

## بررسی میزان فلزات مس، روی و کروم در خاک های محل دفن زباله های شهری و خاکستر زباله های بیمارستانی شهرکرد

مسعود حاتمی منش<sup>۱</sup>، محسن میرزایی<sup>۱</sup>، مهدی غلامعلی فرد<sup>۲</sup>، علیرضا ریاحی بختیاری<sup>۳\*</sup>، مهربان صادقی<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۳/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۲۲

### چکیده

**زمینه و هدف:** ورود فلزات سنگین از طریق فعالیت های انسانی به اکوسیستم های طبیعی، بویژه خاک ها یکی از مهم ترین نگرانی های زیست محیطی است. این تحقیق به منظور اندازه گیری مقادیر فلزات مس، روی و کروم در خاک محل دفن زباله های شهری و خاکستر زباله های بیمارستانی شهرکرد انجام شده است.

**روش بررسی:** نمونه های خاک از سه بخش، بیرون از محل دفن زباله، محل دفن زباله شهری و محل دفن زباله های بیمارستانی جمع آوری شد. بطوری که از هر بخش به ترتیب ۱، ۲ و ۱ ایستگاه انتخاب و در هر کدام سه تکرار نمونه برداری انجام شد.

**یافته ها:** نتایج بدست آمده نشان داد بین مقادیر فلزات روی، مس و کروم در خاک محله ای دفن مورد مطالعه در سطح ۹۵ درصد اختلاف معنادار وجود دارد ( $P < 0/05$ ). همچنین برای فلز روی و مس بیشترین مقدار در محل دفن خاکستر زباله های بیمارستانی، و برای فلز کروم بیشترین مقدار در محل دفن زباله های زاید شهری بدست آمد. در این بررسی ترتیب مقادیر فلزات مورد بررسی در نمونه های خاک در همه ایستگاه ها بدین صورت  $Zn > Cu > Cr$  بدست آمد.

**نتیجه گیری:** مقادیر بالای تعیین شده فلزات مورد بررسی در مطالعه حاضر بیانگر کاربرد بالای این فلزات در ساختار زباله های شهری و بیمارستانی و همچنین عدم تفکیک و دفن نادرست آنها است. از این رو آگاهی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی زباله های شهری، بیمارستانی و خاک محل دفن به منظور برآورد اثرات آنها بر کیفیت خاک و محیط های اطراف ضروری است.

**واژگان کلیدی:** فلزات، محل دفن، خاک، مواد زاید شهری، شهرکرد

۱- دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی- محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

۲- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- (نویسنده مسئول): دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

۴- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد

## مقدمه

در میان همه آلاینده‌های زیست‌محیطی فلزات سنگین، به دلایلی همچون سمیت زیاد، سرطان‌زایی، غیرقابل تجزیه و جهش‌زا بودن بسیار با اهمیت هستند (۱، ۲). اگر چه تعریف روشنی از فلزات وجود ندارد، ولی عموماً به عناصری که وزن مخصوص آنها پنج برابر آب است فلز سنگین اطلاق می‌گردد (۳) همچنین به عناصری که جرم اتمی‌شان از جرم اتمی آهن (معادل ۵۵/۸ g/mol) بیشتر باشد، نیز فلز سنگین گفته می‌شود (۴). فلزات سنگین گروهی از پایدارترین آلاینده‌های محیط زیستی هستند که نمی‌توانند مانند آلاینده‌های آلی از طریق فرایندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه شوند. یکی از مهمترین پیامدهای مهم پایداری آنها، تجمع زیاد آنها در طول زنجیره غذایی است (بزرگ‌نمایی زیستی) که در نتیجه این فرایند مقدار فلزات سنگین در سطوح بالاتر زنجیره غذایی تا چندین برابر مقادیر موجود در آب، خاک و هوای اطراف افزایش می‌یابند. این امر موجب آسیب به گیاهان و در نهایت منجر به مخاطرات انداختن سلامت انسان و جانوران می‌گردد (۴، ۵).

اصولاً مس و روی از جمله عناصری هستند که از اهمیت بیولوژیکی بسیار بالایی برخوردارند و برای عملکرد ارگانیسم‌های زنده بسیار مناسب و حیاتی هستند. اما وقتی مقدار این عناصر بیش از حد طبیعی باشند جزء فلزات سمی و خطرناک بحساب می‌آیند و می‌توانند تهدیدی جدی برای محیط پذیرنده خود محسوب شوند (۸-۶). بدیهی است که مقادیر بیشتر از حد نیاز آنها در محیط به عنوان یک ماده مضر منجر به آسیب بافتی و حتی در بسیاری از موارد منجر به مرگ موجودات زنده می‌شود (۹). در محیط‌های خاکی، کروم ۳ و کروم ۶ پایدارترین حالت‌های اکسیداسیون فلز کروم هستند. کروم ۳ به عنوان یک عنصر کمیاب، برای عملکرد موجودات زنده بخصوص جهت متابولیسم گلوکز ضروری است. در حالی که کروم ۶ برای انسان و سایر موجودات سمی و سرطان‌زا است. اصولاً فلز کروم به دلیل انحلال‌پذیری بالا و تحرک زیاد در محیط خاک می‌تواند به سایر اکوسیستم‌ها

از جمله آب‌های سطحی و زیرزمینی نفوذ پیدا کند باعث آلودگی این اکوسیستم‌ها گردد (۱۰). خاک یکی از مهمترین مکان‌هایی است که فلزات سنگین به میزان فراوانی در آن یافته می‌شوند (۱۱). اصولاً آلودگی خاک ناشی از فلزات سنگین از دیر باز مورد توجه محققان بوده و به لزوم اندازه‌گیری آنها به صورت دوره‌ای و خصوصاً در مکان‌های خاص تاکید شده است. از جمله مکان‌هایی که فلزات سنگین به میزان چندین برابر مقدار معمول در خاک یافت می‌شوند؛ خاک مکان‌های دفن زباله‌ها است (۱۲). فلز روی و مس از فلزات مهم محل‌های دفن زباله هستند که به میزان فراوانی در خاک‌های محل دفن زباله‌های شهری و بیمارستانی یافت می‌شوند (۱۳). هرچند دفن اصولی و صحیح زباله‌ها می‌تواند نقش موثری در کنترل پراکندگی آلاینده‌های محیط زیستی ناشی از این مواد در محیط اطراف خصوصاً در محیط خاک داشته باشد. لذا پایش مداوم این آلاینده‌ها بویژه فلزات سنگین در مکان‌های دفن به خصوص مکان دفن زباله‌های شهری و بیمارستانی به جهت ارزیابی اثرات محیط زیستی آنها و کاهش اثرات آنها، بسیار ضروری است. بنابراین با توجه به اینکه خاک یکی از مهمترین اجزای محل دفن زباله‌ها است؛ لذا نیاز به پایش دقیق قبل، حین و بعد از اجرای فعالیت‌های دفن دارد (۱۴، ۱۵). مدیریت مواد زاید جامد شهری با توجه به رشد سریع جمعیت، توسعه بی‌رویه صنایع و افزایش محسوس این مواد، خصوصاً برای کشورهای در حال توسعه از جمله ایران یک امر بسیار ضروری است. امروزه شدت آلودگی‌های محیط زیستی ناشی از انواع مواد زاید شهری، صنعتی و زباله‌های بیمارستانی به گونه‌ای است که توجه جوامع علمی و اجرایی جهان را نسبت به کاهش تولید، مصرف، بازیافت و دفن صحیح اصولی این مواد جلب کرده است (۱۵). اصولاً مواد زاید شهری حاوی مواد شیمیایی و خطرناکی مانند فلزات سنگین و ترکیبات آلی خطرناک Xenobiotic Organic Compounds ([XOC]) هستند (۱۶). که با گذشت زمان میزان این ترکیبات به ویژه فلزات سنگین در محیط‌های محل دفن‌شان افزایش یافته و خواصی همچون سمیت زیاد، سرطان‌زایی

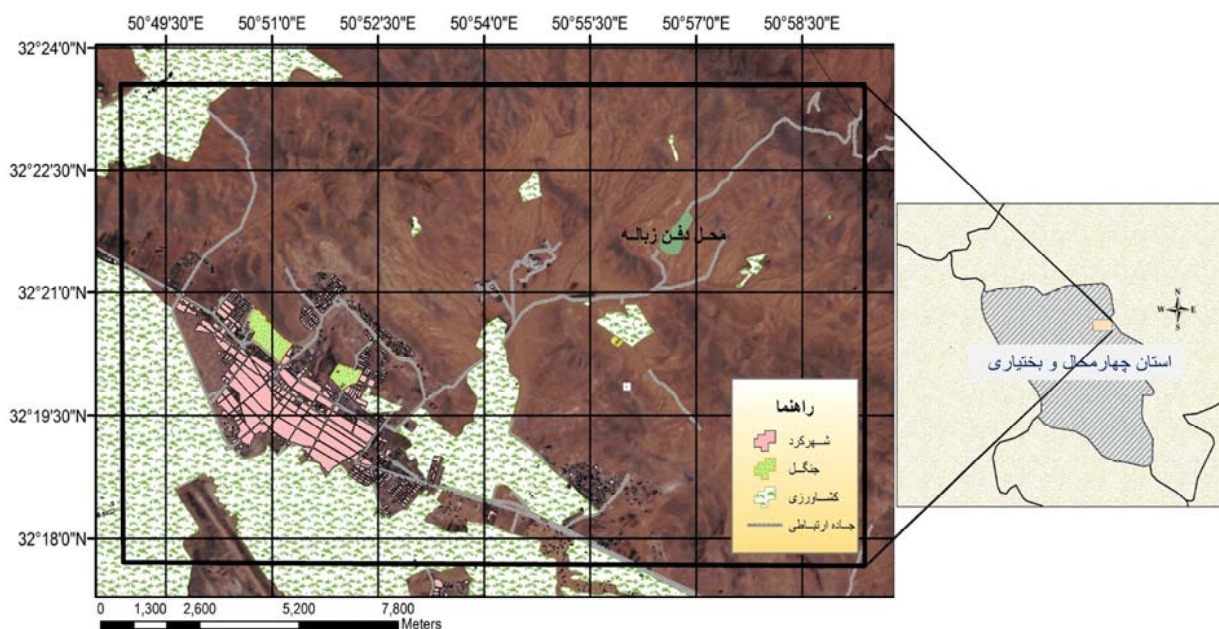
از کشورها، مکان‌های مخصوصی برای دفن این مواد در نظر می‌گیرند. در ایران غالباً مکان دفن زباله‌های بیمارستانی نیز کنار یا حتی همراه سایر زباله‌ها است. از آنجایی که مکان دفن زباله‌های بیمارستانی شهرکرد کنار سایر مواد زاید است؛ لذا مطالعه حاضر در نظر دارد، فلزات سنگین روی، مس و کروم را به عنوان فلزات شاخص در مکان دفن شهری و بیمارستانی شهرستان شهرکرد سنجش نماید.

### مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: شهرکرد مرکز استان چهارمحال بختیاری در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی، طول ۵۰ درجه و ۵۲ دقیقه شرقی و ارتفاع متوسط ۲۲۰۰ m واقع شده است (شکل ۱). جمعیت شهرکرد در سال ۱۳۹۰ برابر با ۱۶۵۳۶۱ نفر و میزان پسماند تولیدی روزانه این شهر ۱۲۸ تن در روز است. محل دفن در ۹ کیلومتری شمال شرقی شهرکرد قرار دارد، این محل از سال ۱۳۷۲ با وسعتی نزدیک به ۲۰ ha برای دفن زباله‌های شهری شهرکرد احداث شده است.

و جهش زایی از خود نشان می‌دهند (۱۴). به طور کلی هر منطقه‌ای که دفن غیر اصولی مواد زاید بیشتر بوده است، مشکلات آلودگی‌های محیط زیستی آن منطقه به مراتب بیشتر است؛ که در نهایت زیان‌های ناشی از عدم مدیریت صحیح زباله‌ها، متوجه سلامتی انسان و سایر موجودات زنده آن محیط می‌گردد (۱۶، ۱۷).

با توجه به اینکه در اکثر کشورهای در حال توسعه از جمله ایران در اغلب موارد دفن مواد زاید اعم از شهری و غیر شهری به صورت کاملاً اصولی و بهداشتی صورت نمی‌گیرد (۱۸)؛ بنابراین سنجش و اندازه‌گیری آلاینده‌های ناشی از این مواد بویژه فلزات سنگین در مکان‌های دفن آنها به منظور برآورد اثرات محیط زیستی آنها ضروری است. هر چند مطالعات اندکی در ایران در این رابطه انجام شده ولی نتایج مطالعات نشان می‌دهند که فلزات سنگین مس، روی، کروم و سرب از سایر فلزات در محل‌های دفن به مقدار بیشتری یافت می‌شوند (۱۹). در میان زباله‌های مختلف تولیدی توسط جامعه بشری زباله‌های بیمارستانی و عفونی به مراتب از سایر مواد زاید سمی‌تر و خطرناک‌تر هستند به طوری که در بسیاری



شکل ۱. موقعیت شهرکرد و محل دفن زباله

پس از بررسی نقشه منطقه مورد مطالعه و بازدید از محدوده محل دفن زباله‌ها ۴ ایستگاه با توجه به عمر پسماند، نوع پسماند دفن شده در محل دفن، در بخش‌ها و قسمت‌های مرتبط با آن انتخاب، سپس در هر ایستگاه ۳ تکرار بصورت تصادفی از عمق ۵ cm خاک لایه زیر زباله‌های شهری و خاکستر زباله‌های بیمارستانی در بهار ۱۳۹۰ برداشته شد. جدول ۱ موقعیت و مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه را نمایش می‌دهد.

جدول ۱. ایستگاه‌های مورد مطالعه براساس نوع زباله

شماره ایستگاه	نوع و ویژگی ایستگاه‌های مورد مطالعه
۱	ایستگاه زباله‌های زاید شهری جدید (عمر کمتر از دو سال)
۲	ایستگاه زباله‌های زاید شهری قدیم (عمر بیشتر از دو سال)
۳	ایستگاه زباله‌های بیمارستانی
۴	ایستگاه بیرون از محل دفن زباله (شاهد)

پس از انجام نمونه برداری، نمونه‌های جمع‌آوری شده به آزمایشگاه منتقل شدند. جهت آماده‌سازی نمونه‌ها برای هضم، ابتدا نمونه‌ها در آون در دمای  $70^{\circ}\text{C}$  به مدت ۲۴ h قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. سپس حدود ۱ g از نمونه خشک را در ۱۰ mL مخلوط اسید نیتریک و اسیدپیرکلریک با نسبت ۴:۱ در لوله‌های مخصوص هضم ریخته شد. حدود ۱ h در دمای کم (حدود  $40^{\circ}\text{C}$ )، هضم اولیه صورت گرفت. برای هضم نهایی، نمونه‌ها به مدت ۳ h در دمای  $140^{\circ}\text{C}$  قرار گرفت. نمونه‌های هضم شده، از کاغذ صافی واتمن  $42\ \mu\text{m}$  عبور داده و با آب دیونیزه به حجم ۲۵ mL رسانده شدند (۲۰). نهایتاً مقادیر فلزات کروم، مس و روی توسط دستگاه جذب اتمی شعله‌ای Philips مدل Up ۹۴۰۰ اندازه‌گیری شد.

### تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد استفاده قرار گرفت. جهت تعیین نرمال بودن داده‌ها

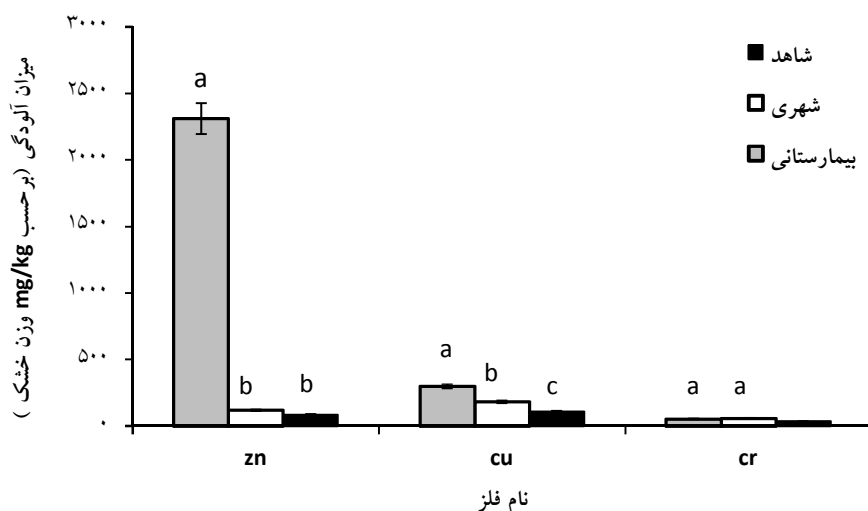
آزمون Shapiro-wilk در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده گردید. سپس به منظور مقایسه داده‌ها از آزمون تجزیه و تحلیل یکطرفه (ANOVA) استفاده شد. طی این آزمون در صورت وجود اختلاف معنی‌دار، برای جدا کردن گروه‌های مختلف از پس آزمون توکی استفاده گردید. همچنین جهت بررسی مقایسه مقادیر فلزات سنگین مس، روی و کروم در ایستگاه محل دفن زباله‌های قدیمی با جدید از آزمون t- مستقل مورد استفاده قرار گرفت.

### یافته‌ها

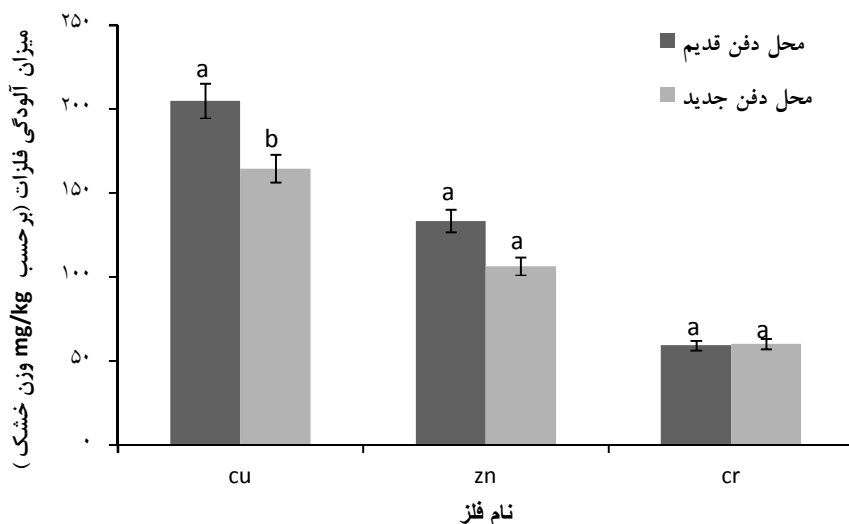
یافته‌های حاصل از مطالعه حاضر نشان داد، میانگین مقادیر فلزات سنگین روی، مس و کروم در خاک‌های مکان دفن زباله‌های شهری، بیمارستانی و شاهد به ترتیب برای فلز مس  $30.0/184.60/65\ \text{mg/kg}$  و  $111/33$ ، روی  $230.8/119.33/83\ \text{mg/kg}$  و  $88/33$  و کروم  $59/58$ ،  $53/33$  و  $36/66$  وزن خشک بدست آمد. در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه برای فلز روی و مس بیشترین مقدار در محل دفن خاکستر زباله‌های بیمارستانی، و برای فلز کروم بیشترین مقدار در محل دفن زباله‌های زاید شهری بدست آمد. با توجه به شکل ۲، مقایسه میانگین مقادیر فلزات مس، روی و کروم در خاک ایستگاه‌های مورد بررسی نشان داد که برای فلز مس اختلاف معناداری بین ایستگاه‌های مورد مطالعه (محل دفن زباله‌های شهری، بیمارستانی و شاهد) در سطح ۹۵ درصد وجود دارد. همچنین نتایج نشان داد که برای فلز روی در ایستگاه محل دفن زباله‌های بیمارستانی با دو محل دیگر یعنی ایستگاه محل دفن زباله‌های شهری و شاهد اختلاف معناداری وجود دارد ( $P < 0.05$ ). درحالی‌که مقایسه میانگین فلز روی میان دو ایستگاه زباله‌های شهری و شاهد اختلاف معناداری را برای این فلز در سطح ۹۵ درصد نشان نداد ( $P > 0.05$ ). براساس شکل ۲، بین میزان آلودگی فلز کروم در ایستگاه محل دفن زباله‌های بیمارستانی با شهری اختلاف معناداری وجود ندارد. درحالی‌که بین این دو محل با ایستگاه شاهد اختلاف معناداری وجود دارد ( $P < 0.05$ ) (شکل ۲).

خاک محل دفن زباله های قدیم و جدید نشان داد. میان مقادیر فلزات روی و کروم در ایستگاه محل دفن زباله های قدیم با زباله های جدید اختلاف معناداری وجود ندارد ( $P > 0/05$ ). درحالی که مقایسه میزان فلز مس دو ایستگاه نشان داد اختلاف معناداری بین آنها وجود دارد ( $P < 0/05$ ). (شکل ۳)

میانگین مقدار فلزات روی، مس و کروم در خاک های مکان دفن زباله های شهری قدیم و جدید به ترتیب برای فلز مس ( $204/77$  و  $164/53$ )، روی ( $143/33$  و  $106/33$ ) و کروم ( $56/66$  و  $60$ )  $mg/kg$  وزن خشک بدست آمد. با توجه به شکل ۳، مقایسه میانگین مقادیر فلزات مس، روی و کروم در



شکل ۲، میانگین مقادیر فلزات مس، روی و کروم برحسب میلی گرم بر کیلوگرم در خاک محل دفن زباله های بیمارستانی، شهری و شاهد



شکل ۳، میانگین مقادیر فلزات مس، روی و کروم برحسب میلی گرم بر کیلوگرم در خاک محل دفن زباله های قدیمی و جدید

## بحث

براساس نتایج حاصل از مطالعه حاضر که به بررسی مقدار فلزات سنگین روی، مس و کروم در خاک‌های محل دفن زباله شهری و بیمارستانی شهرکرد پرداخت، مشخص شد، در بین فلزات مذکور، فلز روی دارای بیشترین مقدار است که این نتایج با نتایج Lam و همکاران در سال ۲۰۱۰ و Ibitoye و همکاران در سال ۲۰۰۵ در مطالعاتی مشابه مطابقت دارد (۲۱، ۲۲). براساس مطالعات صورت گرفته تغییرات مقادیر فلزات سنگین در خاک‌های محل دفن زباله‌ها تا حدود زیادی به فعالیت‌های انسانی و عملکرد آن سایت، حجم زباله‌های تولیدی و ترکیبات اصلی سازنده آنها بستگی دارد (۱۶، ۲۲). برای مثال در خاک‌های محل دفن زباله‌های ناشی از اتومبیل‌ها، بیشترین مقدار فلزات به ترتیب برای مس، کادمیوم، نیکل، سرب و آهن بدست آمده است. این در حالی است که در محل دفن زباله‌های شهری بیشترین مقدار به ترتیب مربوط به فلزات روی، آهن و منگنز بوده است (۲۱).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد بین مقادیر فلز مس و روی در خاک محل دفن زباله‌های شهری و خاکستر بیمارستانی در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معناداری وجود دارد. طبق اظهارات Zaho و همکاران (۲۴) زباله‌های بیمارستانی عمدتاً حاوی موادی همچون لاستیک، پنبه، سرنگ، سوزن، قوطی‌های فلزی و وسایل شیشه‌ای هستند در حالی که ترکیبات مواد زاید شهری حاوی موادی همچون مواد غذایی، پلاستیک، کاغذ و زایدات شهری هستند. بنابراین ترکیبات و عناصر سازنده موجود در آنها کاملاً متفاوت است به همین دلیل می‌توان احتمال داد که مقدار متفاوت دو فلز روی و مس در این دو محل عمدتاً ناشی از اجزای سازنده آنها است. همچنین در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه، فلز روی و مس در خاک محل دفن زباله‌های بیمارستانی و فلز کروم در خاک محل دفن زباله‌های شهری بیشترین مقدار را نشان داد. Kuo و همکاران (۲۵) بیان کردند که مقدار بالای روی و مس در خاک محل دفن خاکستر زباله‌های بیمارستانی عمدتاً ناشی از کاربرد این فلزات در ساخت موادی همچون پلاستیک، گچ پزشکی و

کاربرد زیاد آنها در ساخت آلیاژهای موجود در سوزن و سرنگ پزشکی است. Lam و همکاران (۲۲) به بررسی مقدار فلزات سنگین در خاکستر محل دفن زباله‌های بیمارستانی پرداختند و در پایان نتایج حاصل از مطالعه آنها نشان داد که در بین فلزات مورد بررسی فلزات روی، سرب و مس دارای بیشترین مقدار نسبت به دیگر فلزات هستند. Bazrafshan و همکار (۲۶) به بررسی مقایسه کمی و کیفی زایدات صنایع مولد پسماند‌های خطرناک استان سیستان و بلوچستان پرداختند. نتایج حاصل از تحقیقات آنها نشان داد که در محل زباله سوزهای بیمارستانی در بین فلزات سنگین مورد بررسی فلز روی، مس و کروم ( $Zn > Cu > Cr$ ) به ترتیب بیشترین مقدار را دارا هستند. لذا با توجه به مطالعات صورت گرفته و مقایسه مقدار فلزات روی و مس در ایستگاه بیرون از محل دفن زباله (ایستگاه شاهد) می‌توان این احتمال را داد که سطح بالای مقادیر فلزات روی و مس در خاک‌های محل دفن خاکستر زباله‌های بیمارستانی ناشی از این‌گونه زباله‌ها باشد.

نتایج نشان داد بین مقدار کروم در محل‌های دفن زباله‌های بیمارستانی و شهری در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنادار وجود دارد به طوری که بالاترین مقدار برای آن در محل دفن زباله‌های شهری قدیمی مشاهده شد. Anikwe و همکار (۲۷) بیان کردند که، مقادیر فلزات سنگین در طی یک دوره ۲۰ ساله در خاک‌های محل دفن نسبت به خاک‌های غیر از محل دفن افزایش بین ۲ تا ۲۰ برابری را نشان داده است. اما به دلیل اینکه موادی همچون زباله‌های فلزی غیر - آهنی، زباله‌های الکترونیکی، مواد پلاستیکی، مواد چرمی و وسایل دباغی در مقایسه با سایر زباله‌های شهری به مراتب بیشتر است. بنابراین می‌توان گفت مقادیر بالای فلز کروم در خاک محل دفن زباله‌های شهری در مقایسه با زباله‌های بیمارستانی احتمالاً ناشی از میزان بالای زباله‌های حاوی فلز مذکور است (۲۴). نتایج حاصل از مقایسه مقادیر فلزات روی، مس، و کروم در خاک‌های محل دفن زباله‌های شهری قدیم و جدید نشان داد بین مقدار فلز مس در خاک محل دفن زباله‌های قدیمی و جدید در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنادار وجود

محل دفن زباله های شهری شهرکرد و خاکستر بیمارستانی با مطالعات مشابه صورت گرفته در سایر کشورها (جدول ۲) بیانگر آن است که مقادیر عناصر مورد بررسی در نمونه خاک محل دفن شهرکرد نسبت به سایر کشورها بیشتر بوده و این می تواند هشدار برای توجه بیشتر به مراقبت و پایش زیست محیطی این محل دفن باشد. همچنین می توان نتیجه گرفت که متفاوت بودن مقدار فلزات روی، مس و کروم در محل دفن زباله ها عمدتاً ناشی از ترکیبات سازنده این زباله ها و درصد آنها، نوع فعالیت های انسانی موجود در محل دفن مورد مطالعه است. عدم کنترل زباله های بیمارستانی و دفن نادرست آنها علاوه بر آلودگی آب، خاک و هوا، خطرات بهداشتی مهمی را به علت فراهم کردن زمینه مناسب برای رشد حشرات موذی و میکروارگانیزم های خطرناک بوجود می آورند. از این رو جمع آوری، تصفیه و دفن بهداشتی آنها برای کاهش خطرات ناشی از آنها بسیار ضروری است.

دارد. این میزان اختلاف بین مقدار فلز کروم در خاک محل دفن زباله های قدیم و جدید احتمالاً می تواند ناشی از تجزیه مواد زاید و ورود اجزای آنها از طریق شیرابه به محیط خاک با گذشت زمان باشد. Xiaoli و همکاران (۲۸) بیان کردند که با گذشت زمان و افزایش سن دفن مواد زاید تجمع فلزات سنگین حاصل از تجزیه آنها در محیط خاک به میزان فراوانی افزایش می یابد.

### نتیجه گیری

در محل دفن زباله های شهری و بهداشتی آگاهی از کیفیت شیمیایی خاک به منظور برآورد اثرات آنها بر کیفیت خاک و محیط های اطراف بسیار ضروری و با اهمیت است. با انجام آزمایشات و تجزیه و تحلیل آماری می توان نتیجه گرفت که در خاک محل دفن مورد مطالعه آلودگی فلزات سنگین ناشی از زباله های شهری و بیمارستانی وجود دارد. مقایسه دامنه و میانگین مقادیر فلزات روی، مس و کروم در خاک های

جدول ۲: مقایسه مقادیر فلزات سنگین روی مس و کروم در محل دفن زباله های شهرکرد با مطالعات مشابه صورت گرفته در سایر کشورها (۱۴-۱۲)

کروم	مس	روی		
۷۷/۵ - ۳۰	۳۰۴/۵ - ۱۰۸/۳۰	۲۳۷۵ - ۵۵	دامنه مقدار	شهرکرد
۴۸/۹۵	۱۵۶/۳۸	۴۰۴/۳۳	میانگین	
۱۴/۹ - ۵۴/۶	۱۱۳/۵ - ۲۹۹	۲۷۸/۳ - ۵۴۰	دامنه مقدار	برزیل
-	-	-	میانگین	
۳/۳۳ - ۱۷۱/۸۸	۸/۱۳ - ۳۵۶/۲۵	۶/۳۸ - ۳۴۳/۷۵	دامنه مقدار	مصر
-	-	-	میانگین	
۰ - ۴۱۰	۱۶ - ۵۰۲	۹۰ - ۹۱۴	دامنه مقدار	ترکیه
۸۹	۱۰/۱/۳	۴۱۰/۱	میانگین	

### تشکر و قدردانی

مشروفه دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس که در انجام آنالیز همکاری نمودند کمال تشکر و سپاس را دارند. همچنین از همکاری صمیمانه شهردار محترم شهرکرد جناب آقای غلامی نهایت سپاس را داریم.

این مطالعه بخشی از سمینار کارشناسی ارشد بوده است و بدین وسیله نویسندگان مقاله از سرکار خانم حقدوست مسئول محترم آزمایشگاه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس و جناب آقای مهندس عبدالرضا

## منابع

- 1- Ziyadah M, Abdel-Baky T. Toxicity and bioaccumulation of copper, zinc, and cadmium in some aquatic organisms. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2000;64(5):740-51.
- 2- Ware KD. Heavy metals and the petroleum industr. USA: DTIC Document; 1993.
- 3- Järup L. Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*. 2003;68(1):167-82.
- 4- Dabiri M. Environmental Pollution: Air, Water, Soil and Noise. Tehran: Ettehad; 2008 (in Persian).
- 5- Altindag A, Yigiti S. Assessment of heavy metals concentrations in the food web of lake Beysehir Turkey. *Chemosphere*. 2005;60:522-56.
- 6- Bahramifar N, Ghasempour M. Survey of heavy metals (Cd, Pb, Hg, Zn and Cu) contamination in sediment of three sites Anzali Wetland. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2011;4(2):223-32 (in Persian).
- 7- Khodabande S. Accumulation of heavy metals in sediments and fish in Caspian Sea. *Journal of Water & Wastewater*. 2000;29:19-42 (in Persian)
- 8- Domska D, Warechowska M. The effect of the municipal waste landfill on the heavy metals content in soil. *Contemporary Problems of Management and Environmental Protection*. 2009;4:95-105.
- 9- Berndts D, Wübber D, Zauke G-P. Bioaccumulation of trace metals in polychaetes from the German Wadden Sea: evaluation and verification of toxicokinetic models. *Chemosphere*. 1998;37(13):2573-87.
- 10- Huang S-H, Peng B, Yang Z-H, Chai L-Y, Xu Y-Z, Su C-Q. Spatial distribution of chromium in soils contaminated by chromium-containing slag. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*. 2009;19(3):756-64.
- 11- Alumaa P, Kirso U, Petersell V, Steinnes E. Sorption of toxic heavy metals to soil. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2002;204(5):375-76.
- 12- Segura-Muñoz S, Takayanagui A, Trevilato T, Santos C, Hering S. Trace metal distribution in surface soil in the area of a municipal solid waste landfill and a medical waste incinerator. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2004;72(1):157-64.
- 13- Long Y-Y, Shen D-S, Wang H-T, Lu W-J, Zhao Y. Heavy metal source analysis in municipal solid waste (MSW): Case study on Cu and Zn. *Journal of Hazardous Materials*. 2011;186(2):1082-87.
- 14- Kasassi A, Rakimbei P, Karagiannidis A, Zabaniotou A, Tsiouvaras K, Nastis A, et al. Soil contamination by heavy metals: Measurements from a closed unlined landfill. *Bioresource Technology*. 2008;99(18):8578-84.
- 15- Banar M, Özkan A, Vardar Ç. Characterization of an urban landfill soil by using physicochemical analysis and solid phase microextraction (SPME)—GC/MS. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2007;127(1-3):337-51.
- 16- Slack R, Gronow J, Voulvoulis N. Household hazardous waste in municipal landfills: contaminants in leachate. *Science of the Total Environment*. 2005;337(1):119-27.
- 17- Prabpai S, Chareerntanyarak L, Siri B, Moore MR. Agronomic properties and heavy metals content in soil reclaimed from municipal solid waste landfill development of a knowledge-based system for foundry waste recycling. *Journal of Solid Waste Technology and Management*. 2007;33(2):92-97.
- 18- Abdoli M. Recycling of Municipal Solid Waste. Tehran: Tehran University Press; 2005 (in Persian).
- 19- Bayat B. Comparative study of adsorption properties of Turkish fly ashes: I. The case of nickel (II), copper (II) and zinc (II). *Journal of Hazardous Materials*. 2002;95(3):251-73.
- 20- Yap C, Ismail A, Tan S, Omar H. Correlations between speciation of Cd, Cu, Pb and Zn in sediment and their concentrations in total soft tissue of green-lipped mussel *Perna viridis* from the west coast of Peninsular Malaysia. *Environment International*. 2002;28(1):117-26.
- 21- Ibitoye A, Ipinmoroti K, Amoo I. Effect of municipal refuse dump on the physico—chemical properties of soil and water. *Nigerian Journal of Soil Science*. 2005;15(2):122-28.
- 22- Lam CH, Ip AW, Barford JP, McKay G. Use of incineration MSW ash: a review. *Sustainability*.

- 2010;2(7):1943-68.
- 23- Lorber M, Pinsky P, Gehring P, Braverman C, Winters D, Sovocool W. Relationships between dioxins in soil, air, ash, and emissions from a municipal solid waste incinerator emitting large amounts of dioxins. *Chemosphere*. 1998;37(9):2173-97.
- 24- Zhao L, Zhang F-S, Wang K, Zhu J. Chemical properties of heavy metals in typical hospital waste incinerator ashes in China. *Waste Management*. 2009;29(3):1114-21.
- 25- Kuo H-W, Shu S-L, Wu C-C, Lai J-S. Characteristics of medical waste in Taiwan. *Water, Air, and Soil Pollution*. 1999;114(3-4):413-21.
- 26- Bazrafshan E, Kord MF. Quantifying the rate of hazardous wastes production in Sistan and Baluchestan Province in 2007. *Tabib-e-Shargh*. 2008;4:305-14 (in Persian).
- 27- Anikwe M, Nwobodo K. Long term effect of municipal waste disposal on soil properties and productivity of sites used for urban agriculture in Abakaliki, Nigeria. *Bioresource Technology*. 2002;83(3):241-50.
- 28- Xiaoli C, Shimaoka T, Xianyan C, Qiang G, Youcai Z. Characteristics and mobility of heavy metals in an MSW landfill: Implications in risk assessment and reclamation. *Journal of Hazardous Materials*. 2007;144(1):485-91.

## Evaluation of copper, zinc, and chromium concentration in landfill soil and hospital waste ash of Shahrekord municipal solid waste landfill

M. Hatami Manesh<sup>1</sup>, M. Mirzaei<sup>1</sup>, M. Gholamali Fard<sup>2</sup>, A.R. Riyahi Bakhtiyari<sup>3\*</sup>, M. Sadeghi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Environment, Faculty of Natural Source, Tarbiat Modares University.

<sup>2</sup>PhD. Student, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

<sup>3</sup>Assistant professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

<sup>4</sup>Associate professor, Department of Environmental Health Engineering, Shahrekord University of Medical Sciences. Shahrekord, Iran.

Received: 12 March 2013; Accepted: 11 June 2013

### ABSTRACT

**Background and Objectives:** one of the most important environmental concerns is heavy metals emissions from human activities to natural ecosystems, particularly transfer to soil. The aims of this study were measured the concentrations of Cu, Zn and Cr in landfill soil and hospital waste ash of Shahrekord municipal solid waste landfill.

**Materials and Methods:** Soil samples were collected from three sites: out of the landfill, municipal landfill and hospital landfill. In each site 2, 1, and 1 stations were selected respectively and each sample was replicated in three times.

**Results:** We found that there was a significant difference between concentrations of Cu, Zn and Cr in the landfills soil (95% confidence,  $P < 0.05$ ). Furthermore, the highest levels of Zn and Cu were detected in the hospital landfill and also for Cr in the municipal landfills. However, the concentration levels of heavy metals in all of the sites were in order as follows:  $Zn > Cu > Cr$ .

**Conclusion:** High concentrations of metals determined in the present study represents the high application of these metals in the structure of municipal and hospital solid wastes and also their inaccurate separation. Thus, awareness about physical and chemical characteristics of municipal and hospital wastes and also the landfill soil is necessary for evaluating their effects on the soil quality and surrounding environments.

**Keywords:** Metals, landfills, soil, municipal solid waste, Shahrekord

---

\*Corresponding Author: [ariyahi@gmail.com](mailto:ariyahi@gmail.com)

Tel: +98 9126798768