ارزیابی مخاطرات واحد پسماند پزشکی سازمان مدیریت پسماند با استفاده از تکنیک FMEA

ساناز کشاورزمعتمد[۱]، سمیرا قیاسی[۲*]، فرشاد هاشم‌زاده[۳]

چکیده

مقدمه: پسماندهای بیمارستانی یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های ناشی از فرآیندهای بیمارستانی هستند. هدف از این مطالعه ارزیابی ریسک‌های بهداشتی، ایمنی و زیست‌محیطی (HSE) واحد پسماند پزشکی بوده است.

روش: این مطالعه مقطعی در سال ۱۳۹۹ انجام شده است. ابزار مورد مطالعه شامل تکنیک تجزیه‌وتحلیل حالات بالقوه خطا و اثرات ناشی از آن (FMEA) بود. این مطالعه در سه بخش جمع‌آوری، پردازش و دفن واحد پسماند پزشکی سازمان مدیریت پسماند شهر تهران انجام شده است.

یافته‌ها: نتایج FMEA نشان داد بیشترین سطح ریسک (RPN) زیست‌محیطی در بخش‌های جمع‌آوری، پردازش و دفن به ترتیب ۲۴۵، ۳۹۲ و ۲۹۴ برآورد شده است. بعلاوه، کمترین سطح ریسک زیست‌محیطی در این سه بخش به ترتیب ۱۴۴، ۸۰ و ۶۰ محاسبه شد. نتایج FMEA نشان داد بیشترین سطح ریسک ایمنی و بهداشتی در بخش‌های جمع‌آوری، پردازش و دفن به ترتیب ۲۵۲، ۴۲۰ و ۴۲۰ محاسبه شد. همچنین، کمترین سطح ریسک ایمنی و بهداشتی در هر سه بخش RPN=۹۰ محاسبه شد.

نتیجه‌گیری: یافته‌های مطالعه بیانگر این بود که سطح ریسک پسماندهای بیمارستانی در محیط مورد مطالعه بالا می‌باشد؛ بنابراین، کاهش بروز پیامدهای زیان‌بار مرتبط با این پسماندها بایستی در اولویت سیستم مدیریت پسماند قرار گیرد.

واژگان کلیدی: مخاطرات، ریسک، بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE)، تکنیک FMEA، پسماندهای پزشکی

مقاله پژوهشی

CC BY

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۱۵

ارجاع:
کشاورزمعتمد ساناز، قیاسی سمیرا، هاشم‌زاده فرشاد. ارزیابی مخاطرات واحد پسماند پزشکی سازمان مدیریت پسماند با استفاده از تکنیک FMEA. بهداشت کار و ارتقاء سلامت ۱۴۰۱؛ ۶(۲): ۱۵۷-۱۶۸.

[۱] گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران
[۲] گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران
[*] (نویسنده مسئول: s.ghiasi@iauctb.ac.ir)
[۳] گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10303]

مقدمه

مدیریت پسماند پزشکی یکی از پیچیده‌ترین بخش‌هایی است که سیستم مدیریت پسماند و افراد درگیر در آن را به چالش می‌کشاند، زیرا در ارتباط با جمعیتی است که بیمار شده‌اند و نیاز به مراقبت پزشکی دارند. هرچند، پسماندهای پزشکی سهم نسبتاً کمی از کل پسماندهای تولید شده در یک جامعه دارد، ولی مدیریت پسماندهای پزشکی یک موضوع مهم و بحرانی در سراسر جهان در نظر گرفته شده است. پسماندهای بهداشتی-درمانی به دلیل ماهیت خطرناک آن از اولویت و تقدم بیشتری در مدیریت پسماند برخوردار است. مدیریت پسماندهای بهداشتی-درمانی به دلیل عامل عفونت و سمیّت، یک ضرورت محسوب می‌شود (۱, ۲).

طبق اعلام سازمان بهداشت جهانی ۸۵/۰٪ کل پسماندهای تولید شده ناشی از فعالیت‌های بهداشتی-درمانی جزء پسماند عادی و ۱۵/۰٪ باقیمانده شامل پسماندهای خطرناک در نظر گرفته می‌شود که ممکن است عفونی، سمی و یا رادیواکتیو باشند (۳). پسماندهای بهداشتی-درمانی به طور بالقوه حاوی میکروارگانیسم‌هایی هستند که می‌توانند به بیماران بستری در بیمارستان‌ها، کارگران بهداشتی و کارکنان خدمات سرایت کرده و سلامت عموم مردم را نیز به خطر بیندازند. خطرات ایمنی، زیست‌محیطی و بهداشتی دیگری که با پسماندها و عوارض ناشی از آن‌ها در ارتباط است شامل گسترش میکروارگانیسم‌های مقاوم به دارو از طریق تجهیزات و وسایل پزشکی، سوختگی ناشی از تشعشع، آسیب‌های ناشی از اشیای نوک تیز و برنده مصرف شده، سمیت و آلودگی ناشی از رها شدن فراورده‌های دارویی به ویژه داروهای آنتی‌بیوتیک و سایکوتوکسیک، سمیت و آلودگی از طریق فاضلاب‌ها و اجزاء و ترکیبات سمی از قبیل جیوه و دیوکسین که از زباله سوزها انتشار می‌یابد (۴, ۵).

مدیریت پسماندهای بیمارستانی شامل مجموعه مقررات منسجم و نظام‌یافته درزمینهٔ مراحل تولید، نگهداری، جمع‌آوری، حمل‌ونقل، بازیافت و دفع مواد زائد جامد مطابق با بهترین اصول بهداشت همگانی، اقتصاد، حفاظت از منابع، زیباشناختی و سایر نیازهای زیست محیطی برای عموم مردم است (۶, ۷). نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد ناکارآمدی در مدیریت پسماندهای بیمارستانی می‌تواند علاوه بر تأثیرات سوء بهداشتی، باعث بروز اثرات زیان‌بار ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی گردد (۸, ۹). مسئله تفکیک، جمع‌آوری و حمل‌ونقل، پردازش پسماند عادی پزشکی و دفع بهداشتی پسماند بیمارستانی از سه دیدگاه شامل اطمینان از بهداشتی بودن خدمات و عدم ابتلا به عفونت‌های بیمارستانی، حفظ سلامت کسانی که در این مراکز انجام وظیفه می‌نمایند و جلوگیری از بروز مخاطرات زیست‌محیطی حائز اهمیت است (۱, ۶, ۷)؛ بنابراین، مدیریت آن به عنوان یک مسئله مهم در موضوع سلامت عمومی در نظر گرفته می‌شود.

ارزیابی ریسک یکی از ارکان اصلی سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست می‌باشد که هدف آن شناسایی، ارزیابی و کنترل عوامل مخاطره‌آمیزی است که سلامت و ایمنی کارکنان را در صنعت تحت تأثیر قرار داده و اثرات زیان‌بار را تحمیل می‌کند. ارزیابی ریسک به عنوان فرآیند ارزشیابی ریسک‌های ناشی از مخاطرات موجود در محیط کار با در نظر گرفتن اقدامات کنترلی موجود و تصمیم‌گیری در مورد قابل قبولی بودن یا نبودن آن می‌باشد. برای تصمیم‌گیری در مورد اقدامات کنترلی و حفاظت از محیط زیست و سلامتی مردم در برابر عوارض سوء ناشی از پسماندهای بیمارستانی، لازم است ریسک ناشی مواجهه با این مواد به طور اختصاصی مورد ارزیابی قرار گیرد، زیرا بدون انجام ارزیابی ریسک، زمان و منابع صرف خطرات کم اهمیت‌تر شده و از مخاطرات مهم و قابل توجه غفلت می‌شود (۱۰, ۱۱). این مطالعه با هدف شناسایی مخاطرات و ارزیابی ریسک‌های بهداشتی، ایمنی و زیست‌محیطی واحد پسماند پزشکی سازمان مدیریت پسماند شهر تهران طراحی و انجام شده است.

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10303]

روش بررسی

این پژوهش یک مطالعه مقطعی و توصیفی-تحلیلی بوده است که در سه بخش جمع‌آوری و حمل‌ونقل، پردازش پسماندهای عادی پزشکی و دفن پسماندهای عفونی سازمان مدیریت پسماند شهر تهران و با استفاده از تکنیک تجزیه‌وتحلیل حالات بالقوه خطا و اثرات ناشی از آن (Failure Mode and Effects Analysis) در سال ۱۳۹۹ انجام شده است. با توجه به اینکه تا کنون مطالعه‌ای با استفاده از تکنیک FMEA در واحد پسماند پزشکی و در بخش مدیریت پسماند انجام نشده است، لذا پژوهش حاضر جهت ارزیابی و اولویت‌بندی مخاطرات بهداشتی، ایمنی و زیست‌محیطی (HSE) در این سه بخش انجام شده است.

۱-۲- روش اجرای مطالعه

گام‌های اجرایی این مطالعه به شرح ذیل بود:

۱) بررسی اولیه و شناخت بخش‌های مدیریت پسماند پزشکی
۲) شناسایی مخاطرات HSE با استفاده از مشاهده، مصاحبه و چک‌لیست
۳) ارزیابی ریسک مخاطرات HSE با استفاده از تکنیک FMEA
۴) تعیین سطوح ریسک‌های HSE با استفاده تکنیک FMEA

پسماندهای پزشکی به چهار دسته پسماند عفونی، پسماند تیز و برنده، پسماند شیمیایی و دارویی و پسماند عادی تقسیم می‌شوند. حذف این پسماندها در دو مرحله توسط بیمارستان و شهرداری انجام می‌شود. در مرحله اول، پسماندها در بیمارستان با روش‌های مختلف بی‌خطر می‌شوند و در مرحله دوم پسماندهای بی‌خطر شده توسط سازمان مدیریت پسماند انجام می‌شود. پسماند شبه‌خانگی جداگانه و با اصول خاصی جمع‌آوری و به‌وسیله کامیون‌های سازمان مدیریت پسماند همراه با پسماند خانگی بارگیری، حمل و دفع می‌گردد. کلیه پسماند عفونی و نوک‌تیز خورد شده و با کامیون‌های ویژه که با علامت ویژه پسماند عفونی طراحی شده، حمل و به محل دفع منتقل و در ترانشه‌های ویژه با استفاده از پودر آهک دفن می‌شوند. شناسایی خطرات با توجه به فعالیت‌های موجود در هر بخش و همچنین حوادث و شبه‌حوادث رخ داده شده در ۵ سال گذشته انجام شده است. گروه مطالعه شامل ۱۲ متخصص درزمینهٔ ارزیابی ریسک‌های HSE بودند.

FMEA یکی از تکنیک‌های ارزیابی ریسک بوده و به عنوان یک ابزار قدرتمند برای شناسایی عملکرد اجزای مهم و خطاهای منجر به پیامدهای نامطلوب بکار می‌رود. شاخص ریسک در این تکنیک شامل عدد اولویت ریسک (Risk Periority Number) بوده و با استفاده از سه پارامتر شدت اثر (Severity) و احتمال وقوع (Occurrence) و قابلیت کشف (Detection) مورد سنجش و ارزیابی قرار می‌گیرد (۱۲, ۱۳). در این مطالعه تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از تکنیک FMEA انجام شده است (جدول ۳-۱).

رابطه ۱ $RPN = O \times S \times D$

RPN: عدد اولویت ریسک؛ S: شدت اثر؛ O: احتمال وقوع؛ D: قابلیت کشف

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10303]

جدول ۱: رتبه‌بندی احتمال وقوع (۱۲)

رتبه	نرخ خرابی	احتمال خرابی
۱۰	بیش از ۱ در ۲	خیلی بالا: خرابی اصولاً اجتناب‌ناپذیر است
۹	۱ از ۳	
۸	۱ از ۸	بالا: معمولاً مرتبط با فرایندهایی است که دارای خرابی مشابه با فرایندهای دیگر می‌باشند (تکراری)
۷	۱ از ۲۰	
۶	۱ از ۸۰	متوسط: معمولاً مرتبط با فرایندهایی است که مشابه فرایندهای دیگر انتظار خرابی‌های موردی از آن‌ها می‌رود، ولی تعداد آن‌ها زیاد نمی‌باشد (موردی)
۵	۱ از ۴۰۰	
۴	۱ از ۲۰۰۰	پایین: خرابی‌های کنترول شده مرتبط با سایر فرایندهای مشابه (نادر)
۳	۱ از ۱۵۰۰۰	
۲	۱ از ۱۵۰۰۰۰	خیلی پایین: فقط خرابی‌های کنترل‌شده مرتبط با اغلب فرایندهای یکسان
۱	۱ از ۱۵۰۰۰۰۰	بعید: خرابی‌های غیرمحتمل؛ هیچ‌گونه خرابی در ارتباط با فرایندهای یکسان وجود ندارد

جدول ۲: احتمال کشف (۱۲)

رتبه		احتمال کشف
۱۰	غالباً غیر ممکن	هیچ کنترل شناخته شده‌ای برای کشف حالات خرابی شناسایی نشده است
۹	خیلی بعید	احتمال کشف حالت خرابی توسط کنترل‌های جاری خیلی بعید است
۸	بعید	احتمال کشف حالت خرابی توسط کنترل‌های جاری بعید است
۷	خیلی پایین	احتمال کشف حالت خرابی توسط کنترل‌های جاری خیلی پایین است
۶	پایین	احتمال کشف حالت خرابی توسط کنترل‌های جاری پایین است
۵	متوسط	احتمال کشف حالت خرابی توسط کنترل‌های جاری متوسط است
۴	کمی بالا	احتمال کشف حالت خرابی توسط کنترل‌های جاری کمی بالاست
۳	بالا	احتمال کشف حالت خرابی توسط کنترل‌های جاری بالاست
۲	خیلی بالا	احتمال کشف حالت خرابی توسط کنترل‌های جاری خیلی بالاست
۱	غالباً حتمی	کنترل‌های جاری غالباً به طور حتم حالات خرابی را کشف می‌کنند.

جدول ۳: رتبه‌بندی شدت اثر (۱۲)

رتبه		شدت اثر
۱۰	خطرناک بدون اخطار	نتایج به صورت زیان شدید به سلامت انسان و محیط زیست بدون هیچ‌گونه اخطار یا هشدار محتمل می‌باشد
۹	خطرناک با اخطار	نتایج به صورت زیان شدید به سلامت انسان و محیط زیست همراه با اخطار یا هشدار محتمل می‌باشد
۸	خیلی بالا	تأثیر قابل توجه بر روی محیط زیست و انسان
۷	بالا	تأثیر زیاد بر روی محیط زیست و انسان
۶	متوسط	تأثیر متوسط بر روی محیط زیست و انسان
۵	کم	تأثیر کم بر روی محیط زیست و انسان
۴	خیلی کم	تأثیر کم بر روی محیط زیست و انسان که با ایجاد تغییرات می‌توان آن را از بین برد
۳	جزئی	تأثیر جزئی بر روی محیط زیست و انسان
۲	خیلی جزئی	تأثیر جزئی بر روی محیط زیست و انسان به طوری که ممکن است قابل توجه نباشد
۱	هیچ	تأثیری بر روی محیط زیست و انسان ندارد

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10303]

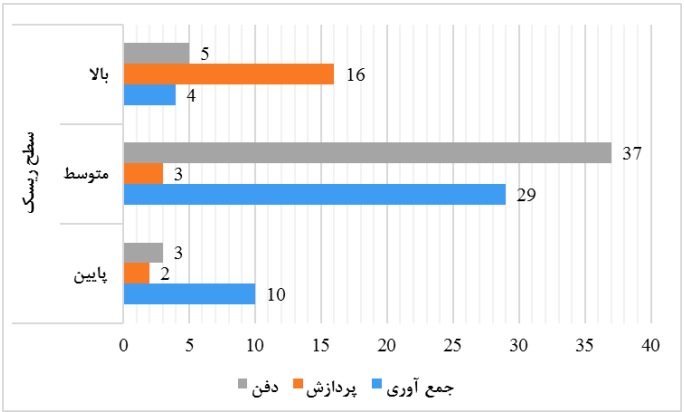
جدول ۴: سطح‌بندی ریسک در ارزیابی جنبه‌های HSE

ردیف	اقدامات	سطح ریسک	کلاس ریسک
۱	فعالیت مورد نظر تا زمان انجام اقدام کنترلی انجام نمی‌شود	۴۰۰<	خیلی زیاد
۲	اقدام اصلاحی فوراً انجام شود	۲۰۰-۴۰۰	زیاد
۳	اصلاح لازم است	۷۰-۲۰۰	متوسط
۴	توجهات لازم در اسرع وقت بایستی صورت گیرد	۲۰-۷۰	کم
۵	اقدامی لازم نیست	۲۰ >	قابل قبول

یافته‌ها

۳-۱- یافته‌های ارزیابی ریسک زیست محیطی با استفاده از تکنیک FMEA

نتایج ارزیابی ریسک زیست محیطی در سه بخش جمع‌آوری، پردازش و دفن با استفاده از تکنیک FMEA نشان داد در این سه بخش به ترتیب ۴۳، ۲۱ و ۴۵ خطر زیست محیطی ناشی از ۶، ۳ و ۸ فعالیت شناسایی شدند. سطوح ریسک پایین، متوسط و بالا در بخش جمع‌آوری به ترتیب ۱۰، ۲۹ و ۴، در بخش پردازش نیز به ترتیب ۲، ۳ و ۱۶ و همچنین در بخش دفن ۳، ۳۷ و ۵ برآورد شده است (شکل ۱). این نتایج نشان داد در بخش‌های جمع‌آوری، پردازش و دفن بالاترین میزان سطوح ریسک به ترتیب مربوط به متوسط، بالا و متوسط و همچنین پایین‌ترین میزان مخاطرات در این سه بخش به ترتیب بالا، پایین و پایین به دست آمده است. نتایج ارزیابی ریسک ۱۰ خطر زیست‌محیطی مهم در بخش جمع‌آوری نشان داد مخاطرات کاهش منابع سوخت ناشی از فعالیت خودروهای حمل پسماند و انتشار آلاینده‌های هوا ناشی از خودروهای حمل پسماند دارای بالاترین عدد ریسک (RPN=۲۴۵) و کاهش منابع آب در آهک پاشی دارای پایین‌ترین عدد ریسک (RPN=۱۴۴) بودند (جدول ۵). نتایج ارزیابی ریسک زیست‌محیطی ۱۰ خطر مهم در بخش پردازش پسماند پزشکی نشان داد بالاترین و پایین‌ترین سطح ریسک مربوط به آلودگی آب‌وخاک ناشی از نشت شیرابه در محل دفن پسماند (RPN=۳۹۲) و آلودگی آب‌وخاک درنتیجه مصرف مواد شوینده در واحد آشپزخانه (RPN=۸۰) می‌باشد (جدول ۶). یافته‌های مرتبط با ارزیابی ریسک زیست‌محیطی در بخش دفن پسماند نشان داد مخاطرات کاهش منابع سوخت ناشی از فعالیت خودروهای لودر و کامیون و کاهش منابع (مصرف مواد شوینده جهت نظافت محیط کار) به ترتیب دارای بالاترین (RPN=۲۹۴) و پایین‌ترین (RPN=۶۰) سطح ریسک زیست‌محیطی برآورد شده‌اند (جدول ۷).



شکل ۱: نتایج ارزیابی ریسک خطرات زیست‌محیطی در بخش‌های مختلف پسماند به روش FMEA

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10303]

جدول ۵: نتایج ارزیابی مهم‌ترین مخاطرات زیست محیطی در بخش جمع‌آوری

	مهم‌ترین مخاطرات زیست محیطی در بخش جمع‌آوری	O	S	D	RPN	سطح ریسک
۱)	کاهش منابع سوخت ناشی از فعالیت خودروهای حمل پسماند	۷	۷	۵	۲۴۵	بالا
۲)	انتشار آلاینده‌های هوا ناشی از خودروهای حمل پسماند	۷	۷	۵	۲۴۵	بالا
۳)	آلودگی آب‌وخاک ناشی از نشت شیرابه از خودروهای حمل پسماند	۶	۸	۵	۲۴۰	بالا
۴)	کاهش منابع آب در واحد کارواش	۷	۷	۴	۱۹۶	بالا
۵)	آلودگی هوا ناشی از فعالیت جوشکاری	۶	۶	۵	۱۸۰	متوسط
۶)	آلودگی خاک در آهک پاشی	۶	۶	۵	۱۸۰	متوسط
۷)	آلودگی آب‌وخاک درنتیجه نشت از خودروهای حمل پسماند	۶	۶	۵	۱۸۰	متوسط
۸)	آلودگی صوتی ناشی از خودروهای حمل پسماند	۶	۶	۵	۱۸۰	متوسط
۹)	آلودگی آب‌وخاک ناشی از فعالیت‌های کارواش	۶	۷	۴	۱۶۸	متوسط
۱۰)	کاهش منابع آب در آهک پاشی	۶	۶	۴	۱۴۴	متوسط

جدول ۶: نتایج ارزیابی مهم‌ترین مخاطرات زیست‌محیطی در بخش پردازش

	مهم‌ترین مخاطرات زیست‌محیطی در بخش پردازش	O	S	D	RPN	سطح ریسک
۱)	آلودگی آب‌وخاک ناشی از نشت شیرابه در محل دفن پسماند	۷	۸	۷	۳۹۲	بالا
۲)	انتشار آلاینده‌های از خودروها در فعالیت آبپاشی	۶	۷	۴	۱۶۸	بالا
۳)	آلودگی هوا ناشی از مصرف سوخت در آبپاشی خودرویی	۶	۷	۴	۱۶۸	بالا
۴)	کاهش منابع سوخت ناشی از فعالیت خودروهای آبپاش	۶	۷	۴	۱۶۸	بالا
۵)	کاهش منابع آب ناشی از آبپاشی روزمره خودرویی	۶	۷	۴	۱۶۸	بالا
۶)	کاهش منابع (مصرف مواد شوینده) در واحد آشپزخانه	۵	۶	۴	۱۲۰	متوسط
۷)	آلودگی آب‌وخاک حین آبپاشی با تانکر	۵	۶	۴	۱۲۰	متوسط
۸)	آلودگی آب‌وخاک ناشی از مصرف مواد شیمیایی در واحد آشپزخانه	۵	۵	۴	۱۰۰	متوسط
۹)	کاهش منابع انرژی جهت روشنایی، گرما و سرما در واحد انبار	۵	۷	۳	۱۰۵	متوسط
۱۰)	آلودگی آب‌وخاک درنتیجه مصرف مواد شوینده در واحد آشپزخانه	۴	۴	۵	۸۰	متوسط

جدول ۷: نتایج ارزیابی مهم‌ترین مخاطرات زیست‌محیطی در بخش دفن

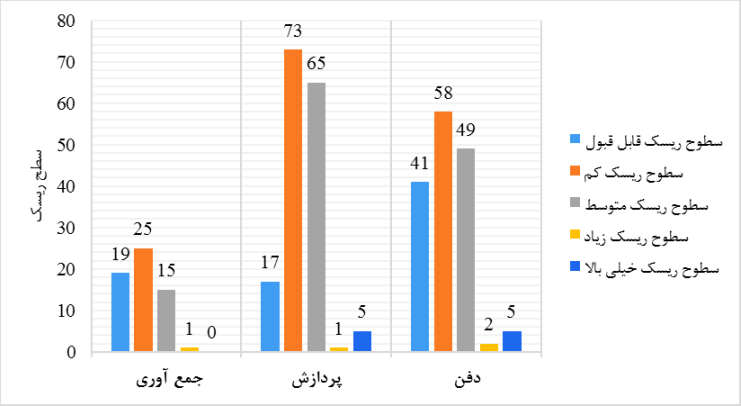
	مهم‌ترین مخاطرات زیست‌محیطی در بخش دفن	O	S	D	RPN	سطح ریسک
۱)	کاهش منابع سوخت ناشی از فعالیت خودروهای لودر و کامیون	۷	۷	۶	۲۹۴	بالا
۲)	آلودگی هوا ناشی از مصرف سوخت خودروهای لودر و کامیون	۷	۶	۵	۲۱۰	بالا
۳)	کاهش منابع انرژی جهت گرما و روشنایی در واحد تعمیر و نگهداری	۷	۵	۵	۱۷۵	متوسط
۴)	آلودگی صوتی ناشی از ماشین‌آلات (لودر و کامیون)	۵	۶	۵	۱۵۰	متوسط
۵)	آلودگی صوتی در واحد پنچرگیری	۵	۶	۵	۱۵۰	متوسط
۶)	آلودگی هوا ناشی از فعالیت جوشکاری و برشکاری	۵	۶	۵	۱۵۰	متوسط
۷)	انتشار آلاینده‌های هوا ناشی از فعالیت ماشین‌آلات لودر و کامیون	۷	۷	۳	۱۴۷	متوسط
۸)	آلودگی آب‌وخاک ناشی از مصرف مواد شیمیایی جهت شستشو محوطه	۴	۴	۵	۸۰	متوسط
۹)	آلودگی آب‌وخاک ناشی از عبور و مرور لودر و کامیون	۵	۵	۳	۷۵	متوسط
۱۰)	کاهش منابع (مصرف مواد شوینده جهت نظافت محیط کار)	۵	۴	۳	۶۰	متوسط

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10303]

۳-۲- یافته‌های ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشتی با استفاده از تکنیک FMEA

نتایج کلی ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشتی در سه بخش جمع‌آوری، پردازش و دفن با استفاده از تکنیک FMEA نشان داد در این سه بخش به ترتیب ۶۰، ۱۶۱ و ۱۵۵ خطر ایمنی و بهداشتی ناشی از ۱۰، ۱۳ و ۱۴ فعالیت شناسایی شده‌اند. سطوح ریسک خیلی بالا در سه بخش جمع‌آوری، پردازش و دفن ۰، ۵ و ۵ خطر و سطوح ریسک قابل قبول در این سه بخش به ترتیب ۱۹، ۱۷ و ۴۱ خطر بود (شکل ۲). نتایج ارزیابی ریسک ۱۰ خطر ایمنی و بهداشتی در بخش جمع‌آوری نشان داد مخاطرات تماس با اشیا تیز و برنده (RPN=۲۷۰) و سروصدای محیط کار (RPN=۲۵۲) دارای بالاترین عدد ریسک و در سطح ریسک خیلی زیاد قرار گرفته‌اند. بعلاوه، ۸ خطر دیگر در سطح ریسک متوسط ارزیابی شدند (جدول ۸). نتایج ارزیابی ریسک ۱۰ خطر ایمنی و بهداشتی در بخش پردازش نشان داد چهار منبع خطر تماس با عوامل بیولوژیکی در جداسازی پسماند، مواجهه با بوی نامطبوع در جداسازی، سروصدا محیط کار در رانندگی لودر و کامیون و سقوط از ارتفاع کار در جوشکاری (RPN=۴۲۰) دارای بالاترین عدد ریسک و در سطح ریسک خیلی زیاد قرار گرفته‌اند. تماس با اشیا تیز و برنده (RPN=۹۰) در سطح ریسک متوسط ارزیابی شد (جدول ۹). نتایج ارزیابی ریسک ۱۰ خطر ایمنی و بهداشتی در بخش دفن نشان داد مواجهه با گردوغبار حین فعالیت آهک پاشی (RPN=۵۴۰) و دررفتن بچه رینگ در پنچرگیری (RPN=۹۰) به ترتیب در سطح ریسک خیلی زیاد و متوسط ارزیابی شد (جدول ۱۰).



شکل ۲: نتایج ارزیابی ریسک خطرات ایمنی و بهداشتی در بخش‌های مختلف پسماند به روش FMEA

جدول ۸: نتایج ارزیابی ریسک مهم‌ترین مخاطرات ایمنی و بهداشتی در بخش جمع‌آوری

مهم‌ترین مخاطرات ایمنی و بهداشتی در بخش جمع‌آوری	O	S	D	RPN	سطح ریسک
۱) سروصدای محیط کار	۶	۷	۶	۲۵۲	زیاد
۲) عوامل بیولوژیکی	۱۰	۳	۶	۱۸۰	متوسط
۳) پوسچر نامناسب در رانندگی	۶	۷	۳	۱۲۶	متوسط
۴) تنش حرارتی	۶	۷	۳	۱۲۶	متوسط
۵) ارتعاش حین فعالیت رانندگی	۶	۳	۶	۱۰۸	متوسط
۶) تماس با اشیا تیز و برنده	۶	۵	۳	۹۰	زیاد
۷) جابجایی اجسام سنگین	۶	۷	۲	۸۴	متوسط
۸) دررفتن بچه رینگ در پنچرگیری	۹	۵	۲	۹۰	متوسط
۹) اتصالات الکتریکی ناایمن در کارواش	۸	۵	۳	۱۲۰	متوسط
۱۰) جابجایی ناایمن خودرو در واحد کارواش	۶	۵	۴	۱۲۰	متوسط

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10303]

جدول ۹: نتایج ارزیابی مهم‌ترین مخاطرات ایمنی و بهداشتی در بخش پردازش

مهم‌ترین مخاطرات ایمنی و بهداشتی در بخش پردازش	O	S	D	RPN	سطح ریسک
۱) عوامل بیولوژیکی در جداسازی پسماند	۱۰	۷	۶	۴۲۰	خیلی زیاد
۲) بوی نامطبوع در جداسازی	۶	۷	۱۰	۴۲۰	خیلی زیاد
۳) سروصدا محیط کار در رانندگی لودر و کامیون	۱۰	۷	۶	۴۲۰	خیلی زیاد
۴) جوشکاری در ارتفاع	۱۰	۷	۶	۴۲۰	خیلی زیاد
۵) سروصدا محیط کار در تعمیرات	۳	۷	۶	۲۶۱	زیاد
۶) سروصدا محیط کار در جداسازی پسماند	۶	۷	۳	۱۲۶	متوسط
۷) سروصدا محیط کار در جوشکاری	۳	۷	۶	۱۲۶	متوسط
۸) ارتعاش محیط کار (نوار نقاله، سرند و ابزارآلات)	۳	۷	۶	۱۲۶	متوسط
۹) سطوح داغ در جوشکاری	۶	۳	۶	۱۰۸	متوسط
۱۰) اشیا تیز و برنده	۱۰	۳	۳	۹۰	متوسط

جدول ۱۰: نتایج ارزیابی مهم‌ترین مخاطرات ایمنی و بهداشتی در بخش دفن

مهم‌ترین مخاطرات ایمنی و بهداشتی در بخش دفن	O	S	D	RPN	سطح ریسک
۱) مواجهه با گردوغبار حین فعالیت آهک پاشی	۶	۱۰	۶	۳۶۰	خیلی زیاد
۲) مواجهه با بوی نامطبوع حین رانندگی با لودر	۶	۷	۱۰	۴۲۰	خیلی زیاد
۳) مواجهه با سروصدا در واحد و پنچرگیری	۶	۷	۱۰	۴۲۰	خیلی زیاد
۴) تماس با عوامل زیان‌آور بیولوژیکی زیان‌آور حین بارگیری و جداسازی پسماند	۱۰	۷	۶	۴۲۰	خیلی زیاد
۵) مواجهه با تنش‌های حرارتی حین بارگیری و جداسازی پسماند	۱۰	۳	۱۰	۳۰۰	زیاد
۶) اعلان نامناسب در بارگیری و جداسازی پسماند	۶	۷	۶	۲۵۲	زیاد
۷) اتصالات و تجهیزات برقی ناایمن در جداسازی و بارگیری پسماند	۶	۵	۳	۹۰	متوسط
۸) مواجهه با گردوغبار محیط حین بارگیری و جداسازی پسماند	۳	۷	۷	۱۴۷	متوسط
۹) تماس با اشیا تیز و برنده	۶	۳	۶	۱۰۸	متوسط
۱۰) دررفتن بچه رینگ در پنچرگیری	۳	۵	۶	۹۰	متوسط

بحث

یافته‌های ارزیابی مخاطرات زیست محیطی در سه بخش جمع‌آوری، پردازش و دفن مشخص نمود در این سه بخش به ترتیب ۴۳، ۲۱ و ۴۵ مخاطره زیست محیطی ناشی از ۶، ۳ و ۸ فعالیت شناسایی شدند. بعلاوه، در بخش جمع‌آوری به ترتیب ۱۰، ۲۹ و ۴ مخاطره دارای سطوح ریسک پایین، متوسط و بالا بوده، در بخش پردازش نیز به ترتیب ۲، ۳ و ۱۶ مخاطره و همچنین در بخش دفن ۳، ۳۷ و ۵ مخاطره دارای سطوح ریسک پایین، متوسط و بالا برآورد شده است. سطوح ریسک خیلی بالا در سه بخش جمع‌آوری، پردازش و دفن مربوط به ۰، ۵ و ۵ مخاطره و سطوح ریسک قابل قبول در این سه بخش به ترتیب متعلق به ۱۹، ۱۷ و ۴۱ مخاطره بود. در مقایسه با این نتایج، یافته‌های مطالعه امیدواری و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که ریسک‌های بیولوژیکی بیشترین و ریسک‌های مکانیکی کمترین میزان اهمیت را در ارزیابی ریسک دارا هستند (۱۴).

به طور کلی، نتایج این مطالعه متناسب با یافته‌های دیگر مطالعات نشان داد مدیریت پسماند بیمارستانی در ایران در حد مطلوب نبوده و این معضل، ایمنی و سلامت شهروندان و محیط زیست را تهدید می‌کند (۱۵, ۱۶). نبود تکنولوژی مناسب و دستگاه‌های مناسب و پیشرفته در بیمارستان‌ها و کمبود نیروی انسانی کارآمد، نظارت بر سلامت دستگاه‌ها و عملکرد صحیح

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10303]

آن‌ها، نبود نظارت کافی و منظم بر تولیدکنندگان پسماند عفونی و عدم تعیین سازوکار مناسب برای جمع‌آوری پسماند از این مراکز و بالا بودن میزان تولید پسماند نسبت به استانداردهای سازمان بهداشت جهانی از مهم‌ترین مشکلات سیستم مدیریت پسماندهای بیمارستانی در کشور به‌شمار می‌رود (۱۵, ۱۷). بعلاوه، آموزش مردم و شهروندان درباره ضرورت حفظ محیط زیست و مشکلات ناشی از پسماند بیمارستانی می‌تواند به کاهش تولید پسماند کمک کند. حل مشکلات ناشی از پسماندهای بیمارستانی یک مسئله پیچیده و چند بعدی است که نیاز به همکاری و همیاری و تجمیع امکانات جامعه (دولت، مؤسسات خصوصی و عمومی) و به ویژه شهروندان دارد (۱۶, ۱۸).

Gupta و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای نشان دادند که تأثیر آموزش بـه کادر درمانی بیمارستان با تکیه بر مدیریت پسماندهای پزشـکی و تهیه برنامه آموزشی مداوم برای همه کارکنان درمـان بـه صـورت مؤثر اهمیت دارد (۱۹). Murray-Smith (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای نشان داد که داروها نقش مهمی در درمان و پیشگیری از بیماری‌ها در انسان ممکن است. ولی پسماندهای ناشی از داروها در صورت آزاد شدن در محیط خسارات جبران‌ناپذیری به سلامت انسان‌ها و همچنین پیامدهای ثانویه مانند آسیب‌های زیست محیطی وارد می‌کنند (۲۰). بعلاوه، همخوان با نتایج این مطالعه، در برخی از مطالعات نیز نشان داده شده است بیمارستان‌ها یکی از تولیدکننده‌های پسماند مخاطره‌آمیز می‌باشند، بنابراین راه حلی کارآمد برای جلوگیری از بروز معضلات HSE ضروری می‌باشد. آلودگی هوا و دیگر پیامدهای HSE به عنوان یکی از مشکلات و پیامدهای منفی تأسیسات پسماندسوز در فضاهای درمانی محسوب می‌شود. آلاینده‌های منتشره از دودکش زباله‌سوز بیمارستان‌ها شامل آلودگی‌های بیولوژیک، مواد شیمیایی سمی و یا سرطان‌زا و آلودگی‌های رادیواکتیو می‌باشد؛ بنابراین، اگر وسایل کنترل آلودگی هوا در تأسیسات زباله‌سوز بیمارستانی طراحی و نصب نشوند و یا بهره‌برداری از آن به‌درستی انجام نشود، سوزاندن زباله‌های بیمارستانی در زباله‌سوز می‌تواند مسائل جدی آلودگی هوا، تهدید سلامتی افراد در معرض و همچنین انتقال احتمالی حریق به بخش‌های دیگر و تهدید ایمنی کارکنان و همچنین محیطی که در آن این فرآیند رخ می‌دهد را به همراه داشته باشد که هر کدام به تنهایی می‌تواند تهدیدی جدی برای محیط زیست انسانی به شمار روند. مطالعات نشان داده است دو عامل نقص فنی در وسایل کنترل آلودگی هوا و طراحی نامناسب زباله‌سوز از مهم‌ترین مشکلات ناشی از زباله سوزهای بیمارستانی هستند (۱, ۴, ۲۱).

قابل ذکر است که عدم دسترسی به داده‌های قبلی مرتبط با شناسایی خطرات و ارزیابی مخاطرات بهداشتی، ایمنی و محیط زیستی در محیط مورد مطالعه یکی از محدودیت‌های این مطالعه بود؛ زیرا با دسترسی به این داده‌ها می‌توان مقایسه و ارزیابی مبنی بر کارایی و اثربخشی سیستم مدیریت پسماند در ارتباط با کاهش مخاطرات بهداشتی، ایمنی و محیط زیستی پسماند پزشکی انجام داد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه بیانگر این بود که مخاطرات مربوط به پسماندهای بیمارستانی در محیط مورد مطالعه دارای ریسک بالایی از نظر تحمیل و بروز پیامدهای بهداشتی، ایمنی و زیست محیطی می‌باشد؛ زیرا این پسماندها به عنوان یکی از منابع مهم آلودگی شناخته شده و سلامتی و ایمنی همه افرادی که به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم با آن مواجهه دارند را تهدید می‌نماید. این نتایج نشانگر این بود که مدیریت این پسماندها نیازمند یک رویکرد جامع بوده، بعلاوه کاهش بروز پیامدهای زیان‌بار مرتبط با این پسماندها بایستی در اولویت سیستم مدیریت پسماند قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

این مطالعه برگرفته از نتایج پایان‌نامه در مقطع کارشناسی

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10303]

ارشد رشته مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE) دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی بوده است. نویسندگان از مدیریت واحد پسماند پزشکی سازمان مدیریت پسماند شهر تهران و افراد شرکت‌کننده در این مطالعه کمال قدردانی را به عمل می‌آورد.

مشارکت نویسندگان

طراحی مطالعه: س.ک.م و س.ق

جمع‌آوری داده: س.ک.م

تحلیل داده: س.ک.م و ف.ه

نگارش و اصلاح مقاله: س.ک.م، ف.ه و س.ق

تضاد منافع

هیچ یک از نویسندگان در این مطالعه تضاد منافع نداشته‌اند.

منابع

1. Windfeld ES, Brooks MS-L. Medical waste management–A review. Journal of environmental management. 2015; 163: 98-108.
2. Zamparas M, Kapsalis V, Kyriakopoulos G, et al. Medical waste management and environmental assessment in the Rio University Hospital, Western Greece. Sustainable Chemistry and Pharmacy. 2019; 13: 100163.
3. Aung TS, Luan S, Xu Q. Application of multi-criteria-decision approach for the analysis of medical waste management systems in Myanmar. Journal of Cleaner Production. 2019; 222: 733-45.
4. Cheng Y, Sung F, Yang Y, et al. Medical waste production at hospitals and associated factors. Waste Management. 2009; 29(1): 440-4.
5. Babanyara Y, Ibrahim D, Garba T, et al. Poor Medical Waste Management (MWM) practices and its risks to human health and the environment: a literature review. Int J Environ Ealth Sci Eng. 2013; 11(7): 1-8.
6. Dehghani MH, Ahrami HD, Nabizadeh R, et al. Medical waste generation and management in medical clinics in South of Iran. MethodsX. 2019; 6: 727-33. [Persian]
7. Tabrizi JS, Rezapour R, Saadati M, et al. Medical waste management in community health centers. Iranian journal of public health. 2018; 47(2): 286. [Persian]
8. Bokhoree C, Beeharry Y, Makoondlall-Chadee T, et al. Assessment of environmental and health risks associated with the management of medical waste in Mauritius. Apcbee Procedia. 2014; 9: 36-41.
9. Alabi OA, Ologbonjaye K, Awosolu O, et al. Public and environmental health effects of plastic wastes disposal: a review. J Toxicol Risk Assess. 2019; 5(021): 1-13.
10. Beacham TA, Sweet JB, Allen MJ. Large scale cultivation of genetically modified microalgae: A new era for environmental risk assessment. Algal research. 2017; 25: 90-100.
11. Kazuva E, Zhang J, Tong Z, et al. The DPSIR model for environmental risk assessment of municipal solid waste in Dar es Salaam city, Tanzania. International journal of environmental

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10303]

research and public health. 2018; 15(8): 1-692.

12. Vazdani S, Sabzghabaei G, Dashti S, et al. FMEA techniques used in environmental risk assessment. Environment & Ecosystem Science (EES). 2017; 1(2): 16-8. [Persian]
13. Roszak M, Spilka M, Kania A. Environmental failure mode and effects analysis (FMEA)–a new approach to methodology. Metalurgija. 2015; 54(2): 449-51.
14. Shahbazi D. Assessing and prioritizing health safety and environment risk in hospitals (Case study: Shahid Beheshti University of Medical Sciences). Scientific journal of Ilam university of medical sciences. 2016; 24(1): 43-54.
15. Farhani P, Jozi SA, Malmasi S. 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. 2019; 21(10): 117-27.
16. Hazari M, Saraei MH. Explanation and evaluation of indicators affecting the efficiency of waste management system Case Study: Yazd City. Sustainable city. 2019; 2(2): 19-33.
17. Ali M, Wang W, Chaudhry N, et al. Hospital waste management in developing countries: A mini review. Waste Management & Research. 2017; 35(6): 581-92.
18. Anozie OB, Lawani LO, Eze JN, et al. Knowledge, attitude and practice of healthcare managers to medical waste management and occupational safety practices: Findings from Southeast Nigeria. Journal of clinical and diagnostic research: JCDR. 2017; 11(3): IC01.
19. Gupta S, Boojh R, Dikshit A. Environmental education for healthcare professionals with reference to Biomedical waste Management–A case study of a hospital in Lucknow, India. International Research Journal of Environmental Sciences. 2012; 1(5): 69-75.
20. Murray-Smith RJ, Coombe VT, Grönlund MH, et al. Managing emissions of active pharmaceutical ingredients from manufacturing facilities: an environmental quality standard approach. Integrated environmental assessment and management. 2012; 8(2): 320-30.
21. Eslami A, Nowrouz P, Sheikholeslami S. Status and challenges of medical waste management in hospitals of Iran. Civil Engineering Journal. 2017; 3(9): 741-8. [Persian]

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10303]

Hazards Assessment of Medical Waste Unit of the Waste Management Organization Using Failure Mode and Effects Analysis Technique

Sanaz KEESHAVARZ MOTAMED[1], Samira GHIYASI[2*], Farshad HASHEMZADEH[3]

Original Article

Received: 2021/02/01
Accepted: 2021/05/05

Citation:
KEESHAVARZ MOTAMED S, GHIYASI S, HASHEMZADEH F. Hazards Assessment of Medical Waste Unit of the Waste Management Organization Using Failure Mode and Effects Analysis Technique. Occupational Hygiene and Health Promotion 2022; 6(2): 157-168.

Abstract

Introduction: Hospital waste is one of the most important pollutants caused by hospital processes. The purpose of this study was to evaluate Health, Safety and Environmental (HSE) risks of medical waste unit.

Method: This cross-sectional study was conducted in 2020. The study tool included the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) technique. This research was conducted in three sections of medical Waste Unit of the Waste Management Organization including collection, processing and landfill sections.

Results: The FMEA results showed that the highest levels of environmental Risk Priority Number (RPN) in the collection, processing and landfill sections were estimated 245, 392, and 294 respectively. Furthermore, the lowest levels of environmental risk in these three sections were calculated as 144, 80, and 60 respectively. The FMEA results indicated that the highest levels of safety and health risk in the collection, processing and landfill sections were calculated to be 252, 420 and 420, respectively. Also, the lowest level of safety and health risk in all three sections was estimated to be RPN=90.

Conclusion: Findings of this study indicated that the level of hospital waste risk is high. Therefore, reducing the incidence of catastrophic consequences associated with these wastes should be considered a priority of the waste management system.

Keywords: Hazards, Risk, Health, Safety and Environment (HSE), FMEA Technique, Medical Waste

[1] Department of Health, Safety, and Environment, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran
[2] Department of Environmental Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
*(Corresponding Author: mossavizahra@modares.ac.ir)
[3] Department of Environmental Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.18502/ohhp.v6i2.10303]