



بررسی انواع ضایعات لابرآتواری و روش‌های مدیریت ایمن آن

پوهنیار زحل صدیقی

دیپارتمنت کیمیا، پوهنځی تعلیم و تربیه، پوهنتون بدخشان، ولایت بدخشان

zuhalsediqi533@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-4911-6222>

نویسنده

نشانی برقی

نشانی ارکاید

چکیده

ضایعات لابرآتواری به دلیل ترکیب متنوع و گاه خطرناک خود، از مهم‌ترین چالش‌ها در مراکز تحقیقاتی و آموزشی به شمار می‌روند. هدف از این مطالعه، بررسی انواع ضایعات لابرآتواری و تحلیل روش‌های مدیریت ایمن آن‌ها است. در این تحقیق از روش توصیفی و تحلیلی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند که ضایعات لابرآتواری به دسته‌های مختلف مانند ضایعات کیمیاوی، دارویی، بیولوژیکی و عفونی تقسیم می‌شوند و هر کدام دارای خطرات خاص خود اند. هم‌چنان، رعایت اصول مدیریت ضایعات می‌تواند به طور قابل توجهی ایمنی کارمندان و حفاظت محیط‌زیست را تضمین کند. در نتیجه، کاهش تولید ضایعات و تبدیل ضایعات خطرناک به بی‌خطر از جمله روش‌های مؤثر در این زمینه معرفی شده‌اند.

کلیدواژه‌ها: انواع ضایعات، ضایعات، ضایعات کیمیاوی، ضایعات خطرناک و مدیریت ضایعات.

Geochemical and Petrographic Properties of Imported Decorative Rocks and Comparing Their Market Sales with Afghan Decorative Rocks

Author **Zuhal Sediqi**
Email Chemistry, Education Faculty, Badakhshan University
Orcid zuhalsediqi533@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-4911-6222>

Abstract

Laboratory waste, due to its diverse and sometimes hazardous composition, is one of the most significant challenges in research and educational centers. This review study aims to examine the types of laboratory waste and analyze safe management strategies for them. This research employs a descriptive and analytical method. The results show that laboratory wastes are divided into different categories such as chemical, pharmaceutical, biological, and infectious wastes, each with its specific hazards. Furthermore, adherence to waste management principles can significantly ensure the safety of employees and environmental protection. Consequently, reducing waste production and converting hazardous waste into non-hazardous waste are introduced as effective solutions in this field.

Keywords: Waste, Waste Management, Waste Types, Chemical Waste, Hazardous Waste.

مقدمه

ضایعات به مواد جامد و یا مایع (به استثنای فاضلاب) گفته می‌شود که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از فعالیت‌های انسانی حاصل شده باشند (قربانی، ۱۳۹۱: ۲۵، نورپور و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰ و مرکز سلامت محیط کار، ۱۳۹۲: ۱). از لحاظ فیزیکی، ضایعات حاوی همان مواد است که در محصولات مفید وجود دارد و تنها تفاوت آن‌ها در بی ارزش بودن ضایعات است. ضایعات از چند منظر می‌تواند دسته بندی شود: از نظر وضعیت فیزیکی (جامد، مایع و گاز)، از نظر کاربرد اصلی (بسته بندی، مواد غذایی...)، از نظر مواد (شیشه، کاغذ...)، از نظر خواص فیزیکی (سوختی، بازیافتی)، از نظر منشاء (خانگی، تجاری، صنعتی...) و یا میزان ایمنی (نورپور و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰). ضایعات کیمیای و داروی از جمله ضایعات خطرناک بوده و نگهداری، حمل و نقل دفع آن‌ها باید تحت ضوابط خاص بین المللی صورت گیرد. عدم رعایت ضوابط می‌تواند منجر به حوادث و سوانح جبران ناپذیری گردد. ضایعات کیمیای به عنوان یکی از مهم‌ترین انواع ضایعات، می‌توانند شامل مواد سمی، خورنده و قابل احتراق باشند (حسنوند، ۱۳۹۵: ۴۵). یکی از مهم‌ترین راه حل‌های مشکل ضایعات، کاهش تولید آن‌هاست. بناً در قدم اول باید کیمیادان‌ها و محققان باید از کمترین مقدار مواد کیمیای استفاده کنند تا ضایعات لابرطواری به حد اقل برسند. اگرچه با تدابیر لازم می‌توان مقدار ضایعات را کاهش داد اما هم‌چنان بدلیل تنوع و ضایعات در پوهنتون‌ها و مراکز تحقیقاتی، دفع آن‌ها متحمل هزینه زیاد خواهد بود. در حالی که کم کردن تولید ضایعات از مبدا امکان پذیر نباشد، می‌توان از راه حل تبدیل ضایعات خطرناک به ضایعات بی خطر استفاده کرد (معتمدی، ۱۴۰۰).

از سوی دیگر، در کشورهای در حال توسعه، به دلیل کمبود زیرساخت‌های مناسب و عدم آگاهی کافی، مدیریت ضایعات خطرناک به یک چالش جدی تبدیل شده است. این کشورها به برنامه‌های مدیریتی مؤثر و قوانین مشخص نیاز دارند تا بتوانند این ضایعات را به‌طور ایمن مدیریت کنند (آموزگار، ۱۳۹۵: ۱۰۲). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که عدم توجه به مدیریت ضایعات لابرطواری می‌تواند به آلودگی خاک، آب‌های زیرزمینی و هوا منجر شده و در نتیجه سلامت عمومی را به خطر بیندازد. مدیریت ضایعات لابرطواری شامل مراحل تفکیک، جمع‌آوری، برچسب‌گذاری، حمل و نقل، بی‌خطرسازی و دفع نهایی است. هر یک از این مراحل باید با دقت و طبق پروتوکول‌های مشخص انجام شود تا از بروز خطرات احتمالی جلوگیری شود (جواهریان، ۱۳۹۸: ۶۷). در این راستا، آموزش کارکنان، آگاهی‌بخشی به آن‌ها در مورد خطرات ضایعات لابرطواری و روش‌های مدیریت ایمن آن‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به تمامی موارد

مطرح شده، این مقاله به بررسی انواع ضایعات لابراتواری و روش های مدیریت ایمن آنها می پردازد و سعی دارد ابعاد مختلف این موضوع را مورد تحلیل و بررسی قرار دهد.

تبیین مسأله

مدیریت ضایعات لابراتواری به عنوان یک چالش جدی در دنیای امروز، به دلیل افزایش فعالیت های تحقیقاتی و آموزشی، به موضوعی مهم تبدیل شده است. این ضایعات به خصوص در لابراتورهای کیمیا، طب و بیولوژی شامل موادی اند که می توانند خطرات جدی برای سلامت انسان و محیط زیست به همراه داشته باشند. عدم توجه به مدیریت صحیح این ضایعات می تواند منجر به آلودگی خاک، آب و هوا و در نتیجه بروز مشکلات سلامت عمومی شود. یکی از ابعاد مهم این مسأله، عدم آگاهی و آموزش کافی در میان کارمندان و محققان است. بسیاری از افراد در لابراتورها از خطرات ناشی از ضایعات تولیدی خود بی خبر اند و این موضوع می تواند منجر به حوادث ناگواری شود. این نشان دهنده نیاز فوری به آموزش و آگاهی بخشی در این زمینه است. علاوه بر این، در کشورهای در حال توسعه، وضعیت به مراتب پیچیده تر است. محدودیت های زیرساختی و کمبود امکانات برای مدیریت ضایعات خطرناک، به چالش هایی نظیر عدم توانایی در جمع آوری و دفع ایمن این ضایعات منجر شده است. این کشورها معمولاً با کمبود منابع مالی و انسانی برای اجرای برنامه های مؤثر مواجه اند. در نتیجه، خطرات ناشی از ضایعات لابراتواری در این کشورها بیشتر احساس می شود. در نهایت، با توجه به اثرات منفی ناشی از عدم مدیریت صحیح ضایعات لابراتواری، ضروری است که روش های مؤثر و علمی برای کاهش تولید ضایعات و تبدیل ضایعات خطرناک به بی خطر اتخاذ شود. این اقدامات می توانند به حفظ سلامت کارمندان و محیط زیست و هم چنان به بهبود کارایی و بهره وری در لابراتورها کمک کنند.

پرسش های تحقیق

پرسش های این تحقیق شامل دو بخش است، که در ذیل به آورده شده است:

پرسش اصلی: ضایعات لابراتواری چند نوع است و چگونه می توان ضایعات را مدیریت کرد؟

پرسش های فرعی

۱. چه چالش هایی در مدیریت ضایعات لابراتواری در کشورهای در حال توسعه وجود دارد؟

۲. کدام روش های مدیریتی می تواند به کاهش تولید ضایعات خطرناک و تبدیل آنها به

بی خطر کمک کند؟

اهمیت تحقیق

اهمیت این تحقیق در آن است که با بررسی دقیق انواع ضایعات لابرآتواری و تحلیل روش‌های ایمن مدیریت آن‌ها، می‌تواند به کاهش خطرات ناشی از تماس مستقیم یا غیرمستقیم با مواد مضر کمک نماید. رعایت اصول علمی در مدیریت ضایعات نه تنها تضمین‌کننده سلامت محققان و کارمندان لابرآتوار است، بلکه در سطح کلان به حفاظت از خاک، آب و هوا نیز یاری می‌رساند. افزون بر این، یافته‌های این تحقیق می‌تواند برای کشورهایمانند افغانستان که هنوز با محدودیت‌های زیرساختی، کمبود امکانات و ضعف آگاهی در حوزه مدیریت ضایعات مواجه‌اند، نقشی حیاتی ایفا کند. در نتیجه، پرداختن به موضوع مدیریت ایمن ضایعات لابرآتواری نه تنها از منظر علمی و آموزشی ضروری است، بلکه از دیدگاه اجتماعی، بهداشتی و محیط‌زیستی نیز ارزش راهبردی دارد. این تحقیق می‌تواند زمینه‌ساز تدوین دستورالعمل‌های مؤثر، ارتقای سطح آگاهی کارکنان و ایجاد یک الگوی مناسب برای مدیریت پایدار ضایعات در پوهنتون‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور باشد.

اهداف تحقیق

هدف اصلی: بررسی انواع ضایعات لابرآتواری و روش‌های مدیریت ایمن آن.

اهداف فرعی

۱. بررسی چالش‌های موجود در مدیریت ضایعات لابرآتواری، به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه، و شناسایی علل اصلی این چالش‌ها.
۲. ارائه روش‌ها عملی برای کاهش تولید ضایعات خطرناک و تبدیل آن‌ها به بی‌خطر است.

پیشینه‌ی تحقیق

تحقیق در زمینه مدیریت ضایعات لابرآتواری از سال‌ها پیش مورد توجه محققان و کارشناسان قرار گرفته است. با افزایش فعالیت‌های علمی و صنعتی، حجم و تنوع ضایعات تولیدی نیز به طرز چشم‌گیری افزایش یافته و این مساله نیاز به مدیریت مؤثر و ایمن این ضایعات را به امری ضروری تبدیل کرده است.

برخی از مطالعات اولیه به شناسایی انواع مختلف ضایعات خطرناک و تأثیرات آن‌ها بر سلامت انسان و محیط زیست پرداخته‌اند. در این زمینه، تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهند که ضایعات کیمیاوی، دارویی و بیولوژیکی می‌توانند به شدت بر اکوسیستم‌ها تأثیر بگذارند و خطرات جدی برای سلامت عمومی به همراه داشته باشند (حسنوند، ۱۳۹۵). معتمدی (۱۴۰۰) در کتاب خود نگاشته است، اگر چه ضایعات لابرآتواری در مقایسه با ضایعات صنعتی کیمیاوی در مقدار کم تولید

می‌شود، اما به دلیل دارا بودن تنوع خطرات، در حفظ ایمنی کارمندان و جلوگیری از صدمه به محیط زیست باید مورد توجه مسئولین قرار گیرند.

جعفری گل و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیق خود به بررسی کمی و کیفی ضایعات کیمیاوی خطرناک جهت ارایه روش کاهش آن در پالایشگاه نفت پرداخت. نتایج آزمایش شده محقق به روی نمونه خاک در منطقه سالویچ نشان داد که در ضایعات تولیدی پالایشگاه، فلزات سنگین مانند کادمیم، کوبالت، مس، سرب، و جست بیش از حد استاندارد وجود دارد. بیشترین فلز سنگین موجود در خاک سالویچ جست و کم‌ترین آن کادمیم می‌باشد، که این امر به وضوح آلودگی خاک منطقه سالویچ را با ضایعات نفتی نشان می‌دهد. تولید ضایعات، از مشخصات خاص هر صنعت است، شناسایی و طبقه‌بندی آن ضایعات و مواد کیمیاوی مصرفی، به منظور مدیریت آن‌ها تا آخرین مرحله از مدیریت ضایعات گفته می‌شود (نامداری، ۱۳۸۹: ۱۱۹).

روش تحقیق

این تحقیق به صورت مرور کتابخانه‌ای انجام شده و هدف آن بررسی منابع موجود در زمینه ضایعات تولید شده در لابراتوار و شناسایی روش‌های موثر مدیریت و دفع آن‌ها می‌باشد. برای دستیابی به منابع مرتبط، از سایت معتبر علمی Google Scholar استفاده صورت گرفت. در ابتدا، منابع علمی معتبر شامل مقالات، کتاب‌ها، گزارش‌های دولتی و مستندات بین‌المللی مرتبط با مدیریت ضایعات لابراتواری جمع‌آوری می‌شود. سپس اطلاعات جمع‌آوری گردید، پس از جمع‌آوری منابع، مطالب به صورت موضوعی دسته‌بندی شدند. در مرحله اول انواع ضایعات شناسایی گردید. سپس خطرات ناشی از هر نوع ضایعات بر سلامت انسان و محیط زیست تحلیل شد. در ادامه، روش‌های امحاء ضایعات مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و یافته‌ها

طبقه‌بندی ضایعات

۱. **ضایعات دارویی:** ضایعات دارویی عبارتند از داروهای تاریخ تیر شده، مصرف نشده، تفکیک شده و آلوده، واکسن‌ها، مواد مخدر و سیروم‌هایی که دیگر به آن‌ها نیازی نیست و باید به نحوی مناسبی دفع شوند. این ضایعات هم‌چنان شامل اقلام دور ریخته شده مورد مصرف در کارهای داروی مانند بطری‌ها و قوطی‌های دارای باقی‌مانده داروهای خطرناک دست‌کش، ماسک و لوله‌های اتصال هم بوده که در صورت ورود به محیط زیست برای محیط زیست و انسان مضر باشند (WHO, 1999).

۲. **ضایعات برقی:** تجهیزات برقی اند که برای عملکرد خود به برق یا میدان الکترومقناطیس وابسته اند. مانند ضایعات مصرفی یا سرگرمی (تلویزیون)، وسایل اداری و اطلاعاتی (مبایل های ثابت)، وسایل خانگی (یخچال، ماشین لباس شوی) و انواع چراغ ها (قربانی، ۱۳۹۱).

۳. **ضایعات عفونی:** حاوی تعداد زیاد باکتری، ویروس، قارچ، انگل و غیره برای ایجاد بیماری می باشند. مانند سرم و سایر مایعات آلوده بدن، مدفوع، حیوانات آلوده که در لابراتوار تحقیقاتی تحقیق می شود.

۴. **ضایعات ترکیبی:** این گونه از ضایعات می تواند ترکیبی از ضایعات عفونی، کیمیاوی و اشعه زا باشند که بیشتر در مراکز تحقیقاتی تولید شده و برنامه مدیریت آن پیچیده و سخت می باشد (اموزگار، ۱۳۹۵).

۵. **ضایعات خطرناک:** ضایعات خطرناک به محصولات جانبی صنایع و مواد دورریز خانگی، تجاری و صنعتی اطلاق می شود که برای سلامتی انسان، اموال و محیط زیست خطرناک باشد، و یا به عبارت دیگر، ضایعات خطرناک موادی به غیر از مواد اشعه زا اند که دارای خواص ترکیبی شدید، قابلیت انفجار و خوردگی بوده و برای انسان و محیط زیست به تنهای یا در حین نگهداری، حمل و نقل خطرناک هستند (نوری، ۱۳۸۶).

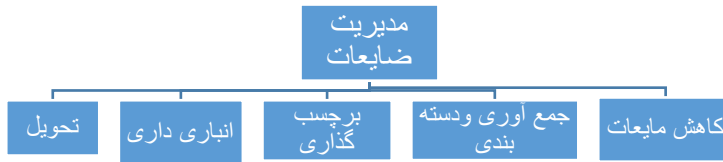
۶. **ضایعات کیمیاوی:** ضایعات کیمیاوی متشکل از مواد جامد، مایع و گازهای کیمیاوی است که برای کارهای تشخیصی و تجربی، کارهای نظافت، خانه داری به کاری می روند. ضایعات کیمیاوی و مراقبت صحی و درمانی می تواند خطرناک یا بی خطر باشند. ضایعات کیمیاوی غیر خطرناک شامل آن دسته از مواد کیمیاوی است که هیچ یک از خصوصیات های ذکر شده در بالا را نداشته باشند که از این نوع ضایعات می توان به قندها، امینواسیدها و نمک های عضوی و غیر عضوی اشاره کرد (Athlanta, 2012). ضایعات کیمیاوی خطرناک به دلیل مقدار، غلظت، خواص فیزیکی و کیمیاوی می توانند باعث افزایش مرگ و میر یا بیماری های شدید غیرقابل درمان یا بیماری های برگشت پذیر ناتوان کننده در انسان ها شوند. اگر به طور مناسب ذخیره، حمل، تصفیه، امحاء و یا هر اقدام مدیریتی دیگر نشوند، می تواند سلامت انسان و محیط زیست را به مخاطره به اندازند (قربانی، ۱۳۹۱).

نکات مهم در مورد نگهداری ضایعات:

- هیچ یک ضایعات نباید در زباله های معمولی قرار داده شود. بلکه باید در ظرف خاص قرار داده شده و در محل مخصوص در لابراتوار نگهداری و با برچسب مناسب مشخص شود.
- باید در ظرف مخصوص ضایعات به طور مناسب بسته شود تا از آلوده شدن محیط لابراتوار جلوگیری شود.

- ضایعات تیزاب غیرعضوی را به هیچ وجه با تیزاب عضوی مخلوط نکنید و در ظروف جدا نگهداری کنید؛
- در نگهداری ضایعات، به ناسازگاری مواد توجه کنید.
- امحاء ضایعات در زمان مشخص و کوتاه انجام شود و از نگهداری حجم بالای ضایعات خودداری شود.
- ضایعات جامد مانند وسایل تیز و برنده و شیشه‌ای که شکسته که قابل تعمیر نیستند، قبل از دور ریختن تمیز کنید، و در ظرف مخصوص جمع آوری و برچسب‌دار کنید و با زباله معمولی مخلوط نکنید. چنانچه این وسایل با مواد کیمیای آلوده شده باشند، باید به‌طور جداگانه نگهداری شوند.
- ضایعات محلول‌های هلوچندار و غیرهلوچندار را در ظروف جداگانه نگهداری کنید قبل از مخلوط کردن محلول‌ها، به ناسازگاری یا محلول‌های که دیگر توجه کنید (معمدی، ۱۴۰۰).

برنامه مدیریت ضایعات: مجموعه برنامه‌ها و روش‌ها اصولی مواجهه با مسأله ضایعات کیمیای به‌منظور کاهش خطرات احتمالی آن، مدیریت ضایعات گفته می‌شود (جواهریان، ۱۳۹۸). این برنامه شامل مراحل تفکیک در محل تولید، جمع‌آوری و برچسب‌گذاری حمل و نقل تا محل بی‌خطر سازی، مرحله بی‌خطر سازی یا آزمایش، بسته بندی، ذخیره موقت، حمل و نقل از محل تولید و بارگیری و نیز مرحله دفع نهایی می‌باشد. تمام مراحل این برنامه که با درنظر گرفتن عملکرد و وسعت کاری لابراتوار و نیز نوع آزمایش‌ها طراحی می‌شود، باید مکتوبی بوده، در اختیار تمام کارکنان اعم از فنی و خدماتی قرارگیرد و نحوه انجام به آن‌ها آموزش داده شود.



شکل ۱. مراحل مختلف مدیریت ضایعات

- در برنامه مدیریت ضایعات باید به اقدامات ذیل توجه گردد:
- باید ضایعات عادی و غیر آلوده را از ضایعات لابراتواری جداسازی کنید.
 - این برنامه به نحوی طراحی گردد که نظارت کافی بر میزان مواد و وسایل مصرفی صورت گیرد.
 - از خریده‌های پلاستیکی برای جمع‌آوری و نگهداری ضایعات تیز و برنده استفاده نشود.

• باید از مواد کیمیای و ضد عفونی کننده‌ای استفاده نمود که خطر کمتری برای افراد و محیط زیست داشته باند.

- در تمام مراحل جمع‌آوری، حمل و نقل و دفع ضایعات از وسایل حفاظتی مخصوصا دستکش مقاوم و غیر قابل نفوذ، ماسک، رویوش، پیش‌بند مخصوص و غیره استفاده گردد
- دفع ضایعات حد اقل به‌طور روزانه انجام شود (آموزگار، ۱۳۹۵).

راه‌های کاستن ضایعات کیمیای: هر اقدامی که باعث کاستن از مقدار ضایعات کیمیای یا تبدیل آن‌ها به مواد کم خطر شود، کمینه سازی ضایعات کیمیای گفته می‌شود. کمینه سازی ضایعات کیمیای باعث کاهش هزینه‌ها، آلودگی و خطرات کار با مواد کیمیای می‌شود. برای این منظور اجرای مقررات ذیل می‌تواند مفید باشد:

- تهیه و به‌روزرسانی فهرست مواد موجود در انبار؛
- مواد به اندازه‌ی مصرف یک سال لابراتوارها، سفارش داده شود؛
- تمام مواد خریداری شده باید دارای برچسب و تاریخ تولید و خرید باشد؛
- مواد قدیمی باید زودتر از مواد جدید خریداری شده مصرف شوند؛
- مواد و محلول‌ها در ظرف‌های غیرلابراتواری و خانگی نگهداری شوند؛
- به شرایط نگهداری و محکم بودن سرپوش ظروف‌های مواد رطوبت گیر توجه شود؛
- از برگرداندن مواد برداشته شده به ظرف اصلی، خوداری شود؛
- از تعاملات، روش‌ها و کارهای بهره بگیرد که در آن‌ها از مواد کم خطر و جایگزین مواد خطرناک می‌توان استفاده کرد.
- محقق، در صورت امکان قبل از دور ریختن ضایعات لابراتوار، به خنثی سازی ترکیبات خطرناک آن اقدام کند.

ظرف‌های جمع‌آوری: برای جمع‌آوری هر نوع ماده باید از ظروف مخصوص سازگار با آن ماده استفاده کرد:

- مایعات خورنده: ظروف‌های پولیمیری یا شیشه‌ای؛
- هایدروفلوریک اسید (HF): ظرف پلاستیکی یا ظرف اولیه؛
- مواد جامد: سطل‌های دهانه گشاد با در محکم؛
- وسایل شیشه‌یی: سطل‌های با درب مقاوم در برابر اشیای نوک تیز.

روش‌های امحاء ضایعات لابراتوار: روش‌های معمول برای امحاء ضایعات کیمیای بسیار متنوع اند، اما در بین همه این روش‌ها، از روش‌های مشترک مانند سوختن و یا دفن در خاک چال

استفاده است (معتدلی، ۱۴۰۰). بهترین گزینه برای مدیریت ضایعات کیمیاوی کاهش تولید نوع ضایعات باشد. انتخاب روش‌های مناسب دفع مناسب به پارامترهای ذیل بستگی دارد:

- مقدار و نوع ضایعات تولیدی؛
- نزدیک و یا دور بودن سایت‌های تصفیه از مراکز تولید ضایعات کیمیاوی؛
- در دسترس بودن وسایل حمل و قابل اعتماد؛
- در دسترس بودن منابع مالی، مواد و منابع انسانی؛
- در دسترس بودن برق؛
- شرایط آب و هوای و سطح آب‌های زیرزمینی؛
- وجود قوانین مربوطه.

دفع ضایعات کیمیاوی اشتعال‌زا: برای جلوگیری از تبخیر شدن محلول‌های عضوی مانند الکل‌های سبک، ایترواسیتون می‌توان آن‌ها را به‌طور مجزا در انبارهای با حرارت پایین و به اصطلاح سرد و ذخیره سازی نمود. باید این نوع ضایعات را در ظروف مقاومی انباشه و به‌منظور سوزاندن در اختیار مسئولین ایمنی لابراتوار قرار دارد. جمع‌آوری انواع محلول‌های سنگین عضوی، میتایل، پروپیلین اکساید، فارم‌الدهیدها، پارافارم‌الدهید و... یا سازمان محیط زیست و انرژی اتمی آن‌ها را از محل لابراتوار دور ساخت.

دفع ضایعات کیمیاوی سمی: برای دفع ضایعات کیمیاوی ابتداء با استفاده از روش‌های مختلف، مواد فعال و خطرناک را بی‌اثر کرد و پس برای دفع آن‌ها اقدامات لازم صورت گیرد، به‌طور مثال برای دفع محلول ۱۰ تا ۲۰ فیصد اکریل آمید که در لابراتوارهای مالیکول مورد استفاده قرار می‌شود و سمیت خیلی قوی دارد باید به‌صورت زیر عمل کرد. محلول‌های اضافی را می‌توان با افزودن ترکیبات خاصی مانند بیس اکریل آمید به ژله‌ای آن تبدیل نمود و سپس به ضایعات شهری وارد کرد. برای سم زدایی ترکیبات عضوی محلول و سمی، به‌خصوص محلول ETBR (Ethidium bromide) و ژل‌های حاوی این محلول‌ها، می‌توان از زغال فعال حیوانی استفاده نمود (Pohanish, 2008).

دفع ضایعات کیمیاوی سرطان‌زا: برای دفع ضایعات سرطان‌زا باید با بکارگیری شیوه‌های مختلف، مواد کیمیاوی فعال و خطرناک را بی‌اثر کرد. به‌طور مثال اسمیم تیترا اکساید که ضایعات بسیار خطرناک و تعامل دهنده است را می‌توان در روغن مایع قرار داد تا توان اکسید کنندگی آن کاهش یابد. میتایل فارم‌الدهیدها نیز از مواد نافذ سمی و سرطان‌زا محسوب می‌شود و برای کاهش اثرات سمی این ضایعات باید فارم‌الدهیدها محلول‌های و فرمالین را به کمتر از ۱۰٪ کاهش داد که برای خنثی سازی می‌توان آن‌ها را با موادی از قبیل پاک‌کنندها و دترژنت‌های مثل دتول (دتول

باید به نسبتی اضافه شود که فرمالین به کمتر از ۱۰٪ فارم الدیهاید برسد) مخلوط کرد تا سمیت آن کاهش یابد. در این صورت در دسته ضایعات بی خطر قرار می‌گیرد و می‌توان آن‌ها را به شبکه جمع‌آوری فاضلاب تخلیه کرد (Mohee, 2005).

راهنمایی امحاء برخی از ضایعات کیمیای خطرناک مصرفی در لابراتوارها

۱. **استیک اسید:** در وقت کار دستکش نئوپرنی و عینک لابراتواری پوشیده شود. استیک اسید را در زیر هود لابراتوار به آرامی به داخل یک سطل پلاستیکی حاوی آب سرد ریخته و با محلول ۵٪ سودیم هایدرواکساید یا سودیم کاربونات خنثی شود. محلول خنثی را می‌توان در مجرای فاضلاب تخلیه نمود.

۲. **اسیتون:** تا حد ممکن برای استفاده مجدد تقطیر شود. باقیمانده اسیتون که با مواد کیمیای دیگر آلوده شده، در ظرف جداگانه نگهداری شده و برچسب زده و سوزانده شود. برای اینکه روی دست نریزد از دستکش نایتریل، روپوش و عینک استفاده شود.

۳. **کاربن تترا کلوراید:** دستکش وایتون یا PVA لباس و عینک لابراتواری پوشیده شود. از استنشاق بخارات اجتناب گردد. این ضایعات را می‌توان با تقطیر در زیر هود لابراتواری بررسی نمود. برای امحاء آن باید داخل ظرف مخصوص محلل‌های هلوچندار قرار گرفته و سوزانده شود. برای سوزاندن، باید در یک محلل قابل اشتعال فاقد کلورین حل شده و به داخل کوره مجهز به پس سوز و اسکرابر پاشیده شود (قربانی، ۱۳۹۱).

۴. **هایدروکلوریک اسد:** دستکش نایتریل، عینک و لباس لابراتواری در صورت نیاز ماسک پوشیده شود. در زیر هود، به آرامی HCl به یک ظرف پر از آب سر اضافه شود. سپس به آرامی کلسیم کاربونات به محلول تا حدی اضافه شود که کامل خنثی شدن شود. محلول حاصل به داخل مجرای فاضلاب تخلیه شود. هرگونه ماده جامد باقیمانده می‌تواند همانند زباله معمولی امحاء شود.

۵. **سیماب:** سیماب و مشتقات آن سمیت بالا دارند و به همین دلیل نباید با هوا و آب تماس پیدا کنند. لذا در وقت امحاء از دستکش بیوتایل، لباس لابراتواری و در مواجهه با تعداد زیاد سیماب از ماسک استفاده شود. برای جمع‌آوری تمام قطرات سیماب می‌توان از یک اسپراتور کوچک (مکنده) همراه بالوله موینه و پمپ استفاده کرد. برای پیدا کردن قطرات سیماب در نقاط غیر قابل دسترس می‌توان کیت طراهی شده برای این منظور استفاده کرد. همه سیماب جمع‌آوری شده در داخل یک بوتل پولی ایتیلن با سرپوش محکم قرار گیرد. بوتل مذکور برای بازیابی سیماب به تولید کننده ارجاع داده شود (معمدی، ۱۴۰۰).

نتیجه‌گیری

مدیریت ضایعات لابراتواری به عنوان یک موضوع حیاتی در حوزه صحت عمومی و حفاظت از محیط زیست، نیازمند توجه جدی و اقدام‌های مؤثر است. ضایعات تولیدی در لابراتورها، به خصوص انواع کیمیاوی، دارویی و بیولوژیکی، می‌توانند خطرات جدی برای سلامت انسان و ایکوسیستم‌ها ایجاد کنند. بنابراین، شناسایی و پیاده‌سازی روش‌های مدیریت ایمن این ضایعات ضروری است. تحقیق حاضر نشان داد که آگاهی و آموزش کارمندان لابراتواری درباره خطرات ضایعات، روش‌های مدیریت آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. هم‌چنان، بررسی تجارب موفق در کشورهای مختلف می‌تواند به توسعه سیاست‌ها و روش‌های مؤثر در مدیریت ضایعات لابراتواری کمک کند. با توجه به چالش‌های موجود، به خصوص در کشورهای در حال توسعه، نیاز به تدوین برنامه‌های مدیریتی جامع و پایدار بیش از پیش احساس می‌شود. این برنامه‌ها باید شامل استراتژی‌هایی برای کاهش تولید ضایعات، دفع ایمن و بازیافت مواد باشند. در نهایت، این تحقیق به عنوان یک تلاش علمی برای بهبود مدیریت ضایعات لابراتواری و حفاظت از سلامت انسان و محیط زیست، می‌تواند به عنوان یک منبع معتبر برای محققان و تصمیم‌گیرندگان در این حوزه مورد استفاده قرار گیرد.

پیشنهادات

۱. ایجاد و اجرای دوره‌های آموزشی منظم برای کارمندان لابراتواری درباره خطرات ضایعات لابراتواری و روش‌های مدیریت ایمن آن‌ها می‌تواند به افزایش آگاهی و رعایت اصول ایمنی کمک کند.
۲. تدوین و اجرای سیاست‌های مشخص و جامع در زمینه مدیریت ضایعات لابراتواری، شامل استانداردهای جمع‌آوری، برچسب‌گذاری، حمل و نقل و دفع ضایعات، ضروری است.
۳. تشویق به تحقیق و توسعه فناوری‌های جدید برای بی‌خطر سازی و بازیافت ضایعات لابراتواری می‌تواند به کاهش آلودگی و بهره‌وری بیشتر در مدیریت ضایعات کمک کند.
۴. بهبود زیرساخت‌های مربوط به جمع‌آوری و دفع ضایعات خطرناک، به خصوص در کشورهای در حال توسعه، باید در اولویت قرار گیرد. این شامل تأمین تجهیزات مناسب و مراکز دفع ایمن است.

منابع

- آموزگار، فاطمه. (۱۳۹۵). راهنما و دستورالعمل مدیریت ضایعات لابراتواری، اصفهان: دانشکده پزشکی.
- جعفری گل، فرزانه، کرباسی، عبدالرضا و پروین نصیری. (۱۳۹۲). بررسی کمی و کیفی ضایعات کیمیاوی خطرناک جهت ارایه روش ها کمینه سازی در پالایشگاه تهران، علوم و تکنالوژی زیست، دور پانزدهم، شماره ۱، ص ۵۶.
- جواهریان، محمد. (۱۳۹۸). مقدمه‌ای بر ایمنی در آزمایشگاه شیمی، مشهد: پوهنتون شهید چمبران اهواز.
- حسنوند، محمد صادق. (۱۳۹۵). راهنمایی مدیریت ضایعات کیمیاوی و داروی در مراکز بهداشتی و درمانی، تهران: وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.
- قربانی، فرشید. (۱۳۹۱). راهنمایی نحوه صحیح امحاء مواد کیمیاوی، تهران: وزارت بهداشت، درمان آموزش پزشکی.
- مرکز سلامت و محیط کار. (۱۳۹۲). راهنمایی و طبقه بندی ضایعات برای بازرسین بهداشت محیط، تهران: پوهنتون علوم پزشکی.
- معمدی، ردینه. (۱۴۰۰). ایمنی در آزمایشگاه شیمی. شهرآب: آینده سازان.
- نامداری، اعظم و ترکیان، فرامرز. (۱۳۸۹). شناسایی، طبقه‌بندی و مدیریت ضایعات و مواد کیمیاوی مصرفی در شرکت پتروشیمی پردیس-عسلویه بر اساس RCRA و کنوانسیون بازل، علوم و تکنالوژی زیست، دور دوازدهم، شماره ۴.
- نورپور، علی‌رضا، افراسیابی، هادی و داودی، سید مجید. (۱۳۹۲). بررسی فرایند مدیریت ضایعات در جهان و ایران، تهران: مدیریت فناوری اطلاعات و مرکز اسناد.
- نوروزی، احمد. (۱۳۹۸). ایمنی در آزمایشگاه‌های شیمی. تهران: انتشارات پوهنتون تهران.
- نوری، سپهر. (۱۳۸۶). مدیریت و نگهداری و انتقال ضایعات کیمیاوی، سومین همایش ملی مدیریت ضایعات.

Athlanta, G. (2012). Guidelines for chemical waste management in laboratories, University Emory. Environmental health and safety office. 16.

Mohee, R. (2005). Medical waste characterization in healthcare institutions in Mauritius. Waste management, 25(6), P. 107- 115.

Pohanish, R. P. (2008). Sittig's handbook of toxic and hazardous chemicals and carcinogens. William Andrew.

WHO. (1999). All, P.R. a.e, Saf management of wastes from health-care activities.