میلی‌گرم، مردان ۱۵ میلی‌گرم، زنان ۱۲ میلی‌گرم در روز می‌باشد و هم چنین برابر رهنمود WHO میانگین جهانی جذب سرب در بزرگسالان ۲۰۰ میکروگرم در روز است^(۸). عنصر نیکل عمدتاً در صنایع فولاد سازی، رنگ سازی و لوازم آرایشی مصرف می‌شود. افزایش بیش از حد مجاز نیکل در بدن انسان باعث آلرژی، سرطان و اختلالات تنفسی می‌گردد. برابر استاندارد US-EPA حداقل غلظت مجاز نیکل ۲۰ نانوگرم در لیتر در روز می‌باشد^(۹).

کاربرد کمپوست با کیفیت پایین در خاک سبب انباسته شدن فلزات سنگین و مواد مغذی شده که باعث از بین رفتن بافت خاک و در نهایت نشت به آب‌های زیرزمینی می‌شود^(۱۴، ۱۵). با این وجود، حضور فلزات سنگین اثرات نامطلوبی را بر سلامت انسان‌ها و حیوانات می‌گذارد. چرا که این عناصر سنگین وارد خاک، آب‌های زیرزمینی و سیپس وارد زنجیره‌های غذایی می‌شوند^(۱۰). بنا بر این، بررسی دقیق میزان فلزات سنگین موجود در کمپوست برای نظارت‌های عادی و ارزیابی خطرات و هم‌چنین حفظ نظام محیط زیست ضروری می‌باشد^(۱۱).

کمپوست سازی یک فرآیند، هوایی، مستمر و پویا است که به وسیله میکرواورگانیسم‌هایی چون باکتری‌ها و قارچ‌ها انجام می‌شود^(۱). کمپوست، کود آلی جامدپایدار و بهداشتی، حاصل از تجزیه بیولوژیکی مواد آلی (زباله شهری) تحت تیمار انواع مختلف ریزجانداران می‌باشد که می‌تواند از فرآوری مخلوطی از چند ماده آلی قابل تجزیه تشکیل شده باشد و دارای رنگ قهوه‌ای و بوی خاک می‌باشد^(۲). تولید کود آلی (کمپوست) از این جهت که موجب کاهش حجم زباله‌های دفنی و تبدیل بخشی از زباله به محصولی قابل استفاده است، همواره مورد توجه بوده است. ضمن قبول نارسایی‌های کیفی و هزینه‌های بالای تولید کمپوست، با توجه به ارزش‌های زیست محیطی کمپوست سازی در زمینه کاهش حجم زباله‌های دفنی و باز گردانی بخشی از پسماندهای جامد به چرخه مصرف، صرف هزینه‌ها برای تحقق تولید کود کمپوست امری ضروری است^(۳). در بسیاری از کشورهای جهان، با در نظر گرفتن شرایط عملی و مسائل زیست محیطی و بهداشت محیطی، جنبه‌های اقتصادی، میزان و کیفیت زباله، کمپوست به طرق مختلف صنعتی و غیرصنعتی تهیه می‌گردد؛ به طوری که صنعت تولید کمپوست در جهان بسیار گسترده و پیشرفت‌شده است. در اکثر شهرهای ایران مواد زائد آلی قابل تبدیل به کمپوست حدود ۷۰ درصد و حتی در برخی از شهرها ۸۰ درصد مواد زائد شهری را تشکیل می‌دهد^(۱). برای کمپوست حاصل از مواد زائد جامد استانداردهای فیزیکی، شیمیایی، و بیولوژیکی متفاوتی در مرحله تولید و مصرف آن وجود دارد. از جمله می‌توان رهنمود سازمان جهانی بهداشت، سازمان محیط زیست آمریکا، سوئیس، اتریش، آلمان، فرانسه، دانمارک و... را نام برد. اما مatasفانه هنوز در ایران استاندارد مشخص در این زمینه تدوین نشده است^(۴). کمپوست بیشتر برای مصارف کشاورزی و باغبانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کمپوست با بیش از ۵۰ درصد مواد آلی باعث افزایش مواد مغذی خاک، افزایش بازدهی محصول، کنترل فرسایش خاک، کاهش تراکم خاک، افزایش تبادل کاتیونی خاک، افزایش تخلخل خاک و تاثیر بر اسیدیته خاک می‌گردد^(۵). به دلیل وجود رنگ‌ها، با ترتی

غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم، نیکل و روی موجود در کمپوست در نمونه های برداشت شده از کمپوست تولیدی کارخانه کمپوست کرمان طبق روش هضم با اسید نیتریک، یک گرم از هر نمونه وزن شد، و به داخل ظرف هضم ۲۵۰ میلی لیتری ریخته و به آن ۱۰ میلی لیتر اسید ۴۵ نیتریک غلیظ اضافه شد. ظرف هضم ابتدا به مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد و سپس ۸ ساعت در دمای ۱۵۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. در طی فرآیند هضم، ۵ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ حداقل در سه مرحله به نمونه ها اضافه شد و هضم تا رسیدن به حجم ۱ میلی لیتر ادامه یافت. پس از سرد شدن نمونه ها ۵ میلی لیتر اسید نیتریک یک درصد به آن ها اضافه شد. و نمونه های هضم شده توسط فیلتر کاغذی واتمن سایز ۴۲ صاف گردید و در بالن ژوژه توسط آب مقطر به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانده شد. محلول هضم شده جهت تعیین غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم، نیکل و روی از دستگاه جذب اتمی شعله استفاده گردید(۱۳). سپس غلظت ها ثبت و گزارش شد. تمامی مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایشات محصول شرکت مرک آلمان بود. برای تجزیه و تحلیل داده ها از روش های توصیفی مثل میانگین، انحراف معیار و روش های تحلیلی از آنالیز واریانس جهت تجزیه و تحلیل استفاده گردید و سطح معنی داری ۰/۰۵ تلقی گردید.

یافته های پژوهش

میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم، نیکل و روی اندازه گیری شده در کمپوست تولیدی کارخانه کمپوست کرمان بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم در ۱۲ نمونه کمپوست برداشت شده از کارخانه بازیافت کرمان در جدول شماره ۱ آمده است.

مقدار حداکثر و حداقل غلظت سرب در ۱۲ نمونه آزمایش شده برابر با ۱۹۵/۴۴-۲۴۶/۵۸ میلی گرم بر کیلوگرم و میانگین غلظت فلز سنگین سرب در کمپوست تولیدی کارخانه کمپوست کرمان در ۱۲ نمونه برابر ۲۲۱/۵۸ میلی گرم بر کیلوگرم بود.

Achiba و همکاران(۲۰۱۰)، chean همکاران(۲۰۰۹)، Ayar و همکاران(۲۰۱۰) در چین و تونس، در پژوهشی میزان فلزات سنگین و اثرات مصرف کمپوست را در خاک زمین های زراعی بررسی کردند(۱۸، ۱۹، ۲۰). هم چنین صالحی و همکاران(۲۰۱۰)، دیان و همکاران(۲۰۰۹)، تراپیان و همکاران(۲۰۰۲) بررسی هایی در مورد کیفیت کمپوست تولیدی و اثرات زیست محیطی استفاده از کمپوست در کارخانه های کمپوست سازی فعال در ایران انجام دادند(۲۱، ۲۰، ۱۲).

با توجه به روند افزایشی استفاده از کمپوست در زمین های کشاورزی، اگر چه تحقیقاتی در مورد بررسی میزان غلظت فلزات سنگین در کمپوست های تولیدی ایران انجام شده ولی تا به حال چنین تحقیقی بر روی کمپوست تولید شده از زباله شهری کرمان انجام نشده است و از آن جا که حضور این فلزات با کاربرد کمپوست در خاک می تواند تهدیدی برای سلامت جوامع از طریق نشت آلایندهها به آب های زیرزمینی و ورود به زنجیره غذایی و سمیت برای انسان، حیوان و گیاه باشد، لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی میزان غلظت فلزات سنگین(سرب، کادمیوم، کروم، نیکل و روی) در کمپوست تولیدی کارخانه بازیافت کرمان انجام شد.

مواد و روش ها

پژوهش حاضر از نوع توصیفی و تحلیلی است. در بازه زمانی اردیبهشت و خرداد ماه سال ۱۳۹۲ نمونه برداری از زباله کمپوست شده مربوط به بازه زمانی مذکور و کمپوست تولیدی سال ۱۳۹۱ صورت گرفت. آزمایشات در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام شد. با توجه به مقدار تقریبی ۶۰ تن کمپوست دپو شده در سایت کارخانه بازیافت کرمان، به ازای هر ۵ تن کمپوست دپو شده یک نمونه در نظر گرفته شد، که جمعاً تعداد ۱۲ نمونه به صورت مرکب از کمپوست دپو شده محل کارخانه بازیافت کرمان طبق روش ارائه شده توسط سازمان فدرال تضمین کننده کمپوست آلمان نمونه برداری شد(۱۲). هر نمونه با ۲ بار تکرار آزمایش جماعاً ۲۴ نمونه آزمایش انجام شد. برای آماده سازی محلول استاندارد، از نمک فلزات نیترات سرب، نیترات کادمیوم، دی کرومات پتاسیم، نیترات نیکل، سولفات روی، استفاده شد. جهت تعیین

جدول شماره ۱. میزان غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم، نیکل و روی بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم (۱۲ نمونه کمپوست با دو بار تکرار)

Zn	Ni	Cr	Cd	Pb	ردیف
mg kg^{-1}					
۶۶۱/۴۰±۱۱/۸۱	۱۳۹±۱۱/۲۹	۱۵۲/۷۹±۷/۴۳	۱/۵۱±۰/۰۷	۲۲۲/۷۹±۱۲/۳۱	۱
۶۲۶/۳۰±۴۸/۳۵	۱۳۰/۳۳±۲۱/۳۸	۱۴۹/۷۴±۹/۵۶	۱/۳۵±۰/۱۱	۲۰۹/۹۰±۲۰/۰۰	۲
۶۲۲/۶۱±۴۴/۸۱	۱۲۹/۳۰±۱/۵۵	۱۴۲/۹۶±۲/۳۴	۱/۳۰±۰/۰۲	۱۹۹/۰۰±۲/۰۵	۳
۶۱۸/۶۵±۲۷/۳۷	۱۲۸/۰۲±۱۰/۲۰	۱۴۷/۶۰±۸/۴۰	۱/۴۰±۰/۰۶	۲۴۳/۱۰±۴/۳۰	۴
۶۵۱/۱۸۹±۱۵/۳۷	۱۲۵/۰۱±۹/۰۴	۱۵۰/۷۲±۹/۰۷	۱/۳۱±۰/۱۲	۲۲۸/۵۰±۴/۰۲	۵
۶۶۹/۳۲±۱۵/۶۶	۱۴۳/۲۵±۱/۵۶	۱۵۲/۱۶±۴/۲۹	۱/۴۱±۰/۰۶	۲۲۶/۲۰±۱۱/۸۷	۶
۶۳۰/۵۱±۷/۰۹	۱۲۲/۱۵±۲/۷۶	۱۳۸/۱۰±۴/۸۳	۱/۲۰±۰/۰۲	۲۰۰/۵۱±۳/۰۹	۷
۶۲۸/۱۱±۴۳/۵۳	۱۳۲/۸۲±۲۳/۴۲	۱۴۷/۹۵±۳/۷۴	۱/۳۸±۰/۰۴	۲۲۳/۶۶±۲۴/۷۷	۸
۶۱۸/۶۰±۲/۱۱	۱۱۹/۷۱±۱/۵۴	۱۵۱/۵۰±۳/۹۵	۱/۴۳±۰/۱۶	۲۳۰/۴۵±۱۲/۳۷	۹
۶۳۸/۹۵±۹/۴۵	۱۲۲/۷۸±۱۰/۸۳	۱۵۴/۴۰±۴/۳۷	۱/۲۶±۰/۱۳	۲۲۶/۷۵±۱۰/۷۶	۱۰
۶۲۳/۹۸±۴۷/۷۲	۱۲۹/۷۷±۱۰/۵۷	۱۴۶/۳۹±۳/۰۰	۱/۴۶±۰/۰۷	۲۲۷/۳۱±۱۹/۹۱	۱۱
۶۰/۶۳۷±۱۰/۹۷	۱۳۳/۵۰±۱۲/۹۹	۱۵۱/۱۷±۱/۷۸	۱/۲۸±۰/۰۵	۲۲۰/۹۸±۹/۵۰	۱۲
۲۰۰۰	۲۰۰	۱۰۰۰	۱۰	۱۰۰	US-EPA*
۱۳۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۰	۲۰۰	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران**
۶۳۴/۷۱±۲۸/۰۸	۱۲۹/۷۱±۹/۴۵	۱۴۷/۹۴±۵/۹	۱/۳۶±۰/۱۱	۲۲۱/۸۵±۱۵/۶۹	میانگین کل میزان غلظت فلزات در نمونه ها

* US-EPA(۱۳), ** (۲)

مدیریت زیست محیطی آغاز به فعالیت نموده است. که در مقایسه با مطالعه حاضر مقادیر فلزات سنگین نیکل، سرب بیشتر و مقادیر فلزات کروم، کادمیوم روی کمتر از حد استانداردهای ذکر شده بود(۸). عمومی و همکاران(۲۰۱۰) میزان کادمیوم و سرب را در کود کمپوست تولیدی از پسمندی‌های روسیتایی در شهرستان بابل اندازه گرفتند. مقدار کادمیوم و سرب کمپوست به ترتیب برابر با $۰/۳\pm۰/۰۵$ و $۱۶\pm۲/۹$ میلی گرم بر کیلوگرم بود که از میزان میانگین کل کادمیوم($۱/۳۶$) میلی گرم بر کیلوگرم و سرب($۲۲۱/۸۵$) میلی گرم بر کیلوگرم در نمونه های کمپوست تولیدی در کارخانه کمپوست کرمان کمتر می باشد. یکی از نقاط ضعف کود کمپوست وجود فلزات سنگین در آن ها بوده که این نقیصه در صورت جداسازی و تفکیک زباله خانگی در مبداء تولید مرتفع خواهد شد(۱۴). Quan-Ying Cai و همکاران (۲۰۰۷)، میزان سرب و کادمیوم ۶ نمونه مختلف کمپوست در چین را اندازه گرفتند. میزان سرب و کادمیوم در نمونه های کمپوست به ترتیب در محدوده ($۱۶۸-۲۶۷$) و ($۰/۸۶-۰/۸۰$) میلی گرم بر کیلوگرم گزارش شد که نزدیک به مقادیر فلز سنگین اندازه گیری شده سرب $۲۲۱/۸۵$ میلی گرم بر کیلوگرم و کادمیوم $۱/۳۶$ میلی گرم بر کیلوگرم در نمونه های کمپوست تولیدی در کارخانه کمپوست کرمان بود.

حداکثر و حداقل میزان فلز کادمیوم در ۱۲ نمونه آزمایش شده برابر با $۱/۱۷-۱/۵۷$ میلی گرم بر کیلوگرم و میانگین کل میزان کادمیوم در کمپوست ۱۲ نمونه $۱/۳۶$ میلی گرم بر کیلوگرم بود. مقدار جداکثر و حداقل جداکثر غلظت فلز سنگین کروم در ۱۲ نمونه کمپوست برابر با $۱۳۴/۶۸-۱۵۷/۲۴$ میلی گرم بر کیلوگرم و میانگین کلی ۱۲ نمونه آزمایش شده $۱۴۷/۹۷$ میلی گرم بر کیلوگرم بود. مقدار جداکثر و حداقل غلظت فلز سنگین نیکل در کمپوست تولیدی کارخانه کمپوست کرمان برابر با $۱۱۵/۲۴-۱۴۷/۹۰$ میلی گرم بر کیلوگرم و میانگین ۱۲ نمونه $۱۲۹/۷۱$ میلی گرم بر کیلوگرم بود. جداکثر و حداقل میزان فلز روی در ۱۲ نمونه آزمایش شده برابر با $۶۸۰/۷۹-۵۹۰/۲۴$ میلی گرم بر کیلوگرم و میانگین کل ۱۲ نمونه کمپوست آزمایش شده $۶۲۴/۷۱$ میلی گرم بر کیلوگرم بود.

بحث و نتیجه گیری

دیان و همکاران در سال ۲۰۱۰ میزان سرب، نیکل، کادمیوم و روی را در کمپوست رشت اندازه گرفتند. مقدار فلزات سنگین نیکل، کادمیوم، سرب کمتر از حد استاندارد و فلز روی بیش از حد استاندارد محیط زیست بود، زیرا کارخانه مذکور بدون تهیه و ارائه گزارش ارزیابی و برنامه

سنگین سرب، کروم، کادمیوم نیکل و روی اندازه گیری شده در نمونه های کمپوست تولیدی در کارخانه کمپوست کرمان در مطالعه حاضر با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا و موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران مشخص شد که میزان فلزات سنگین سرب و نیکل از حد مجاز بالاتر بود، و میزان فلزات سنگین کادمیوم، کروم و روی کمتر از حد مجاز بود.

با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی فلزات سنگین سرب، کروم، کادمیوم، نیکل و روی در کمپوست تولیدی کارخانه بازیافت کرمان اعمال مدیریت و نظارت صحیح در بحث بازیافت از زباله های شهری و فرآیند تولید کمپوست ضروری است. زیرا کمپوستی که در زمین های زراعی استفاده می شود باید عاری از فلزات سنگین باشد(۱۹). رعایت استانداردها جهت کنترل کیفیت محصول نهایی حاصل از فرآیند تولید کمپوست، دارای اهمیت بالایی است، اندازه گیری شاخص های کنترل کیفی کود کمپوست نهایی با استانداردها، باعث می شود که محصولی مطلوب به بازار فروش ارائه شود. و هم چنین از اثرات نامطلوب محصول بر محیط زیست، زنجیره غذایی و غیره جلوگیری می شود.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی کرمان و در قالب طرح های مصوب مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام شده است که بدین وسیله تشكر و قدردانی می شود.

References

1. Beiruti Z, Pourzamani H. A review of guidelines and standards for compost quality. *J Health Sys Res* 2010;4:810-2.
2. Shirani H, HajAbbasi M, Afyouni M, Dashti H. Cumulative effects of sewage sludge on soil physical and chemical characteristics. *Water Wastewater* 2010;3:28-36. (Persian)
3. Heidarzadeh N, Abdoli MA. Review the situation in Iran and the need for quality control of quality compost. *J Ecology* 2009;48:29-40.
4. Ahmadi M, Bayati N, Babaei AA, Teymouri P. [Sludge characterization of a petrochemical wastewater treatment

محصولات حاوی کادمیوم مانند باطری های نیکل، کادمیم، پلاستیک، سرامیک، شیشه، رنگ، میناکاری که در تولید آن ها از رنگ های حاوی کادمیوم استفاده می شود می تواند از صنایع آلوده کننده کادمیوم باشد(۱۵). Achiba و همکاران(۲۰۰۹) در تونس میزان نیکل، روی و کروم را در کمپوست مورد استفاده در زمین های زراعی اندازه گرفتند. میزان فلزات سنگین کروم، نیکل و روی در زمین های زراعی به ترتیب ۴۴، ۲۸۷، ۵۲ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش شد(۱۶). در صورتی که میزان نیکل و روی در نمونه کمپوست تولیدی در کارخانه کمپوست کرمان به ترتیب ۱۲۹/۷۱ و ۶۳۴/۷۱ میلی گرم بر کیلوگرم در مطالعه حاضر کمتر و مقدار کروم ۱۴۷/۹۴ میلی گرم بر کیلوگرم در نمونه کمپوست تولیدی در کارخانه کمپوست کرمان بیشتر بود. دفع باتری های مصرف شده همراه با پسماندهای جامد شهری باعث آغشته شدن پسماندهای دفع شده در لندفیل به فلزات سنگین می شود و شیرابه خروجی از این گونه لندفیل ها مملو از فلزات سنگین می باشد(۱۶). Epstein و همکاران(۱۹۹۲) در هند مقادیر فلزات سرب، نیکل، کروم و روی در کمپوست حاصل از زباله شهری اندازه گرفتند که میزان کروم نمونه های کمپوست بیشتر از حد استاندار در مقایسه با مطالعه حاضر مقدار کروم بیشتر از حد استاندار ذکر شده بود که این افزایش به تخلیه مواد زائد حاوی کروم به زباله نسبت داده می شود(۱۷). بیانیه ای از گزارش های زیست محیطی نشان می دهد که حدود ۷۰ درصد از فلزات سنگین موجود در محل های دفن زباله از زباله های الکترونیکی می آیند. صنایع کوچک واقع شده در مناطق شهری اغلب زباله های خود را همراه با زباله های جامد شهری دفع می کنند(۱۸). با مقایسه میانگین غلظت فلزات

- plant, Iran]. Iran j health sci 2013; 1:10- 8.(Persian)
- 5.Bidhendi GN, Zand A. compost risk assessment in Iran and comparing to other world regions. J Environ Stud 2005;31:31-50.
 - 6.Smith S. A critical review of the bioavailability and impacts of heavy metals in municipal solid waste composts compared to sewage sludge. Environ Int2009;35:142-56.
 - 7.Ayari F, Chairi R, Kossai R. Sequential extraction of heavy metals during composting of urban waste. Chin. J Geochem2008; 27: 121-5.
 - 8.Ayari F, Hamdi H, Jedidi N, Gharbi N, Kossai R. Heavy metal distribution in soil and plant inmunicipal solid waste compost amended plots.Int J Environ Sci Technol 2010;7:465-72.
 - 9.Cai Q, Mo CH, Wu QT, Zeng QY, Katsoyiannis A. Concentration and speciation of heavy metals in six different sewage sludgecomposts. J Hazard Mater 2007; 147: 1063–72.
 - 10.Joyeux J, Filho EC, Jesus H. Trace metal contamination in estuarine fishest Bay, ES, Brazil. Brazil Arch Biol Technol2004;47:744-65.
 - 11.Wang C, Hu X, Chen ML, Wu YH. Total concentrations and fractions of Cd, Cr, Pb, Cu, Ni and Zn in sewage sludge from municipal and industrial wastewater treatment plants. J Hazard Mater2005;119:245-9.
 - 12.Diane B, Khezri SC, Tavakoli B. Environmental audit of Rasht composting plant. J Biol Sci 2009;3:39-40.
 13. Pritchard DL, Penney N, McLaughlin MJ, Rigby H, Schwarz K. Land application of sewage sludge (biosolids) in Australia: risks to the environment and food crops. Water Sci Technol 2010;62:48-57.
 - 14.Mantis I, Voutsas D, Samara C. Assessment of the environmental hazard from municipal and industrial wastewater treatment sludge by employing chemical and biological methods. Ecotox Environ Safe 2005;62: 397-407.
 15. McLaren R, Clucas L, Taylor M, Hendry T. Leaching of macronutrients and metals from undisturbed soils treated with metal spiked sewage sludge 2 Leaching of metals. J Soil Res. 2004;49:459-71.
 - 16.Senesi G. Trace element inputs into soils by anthropogenic activities and implications for human health. Chemosphere1999; 39:343-77.
 - 17.Hseu Z. Evaluating heavy metal contents in nine composts using four digestion methods Bioresource Technol2004;95:53-9.
 18. Chen G, Zeng G, Du C ,Huang D, Tang L, Wang L. Transfer of heavy metals from compost to red soil and groundwater under simulated rainfall conditions. J Hazard Mater 2010;18:211-6.
 - 19.Achiba WB, Gabteni N, Lakhdar A, Laing GD, Verloo M, Jedidi N, et al. Effects of 5 year application of municipal solid waste compost on the distribution and mobility of heavy metals in a Tunisian calcareous soil agriculture. Ecosys Environ 2009;130: 156–63.
 20. Salehi S, Dehghanifard A, Ghanbari R, Amery A, Joneidijafari A, Nabizadeh R, et al. Qualitative and quantitative comparison of foreign materials in the compost plant and khomeini in Tehran. J Health Sys Res 2010;6: 455-6.
 - 21.Torabian A, Mahjoori M. Environmental effects of compost in Iran. J Ecology 2001;27:43-7.
 22. Alyaqout AF. Assessment and analysis of industrial liquid waste and sludge disposal at unlined landfill sites in arid climate. Waste Manage 2003;23:817-24.
 - 23.Zheljazkov VD, Nielson N. Effect of heavy metals on peppermint and cornmint. Plant Soil1996;59:66-78.
 - 24.Anonymous. International of waste and compost tests. J Woods Res Lab2000;1:1-6.
 - 25.Amouei A, Asgharnia H, Khodadi A. [Quality of compost produced from

- waste in the city of Babylon village]. Mazandaran Univ Med Sci 2009;19: 54-61.(Persian)
26. Nwachukwu MA, Feng H, Alinnor J. Assessment of heavy metal pollution in soil and their implications within and around mechanic villages. Int J Environ Sci Technol 2010; 7: 347-58.
27. Epstein E, Chaney R, Henry C, Logan T. Trace elements in municipal solid waste compost. Biomass Bioener 1992;3:227-8.
28. Nouri J, Mahvi AH, Jahed GR, Babaei AA..Regional distribution pattern of groundwater heavy metals resulting from agricultural activities. Environ Geo2008; 55:1337-43.
29. Jiwan S, Ajay K. Effects of heavy metals on soil plants human health and aquatic life. Int J Res Chem Environ 2011;1:15-21.



Assessment of Heavy Metals Lead, Cadmium, Chromium, Nickel and Zinc in Compost Production Plant in Kerman

Malakootian M^{*1}, Momenzadeh R²

(Received: April , 2014 Accepted: July 21, 2014)

Abstract

Introduction: Transference of heavy metals from compost to consumption environment leads to increase in intake of elements in soil layers and contaminating underground water. The aim of this study was to determine the metals Lead, Cadmium, Chromium, Nickel and Zinc in the compost production plant in Kerman in order to control the possible pollution made by them.

Materials & Methods: This study is descriptive and analytic. Sampling and testing were performed in May and June 1392. The sample consisted of 12 ~ 60 tons of depot compost related to 1391 was removed from factory. Samples were prepared with the method of digesting by Nitric Acid. The concentration of heavy metals lead, cadmium, chromium, nickel and zinc were determined twice by atomic absorption device. The obtained results were analyzed using SPSS software.

Findings: The mean concentrations of Pb, Cd, Cr, Ni, and Zn in samples of compost

produced at the plant in Kerman were 221.85 ± 15.69 , 1.36 ± 0.11 , 147.94 ± 5.9 , 129.71 ± 9.45 , 634.71 ± 28.05 mg/kg respectively.

Discussion & Conclusion: According to the results of this study, the mean concentration of Pb was more than its allowable standard rate of Environmental Protection Agency of America (EPA) and Standard and Industrial Researches Institute of Iran. The mean concentration of Nickel was higher than its allowable standard rate of Standard and Industrial Researches Institute of Iran. The mean concentrations of Cadmium, Chromium and Zinc were lower than the standard rate. The difference was statistically significant ($p < 0.0001$). Regarding to the importance of the rate of heavy metals in compost, considering standards to control the quality of the final product obtained from the composting process is necessary.

Keywords: Heavy metals, Compost, Kerman

¹Dept of Environmental Health Engineering Research Center, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

* Corresponding author Email: m.malakootian@yahoo.com