

پسماند خطرناک



مدیریت

بهداشت، ایمنی و محیط زیست

به نام خدا

پسماند خطرناک

۱۳۹۱

تهران: خیابان طالقانی - شماره ۳۷۸ تلفن ۶۶۴۹۱۳۱۱ مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست

عنوان: پسماند خطرناک

تهیه کننده: مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی پالایش و پخش

ناشر: انتشارات روابط عمومی شرکت ملی پالایش و پخش

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۱

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

فهرست عناوین

.....	پیشگفتار
۱	مقدمه
۴	تعریف پسماند خطرناک در سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا
۵	ویژگی‌های پسماند خطرناک
۱۰	تعیین خصوصیات پسماند خطرناک
۱۰	روش‌های فهرست‌بندی پسماند خطرناک
۲۳	مشخصات قابلیت آسیب رسانی به سلامت انسان
۲۴	چگونگی آلودگی محیط زیست توسط پسماند خطرناک
۲۵	منابع

پیشگفتار:

محیط‌زیست، جلوه‌ای است از پهن‌دشت بزرگ جهان آفرینش که خداوند سبحان آن را با قدرت شگرف و لایزال خود ساخته و پرداخته است. با توجه به رویارویی بشر امروزی با چالش‌های متعدد زیست‌محیطی از جمله آلودگی منابع آب، خاک، هوا، پدیده گرم شدن زمین، تخریب لایه اوزون و... همچنین مطابق با آموزه‌های دینی و همچنین اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، حفاظت از محیط زیست یک وظیفه عمومی تلقی می‌شود؛ به این معنی که کلیه افراد حقیقی و حقوقی موظف به حفظ محیط زیست هستند.

مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HS) شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی در جهت ارتقای فرهنگ محیط زیست اقدام به انتشار مجموعه کتابچه‌های زیست‌محیطی با هدف آموزش مطالب علمی کاربردی و در عین حال ساده و روان در مقوله محیط زیست نموده است.

این مجموعه بی‌شک خالی از اشکالات فنی، نگارشی نیست. لذا مدیریت HSE از خوانندگان گرامی خواهشمند است نقطه نظرات و پیشنهادهای سازنده خود را در راستای غنای مطالب و ترویج فرهنگ عمومی زیست‌محیطی به این مدیریت منعکس نمایند.

پاییز ۱۳۹۰

مقدمه

رشد جمعیت و افزایش تنوع نیازهای جوامع انسانی، به دنبال خود افزایش تولید پسماندهای زاید را در بر داشته است. برخی از این پسماندها خطرناک بوده و در مقادیر ناچیز خود می‌توانند اثرات مخرب بهداشتی و محیطی را پدیدار سازند. منابع تولید پسماندهای خطرناک بسیار متعدد و متنوع هستند، ولی عمده‌ترین منبع تولید آن‌ها را فعالیت‌های صنعتی تشکیل می‌دهند.

طی چند دهه گذشته، جامعه با یکی از مهم‌ترین پیامدهای توسعه صنعتی مواجه شده است. حمل و دفع نامناسب پسماند که سهم بزرگی از کل آلودگی محیط زیست را تشکیل می‌دهد و اثرات مخرب آن در ایجاد بحران‌های زیست‌محیطی به طور کامل مشهود است. یکی از مشکلات زندگی بشر، تولید بی‌سابقه و دفع زباله از جوامع بشری می‌باشد. با توجه به مشکلات عدیده ناشی از دفن پسماندهای خطرناک و هزینه بالای انواع زباله‌سوزها و مشکلات ناشی از گازه‌های خطرناک متصاعد شده از آن‌ها، استفاده از روش‌های متنوع تصفیه یکی از بهترین راه‌های ممکن برای کاهش خطرات این پسماندهاست. کشورهای زیادی تلاش کرده‌اند تا فناوری‌های مناسب و روش‌های علمی را برای مدیریت پسماندهای خطرناک خود ارایه کنند. با این وجود مدیریت پسماندهای خطرناک

هنوز در حال پیشرفت و توسعه می‌باشد. کشور ما نیز از این قاعده مستثنی نبوده و لازم است کنترل آلودگی همگام با توسعه صنایع به پیش رود. در حال حاضر بیشتر صنایع فاقد یک سیستم مدیریت مناسب برای دفع پسماندهای خطرناک هستند و این امر آینده محیط زیست را با مشکلات جدی رو به رو خواهد کرد. برای ایجاد این سیستم مدیریت باید در درجه اول به شناسایی و طبقه‌بندی پسماندهای خطرناک تولیدی در منطقه مورد مطالعه پرداخت؛ چرا که آگاهی از ویژگی‌های یک پسماند خطرناک و به طور کلی شناسایی این مواد می‌تواند صاحب نظران را در انتخاب روش‌های تصفیه و نگهداری و دفع مناسب این مواد یاری کند.

پسماندهای خطرناک، مواد زاید جامد یا مایعی هستند که به علت کمیت، غلظت و یا کیفیت فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیکی می‌توانند باعث افزایش میزان مرگ و میر و یا بیماری‌های بسیار جدی شوند. براساس تعریف سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده¹ EPA، پسماندهای خطرناک به مواد زاید جامدی اطلاق می‌شود که بالقوه خطرناک بوده و یا اینکه پس از طی مدت زمانی موجبات خطر را برای محیط زیست، فراهم می‌کنند. این نوع پسماندها اغلب یکی از مشخصات قابلیت انفجار، احتراق، خوردگی، واکنش پذیری و سمیت را دارا هستند.

تعاریف زیادی از پسماند خطرناک در سال‌های اخیر توسط سازمان‌های مختلف مانند "سازمان بهداشت جهانی (WHO)²" ارائه شده است که در این مورد به عنوان نمونه می‌توان به تعریف سازمان بهداشت جهانی اشاره کرد. طبق این تعریف، پسماندهای خطرناک موادی هستند که سبب:

- خطرات کوتاه‌مدتی همچون سمیت حاد از طریق بلعیدن، تنفس، جذب در

1. Environmental Protection Agency
2. World Health Organization (WHO)

پوست، تماس با چشم و پوست، خوردگی، آتش‌سوزی و یا انفجار ایجاد کنند.

- باعث ایجاد خطرات بلندمدت زیست‌محیطی شامل سمیت مزمن بر اثر تماس‌های مکرر و سرطان‌زایی شوند و یا دارای پایداری زیاد در مقابل فرایندهای حذف سمیت مانند تجزیه زیستی بوده و بتوانند موجب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی یا باعث اعتراض مردم از جنبه «زیبایی شناختی» مانند به وجود آوردن بوهای زننده و نامطبوع گردند.

این تعریف، بسیار کلی و غیر کاربردی است. به عنوان مثال، بسیاری از مواد و ترکیبات، پتانسیل آلوده‌سازی آب‌های زیرزمینی و سطحی را دارند، لیکن نمی‌توان آن‌ها را در زمره مواد خطرناک قرار داد. لازم به ذکر است که تعریف‌های «کاربری» عمدتاً توسط مدیران و مهندسانی که با پسماند خطرناک سر و کار دارند، ارایه شده و اغلب جنبه‌های عملی‌تری دارند. به عنوان مثال «قانون بازیافت و حفاظت منابع آمریکا (RCRA)^۱» پسماند خطرناک را به صورت زیر تعریف کرده است:

پسماند خطرناک به پسماند جامد و یا ترکیبی از آن‌ها اطلاق می‌شود که به

لحاظ مقدار، غلظت و یا خصوصیات فیزیکی، شیمیایی یا عفونی ممکن است:

- باعث افزایش مرگ و میر و یا افزایش بیماری‌های جدی برگشت‌ناپذیر و یا بیماری ناتوان‌کننده برگشت‌پذیر شوند.

- هنگامی که به درستی تصفیه، نگهداری، حمل و نقل و یا دفع نشوند،

باعث ایجاد خطر فوری یا بالقوه‌ای در سلامت انسان و یا محیط زیست گردند.

اگرچه در این تعریف از واژه پسماند جامد استفاده شده ولی این مفهوم

دربرگیرنده مواد نیمه جامد (مثل لجن‌های صنعتی)، مایعات و همچنین گازهای

موجود در مخازن نیز می‌شود. همچنین در این قانون، زباله‌های رادیواکتیو و

عفونی مد نظر نبوده، زیرا مدیریت این مواد در سایر بندهای قانون مذکور مورد

1. Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)

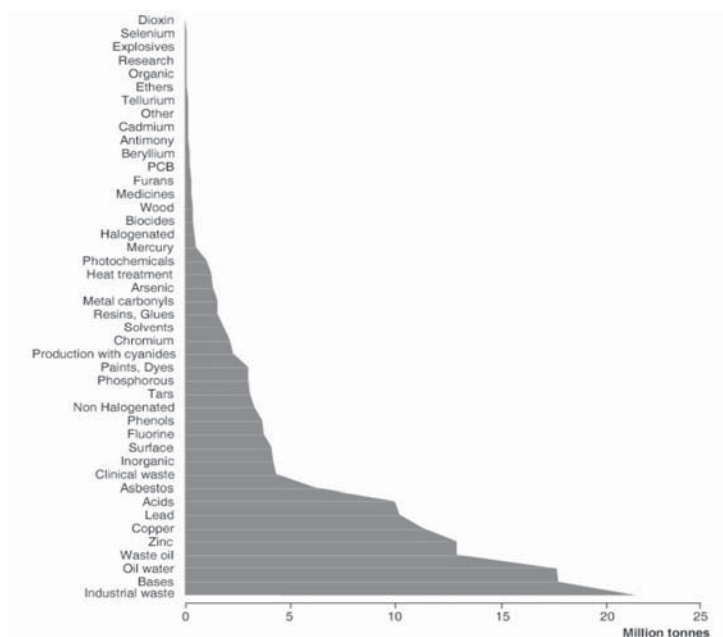
توجه قرار گرفته است.

یکی دیگر از تعاریف مهم پسماند خطرناک، تعریفی است که در سال ۱۹۸۵ توسط محیط زیست سازمان ملل ارائه شده است. بر اساس این تعریف، پسماند خطرناک به مواد زایدی (اعم از جامد، لجن، مایع و گاز موجود در مخزن) به جز مواد رادیواکتیو و عفونی اطلاق می‌شود که دارای فعالیت شیمیایی، سمیت، خاصیت انفجاری، خوردگی و یا سایر ویژگی‌هایی بوده که برای سلامتی انسان یا محیط زیست، به صورت تنها یا هنگامی که با سایر مواد زاید مخلوط شوند، ایجاد خطر نمایند.

تعریف پسماند خطرناک در سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (EPA) این سازمان پسماندی را خطرناک می‌داند که یک یا چند شرط زیر را داشته باشد و از خود ویژگی‌های قابلیت اشتعال، خوردگی، میل ترکیبی شدید یا سمیت نشان دهد:

- پسماند حاصل از منابع مشخص باشد.
- پسماند حاصل از منابع نامشخص باشد (زایدات حاصل از فرایندهای صنعتی).
- مخلوطی باشد که حاوی لیستی از پسماندهای خطرناک است.
- ماده‌ای که از مقررات RCRA معاف نباشد.
- پسماند حاصل از فرایندهای شیمیایی، تجاری، مواد واسط و مواد باقیمانده باشد.
- در طبیعت غیر قابل تجزیه و پایدار باشد.
- برای موجودات زنده کشنده باشد.
- دارای اثرات تجمعی یا تأثیر مخرب باشد.
- از نظر بیولوژیکی قابل ازدیاد باشد.

پسماند خطرناک / ۵



شکل ۱: تولید جهانی پسماند خطرناک (از ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۰)، گزارش شده توسط اعضای کنوانسیون بازل

ویژگی‌های پسماند خطرناک

برای شناسایی یک پسماند خطرناک لازم است که چهار ویژگی پسماند خطرناک تعریف شود. این چهار ویژگی عبارتند از:

الف) قابلیت اشتعال

پسماندهای دارای خصوصیت قابلیت اشتعال به این نحو شناسایی می‌شوند که به سهولت آتش می‌گیرند و قادر به ایجاد حریق خواهند بود. بسیاری از رنگ‌ها، شوینده‌ها، روغن سوخته و زاید روغنی و دیگر زائدات صنعتی، ترکیبی خطرناک دارند. این خصوصیت هم شامل پسماندهای مایع و هم غیر مایع می‌شود.

۱. بسیاری از زایدات قابل اشتعال دارای شکل فیزیکی مایع هستند، بدین منظور سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا آزمایشی را برای تعیین نقطه اشتعال طراحی کرده است که نشان می‌دهد آیا پسماند مورد نظر به اندازه‌ای قابل اشتعال هست که بتواند در فهرست پسماند خطرناک طبقه‌بندی شود. این آزمایش حداقل دمایی را که یک پسماند در آن دما در مقابل شعله، آتش می‌گیرد را نشان می‌دهد و برای شناسایی پسماندهایی استفاده می‌شود که به راحتی آتش می‌گیرند.

۲. محلول‌های آبی با الکل کمتر از ۲۴٪ حجمی استثنا هستند، زیرا به طور معمول شعله‌ور نمی‌شوند.

۳. بسیاری از پسماندهایی که شکل فیزیکی جامد یا غیر مایع دارند مانند چوب و کاغذ، به راحتی آتش می‌گیرند، اما سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا قصد ندارد همه این مواد را به عنوان زایدات اشتعال‌زا معرفی کند و در صورتی که بتوانند خود به خود آتش بگیرند یا از طریق اصطکاک یا با جذب رطوبت در شرایط معمولی و یا تغییر ناگهانی در ترکیب شیمیایی ایجاد حریق کنند، به عنوان پسماند قابل اشتعال مطرح می‌شوند. این معیار، بسیار کلی است و هیچ روش آزمایشگاهی را نیز به دنبال ندارد و هدف آن مشمول ساختن مواد جامد ناپایدار از نظر حرارتی است که امکان آتش‌سوزی در مورد آن‌ها وجود دارد.

۴. به طور حتم گازهای فشرده (متراکم) همیشه به عنوان مواد قابل احتراق طبقه‌بندی می‌شوند و در نهایت مواد اکسید کننده به عنوان زایدات قابل اشتعال دسته‌بندی می‌گردند.

ب) خوردگی

۱. pH به عنوان یک معیار، در مشخص کردن و تعیین هویت پسماند خطرناک در رابطه با خوردگی به کار می‌رود. پسماندهای با pH بالا و پایین می‌توانند با سایر پسماندها واکنش دهند و در نهایت سبب ایجاد موادی شوند که

خطرات بیشتری از پسماند در حالت منفرد دارند (پسماندهایی که دارای خصوصیت خوردگی اسیدی یا قلیایی هستند به عنوان مواد خورنده طبقه‌بندی می‌شوند). چنین پسماندهایی به راحتی جسم را حل کرده یا باعث خوردگی آن می‌شوند. اکثر مواد خورنده دارای این خاصیت، در میان پسماندهای خطرناک یافت می‌شوند. به عنوان مثال، اسید سولفوریک حاصل از باتری وسایل نقلیه موتوری، یک ماده خورنده است. سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا از دو معیار مختلف برای شناسایی پسماندهای خطرناک خورنده مایع و آبدار استفاده می‌کند.

۲. معیار اول آزمایش pH در ارتباط با پسماندهای مایع، پسماند را در صورتی خورنده نشان می‌دهد که pH آن بزرگتر یا برابر ۱۲/۵ و یا پایین‌تر و برابر ۲ باشد. این آزمایش با دستگاه pH سنج و با استفاده از روش اندازه‌گیری سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا انجام می‌شود. این روش تحت شماره ۵/۲ در روش‌های اندازه‌گیری و ارزیابی پسماند جامد اعم از فیزیکی و شیمیایی^۱ تعیین شده است. همچنین یک پسماند زاید اگر مایع باشد و در درجه حرارت ۵۵ درجه سلسیوس (۱۳۰ درجه فارنهایت) در فولاد ایجاد خوردگی با سرعت بیش از ۶/۳۵ میلی‌متر در سال نماید، ممکن است خورنده باشد. پسماندهای جامد جهت تعیین خصوصیت خوردگی ارزیابی نمی‌شوند ولی در بسیاری از مراکز با حل کردن نمونه جامد در آب مقطر و انجام آزمایش pH نمونه مزبور، مواد جامد را از نظر خصوصیت خوردگی بررسی می‌کنند.

واکنش پذیری (میل ترکیبی شدید)

این گونه مواد از نظر شیمیایی، ناپایدار بوده و به شدت در معرض هوا یا سرایت رطوبت واکنش ایجاد کرده و خطر آفرین هستند. جهت انتساب ویژگی

1. Test methods for evaluation of waste physical/chemical methods

مربوطه، هیچ روش آزمایشگاهی مشخصی وجود ندارد و هدف کلی، مشمول ساختن پسماندی است که ناپایدار بوده و توان بالقوه‌ای در ایجاد و انتشار گاز و بروز انفجار از خود نشان می‌دهد. صنایعی که با این گونه مواد سر و کار دارند از این خصوصیت آگاهی دارند، به علاوه با علم به اجزای تشکیل دهنده پسماند و به فرض آگاهی از نوع و کیفیت مواد مصرف شده می‌توان این خصوصیت را تا حدود زیادی مشخص کرد.

موادی که به راحتی محترق می‌شوند و یا بر اثر واکنش شدید، منفجر می‌شوند، نمونه‌هایی هستند از پسماندهای دارای خصوصیت واکنش‌پذیری هستند. از این دو خصوصیت برای شناسایی پسماندهای واکنش‌پذیر استفاده می‌شود. در بسیاری از موارد روش قابل اطمینانی برای ارزیابی یک پسماند از نظر پتانسیل محترق شدن یا واکنش شدید نشان دادن، تحت شرایط معمولی، وجود ندارد. بنابراین سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا ضوابطی را جهت تعیین پسماندهای واکنش‌پذیر تعریف کرده که از این ضوابط برای ارزیابی بهینه پسماند و اینکه آیا پسماند به اندازه‌ای واکنش‌پذیر است که در طبقه پسماند خطرناک واکنش‌پذیر قرار گیرد، استفاده می‌شود. یک پسماند چنانچه هر کدام از معیارهای زیر را نشان دهد، دارای خصوصیت واکنش‌پذیری است:

- اگر در شرایط روباز، در آب یا تحت شرایط عادی بتواند محترق شود و یا شدیداً واکنش نشان دهد.
- اگر تحت شرایط عادی بتواند بخارات سمی یا گازهایی را که در آب محترق می‌شوند، ایجاد کند.
- بتواند سطح کمی از نمک یا گازهای با حرارت بالا را هنگامی که محترق شود به حدود $\text{pH} = 2$ نزدیک کند.

سمیت

هنگامی که پسماندهای خطرناک، بدون پوشش در تماس با محیط خاک قرار

می‌گیرند، ترکیبات یا عناصر سمی آن می‌توانند با عبور از خاک، به درون آب‌های زیرزمینی راه یابند و به این نحو مواد شیمیایی خطرناک، در معرض استفاده کنندگان از آب قرار می‌گیرند. سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا خصوصیت سمیت (TC) را برای شناسایی مواد زاید در نظر گرفته است که به بررسی غلظت مواد سمی ورودی به آب زیرزمینی می‌پردازد. به منظور تعیین اینکه آیا هر ماده زاید ویژه به آن میزانی که برای آب‌های زیرزمینی خطرناک است وارد می‌شود یا خیر. آزمایش سمیت EP¹ یک روال شبیه سازی به منظور تعیین قابلیت پسماند در ایجاد شیرابه‌هایی است که حاوی مواد شیمیایی خطرناک بوده و آثار منفی زیست‌محیطی به دنبال دارند. در ژوئن ۱۹۸۶ سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا پیشنهاد جایگزین کردن روش آزمایش سمیت EP را با یک روش آزمایش جدید ارائه کرد. این روش به "شیوه آزمایش تعیین ویژگی‌های سمیت نشت یافته" (TCLP) موسوم می‌باشد. روش گاز کروماتوگرافی یا اسپکترومتری جرمی برای اندازه‌گیری ۴۰ ماده آلی و روش جذب اتمی برای اندازه‌گیری فلزات سنگین در نظر گرفته شد. این آزمایش، کلیه اقلام آزمایش سمیت (EP) را نیز شامل شده و نسبت به آزمایش سمیت پرهزینه‌تر می‌باشد.

سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا یک روش آزمایشگاهی طراحی کرده است که فرآیند جذب و همچنین وضعیتی مشابه شرایط قرار گرفتن پسماند در خاک یک محل دفن پسماند را تکرار می‌کند. این روش آزمایشگاهی به TCLP معروف است. این قانون نیازمند فعالیتی جهت فراهم کردن TCLP برای نمونه‌های پسماند خطرناک به منظور تولید یک عصاره آبیکی است. این عصاره

1. Extraction Procedure. (EP)

2. Toxicity Characteristic Leaching Procedure. (TCLP)

باید شبیه به عصاره تولید شده توسط محل دفن^۱ باشد که شامل مخلوطی از زایدات خانگی و صنعتی است. این عصاره فقط یک بار از طریق TCLP سمی تولید می‌شود. فرد مسئول باید تعیین کند که هر پسماندی شامل کدامیک از ۴۰ ماده شیمیایی سمی متفاوت در مقادیر بالاتر از سطح تعیین شده قانونی است. اساس این سطوح تعیین شده بر مطالعات مدلسازی آب‌های زیرزمینی و داده‌های سمیت استوار است که حد بالای ترکیبات سمی معمولی و عناصری که سلامت انسان و محیط را تهدید می‌کنند، محاسبه می‌نماید. اگر نمونه‌های عصاره شامل غلظت بالایی از هر کدام از مواد شیمیایی تعیین شده باشد، این ماده به عنوان یک ماده سمی شناسایی می‌شود.

تعیین خصوصیات پسماند خطرناک

برای تعیین هویت پسماند خطرناک، ۴ فهرست F، K، P و U مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما تنها وجود این جداول در بررسی پسماند خطرناک کفایت نمی‌کند؛ زیرا در مواردی برخی از پسماندها، مشمول هیچ یک از فهرست‌های چهارگانه نمی‌شوند، ولی به دلیل دارا بودن خصوصیتی چون اشتعال پذیری، خوردگی، میل ترکیبی شدید و سمیت، خطرناک تلقی می‌گردند. در مورد اشتعال پذیری، خوردگی و سمیت از روش‌های آزمایشگاهی مورد استفاده می‌شود. با وجود اینکه روش‌های آزمایشگاهی در تعیین خصوصیت در دسترس هستند، تنها در مواردی از آزمایش استفاده می‌شود که در مورد خصوصیت پسماند، عدم اطمینان بسیاری وجود داشته باشد.

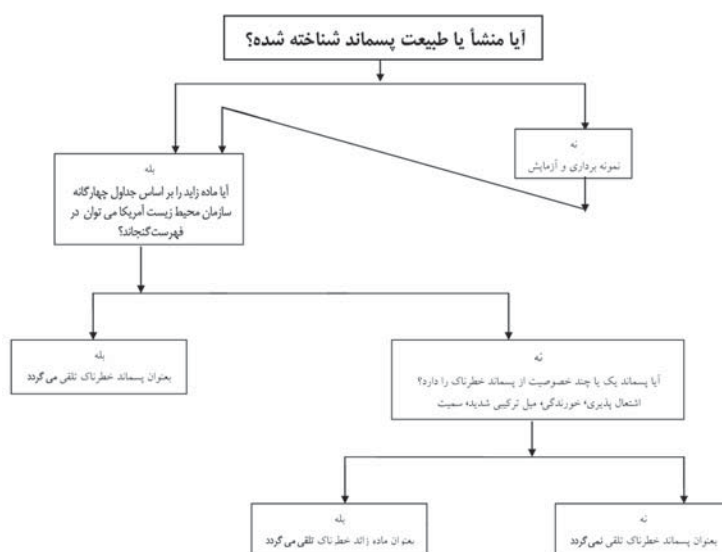
سایر روش‌های فهرست بندی پسماند خطرناک

در اینجا به بررسی انواع دسته بندی‌های انجام شده، می‌پردازیم:

1. Land Fill

• طبقه‌بندی بر اساس حالت فیزیکی

در این تقسیم‌بندی، پسماند خطرناک را بر اساس حالت‌های فیزیکی ماده یعنی جامد، مایع، نیمه جامد، لجن و گاز دسته بندی می‌کنند. در نمودار زیر روند شناسایی پسماند خطرناک نشان داده شده است. (شکل ۲)



شکل ۲: دیاگرام روند شناسایی پسماند خطرناک

• طبقه بندی بر اساس میزان خطر

بر این اساس، پسماند را به دو گروه تقسیم می‌کنند: گروه اول: پسماندهایی که برای محیط زیست و سلامتی انسان بسیار مخاطره‌آمیز هستند، مانند حلال‌های آلی یا مواد قابل اشتعال با نقطه اشتعال پایین، سموم دفع آفات، ترکیبات کلره و PCBs^۱.

1. PolyChlorinated Biphenyls.

گروه دوم: پسماندهایی هستند که خطرات بهداشتی کمتری دارند ولی از نظر کمیت در مقیاس انبوه خطرناک می‌شوند. موادی مانند سرباره‌های فلز دار، زایدات معدنی، فسفوژپیسوم یا لجن آهک در این گروه قرار می‌گیرند.

• طبقه‌بندی بر اساس نحوه تولید

(۱) ضایعات بیولوژیک:

منشأ تولید این ضایعات بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها و مراکز تحقیقات پزشکی و درمانی بیولوژیکی بوده و توانایی آلوده ساختن موجودات زنده یا تولید سم، از خواص بارز این ضایعات می‌باشد.

(۲) ضایعات شیمیایی:

بیشتر بر اثر فعالیت صنایع و کارخانه‌ها تولید شده و به چهار گروه عمده تقسیم می‌شوند: مواد آلی مصنوعی، نمک‌ها، اسیدها، بازها و فلزات.

(۳) ضایعات رادیواکتیو:

به موادی که اشعه یونیزه از خود ساطع کنند، رادیواکتیو اطلاق می‌شود که بر اثر تماس مداوم با تشعشعات آن‌ها ضایعات و صدماتی در ارگان‌های زنده ایجاد می‌گردد. مواد رادیواکتیو از این جهت قابل توجه‌اند که قادرند برای زمان‌های بسیار طولانی پایدار بمانند. نیروگاه‌های هسته‌ای، مراکز تحقیقات و کاربرد هسته‌ای جهت مقاصد مختلف پزشکی، دندانپزشکی، کشاورزی و تسلیحاتی از جمله منابع مولد این ضایعات هستند.

• طبقه‌بندی بر اساس نوع مواد

برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد (UNEP)، پسماند خطرناک را به صورت زیر تقسیم‌بندی کرده است:

(۱) پسماند غیر آلی مانند اسیدها، قلیاها، فلزات سنگین و آزبست.

(۲) پسماند آلی شامل حلال‌های آلی هالوژن‌دار و غیر هالوژن‌دار، PCBs، آفت‌کش‌ها، رنگ‌ها و رزین‌ها.

- ۱- پسماند روغنی، مانند روغن‌های مصرف شده در عملیات هیدرولیک و ماشین تراش.
- ۲- پسماند فساد پذیر آلی، مانند روغن‌های خوراکی و زایدات حاصل از کشتارگاه‌ها و دباغی‌ها.
- ۳- پسماند کم خطر و پر مقدار مانند گل‌های حفاری ناشی از استخراج نفت و گاز و خاکستر.
- ۴- پسماند متفرقه، مانند مواد عفونی، مواد شیمیایی فاسد یا منقضی شده و مواد تولیدی آزمایشگاه‌های صنعتی.

• طبقه‌بندی بر اساس نحوه تأثیر پسماند زیان آور

- ۱) مواد قابل انفجار
- ۲) مواد اکسید کننده
- ۳) مواد قابل اشتعال
- ۴) مواد محرک و سوزش آور
- ۵) مواد زیان آور
- ۶) مواد سرطان‌زا
- ۷) مواد خوردنده؛
- ۸) مواد بیماری‌زا
- ۹) مواد مسمومیت‌زای محیط
- ۱۰) مواد جهش‌زا

در یک سیستم مدیریت سازمان یافته، باید به منظور ارزیابی و شناسایی پسماند خطرناک اقدام به ایجاد یک سیستم طبقه‌بندی نمود. در بسیاری از کشورها این سیستم یک بخش تفکیک ناپذیر از شیوه تعریف پسماند خطرناک است. در بسیاری از موارد، سبک طبقه‌بندی به نحوی متأثر از عوامل زیر بوده است:

۱- نوع پسماند خطرناک

۲- فرایندهای صنعتی که پسماند از آن‌ها ناشی می‌شوند.

۳- موادی که حضور آن‌ها نشانگر ایجاد مخاطرات بهداشتی برای انسان و محیط زیست باشد.

به طور کلی می‌توان گفت که هر کدام از روش‌های شناسایی و طبقه‌بندی پسماند خطرناک دارای مزایا و معایبی است. استفاده از فهرست‌ها یک روش به نسبت ساده برای شناسایی پسماند خطرناک بوده که نیازی به آزمایش نداشته و در ضمن دارای قابلیت انعطاف بیشتری است. عیب این روش، ایجاد بار تصمیم‌گیری برای مسئولان کنترل‌کننده پسماند، درخصوص تعیین آن دسته از پسماندهای حاصل از فرایندهای صنعتی که باید کنترل شوند، خواهد بود. اما استفاده از روش‌های آزمایشگاهی دارای این مزیت است که توصیف دقیق و صحیحی از پسماند بدست خواهد داد و هیچ شکی بر جای نخواهد گذاشت که آیا پسماند جزء مواد زائد خطرناک محسوب می‌شود یا خیر. با این وجود، این توصیف‌های دقیق نیاز به دستورالعمل‌های دقیق آزمایشگاهی، نیروی انسانی متخصص و غیره را ایجاد می‌کند. بنابراین به طور کلی برای اینکه یک پسماند بتواند به عنوان یک پسماند خطرناک در نظر گرفته شود باید یکی از شرایط زیر را داشته باشد:

۱) جزء یکی از چهار فهرست پسماند خطرناک باشد.

۲) مخلوطی از یک پسماند عادی و یک پسماند خطرناک موجود در فهرست‌ها باشد.

۳) از تصفیه، نگهداری یا دفع نهایی یکی از مواد زائد خطرناک موجود در فهرست‌ها حاصل شود.

۴) یک یا چند ویژگی از چهار ویژگی یک پسماند خطرناک را از خود نشان دهد.



شکل ۳: نمونه‌های پسماند خطرناک

• طبقه‌بندی در اروپا (EU)

در کشورهای اروپایی، نیز طبقه‌بندی خاصی در خصوص پسماند خطرناک وجود دارد که در جدول ۱ به مواردی از آن اشاره شده است.

جدول ۱: مواد زاید خطرناک بر اساس طبقه‌بندی کشورهای اتحادیه اروپا

ویژگی	کد پسماند خطرناک
مواد قابل انفجار	H1
مواد اکسید کننده	H2
مواد با اشتعال پذیری بالا	H3A
مواد قابل اشتعال	H3B
مواد محرک	H4
مواد مضر	H5
مواد سمی (شامل مواد با سمیت بالا)	H6
مواد سرطان‌زا	H7
مواد خورنده	H8
مواد عفونی	H9
موادی که باعث نقص در خلقت (مادرزادی) می‌شوند.	H10
مواد جهش‌زا	H11
موادی که در تماس با آب گازهای سمی تولید می‌کنند.	H12
منبع تولید پسماند خطرناک	H13
مواد مضر برای طبیعت (اکوسیستم)	H14

• طبقه‌بندی بر اساس کنوانسیون بازل

یکی دیگر از طبقه‌بندی‌های معروف در خصوص پسماند خطرناک، طبقه‌بندی‌ای است که طبق مقررات کنوانسیون بازل انجام گرفته و مورد تأیید RCRA نیز می‌باشد.

در ماه مارس سال ۱۹۸۹ معاهده بازل در کشور سوئیس به منظور کنترل حمل و نقل برون مرزی ضایعات زیان‌آور توسط ۳۵ کشور شرکت کننده به امضا

رسید و از سال ۱۹۹۲ لازم‌الاجراء شد. در سال ۱۳۷۱ اجازه عضویت جمهوری اسلامی ایران در کنوانسیون مذکور از تصویب مجلس شورای اسلامی گذشت. مطابق مفاد کنوانسیون مذکور، کشورهای عضو متعهد گردیده‌اند که از صدور و ورود پسماندهای مشمول کنوانسیون در صورتی که تشخیص دهند به نحو صحیح از لحاظ محیط زیست اداره نخواهد شد، جلوگیری کنند. کنوانسیون بازل اهداف زیر را در بر می‌گیرد:

(۱) کاهش حمل و نقل برون مرزی پسماند خطرناک و دیگر پسماندها به منظور به حداقل رساندن اثرات تخریبی پسماند در محیط زیست و مدیریت اصولی آنها.

(۲) تصفیه و دفع پسماند خطرناک و دیگر پسماندها تا حد امکان نزدیک به محل تولید آنها.

(۳) به حداقل رساندن تولید پسماند خطرناک و دیگر پسماندها از نظر کمیت و کیفیت.

پیرو اقدامات مشترک دبیرخانه کنوانسیون بازل و سازمان گمرک بین‌الملل، جداولی به منظور هماهنگی اقلام پسماندهای مشمول کنوانسیون بازل با کد سیستم هماهنگ شده سازمان گمرک بین‌الملل ارایه شده است. اگرچه جداول مذکور در حال حاضر به طور کامل اقلام پسماندهای مشمول کنوانسیون را در بر نمی‌گیرد، اما به عنوان مبنایی برای مقررات کنترل ورود و خروج پسماندها در کشور پیشنهاد می‌شود. در مواردی که اقلام پسماندهای مشمول کنوانسیون بازل بخشی از کالاهای مربوط به کد سیستم طبقه‌بندی هماهنگ شده را تشکیل می‌دهند، قبل از کد مذکور پسوند ex آورده شده و در مواردی که هنوز مطابقت دو کد با هم انجام نشده با علامت (XXXX) نشان داده شده است.

جدول ۲: فهرست پسماندهای خطرناک پیوست ۱ کنوانسیون بازل

کد بازل	شرح
Y1	پسماندهای مربوط به بیمارستان‌ها، مراکز درمانی و کلینیکی
Y2	پسماندهای مربوط به تولید دارو
Y3	داروها و مواد پزشکی غیر قابل مصرف و زاید
Y4	پسماندها و مواد اضافی در تولید و فرمولاسیون سموم دفع آفات و داروهای دامی
Y5	پسماندها و مواد شیمیایی مربوط به تولید یا فرمولاسیون مواد شیمیایی نگهدارنده چوب
Y6	پسماندهای مربوط به تولید حلال‌های آلی
Y7	پسماندهای مربوط به عملیات حرارتی و یا فرآوری محتوی سیانیدها
Y8	روغن‌های با ریشه معدنی غیر قابل مصرف برای کاربرد اولیه
Y9	پسماندهای مخلوط‌های روغن/آب و هیدروکربن/آب و امولسیون‌ها
Y10	جامدات و اشیای حاوی یا آلوده به PBB، PCT و PCB
Y11	پسماندهای آغشته به قیر و رسوبات نفتی که در نتیجه عملیات تصفیه، تقطیر و یا تجزیه حرارتی مواد نفتی ایجاد می‌شود.
Y12	پسماندهای مربوط به تولید و فرمولاسیون جوهر، مرکب، پیگمنت‌ها و الک‌ها و براق کننده‌ها
Y13	پسماندهای مربوط به تولید و فرمولاسیون رزین‌ها، لاتکس، چسب‌ها، پلاستیسایرزا
Y14	پسماندهای شیمیایی مربوط به مراکز تحقیقاتی و آموزشی که فعالیت و خصوصیات آن‌ها کاملاً معلوم نیست و اثرات بلند مدت آن‌ها ناشناخته است.
Y15	پسماندها و مواد شیمیایی قابل انفجار که تحت قوانین دیگری دسته‌بندی نشده‌اند.
Y16	پسماندها و مواد شیمیایی مربوط به تولید مواد شیمیایی

کد بازل	شرح
Y17	پسماندهایی که در اثر فراوری سطحی فلزات و پلاستیک ایجاد می‌شوند.
Y18	پسماندهای ناشی از عملیات دفع ضایعات صنعتی
Y19	پسماندهای حاوی کربونیل فلزات
Y20	پسماندهای حاوی برلیوم و ترکیبات آن
Y21	پسماندهای حاوی ترکیبات کرم شش ظرفیتی
Y22	پسماندهای حاوی ترکیبات مس
Y23	پسماندهای حاوی ترکیبات روی
Y24	پسماندهای حاوی آرسنیک و ترکیبات آن
Y25	پسماندهای حاوی سلیوم و ترکیبات آن
Y26	پسماندهای حاوی کادمیوم و ترکیبات آن
Y27	پسماندهای حاوی آنتیموان و ترکیبات آن
Y28	پسماندهای حاوی تلوریم و ترکیبات آن
Y29	جیوه و ترکیبات آن
Y30	تالیوم و ترکیبات آن
Y31	سرب و ترکیبات آن
Y32	ترکیبات معدنی فلئور به استثنای کلسیم فلوراید
Y33	ترکیبات معدنی سیانورها
Y34	محلول‌های اسیدی و یا اسیدهای جامد
Y35	محلول‌های قلیایی یا قلیاهای جامد
Y36	آزبست (به صورت غبار یا الیاف)
Y37	ترکیبات آلی فسفر
Y38	ترکیبات آلی سیانور
Y39	فنل و ترکیبات آن شامل کلروفنل‌ها
Y40	اترها

کد بازل	شرح
Y41	حلال‌های آلی هالوژنه
Y42	حلال‌های آلی
Y43	ترکیبات یا موادی که حاوی دی‌بنزوفوران چند کلره ¹ PCDF
Y44	ترکیباتی که دارای دی‌بنزو - پارا دی‌اکسین چند کلره ² PCDD
Y45	ترکیبات هالوژنه آلی به استثنای ترکیباتی که در گروه‌های فوق به طور جداگانه به آن‌ها اشاره شده است.

جدول ۳: فهرست پسماندهای خطرناک پیوست ۲ کنوانسیون بازل

کد بازل	مشخصات
HI	مواد منفجره: مواد یا پسماندهای جامد یا مایع و یا مخلوطی از مواد مختلف که قابلیت تولید گاز بر اثر انجام واکنش شیمیایی شدید دارند که باعث تخریب محیط اطراف خود می‌شوند.
H3	مایعات قابل اشتعال: مایعات یا مخلوطی از مایعات و یا جامدات محلول یا معلق (مثل رنگ‌ها، لاک‌ها، براق‌کننده‌ها)
H4.1	جامدات قابل اشتعال: جامداتی (به استثنای جامداتی که قابل انفجار می‌باشند) که در اثر حمل و نقل، قابلیت اشتعال را داشته و یا در اثر اصطکاک باعث شعله‌ور شدن می‌شوند.

1. Poly Chlorinated Dibenzo Furan
2. Poly Chlorinated Dibenzo-P-Dioxin

کدبازل	مشخصات
H4.2	مواد یا پسماندهایی که در شرایط حمل معمولی یا در معرض هوا به طور ناگهانی داغ و سپس مشتعل می‌گردند
H4.3	ترکیبات و ضایعاتی که در مجاورت آب، گازهای قابل اشتعال متصاعد می‌کنند. این ترکیبات در اثر واکنش با آب، گازهایی متصاعد می‌کنند که می‌توانند مشتعل شوند.
H.5	مواد اکسید کننده: موادی که به خودی خود قابل اشتعال نیستند ولی ممکن است باعث متصاعد شدن اکسیژن شوند و مواد دیگر را مشتعل سازند.
H5.2	پراکسیدهای آلی: ترکیبات آلی که دارای پیوند مضاعف O-O بوده و در مقابل حرارت ناپایدارند و ممکن است دچار واکنش گرمای تجزیه‌ای بشوند.
H6.1	مواد سمی: مواد سمی که می‌توانند بر اثر بلعیدن یا استنشاق و یا تماس با پوست باعث مرگ یا زخمی شدن و یا وارد شدن صدمه به سلامتی انسان شوند.
H6.2	مواد عفونی: ضایعات و موادی که به طور مشخص محتوی میکروارگانیسم‌ها و یا مواد ناشی از آنها بوده و باعث بیماری انسان یا حیوان می‌شوند.
H8	مواد خورنده: مواد یا پسماندهایی که با واکنش شیمیایی بر اثر تماس یا نشت باعث صدمه جدی به بافت‌ها شده و یا مواد دیگر را از بین می‌برند.

کدبازل	مشخصات
H10	متصاعد کنندگان گازهای سمی: موادی که در اثر تماس با هوا یا آب، گازهای سمی در حد خطرناک متصاعد می‌سازند.
H11	مواد سمی (مزمین یا حاد): موادی که چنانچه بعلیده شده یا از طریق پوست نفوذ کننده، ممکن است باعث بیماری‌ها و یا صدمات خطرناک شوند (شامل سرطان‌زها)
H12	مواد سمی برای محیط (اکوتوکسیک): مواد یا ضایعاتی که چنانچه در محیط رها شوند، می‌توانند آسیب‌های جدی به محیط وارد کنند. این مواد ممکن است اثرات آبی یا بلند مدت بر اثر انباشته شدن در محیط داشته باشند.
H13	موادی که پس از دفع، قابلیت آن را دارا هستند که ترکیبات دیگری ایجاد کند (مثل شیرابه حاصله از زباله‌ها) و همه یا بعضی از خواص فوق را دارا باشند.

اثرات بهداشتی و زیست محیطی پسماند خطرناک

مخاطرات بهداشتی

رشد فزاینده تولید مواد شیمیایی و همچنین مصرف این مواد در فرایندهای مختلف صنعتی از نشانه‌های بارز یک جامعه صنعتی بشمار می‌رود. گرچه استفاده از این مواد در شاخه‌های مختلف تا حد زیادی باعث توسعه اقتصادی گردیده است، اما مطالعات و تجربیات نشان می‌دهند که اثرات سوء قابل توجهی در ارتباط با این مواد هستند. امروزه به موازات شناخته شدن اثرات سوء مخرب ناشی از مواد شیمیایی خطرناک، راهکارهایی برای کنترل صحیح آن‌ها در نظر

گرفته شده است و تنها با تحقق بخشیدن به این راهکارهای پیشگیری کننده است که می‌توان کشورها را از تکرار اشتباهات گذشته بر حذر داشت. اثرات سوء ناشی از پسماند خطرناک، بسیار متفاوت و متنوع است. برخی از این اثرات، کوتاه مدت و شدید هستند. تجربیات سایر کشورها نشان می‌دهد که در این خصوص کودکان در گروه سنی ۱۰-۱ سال گروه بحرانی تحت تأثیر می‌باشند. دسته دیگر از اثرات بهداشتی، اثرات دراز مدت هستند. این عوارض در مدت زمان به نسبت طولانی بارز می‌شوند که بیشتر به خصوصیات سمیت^۱، تجمع پذیری^۲ سرطان‌زایی^۳، جهش‌زایی^۴ و بیماری‌زایی^۵ مواد شیمیایی مربوط می‌گردند. آنچه مسلم است این است که بسیاری از مواد شیمیایی خطرناک مندرج در فهرست چهارگانه سازمان حفاظت محیط زیست امریکا قادرند چنین تأثیراتی را به وجود آورند، ولی در عین حال تمام مواد شیمیایی خطرناک مزبور در این خصوص در یک رتبه قرار ندارند. این عدم یکنواختی گرچه تا حدودی به درجه و میزان خطرات ناشی از این مواد بر می‌گردد ولی چندان هم به این مورد وابسته نیست، بلکه آنچه برخی از پسماندهای خطرناک را مهم‌تر از برخی دیگر جلوه می‌دهد، وسعت استفاده و کاربرد آن در بخش‌های مختلف اقتصادی است.

مشخصات قابلیت آسیب‌رسانی به سلامت انسان

موادی که دارای هریک از صفات نامبرده زیر باشند، مضر و خطرناک تلقی می‌شوند. زیان‌ها و صدمات وارده اغلب به دو گروه حاد^۶ و مزمن^۷ تقسیم می‌شوند. همچنین برخی از آن‌ها دارای هر دو خصیصه هستند.

-
1. Toxicity.
 2. Bioaccumulation.
 3. Carcinogenic.
 4. Mutagenic.
 5. Teratogenic.
 6. Acute.
 7. Chronic.

• صدمات حاد

اثر این گونه صدمات به محض تماس با ماده شیمیایی بخصوصی ظاهر می‌شود و واژه حاد به معنی شدید و سریع بوده که اغلب توأم با درد زیادی است، ولی اثر بسیاری از صدمات حاد پس از مدتی محو شده و دائمی نمی‌باشد.

• صدمات مزمن

این آسیب‌ها دارای اثرات طولانی مدت و گاهی دائم بوده که ممکن است این صدمات به آهستگی رو به افزایش گذارد. اغلب این آسیب‌های مزمن در تماس مکرر و طولانی مدت با مواد شیمیایی خاص بروز می‌کند.

چگونگی آلودگی محیط زیست توسط پسماند خطرناک

پسماندها هم می‌توانند به صورت مستقیم مثل نشت شیرابه یا تبخیر مواد شیمیایی به اتمسفر و هم به صورت غیر مستقیم مثل نزولات جوی حاوی مواد معلق هواژرد وارد محیط زیست شوند. اهمیت هر کدام از این راه‌ها نه تنها به خصوصیات بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی بستگی دارد، بلکه به ویژگی‌های محل دفع و وضع زمین شناسی لایه‌های زمین نیز وابسته است. آلودگی‌های آب‌های سطحی و زیرزمینی از مثال‌های بارز اثرات ناشی از این مواد هستند. به طور مثال، آب‌های سطحی که در نزدیکی مکان‌های دفع پسماند خطرناک قرار دارند می‌توانند به طور مستقیم این مواد را توسط روان آب‌های حاصله دریافت کنند. نکته‌ای که باید در آلودگی آب‌های سطحی به آن توجه داشت، سمیت و تجمع زیستی برخی از پسماندها در مقادیر غلظت پایین در ماهی‌ها و سایر موجودات آبی است. علاوه بر موارد ذکر شده، ترکیبات آلی با فشار بخار زیاد تمایل دارند که از مکان‌های دفع پسماند وارد اتمسفر شوند. میزان تبخیر مواد شیمیایی حاصل از پسماند دفن شده در زمین به مراتب کمتر از پسماند انباشته شده بر روی زمین یا مخازن سطحی است. همچنین آتش‌سوزی در مکان‌های دفع می‌تواند منجر به افزایش تبخیر ترکیبات فرار شود. پراکندگی توسط باد نیز

یکی دیگر از راه‌های انتشار پسماند به محیط زیست است. برخی از پسماندها مانند آزبست به راحتی توسط باد تا مسافت‌های طولانی حمل می‌شوند. همچنین انتشار خاک‌های آلوده در مکان‌های دفن هم مشکل‌ساز می‌باشد. علاوه بر این، گیاهانی که در نزدیکی محل دفن پسماند خطرناک قرار دارند، مواد شیمیایی خطرناک را از طریق ریشه خود از خاک آلوده به این مواد جذب می‌کنند. برخی از مواد شیمیایی می‌توانند پس از ورود از طریق ریشه خود را به قسمت‌های فوقانی گیاه برسانند. رسوب ذرات خاک آلوده بر روی سطح گیاهان نیز یک راه انتشار بالقوه این مواد است.

منابع

۱. اسدی، محمود، دادمهرفائزی رازی، رامین نبی‌زاده، مهناز وجدانی، ۱۳۷۱، مدیریت مواد زائد خطرناک، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست ایران، تهران.
۲. عبدلی، محمدعلی، ۱۳۷۲، سیستم مدیریت پسماند جامد شهری و روش‌های کنترل، سازمان بازیافت و تبدیل مواد تهران.
3. Berkun, M. , Aras, E. , Nemiloglu, S. , 2005, "Disposal of Solid Waste in Stanbul and Along The Black Sea Coast of Turkey" , Journal of Waste Management , Volume 25, Issue 8 , pp . 847-855
4. Baker ,R. , Warren , J. , 1992, "Generation of Hazardouse Waste in The United State" , Journal of Hazardous Waste and Hzaradous Material Volume9, Number 1, pp. 19-35
5. EPA, 1996 , "Hazardous Waste Charactristics Study", available at: <http://www.epa.gov> . visited on 2008 .
6. EPA, 2004, "Managing Hzardous Waste", RCRA, sub. C, cha, 1, section 3, available at: <http://epa.gov> /visited on 2008 .
Environmental Protection Agency(EPA), U. S. Study of

selected Petroleum Refining Residuals ,E 95-0391,Office of Solid Waste ,1996

7. Free man H. M. ,1989"Standard Handbook of Hzardous Waste Treatment and Disposal" ,McGraw-Hill publication , USA .

8. Henry J. G. ,G. W. Heinke ,1996,"Environmental Science and Engineering",2nd Edition,Prentic Hall International Edition,USA, .

9. LaGrega M. D. ,P. L. Buckingham,J. C. Evans,"Hazardous Waste Management",2nd Edition,McGraw-Hill,New york,2001 ..

10. Lang more,K. 1998,"Minimum Requirments for the Handling,Classiffication and Disposal of Hzardous Waste",Department of water Affairs and forestry,Second Edition

11. Standard Handbook of Hazardous waste Treatment and Disposal(SHHWTD. 1989). MC Graw-Hill book Co .

12. Tchobanogolous G. , G. H. Theisen ,R. Eliassen,Solid Waste Engineering,Principles and Management Issues,McGraw-Hill,NewYork,1997 .

13. Shell International ,B. V. , Waste Management Guideline,Health ,Safety and Environmental Committee,Hague , The Netherlands,1996 ..

14. US Environmental Protection Agency,RCRA's chemical waste Compatibility list,available at: www.epa.gov

15. Zeiss ,C. ,Major,W. ,1992,"Hazardous Waste Generation and Disposal by The Industrial-Commercial-Institutional(ICI) Sector in Resource-Based Community",Journal of Hazardous Material ,Volume 9 ,Number3 ,pp. 73-83

پسماند خطرناک



مدیریت
بهداشت، ایمنی و محیط زیست