



Characterization of infectious wastes from hospitals and healthcare centers in Rasht city and determining the concentration of heavy metals in their leachate

Dariush Naghipour¹ | Seyed Davoud Ashrafi² | Zahra Shahidi-Moghadam³ | Kamran Taghavi⁴

1. Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran. E-mail: dr.naghipour@gmail.com
2. Department of Environmental Health Engineering, Research Center of Health and Environment, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran. E-mail: d_ashrafi@yahoo.com
3. Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran. E-mail: zahrashahidi74298@gmail.com
4. Corresponding Author, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran. E-mail: k.taghavi@gums.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	Hospital infectious waste contains hazardous and toxic substances, necessitating careful management to prevent significant public health and environmental risks. This study investigates the physical composition of infectious waste and the concentrations of heavy metals in the leachate from hospitals and health care centers in Rasht. A descriptive cross-sectional analysis was conducted over two weeks during the fall and winter seasons, examining infectious waste from seven public hospitals and three health care centers both quantitatively and qualitatively. Heavy metal concentrations were measured using the ICP-OES device. The findings revealed that the average daily waste production ranged from 20.2 to 106.5 kg, with a density between 28.5 and 139.1 kg/m ³ . Plastic waste, averaging 4.1-53.9 kg per day, was the most prevalent, while glass (ampoules), ranging from 0.5 to 4.4 kg per day, was the least common. Zinc had the highest concentration among heavy metals (129-904 µg/L), while cadmium had the lowest (1-5 µg/L). Mercury levels in the leachate exceeded the irrigation standards established by the USEPA. These results underscore the necessity of implementing effective waste management strategies, including comprehensive staff training on proper waste segregation and the adoption of measures to reduce mercury concentrations.
Article history: Received 19 October 2024 Received in revised form 22 December 2024 Accepted 15 January 2025 Published online 01 July 2025	
Keywords: <i>Heavy metals, Infectious wastes, Infectious waste leachate, Quantitative and qualitative analysis.</i>	

Cite this article: Naghipour, D., Ashrafi, S.D., Shahidi-Moghadam, Z., & Taghavi, K. (2025). Characterization of infectious wastes from hospitals and healthcare centers in Rasht city and determining the concentration of heavy metals in their leachate. *Journal of Natural Environment*, 78 (Monitoring and Management of Natural Environmental Pollutants), 201-215. DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2025.383376.2715>



بررسی پسماندهای عفونی بیمارستان‌ها و مراکز خدمات جامع سلامت شهر رشت و تعیین غلظت فلزات سنگین در شیرابه

داریوش نقی پور^۱ | سید داود اشرفی^۲ | زهرا شهیدی مقدم^۳ | کامران تقوی^۴

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران. رایانامه: dr.naghipour@gmail.com
۲. گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت و محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران. رایانامه: d_ashrafi@yahoo.com
۳. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران. رایانامه: zahrashahidi74298@gmail.com
۴. نویسنده مسئول، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران. رایانامه: k.taghavi@gums.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	پسماندهای عفونی بیمارستانی به دلیل دارا بودن عوامل خطرناک و سمی، نیازمند مدیریت دقیق هستند؛ عدم مدیریت مناسب می‌تواند تهدیدی جدی برای سلامت عمومی و محیط زیست باشد. این پژوهش به آنالیز فیزیکی اجزای پسماندهای عفونی و بررسی غلظت فلزات سنگین در شیرابه پسماندهای عفونی بیمارستان‌ها و مراکز خدمات جامع سلامت شهر رشت پرداخته است. در این مطالعه توصیفی-مقطعی، پسماندهای عفونی هفت بیمارستان دولتی و سه مرکز خدمات جامع سلامت طی دو هفته در فصول پاییز و زمستان از نظر کمی و کیفی مورد بررسی قرار گرفتند. برای سنجش فلزات سنگین، از دستگاه ICP-OES استفاده شد. نتایج نشان داد که میانگین وزن پسماندهای عفونی بین ۲۰/۲ تا ۱۰۶/۵ کیلوگرم در روز و دانسیته آنها بین ۲۸/۵ تا ۱۳۹/۱ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بوده است. پلاستیک با میانگین ۴/۱-۵۳/۹ کیلوگرم در روز بیشترین و شیشه (آمیول) با میانگین ۴/۴-۱۰/۵ کیلوگرم در روز کمترین اجزای پسماندهای عفونی بودند. همچنین، بیشترین غلظت فلزات سنگین مربوط به روی (۹۰۴-۱۲۹ میکروگرم بر لیتر) و کمترین غلظت مربوط به کادمیوم (۵-۱ میکروگرم بر لیتر) بود. از سوی دیگر، غلظت جیوه در شیرابه پسماندهای عفونی بالاتر از استانداردهای آبیاری USEPA گزارش شد. با توجه به این نتایج، ضرورت اجرای برنامه‌های مدیریت مؤثر پسماند و آموزش کارکنان برای تفکیک اصولی پسماندها و همچنین اقدامات لازم برای کاهش غلظت جیوه احساس می‌شود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۸	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۲۰	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۶	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۴/۱۰	
کلیدواژه‌ها:	
آنالیز کمی و کیفی،	
پسماندهای عفونی،	
شیرابه پسماند عفونی،	
فلزات سنگین.	

استناد: نقی پور، داریوش؛ اشرفی، سید داود؛ شهیدی مقدم، زهرا؛ و تقوی، کامران (۱۴۰۴). بررسی پسماندهای عفونی بیمارستان‌ها و مراکز خدمات جامع سلامت شهر رشت و تعیین غلظت فلزات سنگین در شیرابه. محیط زیست طبیعی، ۷۸ (ویژه نامه پایش و مدیریت آلاینده‌های محیط زیست طبیعی)، ۲۱۵-۲۰۱.



DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2025.383376.2715>

© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

در سال‌های اخیر، همزمان با روند رو به رشد تولید پسماند، پیشرفت‌های خدمات پزشکی در سراسر جهان باعث افزایش تولید پسماندهای پزشکی نیز شده است (Torkashvand et al., 2020). رشد سریع جمعیت و افزایش نیازهای بهداشتی جوامع انسانی؛ گسترش بیمارستان‌ها، کلینیک‌های عمومی و خصوصی و آزمایشگاه‌های پزشکی را در پی داشته است. این امر به نوبه خود باعث افزایش تولید پسماندهای عفونی ناشی از بیمارستان‌ها، مراکز بهداشتی، آزمایشگاه‌های بالینی و دیگر مراکز مشابه گردید (Teimori-Boghsani et al., 2014). طبق قوانین سازمان جهانی بهداشت (WHO)، پسماندهای عفونی شامل پسماندهایی می‌شوند که دارای مقادیر بالایی از عوامل بیماری‌زا هستند و قادر به ایجاد بیماری در میزبان‌های حساس می‌باشند (Yousefi and Avak, 2017). پسماندهای عفونی به شیوه‌های مختلفی تعریف می‌شوند و نظرات متفاوتی درباره آنها وجود دارد. برای مثال، در مطالعه‌ای تمام پسماندهای باقیمانده، پسماندهای تیز، ویال‌های حاوی قطرات و لکه‌های قابل مشاهده خون به عنوان پسماندهای عفونی در نظر گرفته شدند. در حالی که در مطالعه‌ای دیگر، پسماندهای اشباع شده از خون به عنوان پسماندهای عفونی طبقه‌بندی شدند (Kizlary et al., 2005). این پسماندها می‌توانند اثرات منفی بر انسان و محیط‌زیست داشته باشند. از جمله تأثیرات بهداشتی ناشی از مدیریت نادرست این پسماندها در سطح بین‌المللی می‌توان به ۱۶۰۰۰ مورد ابتلا به هپاتیت C، ۶۶۰۰۰ مورد ابتلا به هپاتیت B و حدود ۱۰۰۰ مورد ابتلا به ایدز (HIV) اشاره کرد. این موارد منجر به حدود ۱۱۰۰ مورد مرگ و ناتوانی‌های قابل توجه دیگر گردید. از نقطه نظر تأثیرات محیط‌زیستی، این اثرات شامل آلودگی‌های سمی و بیولوژیکی در هوای داخل و خارج از محیط‌های بهداشتی و درمانی می‌شود. آلودگی آب و خاک نیز می‌تواند از طریق فلزات سنگین مانند جیوه، کادمیوم و دیگر پسماندهای زیست پزشکی ایجاد شود، که این امر ممکن است منجر به آلودگی زنجیره غذایی گردد. به این ترتیب، مراکز بهداشتی و درمانی به عنوان یک ساختار پیچیده همزمان با ارائه خدمات، مخاطرات مختلفی نیز ایجاد می‌کنند. هدف از فرآیند مدیریت پسماندهای پزشکی نیز ایجاد مسیری برای مدیریت، کاهش و حذف مشکلات بیولوژیکی و شیمیایی ناشی از ماهیت این پسماندها است (Rajan et al., 2019; Ghali et al., 2023).

شیرابه‌ها، که مایعات زائد خارج شده از پسماندهای بیمارستان‌ها هستند از عوامل انتقال آلودگی محسوب می‌شوند (Ammar et al., 2022). تأثیر شیرابه‌ها بر بهداشت عمومی و محیط‌زیست به دلیل غلظت بالای آلاینده‌هایی مانند مواد آلی (قابل تجزیه و مقاوم به تجزیه بیولوژیکی)، نیتروژن آمونیاکی، نمک‌های معدنی، فلزات سنگین و سایر آلاینده‌هایی است که توسط توده پسماند حمل می‌شوند (Naveen et al., 2017; Costa et al., 2019). با وجود اینکه شیرابه ممکن است حاوی ترکیبات زیادی باشد، وجود فلزات سنگین به دلیل ماهیت پایدار آنها نگرانی فزاینده‌ای را ایجاد کرده است (Fauziah et al., 2013). ماهیت سمی فلزات سنگین تعادل بیولوژیکی طبیعی را مختل کرده و فرآیندهای خودپالایشی در سیستم‌های طبیعی را متوقف می‌کند (Talalaj, 2016; Gworek et al., 2015). علاوه بر این، ممکن است به دلیل تجمع زیاد فلزات سنگینی مانند کروم (Cr)، کادمیوم (Cd)، نیکل (Ni) و سرب (Pb) در رژیم غذایی، خطرات جدی سیستمیک برای سلامت انسان به وجود آید. فلزات سنگینی که در خاک‌های کشاورزی انباشته می‌شوند نیز می‌توانند از طریق مسیرهای مختلف مواجهه به انسان منتقل شده و اثرات نامطلوبی بر سلامت انسان داشته باشند (Sardar et al., 2013).

گزارش‌های مربوط به مطالعات پسماندهای بیمارستانی در ایران نشان داده است که مقدار کل پسماندهای بیمارستانی در دهه گذشته به طور پیوسته افزایش یافته است. برخی مطالعات، مانند تحقیقی که در بیمارستان‌های استان کرمانشاه انجام شد (Rakhshan et al., 2020)، نشان می‌دهد که میانگین تولید پسماندهای بیمارستانی (عفونی و غیرعفونی) به طور کلی بالا بوده و درصد پسماندهای عفونی در این بیمارستان‌ها بالاتر از میانگین‌های جهانی و استانداردهای توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی است. در مطالعه‌ای در بیمارستان شریعتی تهران (Farhani et al., 2019)، پسماندهای عفونی حدود ۴۷/۲۷ درصد از کل پسماند تولیدی بودند که نشان‌دهنده وضعیت نگران‌کننده‌ای از نظر بهداشتی و مدیریت منابع است. در مطالعه‌ای دیگر که توسط Shakiba و Mohagheghian (۲۰۱۸) با هدف بررسی وضعیت مدیریت و تولید پسماند بیمارستانی در شهر رشت انجام شد، درصد پسماندهای خطرناک بیمارستانی (۳۸ درصد) بیشتر از درصد تخمینی سازمان بهداشت جهانی به دست آمد. طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی، کشورهای با درآمد بالا و کم درآمد به طور متوسط به ترتیب ۰/۵ و ۰/۲ کیلوگرم پسماند خطرناک به ازای

هر تخت در روز تولید می کنند. در حالی که در این مطالعه، میانگین پسماندهای خطرناک بیمارستانی بیش از سه برابر مقدار تخمین زده شده توسط سازمان بهداشت جهانی بود. برآورد شده است که ۸۰ درصد از پسماندهای خطرناک شامل مواد قابل بازیافت یا استفاده مجدد (مانند کاغذ، قوطی ها، بطری ها و بسته بندی ها) هستند که به دلیل مدیریت ضعیف در این مراکز آلوده شده اند (Shakiba and Mohagheghian, 2018). به دلیل خطراتی که پسماندهای عفونی برای افرادی که با آنها سر و کار دارند و همچنین برای محیط زیست ایجاد می کنند، درک کامل میزان یا ترکیب این پسماندها در پسماندهای پزشکی برای مدیریت و دفع صحیح آنها ضروری است. بر این اساس، این مطالعه با هدف آنالیز کمی و کیفی پسماندهای عفونی در هفت بیمارستان و سه مرکز خدمات جامع سلامت منتخب در شهر رشت انجام گردید. همچنین با توجه به خطرات و اثرات احتمالی بیان شده در خصوص شیرابه پسماندها، متعاقباً اندازه گیری فلزات سنگین شیرابه پسماندهای عفونی نیز انجام شد. بررسی کمی و کیفی این پسماندها به همراه مطالعه وضعیت فعلی مدیریت پسماند و میزان توجه مدیران و مسئولین این مراکز می تواند گامی مؤثر در چگونگی برخورد با پسماندهای عفونی مراکز بهداشتی و درمانی در برنامه ریزی های آتی جهت رفع نقاط ضعف در سیستم فعلی مدیریت این پسماندها باشد.

روش شناسی پژوهش

این مطالعه به منظور آگاهی از نحوه مدیریت پسماندهای عفونی بیمارستان ها و مراکز خدمات جامع سلامت شهر رشت انجام شده است. هدف از این پژوهش توصیفی-مقطعی، شناخت دقیق کمیت و کیفیت پسماندهای عفونی و تعیین غلظت فلزات سنگین موجود در شیرابه آنها در مراکز منتخب بود. برای این مطالعه، هفت بیمارستان دولتی و سه مرکز خدمات جامع سلامت در شهر رشت انتخاب شدند. بیمارستان های منتخب شامل ۱۷ شهريور، الزهراء، امیرالمومنین، پورسینا، دکتر حشمت، رازی و ولایت بودند که از نظر نوع خدمات درمانی (عمومی، تخصصی و فوق تخصصی)، تعداد تخت های فعال و میزان تولید پسماند، نماینده ای از بیمارستان های دولتی شهر بودند. مراکز خدمات جامع سلامت نیز شامل مراکز شش، نه و یازده بودند که براساس تعداد مراجعه کنندگان، نوع خدمات ارائه شده (پزشکی عمومی، واکسیناسیون و خدمات بهداشت عمومی) و پراکندگی جغرافیایی در مناطق مختلف شهری انتخاب شدند. این مراکز به گونه ای انتخاب شدند که تنوع داده ها از نظر موقعیت جغرافیایی و حجم تولید پسماند را پوشش دهند. نمونه برداری از پسماندهای عفونی به مدت دو هفته در دو فصل پاییز و زمستان انجام شد. برای اندازه گیری کمیت پسماندها، ابتدا پسماندها توزین شده و سپس دانسیته آنها تعیین گردید. برای تعیین دانسیته پسماندهای عفونی، از یک ظرف استاندارد کالیبره شده با حجم مشخص استفاده شد. وزن ظرف با استفاده از ترازوی دقیق مدل "Mettler PM4000" ثبت شد. سپس ظرف با پسماندهای عفونی به صورت یکنواخت پر شد و برای شبیه سازی شرایط طبیعی، پسماندها بدون فشردگی وارد ظرف اندازه گیری شدند. وزن ظرف پر شده مجدداً ثبت شد (رابطه ۱). دانسیته پسماندها نیز با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد. پس از تعیین وزن و دانسیته، اجزاء اصلی پسماند شامل پلاستیک، کاغذ، منسوجات، شیشه و سیفتی باکس به طور جداگانه تفکیک شدند. این تفکیک به صورت دستی و با رعایت پروتکل های ایمنی (استفاده از دستکش، ماسک و لباس محافظ) انجام گرفت. هر جزء با استفاده از ترازوی دقیق توزین شد و اطلاعات مربوط به اجزاء ثبت گردید. برای بررسی غلظت فلزات سنگین (شامل جیوه، کادمیوم، کروم، مس، نیکل، سرب و روی)، شیرابه پسماندها جمع آوری و به آزمایشگاه دانشکده بهداشت رشت منتقل شدند. آنالیز فلزات سنگین با استفاده از دستگاه طیف سنجی نشر پلاسمای جفت شده القایی (ICP-OES) مدل "ARCOS FHE12" ساخت آلمان انجام شد. کالیبراسیون دستگاه ICP با استفاده از محلول استاندارد چند عنصری شرکت مرک آلمان انجام گردید. استانداردها در غلظت های مختلف تهیه شده و منحنی کالیبراسیون برای هر عنصر به دست آمد. صحت و دقت دستگاه با استفاده از نمونه های استاندارد تأیید شد. کمترین حد قابل تشخیص این دستگاه برای مس، روی، نیکل، کروم، سرب، کادمیوم و جیوه به ترتیب برابر ۰/۳۰۵۶، ۰/۰۶۰۹۲، ۰/۲۸۶۴، ۰/۰۹۵۷، ۰/۳۸۰۲، ۰/۰۴۸۷۵ و ۰/۰۳۵۱ میکروگرم بر لیتر بوده و بالاترین حد قابل تشخیص برای همه فلزات ۱۲۰۰ میکروگرم بر لیتر می باشد.

$$W_p = W_2 - W_1$$

رابطه ۱

در رابطه ۱:

Wp: وزن خالص پسماندها بر حسب کیلوگرم

W2: وزن ظرف پر شده بر حسب کیلوگرم

W1: وزن ظرف خالی بر حسب کیلوگرم

رابطه ۲

$$\rho = m / V$$

در رابطه ۲:

ρ: مقدار دانسیته یا چگالی پسماند

m: وزن پسماند بر حسب کیلوگرم

V: حجم پسماند بر حسب متر مکعب

یافته‌های پژوهش

نتایج مربوط به میانگین اجزاء تفکیک شده پسماندهای عفونی و درصد وزنی آنها در هر بیمارستان و مرکز خدمات جامع سلامت در جداول ۱ تا ۱۰ ارائه شده است. در جدول ۱ بالاترین میانگین مربوط به پلاستیک ۵۳/۹ و کمترین میانگین مربوط به فلزات ۲/۴ کیلوگرم در روز بوده و میانگین دانسیته پسماند ۱۱۷/۹ کیلوگرم در متر مکعب به دست آمد. در جدول ۲ بالاترین میانگین مربوط به پلاستیک ۲۰/۱ و کمترین میانگین مربوط به فلزات ۲ کیلوگرم در روز بوده و میانگین دانسیته پسماند ۱۱۰/۵ کیلوگرم در متر مکعب به دست آمد. در جدول ۳ بالاترین میانگین مربوط به منسوجات ۲۰/۸ و کمترین میانگین مربوط به فلزات ۱/۵ کیلوگرم در روز بوده و میانگین دانسیته پسماند ۱۰۷ کیلوگرم در متر مکعب به دست آمد. در جدول ۴ بالاترین میانگین مربوط به پلاستیک ۷/۳ و کمترین میانگین مربوط به شیشه آمپول ۱/۸ کیلوگرم در روز بوده و میانگین دانسیته پسماند ۸۲/۷ کیلوگرم در متر مکعب به دست آمد. در جدول ۵ بالاترین میانگین مربوط به کاغذ ۶/۴ و کمترین میانگین مربوط به فلزات ۰/۸ کیلوگرم در روز بوده و میانگین دانسیته پسماند ۱۱۸/۳ کیلوگرم در متر مکعب به دست آمد. در جدول ۶ بالاترین میانگین مربوط به منسوجات ۲۲/۶ و کمترین میانگین مربوط به شیشه آمپول ۳/۴ کیلوگرم در روز بوده و میانگین دانسیته پسماند ۱۲۱/۶ کیلوگرم در متر مکعب به دست آمد. در جدول ۷ بالاترین میانگین مربوط به منسوجات ۴۲/۲ و کمترین میانگین مربوط به سیفتی باکس ۴/۳ کیلوگرم در روز بوده و میانگین دانسیته پسماند ۱۳۹/۱ کیلوگرم در متر مکعب به دست آمد. در جدول ۸ بالاترین میانگین مربوط به منسوجات ۸/۷ و کمترین میانگین مربوط به سیفتی باکس ۰/۳ کیلوگرم در روز بوده و میانگین دانسیته پسماند ۲۸/۵ کیلوگرم در متر مکعب به دست آمد. در جدول ۹ بالاترین میانگین مربوط به منسوجات ۱۱/۷ و کمترین میانگین مربوط به سیفتی باکس ۰/۵ کیلوگرم در روز بوده و میانگین دانسیته پسماند ۳۵/۶ کیلوگرم در متر مکعب به دست آمد. در جدول ۱۰ بالاترین میانگین مربوط به منسوجات ۹/۷ و کمترین میانگین مربوط به سیفتی باکس ۰/۵ کیلوگرم در روز بوده و میانگین دانسیته پسماند ۳۱/۶ کیلوگرم در متر مکعب به دست آمد. خلاصه یافته‌های جدول‌های ۱ تا ۱۰ در جدول ۱۱ ارائه شده و در جدول ۱۲، سرانه تولید پسماندهای عفونی با توجه به تعداد تخت‌های فعال بیمارستان‌ها ذکر شده است. همچنین، نتایج بررسی غلظت فلزات سنگین در شیرابه پسماندهای عفونی در جدول ۱۳ ارائه شده است.

طبق اطلاعات جدول ۱۱، وزن کل پسماندهای عفونی قبل از تفکیک بین ۲۰/۲ تا ۱۰۶/۵ کیلوگرم در روز متغیر بود که به طور میانگین حدود ۴۵/۸ کیلوگرم در روز ثبت شده است. پس از تفکیک پسماندهای عفونی، وزن این پسماندها به طور متوسط حدود ۱/۲ کیلوگرم کاهش یافت که علت آن از دست رفتن شیرابه بخشی از پسماندها بوده است. در این میان، بیمارستان ولایت و مرکز ۶ کمترین مقدار پسماند عفونی و بیمارستان پورسینا بیشترین مقدار را تولید کرده‌اند. دانسیته پسماندهای عفونی در بیمارستان‌ها و مراکز سلامت در بازه ۲۸/۵ تا ۱۳۹/۱ کیلوگرم بر متر مکعب بوده و به طور متوسط به ۹۲/۹ کیلوگرم بر متر مکعب رسیده است. پایین‌ترین دانسیته مربوط به مرکز سلامت ۶ و بالاترین دانسیته متعلق به بیمارستان پورسینا است. براساس داده‌های حاصل، مقدار پلاستیک بین ۴/۱ تا ۵۳/۹ کیلوگرم در روز متغیر است، به طوری که بیمارستان امیرالمومنین کمترین و بیمارستان رازی بیشترین

مقدار پلاستیک را به خود اختصاص داده اند. کاغذ نیز در محدوده ۳/۲ تا ۱۲/۴ کیلوگرم در روز اندازه گیری شد و بیمارستان های الزهرا و ۱۷ شهریور کمترین و بیمارستان پورسینا بیشترین مقدار کاغذ را در پسماندهای عفونی داشته اند. همچنین، مقدار فلزات بین ۰/۸ تا ۴/۲ کیلوگرم در روز بوده که کمترین مقدار آن در بیمارستان امیرالمومنین و بیشترین مقدار در بیمارستان حشمت مشاهده شده است. میزان منسوجات نیز از ۲/۸ تا ۴۳/۴ کیلوگرم در روز متغیر است و بیمارستان امیرالمومنین کمترین و بیمارستان پورسینا بیشترین مقدار منسوجات را داشته اند. محتوای شیشه (آمپول) نیز از ۰/۵ تا ۴/۴ کیلوگرم در روز بوده و مرکز ۶ کمترین و بیمارستان پورسینا بیشترین مقدار شیشه را در پسماند عفونی تولید کرده اند. همچنین مقدار سیفتی باکس بین ۰/۳ تا ۴/۳ کیلوگرم در روز بوده و کمترین مقدار در مرکز ۶ و بیشترین مقدار در بیمارستان پورسینا ثبت شده است. به طور کلی، میانگین میزان پلاستیک، کاغذ، فلزات، منسوجات، شیشه (آمپول) و سیفتی باکس به ترتیب ۱۷/۳، ۴/۸، ۲/۱، ۱۷/۱، ۲/۲ و ۲/۳ کیلوگرم در روز بوده است. میانگین وزن کل پسماندهای عفونی قبل از تفکیک ۴۵/۸±۳۰/۳ کیلوگرم در روز و میانگین دانسیته پسماندها ۹۲/۹±۴۴/۱ کیلوگرم بر متر مکعب محاسبه شده است.

طبق جدول ۱۲، سرانه پلاستیک در بیمارستان ها بین ۴۲ تا ۱۸۲ گرم متغیر بود. کمترین مقدار مربوط به بیمارستان حشمت و بیشترین مقدار به بیمارستان رازی تعلق داشته است. سرانه کاغذ بین ۱۱ تا ۱۰۳ گرم بوده و بیمارستان رازی کمترین و بیمارستان امیرالمومنین بیشترین مقدار را ثبت کرده اند. سرانه فلزات نیز در محدوده ۰ تا ۳۵/۷ گرم در نوسان بود؛ بیمارستان پورسینا کمترین و بیمارستان ولایت بیشترین مقدار فلزات را تولید کرده اند. در زمینه منسوجات، سرانه تولیدی بین ۴۱ تا ۱۶۱ گرم متغیر بود که بیمارستان ولایت کمترین و بیمارستان حشمت بیشترین مقدار را ثبت کرده اند. سرانه شیشه نیز بین ۱۰/۱ تا ۵۶/۴ گرم بوده است؛ بیمارستان رازی کمترین و بیمارستان امیرالمومنین بیشترین تولید شیشه را داشته اند. در نهایت، سرانه سیفتی باکس از ۱۱/۴ تا ۵۸ گرم متغیر بوده و کمترین آن مربوط به بیمارستان رازی و بیشترین آن در بیمارستان امیرالمومنین است. میانگین سرانه پلاستیک، کاغذ، فلزات، منسوجات، شیشه و سیفتی باکس به ترتیب ۱۱۴/۳±۲۳/۷، ۴۲/۴±۲۸، ۱۱۴/۳±۴۴/۲، ۱۸/۶±۱۰/۳، ۱۰۸/۳±۴۴/۳، ۱۰۸/۳±۴۴/۳ و ۲۳/۳±۱۵/۶ گرم در روز به دست آمده است.

بر اساس جدول ۱۳، غلظت مس (Cu) در محدوده ۵ تا ۵۶ میکروگرم بر لیتر با میانگین ۲۲/۴ میکروگرم بر لیتر، روی (Zn) در محدوده ۱۲۹ تا ۹۰۴ میکروگرم بر لیتر با میانگین ۳۷۶/۷ میکروگرم بر لیتر، نیکل (Ni) در محدوده ۵ تا ۱۵۴ میکروگرم بر لیتر با میانگین ۵۵/۲ میکروگرم بر لیتر، کروم (Cr) در محدوده ۷ تا ۷۴ میکروگرم بر لیتر با میانگین ۳۶/۲ میکروگرم بر لیتر، سرب (Pb) در محدوده ۱۰ تا ۵۰ میکروگرم بر لیتر با میانگین ۲۶/۲ میکروگرم بر لیتر، کادمیوم (Cd) در محدوده ۱ تا ۵ میکروگرم بر لیتر با میانگین ۲/۹ میکروگرم بر لیتر، و جیوه (Hg) در محدوده ۳ تا ۷۱ میکروگرم بر لیتر با میانگین ۲۰/۷ میکروگرم بر لیتر به دست آمد.

جدول ۱ - آنالیز فیزیکی پسماندهای عفونی بیمارستان رازی (وزن: کیلوگرم)

ردیف	تاریخ نمونه برداری	پلاستیک	کاغذ	فلزات	منسوجات	شیشه (آمپول)	سیفتی باکس	قبل از تفکیک	بعد از تفکیک	دانسیته (کیلوگرم بر مترمکعب)
۱	۹۶/۷/۱	۴۵/۳	۳/۳	۳	۳۵	۲/۹	۳/۲	۹۲/۹	۹۲/۱	۱۰۸
۲	۹۶/۷/۲	۵۷	۴/۶	۵/۳	۳۵	۳/۲	۳/۸	۱۰۹/۹	۱۰۹/۳	۱۲۸/۹
۳	۹۶/۷/۳	۶۰/۳	۴	۳/۳	۳۰	۲/۹	۳/۵	۱۰۴/۲	۱۰۳/۱	۱۲۲/۸
۴	۹۶/۷/۴	۵۷	۰/۶	۲	۴۰	۳/۲	۳/۸	۱۰۶/۸	۱۰۵/۵	۱۲۵/۷
۵	۹۶/۷/۵	۵۴/۳	۵/۳	۰/۶	۳۳	۲/۹	۳/۶	۹۹/۹	۹۸/۴	۱۱۷/۵
۶	۹۶/۷/۶	۵۴/۳	۳/۳	-°	۳۶	۲/۹	۳/۳	۹۹/۵	۹۸/۲	۱۱۸/۵
۷	۹۶/۷/۷	۵۷	۲/۶	۲	۳۳	۳	۳/۴	۱۰۱/۲	۱۰۰/۶	۱۱۸/۶
۸	۹۶/۱۰/۱	۴۸/۳	۲	۲/۶	۳۵	۳/۲	۳/۶	۹۴/۹	۹۳/۷	۱۰۸/۹
۹	۹۶/۱۰/۲	۵۳	۲	۲	۳۶	۳/۵	۳/۶	۱۰۱/۳	۱۰۰/۲	۱۱۶/۳
۱۰	۹۶/۱۰/۳	۵۱/۳	۶/۳	۴	۳۶	۳/۳	۳/۵	۱۰۱/۶	۱۰۰/۱	۱۱۸/۵
۱۱	۹۶/۱۰/۴	۵۱/۶	۲	۲	۳۴	۲/۹	۳/۶	۹۶	۹۵/۳	۱۱۱/۳
۱۲	۹۶/۱۰/۵	۵۹/۶	۶	۲	۳۳	۲/۹	۳/۳	۱۰۷/۱	۱۰۶/۷	۱۲۷/۲
۱۳	۹۶/۱۰/۶	۵۴/۳	۳/۳	۲	۳۴	۲/۹	۳/۴	۱۰۰/۱	۹۹/۵	۱۱۷/۲
۱۴	۹۶/۱۰/۷	۵۱/۶	۲	۰/۶	۳۶	۲/۸	۳/۳	۹۶/۵	۹۵/۴	۱۱۲
میانگین (کیلوگرم در روز)		۵۳/۹	۳/۴	۲/۴	۳۴/۷	۳	۳/۴	۱۰۰/۸	۹۹/۸	۱۱۷/۹
میانگین درصد وزنی (درصد)		۵۳/۴	۳/۳	۲/۳	۳۴/۴	۲/۹	۳/۳	-	-	-

*علامت - نشان دهنده آن است که مقدار فلزات صفر بوده و در محاسبه میانگین دخالت داده نشده است.

جدول ۲ - آنالیز فیزیکی پسماندهای عفونی بیمارستان الزهرا (وزن: کیلوگرم)

ردیف	تاریخ نمونه برداری	پلاستیک	کاغذ	فلزات	منسوجات	شیشه (آموهل)	سبقتی باکس	قبل از تفکیک	بعد از تفکیک	دانسیته (کیلوگرم بر مترمکعب)
۱	۹۶/۷/۱	۱۸/۶	۳/۳	۰/۶	۱۱/۵	۲/۸	۳/۳	۴۰/۱	۳۹/۶	۱۰۱/۸
۲	۹۶/۷/۲	۱۸/۳	۳/۳	۱/۳	۳۲/۲	۳	۳/۴	۵۱/۵	۵۰/۲	۱۱۷/۹
۳	۹۶/۷/۳	۱۸/۶	۲	—*	۱۶/۹	۳	۳/۳	۴۳/۸	۴۲/۴	۱۰۶/۸
۴	۹۶/۷/۴	۱۹	۴	۲/۶	۱۳/۵	۲/۹	۳/۵	۴۵/۵	۴۴/۳	۱۰۹/۲
۵	۹۶/۷/۵	۲۰	۶/۶	۲	۱۸/۵	۲/۹	۳/۴	۵۳/۴	۵۲/۹	۱۲۰/۸
۶	۹۶/۷/۶	۱۸/۳	۴	—	۳۲/۲	۳	۳/۶	۵۱/۱	۵۰/۷	۱۱۶/۹
۷	۹۶/۷/۷	۳۱/۶	۱/۳	۲/۶	۸/۹	۳	۳/۴	۵۰/۸	۴۹/۴	۱۱۷/۲
۸	۹۶/۱۰/۱	۲۵/۶	—°	۴	۱۳/۹	۳	۳/۶	۵۰/۱	۴۹/۶	۱۱۵/۶
۹	۹۶/۱۰/۲	۱۸/۳	۱/۳	۳/۳	۱۴/۵	۲/۹	۳/۳	۴۳/۶	۴۲/۸	۱۰۷/۱
۱۰	۹۶/۱۰/۳	۲۵/۶	۳/۳	۲	۱۳/۹	۳	۳/۳	۵۱/۱	۵۰/۷	۱۱۷/۳
۱۱	۹۶/۱۰/۴	۱۸/۳	۰/۶	۲	۱۴/۹	۳/۳	۳/۶	۴۲/۷	۴۱/۶	۱۰۴/۴
۱۲	۹۶/۱۰/۵	۱۸/۳	۳/۳	—	۱۴/۹	۲/۸	۳/۶	۴۲/۹	۴۱/۹	۱۰۵/۳
۱۳	۹۶/۱۰/۶	۱۷	۴	۰/۶	۱۲/۹	۲/۸	۳/۳	۴۰/۶	۳۹/۷	۱۰۳
۱۴	۹۶/۱۰/۷	۱۴	۴/۶	۲	۱۴/۹	۳/۳	۳/۶	۴۲/۲	۴۱/۶	۱۰۴
میانگین (کیلوگرم در روز)										
میانگین درصد وزنی										
(درصد)										
	۲۰/۱	۳/۲	۳/۲	۲	۱۵/۲	۲/۹	۳/۴	۴۶/۳	۴۵/۵	۱۱۰/۵
	۴۳/۳	۶/۷	۴/۳	۳۲/۷	۶/۲	۷/۳	—	—	—	—

*علامت - نشان دهنده آن است که مقدار کاغذ و فلزات صفر بوده و در محاسبه میانگین دخالت داده نشده است.

جدول ۳ - آنالیز فیزیکی پسماندهای عفونی بیمارستان ۱۷ شهریور (وزن: کیلوگرم)

ردیف	تاریخ نمونه برداری	پلاستیک	کاغذ	فلزات	منسوجات	شیشه (آپول)	سفتی باکس	قبل از تفکیک	بعد از تفکیک	دانسیته (کیلوگرم بر مترمکعب)
۱	۹۶/۷/۱	۱۹/۱	۵	۰/۶	۱۸/۴	۲	۲/۵	۴۷/۶	۴۶/۶	۱۰۶/۶
۲	۹۶/۷/۲	۱۶/۶	۳/۳	۱/۳	۱۷/۷	۱/۹	۲/۱	۴۲/۹	۴۱/۷	۱۰۰
۳	۹۶/۷/۳	۱۴/۵	۳/۳	—°	۱۹/۷	۱/۸	۲/۲	۴۱/۵	۴۰/۲	۹۸/۵
۴	۹۶/۷/۴	۱۷/۱	۴	۲/۶	۲۱/۷	۲	۲/۲	۴۹/۶	۴۸/۲	۱۱۰
۵	۹۶/۷/۵	۱۷/۱	۶/۶	۲	۱۹/۱	۲	۲/۱	۴۸/۹	۴۷/۶	۱۰۹
۶	۹۶/۷/۶	۱۵/۸	۴	—	۲۵/۱	۲	۲/۳	۴۹/۲	۴۸/۸	۱۰۹/۲
۷	۹۶/۷/۷	۱۶/۸	۱/۳	—	۲۱/۷	۲/۳	۲/۳	۴۴/۴	۴۳/۲	۱۰۲
۸	۹۶/۱۰/۱	۱۴/۵	—°	۴	۱۸/۴	۲	۲/۱	۴۱/۲	۴۰/۵	۹۷/۶
۹	۹۶/۱۰/۲	۱۷/۸	۱/۳	۳/۳	۲۵/۷	۲/۱	۲/۳	۵۲/۵	۵۱/۳	۱۱۳/۷
۱۰	۹۶/۱۰/۳	۲۰/۸	۳/۳	۲	۱۸/۷	۲/۴	۲/۴	۴۹/۶	۴۸/۵	۱۰۹/۲
۱۱	۹۶/۱۰/۴	۱۷/۸	۰/۶	—	۲۳/۴	۲/۱	۲/۲	۴۶/۱	۴۵/۶	۱۰۴/۷
۱۲	۹۶/۱۰/۵	۲۱/۱	۳/۳	—	۲۵/۱	۲/۴	۲/۵	۵۴/۴	۵۴/۳	۱۱۵/۷
۱۳	۹۶/۱۰/۶	۱۴/۵	۴	۰/۶	۲۰/۷	۲/۳	۲/۴	۴۳/۵	۴۳/۴	۱۰۹
۱۴	۹۶/۱۰/۷	۲۴/۵	۴/۶	۲	۱۷/۱	۲/۵	۲/۵	۵۳/۲	۵۲/۵	۱۱۴
میانگین (کیلوگرم در روز)										
میانگین درصد وزنی										
(درصد)										
۱۰۷	۴۶/۶	۴۷/۶	۲	۲/۱	۲۰/۸	۲/۱	۲	۴۶/۶	۴۶/۶	—
—	—	—	۴/۲	۴/۴	۴۳/۶	۳/۱	۶/۷	۳۷/۸	—	—

❖ علامت - نشان دهنده آن است که مقدار کاغذ و فلزات صفر بوده و در محاسبه میانگین دخالت داده نشده است.

جدول ۴ - نتایج آنالیز فیزیکی پسماندهای عفونی بیمارستان ولایت (وزن: کیلوگرم)

ردیف	تاریخ نمونه برداری	پلاستیک	کاغذ	فلزات	منسوجات	شیشه (آمیول)	سیفتی باکس	قبل از تفکیک	بعد از تفکیک	دانسیته (کیلوگرم بر مترمکعب)
۱	۹۶/۷/۱	۲	۴/۳	°-	۴/۸	۲	۲/۳	۱۸/۴	۱۷/۳	۷۹
۲	۹۶/۷/۲	۱	۳/۳	۱/۳	۲/۸	۱/۹	۲/۲	۱۵/۵	۱۴/۴	۷۳/۴
۳	۹۶/۷/۳	۷/۶	۲	-	۴/۸	۲	۲/۲	۲۱/۶	۲۰/۹	۸۵
۴	۹۶/۷/۴	۵/۳	۴	۲/۶	۱/۶	۱/۸	۲/۱	۲۰	۱۹	۸۲/۱
۵	۹۶/۷/۵	۲	۶/۶	۲	۴/۸	۲	۲/۲	۱۶/۴	۱۵/۳	۸۰/۸
۶	۹۶/۷/۶	۵/۳	۴	-	۱/۶	۱/۷	۲	۱۷/۶	۱۶/۵	۷۸/۵
۷	۹۶/۷/۷	۸/۶	۱/۳	۲/۶	۲/۸	۱/۸	۲/۱	۲۲/۲	۲۱/۱	۸۵
۸	۹۶/۱۰/۱	۲	°-	۴	۱/۶	۱/۸	۲/۲	۱۴/۶	۱۳/۵	۷۳/۶
۹	۹۶/۱۰/۲	۱۰/۶	۱/۳	۳/۳	۲/۸	۱/۹	۲/۳	۲۵/۲	۲۴/۵	۹۱/۷
۱۰	۹۶/۱۰/۳	۹	۳/۳	۲	۱/۶	۱/۸	۲	۲۲/۷	۲۱/۶	۸۵/۶
۱۱	۹۶/۱۰/۴	۱۵/۳	۰/۶	-	۲/۸	۱/۹	۱/۹	۲۲/۵	۲۱/۴	۸۵/۶
۱۲	۹۶/۱۰/۵	۸/۶	۰/۶	-	۲/۸	۲	۲/۱	۱۹/۱	۱۸/۳	۸۳
۱۳	۹۶/۱۰/۶	۱۰	۱/۳	-	۱/۶	۱/۷	۲	۱۹/۶	۱۸/۵	۸۱
۱۴	۹۶/۱۰/۷	۱۵/۳	۲	۲/۶	۴/۶	۱/۶	۱/۹	۲۸	۲۶/۹	۹۳/۶
میانگین (کیلوگرم در روز)										
میانگین درصد وزنی										
(درصد)										
۸۲/۷	۷/۳	۳۶/۱	۱۷/۸	۱۲/۳	۱۴/۳	۸/۹	۱۰/۳	-	۱۹/۲	-

*علامت - نشان دهنده آن است که مقدار کاغذ و فلزات صفر بوده و در محاسبه میانگین دخالت داده نشده است.

جدول ۵ - نتایج آنالیز فیزیکی پسماندهای عفونی بیمارستان امیرالمومنین (وزن: کیلوگرم)

ردیف	تاریخ نمونه برداری	پلاستیک	کاغذ	فلزات	منسوجات	شیشه (آمیول)	سیفتی باکس	قبل از تفکیک	بعد از تفکیک	دانسیته (کیلوگرم بر مترمکعب)
۱	۹۶/۷/۱	۳	۶	۳	۳	۳	۳/۲	۳۱/۲	۲۰/۸	۱۱۹/۱
۲	۹۶/۷/۲	۱	۵/۳	۲	۴	۳/۳	۳/۶	۱۹/۲	۱۸/۶	۱۲۰/۵
۵	۹۶/۷/۳	۴	۳/۳	°-	۵	۳/۴	۳/۶	۱۹/۳	۱۸/۵	۱۱۵/۲
۴	۹۶/۷/۴	۵	۷/۳	۱	۳	۳/۶	۳/۶	۲۳/۵	۲۲/۴	۱۲۰/۷
۵	۹۶/۷/۵	۳	۸/۶	۱	۱	۳/۳	۳/۴	۲۰/۳	۱۹/۸	۱۱۷
۶	۹۶/۷/۶	۴	۶/۶	-	۲/۶	۳/۸	۳/۸	۲۰/۸	۱۹/۵	۱۱۷/۲
۷	۹۶/۷/۷	۴	۱۰	-	۲/۳	۳/۸	۳/۹	۲۴	۲۳/۷	۱۲۳
۸	۹۶/۱۰/۱	۵	۸	-	۳	۳/۶	۳/۸	۲۳/۴	۲۲/۶	۱۲۰/۴
۹	۹۶/۱۰/۲	۳	۱۰	-	۱	۳/۸	۳/۸	۲۱/۶	۲۰/۷	۱۱۷/۵
۱۰	۹۶/۱۰/۳	۴	۵	۲	۲/۶	۳/۶	۳/۵	۲۰/۷	۱۹/۶	۱۱۶/۸
۱۱	۹۶/۱۰/۴	۵	۴/۶	-	۳	۳/۸	۳/۹	۲۰/۳	۱۹/۵	۱۱۵/۳
۱۲	۹۶/۱۰/۵	۶	۶/۶	-	۴	۳/۶	۳/۸	۲۰	۱۹/۴	۱۲۱/۳
۱۳	۹۶/۱۰/۶	۷	۵/۳	-	۳	۳/۶	۳/۸	۲۲/۷	۲۱/۶	۱۱۹/۴
۱۴	۹۶/۱۰/۷	۴	۳/۳	۲	۱/۶	۳/۵	۳/۴	۱۷/۸	۱۶/۷	۱۱۴
میانگین (کیلوگرم در روز)										
میانگین درصد وزنی										
(درصد)										
۱۱۸/۳	۴/۱	۱۹/۴	۳۰/۳	۳/۷	۱۳/۲	۱۶/۵	۱۷	-	۲۰/۲	-

*علامت - نشان دهنده آن است که مقدار فلزات صفر بوده و در محاسبه میانگین دخالت داده نشده است.

جدول ۶ - آنالیز فیزیکی پسماندهای عفونی بیمارستان حشمت (وزن: کیلوگرم)

ردیف	تاریخ نمونه‌برداری	پلاستیک	کاغذ	فلزات	منسوجات	شیشه (آمیول)	سیفتی‌باکس	قبل از تفکیک	بعد از تفکیک	دانسیته (کیلوگرم بر مترمکعب)
۱	۹۶/۷/۱	۹	۸/۶	-°	۲۲	۳/۷	۳/۸	۴۷/۱	۴۶/۷	۱۲۱/۳
۲	۹۶/۷/۲	۸	۸/۳	-	۲۱/۳	۳/۸	۳/۵	۴۴/۹	۴۳/۵	۱۱۸/۴
۳	۹۶/۷/۳	۹	۷	۴/۳	۱۶	۳/۶	۳/۶	۴۳/۵	۴۲/۳	۱۱۶/۵
۴	۹۶/۷/۴	۶	۱۱/۳	۲	۲۲	۳/۵	۳/۶	۴۸/۴	۴۷/۷	۱۲۵/۳
۵	۹۶/۷/۵	۱/۶	۹	۴/۳	۲۶	۳/۵	۳/۵	۴۷/۹	۴۶/۸	۱۲۳/۴
۶	۹۶/۷/۶	۶	۵	۶/۳	۲۳	۳/۴	۳/۶	۴۷/۳	۴۶/۷	۱۲۲/۴
۷	۹۶/۷/۷	۳/۳	۵/۳	۹/۶	۲۴	۳/۵	۳/۵	۴۹/۲	۴۸/۷	۱۲۵/۳
۸	۹۶/۱۰/۱	۹/۶	۵	۵	۱۸/۳	۳/۴	۳/۵	۴۴/۸	۴۳/۶	۱۱۸/۹
۹	۹۶/۱۰/۲	۵	۷	۲	۲۵/۳	۳/۴	۳/۶	۴۶/۳	۴۵/۵	۱۲۱
۱۰	۹۶/۱۰/۳	۴	۷/۳	۴/۳	۲۶	۳/۳	۳/۴	۴۸/۳	۴۷/۶	۱۲۴/۴
۱۱	۹۶/۱۰/۴	۳/۳	۸	-	۲۴	۳/۴	۳/۴	۴۲/۱	۴۱/۴	۱۱۹/۵
۱۲	۹۶/۱۰/۵	۸	۵	۳/۶	۲۴/۶	۳/۳	۳/۵	۴۸	۴۷/۷	۱۲۳/۹
۱۳	۹۶/۱۰/۶	۵	۶	۳/۳	۲۱	۳/۲	۳/۴	۴۱/۹	۴۰/۶	۱۱۹/۷
۱۴	۹۶/۱۰/۷	۶	۹	۲	۲۳	۳/۲	۳/۴	۴۶/۶	۴۵/۵	۱۲۲/۱
میانگین (کیلوگرم در روز)	۵/۹	۵/۹	۶/۶	۴/۲	۲۲/۶	۳/۴	۳/۵	۴۶/۱	۴۵/۳	۱۲۱/۶
میانگین درصد وزنی (درصد)	۱۲/۷	۱۴/۳	۹/۱	۴۸/۸	۷/۳	۷/۵	-	-	-	-

* علامت - نشان‌دهنده آن است که مقدار فلزات صفر بوده و در محاسبه میانگین دخالت داده نشده است.

جدول ۷ - آنالیز فیزیکی پسماندهای عفونی بیمارستان پورسینا (وزن: کیلوگرم)

ردیف	تاریخ نمونه‌برداری	پلاستیک	کاغذ	منسوجات	شیشه (آمیول)	سیفتی‌باکس	قبل از تفکیک	بعد از تفکیک	دانسیته (کیلوگرم بر مترمکعب)
۱	۹۶/۷/۱	۴۱/۶	۱۳/۳	۴۳/۳	۵	۵/۵	۱۰۸/۷	۱۰۷/۶	۱۴۲/۴
۲	۹۶/۷/۲	۴۰	۱۷/۳	۴۵	۴/۹	۵/۳	۱۱۲/۵	۱۱۱/۴	۱۰۲/۴
۳	۹۶/۷/۳	۴۲/۶	۱۳/۳	۴۰	۴/۸	۵/۴	۱۰۶/۱	۱۰۵/۷	۱۳۹/۲
۴	۹۶/۷/۴	۴۲	۸/۶	۴۳	۴/۹	۵/۲	۱۰۳/۷	۱۰۲/۵	۱۳۵/۹
۵	۹۶/۷/۵	۴۳/۶	۱۶/۶	۳۹/۳	۴	۴/۴	۱۰۳/۳	۱۰۲/۴	۱۴۴/۳
۶	۹۶/۷/۶	۴۵	۱۴/۶	۴۰	۴/۳	۴/۴	۱۰۸/۳	۱۰۷/۶	۱۳۹
۷	۹۶/۷/۷	۴۲/۶	۱۵/۳	۴۴/۶	۴	۴/۴	۱۱۰/۹	۱۰۹/۵	۱۴۸/۸
۸	۹۶/۱۰/۱	۴۳/۳	۶/۶	۴۲/۶	۴/۱	۴/۳	۱۰۰/۹	۹۹/۷	۱۳۴/۳
۹	۹۶/۱۰/۲	۴۲/۳	۱۰	۴۴/۶	۴/۲	۴/۳	۱۰۵/۴	۱۰۴/۳	۱۴۰/۷
۱۰	۹۶/۱۰/۳	۴۳/۶	۱۳/۳	۴۵	۴/۳	۴/۴	۱۱۰/۶	۱۰۹/۵	۱۴۰/۷
۱۱	۹۶/۱۰/۴	۴۰	۱۰	۴۶/۶	۴/۴	۴/۴	۹۸/۳	۹۷/۲	۱۴۰/۲
۱۲	۹۶/۱۰/۵	۴۰	۱۶/۶	۵۰	۴/۲	۴/۲	۱۰۸/۳	۱۰۷/۶	۱۵۴/۷
۱۳	۹۶/۱۰/۶	۴۵/۳	۸/۶	۴۳	۴	۴/۶	۱۰۵/۶	۱۰۴/۹	۱۴۰/۷
۱۴	۹۶/۱۰/۷	۴۴/۳	۱۰/۶	۴۴/۶	۴/۲	۴/۶	۱۰۸/۳	۱۰۷/۲	۱۴۴/۳
میانگین (کیلوگرم در روز)	۴۲/۲	۱۲/۴	۴۲/۳	۴۰	۴/۴	۴/۳	۱۰۶/۵	۱۰۵/۵	۱۳۹/۱
میانگین درصد وزنی (درصد)	۳۹/۶	۱۱/۶	۴۰	۴/۱	۴/۱	۴	-	-	-

جدول ۸- آنالیز فیزیکی پسماندهای عفونی مرکز خدمات جامع سلامت شهری شماره شش (وزن: کیلوگرم)

ردیف	تاریخ نمونه برداری	پلاستیک	کاغذ	منسوجات	شیشه (آمپول)	سیفتی باکس	قبل از تفکیک	بعد از تفکیک	دانسیته (کیلوگرم بر مترمکعب)
۱	۹۶/۷/۱	۳/۵	۰/۵	۵	۰/۵	۰/۳	۹/۸	۹/۳	۱۳/۷
۲	۹۶/۷/۳	۵/۴	۲	۷	۰/۴	۰/۳	۱۵/۱	۱۴/۵	۲۱/۷
۳	۹۶/۷/۵	۵	۲/۵	۷	۰/۶	۰/۴	۱۵/۵	۱۴/۷	۲۲
۴	۹۶/۷/۷	۵/۵	۳	۸	۰/۴	۰/۳	۱۷/۲	۱۶/۸	۲۴/۶
۵	۹۶/۷/۹	۶	۳	۹	۰/۴	۰/۳	۱۸/۷	۱۷/۹	۲۶/۸
۶	۹۶/۷/۱۱	۷	۴	۱۰	۰/۷	۰/۴	۲۲/۱	۲۱/۷	۳۱/۲
۷	۹۶/۷/۱۳	۷/۵	۳/۵	۱۰	۰/۵	۰/۳	۲۱/۸	۲۱/۳	۳۱/۸
۸	۹۶/۱۰/۱	۶/۵	۳/۷	۱۱	۰/۶	۰/۴	۲۳/۳	۲۲/۹	۳۲
۹	۹۶/۱۰/۲	۷	۳/۸	۱۰	۰/۵	۰/۴	۲۳/۵	۲۲/۸	۳۲
۱۰	۹۶/۱۰/۳	۶	۴	۱۰/۵	۰/۶	۰/۳	۲۱/۴	۲۰/۹	۳۰
۱۱	۹۶/۱۰/۴	۷/۵	۴	۱۱	۰/۵	۰/۳	۲۳/۳	۲۲/۷	۳۳
۱۲	۹۶/۱۰/۵	۷/۸	۳/۹	۱۱	۰/۶	۰/۴	۲۳/۷	۲۲/۲	۳۳/۱۸
۱۳	۹۶/۱۰/۶	۸	۴	۱۱	۰/۶	۰/۴	۲۴	۲۳/۵	۳۴
۱۴	۹۶/۱۰/۷	۷/۵	۴	۱۱/۵	۰/۷	۰/۴	۲۴/۱	۲۳/۶	۳۳/۳
	میانگین (کیلوگرم در روز)	۶/۴	۴/۱	۸/۷	۰/۵	۰/۳	۲۰/۲	۱۹/۶	۲۸/۵
	میانگین، درصد وزنی، (درصد)	۳۱/۶	۲۰/۲	۴۴	۲/۴	۱/۴	-	-	-

جدول ۹- آنالیز فیزیکی پسماندهای عفونی مرکز خدمات جامع سلامت شهری شماره نه (وزن: کیلوگرم)

ردیف	تاریخ نمونه برداری	پلاستیک	کاغذ	منسوجات	شیشه (امپول)	سیفتی باکس	قبل از تفکیک	بعد از تفکیک	دانسته (کیلوگرم بر مترمکعب)
۱	۹۶/۷/۱	۸	۳	۱۲	۰/۹	۰/۴	۲۴/۳	۲۳/۷	۳۳/۳
۲	۹۶/۷/۳	۹	۳/۲	۱۲	۰/۸	۰/۵	۲۵/۵	۲۴/۹	۳۵/۵
۳	۹۶/۷/۵	۹/۵	۳/۵	۱۲/۵	۰/۸	۰/۴	۲۶/۷	۲۵/۳	۳۷/۲
۴	۹۶/۷/۷	۱۰	۴	۱۳	۰/۹	۰/۵	۲۸/۴	۲۷/۸	۳۹/۷
۵	۹۶/۷/۹	۱۰	۳/۵	۱۳	۰/۹	۰/۵	۲۷/۹	۲۷/۳	۳۸/۸
۶	۹۶/۷/۱۱	۱۰	۴/۵	۱۲	۰/۸	۰/۴	۲۷/۷	۲۷/۲	۳۸/۴
۷	۹۶/۷/۱۳	۸	۴	۱۱/۵	۱	۰/۵	۲۵	۲۴/۵	۳۴/۳
۸	۹۶/۱۰/۱	۹	۳/۵	۱۲	۱/۳	۰/۵	۲۶/۳	۲۵/۹	۳۶/۳
۹	۹۶/۱۰/۲	۸	۴	۱۱	۱/۷	۰/۸	۲۵/۵	۲۴/۷	۳۳/۶
۱۰	۹۶/۱۰/۳	۸/۵	۴/۲	۱۱/۵	۰/۸	۰/۴	۲۵/۴	۲۴/۶	۳۵/۳
۱۱	۹۶/۱۰/۴	۹/۳	۵	۱۲	۰/۹	۰/۵	۲۷/۷	۲۶/۹	۳۸/۴
۱۲	۹۶/۱۰/۵	۷/۵	۳	۱۰	۰/۷	۰/۴	۲۱/۶	۲۱/۱	۳۱/۷
۱۳	۹۶/۱۰/۶	۸/۸	۳/۳	۱۰/۵	۰/۹	۰/۶	۲۴/۱	۲۳/۷	۳۲/۶
۱۴	۹۶/۱۰/۷	۸/۳	۴	۱۱	۰/۹	۰/۴	۲۴/۶	۲۳/۳	۳۴/۰/۵
	میانگین (کیلوگرم در روز)	۸/۸	۳/۷	۱۱/۷	۰/۹	۰/۵	۲۵/۷	۲۳/۳	۳۵/۶
	میانگین، درصد وزنی، (درصد)	۳۴/۲	۱۴/۴	۴۵/۵	۳/۵	۲	-	-	-

جدول ۱۰ - آنالیز فیزیکی پسماندهای عفونی مرکز خدمات جامع سلامت شهری شماره یازده (وزن: کیلوگرم)

ردیف	تاریخ نمونه برداری	پلاستیک	کاغذ	منسوجات	شیشه (آمپول)	سفیدی باکس	قبل از تفکیک	بعد از تفکیک	دانسیته (کیلوگرم بر مترمکعب)
۱	۹۶/۷/۱	۹	۳	۱۲	-/۹	-/۴	۲۶/۲	۲۴	۳۵/۵
۲	۹۶/۷/۳	۹	۲	۱۰	-/۸	-/۴	۲۲/۸	۲۱	۳۰/۵۷
۳	۹۶/۷/۵	۷	۳	۸	-/۸	-/۵	۱۹/۹	۱۸	۲۶/۳
۴	۹۶/۷/۷	۱۰	۴	۱۳	۱/۴	-/۷	۲۸/۸	۲۷	۳۹/۲
۵	۹۶/۷/۹	۷/۷	۲	۹	۱/۶	-/۵	۲۰/۸	۱۸/۷	۲۷/۶
۶	۹۶/۷/۱۱	۱۰	۴/۵	۸	-/۸	-/۵	۲۵/۲	۲۲/۵	۳۴/۰
۷	۹۶/۷/۱۳	۸	۳	۸	-/۹	-/۴	۲۲/۳	۱۹	۲۹/۸
۸	۹۶/۱۰/۱	۸	۳/۵	۹/۵	-/۹	-/۵	۲۲/۹	۲۱	۳۰/۷
۹	۹۶/۱۰/۲	۷/۵	۴	۱۰	۱/۴	-/۷	۲۳/۵	۲۱/۵	۳۳/۵
۱۰	۹۶/۱۰/۳	۶/۵	۳	۱۰/۵	-/۸	-/۵	۲۲/۲	۲۰	۲۹/۷
۱۱	۹۶/۱۰/۴	۸/۳	۴	۸	۱/۸	-/۷	۲۲/۷	۲۰/۳	۳۰/۴
۱۲	۹۶/۱۰/۵	۷/۵	۳	۱۰	-/۷	-/۳	۲۳/۴	۲۰/۵	۳۱/۷
۱۳	۹۶/۱۰/۶	۸/۸	۳/۳	۱۰/۵	-/۹	-/۴	۲۴	۲۲/۶	۳۲/۶
۱۴	۹۶/۱۰/۷	۸/۳	۴	۹	-/۹	-/۵	۲۳	۲۱/۳	۳۰/۸
میانگین (کیلوگرم در روز)		۸/۲	۳/۳	۹/۷	۱	-/۵	۲۲/۴	۲۱/۲	۳۱/۶
میانگین درصد وزنی (درصد)		۳۵/۲	۱۴/۱	۴۱/۴	۴/۲	۲/۱	-	-	-

جدول ۱۱ - مقایسه میانگین اجزای پسماندهای عفونی در مراکز بیمارستانی و خدمات جامع سلامت شهری رشت

ردیف	نام بیمارستان	پلاستیک	کاغذ	فلزات	منسوجات	شیشه (آمپول)	سفیدی باکس	وزن کل (کیلوگرم)		دانسیته (کیلوگرم بر مترمکعب)
								قبل از تفکیک	بعد از تفکیک	
۱	رازی	میانگین (کیلوگرم)	۵۳/۹	۳/۴	۲/۴	۳۴/۷	۳	۳/۴	۱۰۰/۸	۱۱۷/۹
		درصد	۵۳/۴	۳/۳	۲/۳	۳۴/۴	۲/۹	۳/۳	-	-
۲	الزهرا	میانگین (کیلوگرم)	۲۰/۱	۳/۲	۲	۱۵/۲	۲/۹	۳/۴	۴۶/۳	۱۱۰/۵
		درصد	۴۳/۳	۶/۷	۴/۳	۳۲/۷	۶/۲	۷/۳	-	-
۳	۱۷ شهریور	میانگین (کیلوگرم)	۱۸	۳/۲	۱/۵	۲۰/۸	۲/۱	۲	۴۷/۶	۱۰۷
		درصد	۳۷/۸	۶/۷	۳/۱	۴۳/۶	۴/۴	۴/۲	-	-
۴	ولایت	میانگین (کیلوگرم)	۷/۳	۳/۶	۲/۵	۲/۹	۱/۸	۲/۱	۲۰/۲	۸۲/۷
		درصد	۳۶/۱	۱۷/۸	۱۲/۳	۱۴/۳	۸/۹	۱۰/۳	-	-
۵	امیرالمومنین	میانگین (کیلوگرم)	۴/۱	۶/۴	-/۸	۲/۸	۳/۵	۳/۶	۲۱/۱	۱۱۸/۳
		درصد	۱۹/۴	۳۰/۳	۳/۷	۱۳/۲	۱۶/۵	۱۷	-	-
۶	حشمت	میانگین (کیلوگرم)	۵/۹	۶/۶	۴/۲	۲۲/۶	۳/۴	۳/۵	۴۶/۱	۱۲۱/۶
		درصد	۱۲/۷	۱۴/۳	۹/۱	۴۸/۸	۷/۳	۷/۵	-	-
۷	پورسینا	میانگین (کیلوگرم)	۴۲/۲	۱۲/۴	-°	۴۳/۴	۴/۴	۴/۳	۱۰۶/۵	۱۳۹/۱
		درصد	۳۹/۶	۱۱/۶	-	۴۰	۴/۱	۴	-	-
۸	مرکز شش	میانگین (کیلوگرم)	۶/۴	۴/۱	-	۸/۷	-/۵	-/۳	۲۰/۲	۲۸/۵
		درصد	۳۱/۶	۲۰/۲	-	۴۴	۲/۴	۱/۴	-	-
۹	مرکز نه	میانگین (کیلوگرم)	۸/۸	۳/۷	-	۱۱/۷	-/۹	-/۵	۲۵/۷	۳۵/۶
		درصد	۳۴/۲	۱۴/۴	-	۴۵/۵	۳/۵	۲	-	-
۱۰	مرکز یازده	میانگین (کیلوگرم)	۸/۲	۳/۳	-	۹/۷	۱	-/۵	۲۳/۴	۳۱/۶
		درصد	۳۵/۲	۱۴/۱	-	۴۱/۴	۴/۲	۲/۱	-	-
میانگین وزن (کیلوگرم در روز)		۱۷/۳	۴/۸	۲/۱	۱۷/۱	۲/۲	۲/۳	۴۵/۸	۴۴/۶	۹۲/۹
انحراف معیار		۱۳/۵	۲/۷	۱/۲	۱۲/۴	۱/۴	۱/۴	۳۰/۳	۳۰/۶	۴۴/۱
درصد کل (درصد)		۳۷/۷	۱۰/۴	۴/۵	۳۷/۳	۴/۸	۵	-	-	-

* علامت - نشان دهنده آن است که مقدار فلزات صفر بوده و در محاسبه میانگین دخالت داده نشده است.

جدول ۱۲ - سرانه پسماند عفونی در بیمارستان ها با توجه به تعداد تخت فعال

نام بیمارستان	تعداد تخت فعال	پلاستیک	کاغذ	فلزات	منسوجات	شیشه	سیفتی باکس
رازی	۲۹۶	۱۸۲	۱۱	۸/۱	۱۱۷	۱۰/۱	۱۱/۴
الزهرا	۱۳۹	۱۴۴	۲۳	۱۴/۳	۱۰۹	۲۰/۸	۲۴/۴
۱۷ شهریور	۱۴۰	۱۲۸	۲۲/۸	۱۰/۷	۱۴۸	۱۵	۱۴/۲
ولایت	۷۰	۱۰۴	۵۱	۳۵/۷	۴۱	۲۵/۷	۳۰
امیرالمومنین	۶۲	۶۶/۱	۱۰۳	۱۲/۹	۴۵/۱	۵۶/۴	۵۸
حشمت	۱۴۰	۴۲	۴۷	۳۰	۱۶۱	۲۴/۲	۲۵
پورسینا	۳۱۴	۱۳۴	۳۹	-*	۱۳۷	۱۴	۱۳/۶
میانگین	۱۶۵/۸	۱۱۴/۳	۴۲/۴	۱۸/۶	۱۰۸/۳	۲۳/۷	۲۳/۳
انحراف معیار	۹۳/۲	۴۴/۲	۲۸	۱۰/۳	۴۴/۳	۱۴/۳	۱۵/۶

* علامت - نشان دهنده آن است که مقدار فلزات صفر بوده و در محاسبه میانگین دخالت داده نشده است.

جدول ۱۳ - غلظت فلزات سنگین در شیرابه پسماندهای عفونی مراکز مورد مطالعه (میکروگرم بر لیتر)

فصل	نام بیمارستان	Cu	Zn	Ni	Cr	Pb	Cd	Hg
پاییز	امیرالمومنین	۳۲	۲۰۸	۵	۸	۵۰	۱	۹
	پورسینا	۴۶	۳۴۵	۱۱	۱۵	۴۵	۱	۵
	حشمت	۱۲	۲۹۹	۲۰	۳۱	۲۸	ND	۳
	الزهرا	۱۶	۹۰۴	۳۸	۵۲	۳۶	۲	۱۲
	رازی	۷	۴۴۹	۱۷	۱۸	۴۰	ND	۸
	۱۷ شهریور	۸	۲۲۷	۲۱	۲۸	۳۳	ND	۱۰
	ولایت	۵	۱۹۳	۲۴	۲۹	۱۹	۳	۱۷
زمستان	امیرالمومنین	۱۲	۱۲۹	۲۵	ND	۱۱	۱	۱۰
	پورسینا	۱۴	۲۰۳	۵۶	۷	۱۰	ND	۱۵
	حشمت	۳۰	۴۶۷	۱۱۴	۶۰	۱۲	۳	۳۴
	الزهرا	۲۸	۲۶۵	۱۱۳	۴۲	۱۳	۳	۳۵
	رازی	۱۴	۵۸۳	۵۸	۴۴	۱۴	۵	۲۰
	۱۷ شهریور	۳۴	۳۴۶	۱۱۷	۷۴	۱۵	۵	۴۱
	ولایت	۵۶	۶۵۶	۱۵۴	۶۳	۳۱	۵	۷۱
میانگین (میکروگرم بر لیتر)								
		۲۲/۴	۳۷۶/۷	۵۵/۲	۳۶/۲	۲۶/۲	۲/۹	۲۰/۷
		۲۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰	-
		۲۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰	-
		۴۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۰۰	۱۰

استاندارد آبیاری ایران ۱۹۹۴ (میکروگرم بر لیتر)
 استاندارد آبیاری (WHO, 2006) (میکروگرم بر لیتر)
 استاندارد آبیاری (USEPA, 1996) (میکروگرم بر لیتر)

بحث و نتیجه گیری

به طور کلی، تحلیل داده های ارائه شده نشان می دهد که تفاوت های قابل توجهی در میزان تولید پسماندهای عفونی بیمارستان ها و مراکز سلامت وجود دارد که این تفاوت ها می تواند عمدتاً ناشی از عواملی مانند روش های مدیریت پسماند، نوع خدمات ارائه شده در بیمارستان ها، تعداد تخت های فعال و عوامل دیگر باشد. در این مطالعه، نتایج به دست آمده همسو با برخی تحقیقات پیشین در زمینه ترکیب پسماندهای بیمارستانی است. در مطالعه ای توسط Rabeie و همکاران (۲۰۱۲) که با موضوع تعیین ترکیب پسماندهای بیمارستانی در شهر آمل انجام شد، نتایج نشان داد که پسماندهای پلاستیکی بالاترین درصد اجزای پسماند تولیدی در بیمارستان های منتخب این شهر را به خود اختصاص داده اند. این یافته ها با نتایج مطالعه Altin و همکاران (۲۰۰۳) نیز همخوانی دارد که در آن، پلاستیک با ۴۱/۲ درصد، بالاترین سهم را در ترکیب پسماندهای بیمارستانی داشت. همچنین در مطالعه ای دیگر که به بررسی آنالیز کمی و کیفی پسماندهای آزمایشگاه های تشخیص طبی شهر رشت پرداختند (Nabizadeh et al., 2012)، نتایج مطالعه نشان داد که بیشترین درصد متعلق به پسماندهای پلاستیکی بوده است. در مطالعه ای که در زمینه بررسی خصوصیات پسماندهای پزشکی در بیمارستان های منتخب شهر تبریز انجام شد (Taghipour and Mosaferi, 2009)، ترکیب میانگین پسماندهای خطرناک- عفونی شامل ۳۵/۷۲ درصد پلاستیک، ۲۰/۸۴ درصد منسوجات، ۱۶/۷۰ درصد مایعات، ۱۱/۳۶ درصد کاغذ/مقوا، ۷/۱۷ درصد شیشه، ۱/۳۵ درصد اجسام تیز و ۶/۸۶ درصد سایر موارد به دست آمد. نتایج مطالعه ای که به بررسی پسماندهای پزشکی تولید شده در ۱۴ بیمارستان سیستان و بلوچستان پرداخت (Bazrafshan and Kord Mostafapoor, 2010)، نشان داد که پلاستیک (۴۳/۸۲ درصد)، پسماند غذایی (۱۹/۰۸ درصد)، منسوجات (۱۸/۱۵ درصد) و کاغذ/مقوا (۶/۱۲ درصد) بیشترین سهم را

در پسماندهای خطرناک-عفونی دارند. یافته‌های به‌دست آمده از مطالعه Dehghani و همکاران (۲۰۰۸) یافته‌های سایر محققان را در مورد درصد پلاستیک و کاغذ و مقوا تأیید می‌نماید. براساس این یافته‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که برای کاهش و به‌حداقل رساندن نرخ تولید پسماندهای خطرناک-عفونی، باید توجه بیشتری به مدیریت و آموزش کارکنان صورت گیرد. پلاستیک و منسوجات به‌ترتیب بیشترین سهم را در پسماندهای عفونی این مطالعه داشتند. این امر نشان می‌دهد که با اجرای سیاست‌هایی مانند محدودیت در خرید و انتخاب روش‌ها یا مواد مصرفی با هدررفت کمتر، می‌توان میزان قابل‌توجهی از پسماندهای عفونی را کاهش داد. همچنین مشاهدات این مطالعه نشان داد که جداسازی انواع مختلف پسماندها به شکل رضایت‌بخشی انجام نشده است. این موضوع یکی از مشکلات مهم در بسیاری از بیمارستان‌های ایران است و عدم جداسازی صحیح پسماندهای عفونی و غیرعفونی در مبدأ باعث افزایش درصد اجزای پسماندهای عفونی می‌شود.

نتایج به‌دست آمده از بررسی غلظت فلزات سنگین در شیرابه پسماندهای عفونی نشان می‌دهد که به‌جز جیوه، تمامی فلزات سنگین مورد بررسی (مانند مس، سرب، نیکل و غیره) در محدوده استانداردهای آبیاری ایران (Wastewater effluent standard, 1994)، سازمان بهداشت جهانی (WHO, 2006) و آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا (USEPA, 1996) قرار دارند. اما غلظت جیوه در نمونه‌های شیرابه پسماندهای عفونی، بالاتر از حد مجاز USEPA بود که این امر به دلیل خاصیت سمی بالای جیوه، نگرانی‌های جدی محیط‌زیستی به‌همراه دارد. مطالعه‌ای که در عراق انجام شد (Fayyadh and Kosaj, 2021)، غلظت شش فلز سنگین شامل سرب، مس، نیکل، روی، آهن و کبالت نیز از حد مجاز USEPA فراتر رفت، که نشان‌دهنده تأثیر بالای این فلزات در محیط‌زیست و منابع آبی اطراف است. همچنین در مطالعه Xiao و Tan (۲۰۱۲)، مس، سرب و جیوه به‌عنوان فلزات سنگینی که بیشترین خطر را از منظر آلودگی شیرابه و تأثیرات محیط‌زیستی دارند، معرفی شدند.

پسماندهای با محتوای بالای فلزات سنگین یک زیرشاخه از پسماندهای شیمیایی خطرناک و بسیار سمی به‌شمار می‌روند. برخی از آنها مانند پسماندهای جیوه به‌واسطه نشت از تجهیزات پزشکی نظیر ابزار سنجش الکترونیکی (دماسنج، دستگاه اندازه‌گیری فشارخون و غیره) تولید می‌شوند (Makanjuola et al., 2021; Ghali et al., 2023). بیشترین مقدار جیوه در مانومترهای Sphgmo به‌مقدار ۸۰-۱۰۰ گرم به‌ازای هر دستگاه وجود دارد (World Health Organization. Water and Health, 2005). جهت کاهش غلظت جیوه در شیرابه خروجی، بهترین روش کاهش تولید و تفکیک در مبدأ چنین پسماندهایی می‌باشد. براساس یافته‌های این پژوهش، برای کاهش جیوه در پسماندهای عفونی و شیرابه آن، اقداماتی چندگانه می‌بایست اتخاذ شود. ابتدا، باید استفاده از تجهیزات پزشکی حاوی جیوه کاهش یابد و جایگزین‌های با سمیت کمتر (استفاده از دماسنج‌های دیجیتال و استفاده از لامپ‌های کم مصرف ال‌ای‌دی به‌جای لامپ‌های فلورسنت) معرفی و استفاده شوند. علاوه بر این، آموزش کارکنان در خصوص مدیریت و تفکیک صحیح پسماندها، به‌ویژه پسماندهای شیمیایی و خطرناک، می‌تواند به‌طور مستقیم در کاهش غلظت جیوه در پسماندها و متعاقباً در شیرابه آنها مؤثر باشد. نظارت دقیق بر فرآیند جمع‌آوری و ذخیره‌سازی پسماندهای حاوی جیوه، و رعایت استانداردهای ایمنی و بهداشتی برای جلوگیری از انتشار آن به محیط‌زیست، نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Sharma, 2013). ضرورت دارد که برای کنترل آلودگی فلزات سنگین به‌ویژه جیوه، روش‌های مدیریتی مؤثرتری در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی اعمال شود، چرا که کنترل انتشار این فلزات از طریق بهبود سیستم‌های تصفیه و مدیریت پسماندها می‌تواند به کاهش خطرات محیط‌زیستی کمک کند. براساس نتایج آنالیز کمی و کیفی پسماندهای عفونی مراکز بهداشتی و درمانی، جهت کنترل آلودگی‌های بعدی ناشی از پسماندهای بیمارستانی روش‌های تفکیک مناسب این نوع پسماندها به‌طور خلاصه در ادامه ارائه شده است. پسماندهای عفونی و پسماندهای شیمیایی بایستی در کیسه پسماند مقاوم زرد رنگ جمع‌آوری و در مخزن زرد رنگ دارای علامت مخصوص، قابل شستشو و ضدعفونی، نگهداری شوند. پسماندهای نوک تیز و برنده صرف نظر از اینکه آلودگی داشته یا نداشته باشد در جعبه یا محفظه مقاوم مخصوص جمع‌آوری گردد. ظروف جمع‌آوری این اجسام باید ضد سوراخ شدن بوده و درپوش مناسب داشته باشد و جنس این ظروف به‌قدری سخت و نفوذناپذیر باشد که نه تنها اجسام برنده و نوک تیز بلکه هر گونه بقایای آب‌گونه‌های موجود در سرنگ‌ها را در خود نگه دارد. پسماندهای معمولی یا شبه‌خانگی بایستی در کیسه پسماند مقاوم مشکی رنگ جمع‌آوری و در مخزن آبی رنگ قابل شستشو و ضدعفونی، نگهداری شود (Azmal et al., 2014; Adu et al., 2020).

به طور کلی با توجه به ویژگی های پسماندهای تولید شده در مراکز منتخب شهر رشت، مشکلات محیط زیستی موجود و محدودیت های بودجه ای، ضروری است که اجرای برنامه های مدیریت کارآمد، آموزش کارکنان و تفکیک اصولی پسماندها که قبلاً بیان شد در اولویت قرار گیرد. این اقدامات نه تنها می توانند هزینه های تصفیه و دفع را کاهش دهند، بلکه به طور مؤثری خطرات مرتبط با پسماندهای خطرناک و عفونی را نیز کاهش خواهند داد. همچنین با توجه به بالا بودن میانگین جیوه در شیرابه توصیه می گردد تمهیدات لازم جهت کنترل و کاهش میزان تولید پسماندهای خطرناک صورت گیرد که متعاقباً منجر به کاهش غلظت جیوه در شیرابه های خروجی خواهد شد.

سپاسگزاری

این مطالعه برگرفته از پایان نامه مصوب دانشگاه علوم پزشکی گیلان با کد اخلاق IR.GUMS.REC.1396.71 می باشد. نویسندگان مراتب قدردانی خود را از این دانشگاه اعلام می نمایند.

References

- Adu, R.O., Gyasi, S.F., Essumang, D.K., Otabil, K.B., 2020. Medical Waste-Sorting and Management Practices in Five Hospitals in Ghana. *Journal of environmental and public health* 2020(1), 2934296.
- Altin, S., Altin, A., Elevli, B., Cerit, O., 2003. Determination of Hospital Waste Composition and Disposal Methods: a Case Study. *Polish Journal of Environmental Studies* 12(2), 251-255.
- Ammar, M.B., Dick, B.A., Sidi, Y.M.O., Dieh, H., Mohamed, L., Lemine, Y., Sadegh, V., Fekhaoui, M., 2022. Physico-Chemical Characterization of Medical Solid Waste Leachate: Case of the Hospital de l'Amitié of Nouakchott, Mauritania. *Journal of Ecological Engineering* 23(8), 181-186.
- Azmal, M., Kalthor, R., Dehcheshmeh, N. F., Goharinezhad, S., Heidari, Z.A., Farzianpour, F., 2014. Going toward green hospital by sustainable healthcare waste management: segregation, treatment and safe disposal. *Health* 6(19), 2632-2640.
- Bazrafshan, E., Kord Mostafapoor, F., 2010. Survey of medical waste characterization and management in Iran: a case study of Sistan and Baluchestan Province. *Waste Management & Research* 29(4), 442-450.
- Costa, A.M., Da Costa E Silva, C.A.M., Alves Daflon, S.D., Quintaes, B.R., Ferreira, J.A., Campos, J.C., 2019. Evaluation of toxic potential of leachate originating from experimental landfill cells containing household waste and healthcare waste. *Waste Management & Research* 37(10), 1003-1011.
- Dehghani, M.H., Azam, K., Changani, F., Dehghani Fard, E., 2008. Assessment of medical waste management in educational hospitals of Tehran university medical sciences. *Journal of Environmental Health Science & Engineering* 5(2), 131-136.
- Farhani, P., Jozi, S.A., Malmasi, S., 2019. Presentation of Strategic Management Program for Disposal of Hospital Wastes Using Combination of SPACE and Freeman Methods. (Case Study Dr. Shariati Hospital of Tehran). *Journal of Environmental Science and Technology* 21(10), 115-125.
- Fauziah, S. H., Emenike, C. U., Agamuthu, P., 2013. Leachate risk and identification of accumulated heavy metals in *Pangasius sutchi*. *Waste Management & Research* 31(10), 75-80.
- Fayyadh, A.H., Kosaj, A.D., 2021. Estimation of heavy metals concentration in medical waste. *AIP Conference Proceedings* 2372(1).
- Ghali, H., Cheikh, A.B., Bhiri, S., Bouzgarrou, L., Rejeb, M.B., Gargouri, I., Latiri, H.S., 2023. Health and environmental impact of hospital wastes: Systematic review. *Dubai Medical Journal* 6(2), 67-80.
- Gworek, B., Dmuchowski, W., Koda, E., Marecka, M., Baczewska, A.H., Brągoszewska, P., Sieczka, A., Osiński, P., 2016. Impact of the Municipal Solid Waste Łubna Landfill on Environmental Pollution by Heavy Metals. *Water (Switzerland)* 8(10), 470.
- Kizlary, E., Iosifidis, N., Voudrias, E., Panagiotakopoulos, D., 2005. Composition and production rate of dental solid waste in Xanthi, Greece: variability among dentist groups. *Waste Management* 25(6), 582-591.

- Makanjuola, J.O., Ekowmenhenhen, U.I., Enone, L.L., Umesi, D.C., Ogundana, O.M., Arotiba, G.T., 2021. Mercury hygiene and biomedical waste management practices among dental health-care personnel in public hospitals in Lagos State, Nigeria. *African Health Sciences* 21(1), 457-469.
- Nabizadeh, R., Binesh Brahmand, M., Hosseini, S., 2012. The Qualitative-Quantitative Analysis and the Study of Personnel's Awareness of the Management Strategies of the Wastes of Medical Diagnostic Laboratories of Rasht, in 2009. *Qom University of Medical Sciences Journal* 5(4), 27-33. (In Persian)
- Naveen, B., Mahapatra, D.M., Sitharam, T., Sivapullaiah, P., Ramachandra, T., 2017. Physico-chemical and biological characterization of urban municipal landfill leachate. *Environmental Pollution* 220(Pt A), 1-12.
- Rabeie, O.L., Miranzadeh, M.B., Fallah, S.H., Dehqan, S., Moulana, Z., Amouei, A., Mohammadi, A.A., Ali Asgharnia, H., Babaie, M., 2012. Determination of Hospital Waste Composition and Management in Amol City, Iran. *Health Scope* 1(3), 127-131.
- Rajan, R., Robin, D.T.M.V., 2019. Biomedical waste management in Ayurveda hospitals – current practices and future perspectives. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine* 10(3), 214-221.
- Rakhshan, S., Farmani, N., Asadi, A., 2020. Investigation of the Hospital Waste Management in Iran: a Case Study of the Kermanshah Province During 2015-16 Years. *Journal of Environmental Health Engineering* 7(4), 443-454. (In Persian)
- Sardar, K., Ali, S., Hameed, S., Afzal, S., Fatima, S., Shakoore, M.B., Bharwana, S.A., Tauqeer, H.M., 2013. Heavy metals contamination and what are the impacts on living organisms. *Greener Journal of Environmental Management and Public Safety* 2(4), 172-179.
- Shakiba, M., Mohagheghian, A., 2018. Hospital Waste Generation and Management Status in Rasht, North of Iran. *Caspian Journal of Health Research* 3(1), 20-23.
- Sharma, D., 2013. Generation of hospital waste: An awareness impact on health and environmental protection. *National Journal of Community Medicine* 4(1), 185-188.
- Taghipour, H., Mosafari, M., 2009. Characterization of medical waste from hospitals in Tabriz, Iran. *Science of the Total Environment* 407(5), 1527-1535.
- Talalaj, I.A., 2015. Release of heavy metals from waste into leachate in active solid waste landfill. *Environment Protection Engineering* 41(1), 83-93.
- Tan, Z., Xiao, G., 2012. Leaching characteristics of fly ash from Chinese medical waste incineration. *Waste Management & Research* 30(3), 285-294.
- Teimori-Boghsani, G., Masoud, F., Ali, A., Vahabi Shekarloo, M., Nourian, R., Ali, K., Karimi, K., Abdolhamid, K.K., 2014. Review of hospital waste management in Iran. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences* 8(6), 649-655.
- Torkashvand, J., Pasalari, H., Jonidi-Jafari, A., Kermani, M., Nasri, O., Farzadkia, M., 2020. Medical waste management in Iran and comparison with neighbouring countries. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 102(12), 2805-2818.
- USEPA, 1996. Maximum permissible limits for heavy metals, NOM-001-ECOL-1996. Wastewater Effluent Standard, I. 1994.
- WHO, 2006. World Health Organization. Regional Office for the Eastern Mediterranean. A compendium of standards for wastewater reuse in the Eastern Mediterranean Region., <https://iris.who.int/handle/10665/116515>.
- World Health Organization. Water, S., Health, T., 2005. Mercury in health care : policy paper. Geneva: World Health Organization.
- Yousefi, Z., Avak Rostami, M., 2017. Quantitative and qualitative characteristics of hospital waste in the city of Behshahr-2016. *Environmental Health Engineering and Management Journal* 4(1), 59-64.