به نام خدا

روشهای مدیریت ، بیخطر سازی و

دفن مواد زاید خطرناک

- مقدمه ای بر مدیریت مواد زاید خطرناک

۱-مقدمه

برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد[۱] «مواد زاید خطرناک» را به صورت زیر تعریف نمود:

مواد زیاد خطرناک به مواد زاید اعم از جامد، لجن، مایع و گاز موجود در مخزن، به جز مواد رادیواکتیو و عفونی اطلاق می شود که **دارای فعالیت شیمیایی، سمیت، خاصیت انفجاری، خورندگی** و یا سایر ویژگی هایی است که برای سلامتی انسان یا محیط زیست، چه به صورت تنها و یا هنگامی که با سایر مواد زاید مخلوط گردند، ایجاد خطر نماید(۶).

میزان تولید مواد زاید خطرناک در طی چند دهه اخیر، رشد بسیار فزاینده ای داشته است به طوری که طی دو دهه گذشته در حدود ۵۰٪ از بازار مربوط به کل مسائل زیست محیطی را به خود اختصاص داده است. (۶) دلیل اصلی این امر را می توان به حساسیت و افزایش آگاهی های مردم در ارتباط با خطرات ناشی از این مواد مرتبط دانست. عوارض ناشی از استفاده DDT، مشکل جیوه و کادمیوم در ژاپن و مشکلات به وجود آمده توسط برخی مواد شیمیایی نظیر، PCBs[۲]، دی اکسین و سایر مواد شیمیایی در کشورهای مختلف دنیا نمونه ای از اثرات زیان بار ناشی از عدم توجه به این گروه از مواد می باشد.

تجربیات مختلف در کشورهای توسعه یافته نشان می دهد که حذف اثرات زیان بار ناشی از پخش مواد زاید خطرناک و پاک سازی محیط، به مراتب پرهزینه تر از اعمال مدیریت صحیح در جلوگیری از آن می باشد. برای مثال در ایالت متحده، هزینه پاک سازی و حذف مواد زاید خطرناک که به صورت اصولی و صحیح مدیریت نشده اند، بین ده تا صد مرتبه پرهزینه تر از مدیریت صحیح اولیه آنها برآورد گردیده است.

امروزه با توجه به خطرات ناشی از مواد زاید خطرناک، ضرورت قانون گذاری در خصوص این مواد توسط دولت مردان کشورهای مختلف احساس شده است. به عنوان نمونه کنگره آمریکا، ادارات محلی و

[۱] United Nation Environmental Program (UNEP)
[۲] Polychlorinated Biphenyls

www.sabzzivar.com

ایالتی و همچنین ادارات ملی را مجبور به بررسی و قانون گذاری در ارتباط با مواد زاید خطرناک از «بدو تولد تا مرگ» در دو زمینه مختلف به شرح زیر نموده است:

۱.مدیریت مواد زاید خطرناکی که در حال حاضر تولید می شوند؛

۲.احیاء و بازسازی زمین های آلوده شده(۶).

در سال ۱۹۷۰، کنگره آمریکا مواد زاید خطرناک را در محدوده قوانین مواد زیاد جامد در نظر گرفت. پس از آن سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA)، طی گزارشی بـه کنگـره در سـال ۱۹۷۳، اهمیـت مسئله مواد زاید خطرناک و نامناسب بودن روش های دفع آن را ارائه داد.

در نهایت کنگره، قانون حفاظت منـابع و بازیافـت (RCRA) [۱] را در سـال ۱۹۷۶ بـرای اولـین بـار تصویب نمود. (۶)

۲-تعریف مواد زاید خطرناک

ماده زاید خطرناک چیست؟ تعاریف زیادی از مواد زاید خطرناک در سال های اخیر توسـط سـازمان های مختلف مانند سازمان بهداشت جهانی[۲] ارائه شده که می توان در مجموع آنهـا را بـه دو گـروه «کلـی» و «کاربردی» طبقه بندی نمود. در تعاریف «کلی» ارائه شده توسط محققین علوم محض، تعریف بسیار کلـی و عمومی از مواد زاید خطرناک دیده می شود. در این مورد به عنوان نمونه می توان به تعریف سازمان بهداشت جهانی اشاره نمود. بر اساس این تعریف، مواد زاید خطرناک موادی هستند که:

الف) خطرات کوتاه مدتی همچون سمیت حاد از طریق بلعیدن، تنفس، جذب در پوست، تمـاس بـا چشم و پوست، خورندگی، آتش سوزی و یا انفجار ایجاد نمایند.

ب) باعث ایجاد خطرات بلند مدت زیست محیطی شامل سمیت مزمن در اثـر تمـاس هـای مکـرر و سرطان زایی شوند و یا دارای پایداری زیاد در مقابل فرآیندهای حذف سمیت ماننـد تجزیـه زیسـتی بـوده و

[۱] Resource Conservation and Recovery Act
[۲] World Health Organization (WHO)

بتوانند ایجاد آلودگی در آب های سطحی و زیرزمینی نماید و یا باعث اعتراض مردم از جنبه «زیباشناختی» مانند به وجود آوردن بوهای زننده و نامطبوع گردند(۷).

«قانون بازیافت و حفاظت منابع آمریکا» (RCRA) مواد زاید خطرناک را به صورت زیر تعریف نموده است:

مواد زاید خطرناک به مواد زاید جامد و یا ترکیبی از آنها اطلاق می گردد که به لحاظ مقدار، غلظت و یا خصوصیات فیزیکی، شیمیایی یا عفونی ممکن است:

۱. باعث افزایش مرگ و میر و یا افزایش بیماری های جدی برگشت ناپذیر و یا بیماری ناتوان کننده برگشت پذیر شوند.

۲. هنگامی که به درستی تصفیه، نگهداری، حمل و نقل و یا دفع نشود، باعث ایجاد خطر فوری و یا بالقوه ای در سلامت انسان و یا محیط زیست انسان شوند (۶)

اگر چه در این تعریف، از واژه مواد زاید جامد استفاده شده ولی این مفهوم در برگیرنده مواد نیمه جامد (مثل لجن های صنعتی)، مایعات و همچنین گازهای موجود در مخازن نیز می گردد. همچنین در این قانون، زباله های رادیواکتیو و عفونی مد نظر نبوده، زیرا مدیریت این مواد در سایر بندهای قانون مذکور مورد توجه قرار گرفته است.

یکی دیگر از تعاریف مهم مواد زاید خطرناک، تعریفی است که توسط محیط زیست سازمان ملل ارائه گردیده است. بر اساس این تعریف مواد زاید خطرناک به مواد زایدی (اعم از جامد، لجن، مایع و گاز موجود در مخزن) به جز مواد رادیواکتیو و عفونی اطلاق می شود که دارای فعالیت شیمیایی، سمیت، خاصیت انفجاری، خورندگی و یا سایر ویژگی هایی بوده که برای سلامتی انسان یا محیط زیست، به صورت تنها و یا هنگامی که با سایر مواد زاید مخلوط گردند؛ ایجاد خطر نماید(۷).

۳-دسته بندی مواد زاید خطرناک

با توجه به اهمیت طبقه بندی مواد زاید خطرناک ، مهم ترین دسته بندی های موجود که عمدتاً مربوط به کشورهای پیشرفته می باشد ارائه شده است.

۳-۱-طبقه بندی در ایالات متحده آمریکا

دسته بندی مواد زاید خطرناک در ایالات متحده آمریکا عموماً بر اساس دو روش صورت مـی گیـرد. در روش اول، از طریق آزمایشات معینی، مشخص می شود که آیا ماده مورد نظر در دسته مواد زاید خطرناک قرار می گیرد یا خیر؟ بر این اساس موادی که دارای ویژگی های زیر باشند، جزء مواد زاید خطرناک محسوب می شوند (۱ و ۵ و ۶)

۱.خورندگی (مواد زایدی که شدیداً اسیدی یا قلیایی هستند): مواد زایدی که pH آنها زیـر دو و یـا بالای ۱۲/۵ باشد و بتوانند باعث ایجاد خوردگی در فولاد، با سرعت بالاتر از ۰/۲۵ اینچ در هر سال شوند.

۲.قابلیت اشتعال (مواد زایدی که به راحتی آتش می گیرند و باعث ایجـاد خطـر آتـش سـوزی در حین مدیریت آنها می گردند): مایعاتی که دارای نقطه اشتعال پایین تر از ۶۰ درجه سانتیگراد و یا جامـداتی که می توانند باعث ایجاد آتش در دما و فشار استاندارد شوند.

۳.میل ترکیبی شدید (موادی که بالقوه مضر بوده و قابلیت انجام واکنش های ناگهانی مثل انفجـار را دارا هستند): معمولاً مواد ناپایداری هستند که با هوا و آب واکنش داده و یا در اثـر مخلـوط شـدن بـا آب، پتانسیل انفجاری داشته و یا باعث انتشار ذرات سمی شوند.

۴.سمیت (مواد زایدی که قابلیت انتشار ترکیبات خاص در منابع آب و خاک را دارند): برای تعیـین این ویژگی ابتدا از روش EP [۱] (روش استخراجی سمیت) استفاده می شـد کـه در آن قابلیـت مـواد زایـد در ایجاد شیرابه حاوی مواد شیمیایی خطرناک مورد بررسی قرار می گرفت.

از سال ۱۹۸۶ به بعد، روش دیگری به نـام TCLP [۲] جـایگزین روش EP گردیـد. در ایـن روش بـا استفاده از تجهیزات مدرن شیمی تجزیه نظیر کروماتوگرافی گازی یا اسپکتروفتومتری جرمی، مواد آلی سمی و فلزات سنگین مورد آزمایش قرار می گیرند.

[۱] Extraction Procedure
[۲] Toxicity Characteristic Leaching Procedure

www.sabzzivar.com

اگر چه روش TCLP، روش دقیق تری برای تعیین سمیت مواد است، ولی هزینه آن در مقایسه با روش EP بسیار بالاتر می باشد. در این روش اگر غلظت ترکیبات استخراج شده بالاتر از میزان اعلام شده در جدول (۱-۱) باشد این ماده در دسته مواد زاید خطرناک قرار می گیرد (۱ و ۴ و ۶).

در روش دوم (روش استفاده از لیست)، اسامی مواد زاید خطرناک از لیست هایی که توسط سازمان های ذیربط تهیه گردیده استخراج می شود. معمولاً بررسی مدیریت ریسک یک ماده شیمیایی، معیار مناسبی برای قرار دادن آن در لیست مواد شیمیایی خطرناک است. بر این اساس می توان کدهای خاصی را برای مواد مختلف به شرح زیر مشخص نمود(۶ و۷).

T:برای مواد سمی[۱]

H:برای مواد با خطر حاد[۲]

I:برای مواد قابل اشتعال[۳]

R:برای مواد با میل ترکیبی بالا[۴]

E:برای ویژگی های سمیت بر اساس دستورالعمل های موجود[۵]

C:برای مواد خورنده[۶]

برای تعیین اینکه چه ماده ای، زاید خطرناک محسوب می گردد چهار نوع لیست مختلف (برای گروه بندی مواد زاید خطرناک) در ایالات متحده آمریکا در نظر گرفته شده است(۳).

الف) لیست F : شامل مواد زایدی است که معمولاً در بخش وسیعی از واحدهای شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرند، مانند حلال های مختلف (کدهای F1 تا F39).

ب) لیست K :مواد زاید خطرناکی که از ۱۷ گروه صنعتی خاص به شرح ذیل حاصل می گردند.

۱.نگهداری و حفاظت از چوب

---

[۱] Toxic
[۲] Acutely Hazardous
[۳] Flammable
[۴] Reactivity
[۵] Toxicity Characteristics
[۶] Corrosivity

۲.ساخت پیگمنت های معدنی

۳.مواد شیمیایی آلی

۴.مواد شیمیایی معدنی

۵.مواد آفت کش

۶.مواد منفجره

۷.پالایش نفت

۸.آهن و فولاد

۹.صنایع روی

۱۰.صنایع مس

۱۱.صنایع سرب

۱۲.صنایع آلومینیوم

۱۳.آلیاژهای فلزی

۱۴.صنایع ثانوی سرب

۱۵.تهیه مواد دارویی

۱۶.فرمولاسیون جوهر

۱۷.کک سازی

جدول ۱-۱ حداکثر غلظت مجاز (از لحاظ سمیت) (۴، ۶)

نام ماده	کد ماده (USEPA)	غلظت مجاز (میلی گرم بر لیتر)
آرسنیک	D004	۵
باریم	D005	۱۰۰
بنزن	D018	۰/۵
کادمیوم	D006	۱
تتراکلرید کربن	D019	۰/۵
کلردان	D020	٪۳
کلروبنزن	D021	۱۰۰
کلروفروم	D022	۶
کروم	D007	۵
متا-کرزول	D023	۲۰۰
ارتو-کرزول	D024	۲۰۰
پارا-کرزول	D025	۲۰۰
کرزول	D026	۲۰۰
2,4 D	D016	۱۰
۱و۴ دی کلروبنزن	D027	۷/۵
۱و۲ دی کلرواتان	D028	۰/۵
۱و۱ دی کلرواتیلن	D029	۰/۷
۲و۴ دی نیتروتولوئن	D030	۰/۱۳
اندرین	D012	٪۲
هپتا کلر	D031	۰/۰۰۸
هگزا کلروبنزن	D032	۰/۱۳
هگزا کلروبوتادی ان	D033	۰/۵

www.sabzzivar.com

هگزا کلرو اتان	D034	۳
سرب	D008	۵
لیندان	D013	۰/۴
جیوه	D009	۰/۲
متوکسی کلر	D014	۱۰
متیل اتیل کتن	D035	۲۰۰
نیترو بنزن	D036	۲
پنتا کلروفنل	D037	۱۰۰
پیریدین	D038	۵
سلنیوم	D010	۱
نقره	D011	۵
تترا کلواتیلن	D039	۰/۷
توکسافن	D015	۰/۵
تری کلرواتیلن	D040	۰/۵
۲و۴و۵ تری کلروفنل	D041	۴۰۰
۲و۴و۶ تری کلروفنل	D042	۲
سیلوکس (TP 2,4,5)	D017	۱
وینیل کلراید	D043	۰/۲

ج)لیست P : این فهرست شامل مواد زاید خطرناکی است که دارای سمیت حاد هستند.

د)لیست U : این گروه در بر گیرنده مواد شیمیایی تجاری است که دارای سمیت حاد بوده و علاوه بر آن دارای یکی از ویژگی های چهارگانه مواد زاید خطرناک هم می باشند.

اخیراً بر اساس قوانین موجود، تولیدکنندگان مواد شیمیایی موظف گردیده اند تا ویژگی های مربوط به مواد تولیدی خود را به اطلاع مصرف کنندگان برسانند. این اطلاعات معمولاً به نام ورقه داده های مربوط

به ایمنی مواد در اختیار عموم قرار گرفته و حاوی کلیه اطلاعات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و ایمنی مربوط به هر ماده شیمیایی می باشد.

۲-۳-سایر تقسیم بندی های مواد زاید خطرناک

با توجه به گستردگی و تنوع مواد زاید خطرناک، طبقه بندی های مختلفی از آن وجود داشته، که در زیر به برخی از آنها اشاره شده است.

برخی از دانشمندان و محافل علمی، مواد زاید خطرناک را بر اساس درجه خطر آنها طبقه بندی می نمایند. در این رابطه، هر نوع ماده، غلظت، حرکت و سایر ویژگی های آن مورد توجه قرار می گیرد. به عنوان نمونه در یک دسته بندی موارد زیر مد نظر قرار گرفته است:

۱.شکل توزیع فاز (مایع یا جامد)؛

۲.مواد آلی یا غیر آلی؛

۳.طبقه بندی شیمیایی (حلال ها، فلزات سنگین)؛

۴.جزء خطرناک موجود در ماده زاید و اثر آن در فرآیند تصفیه (مثل کرم شش ظرفیتی).

۴-استانداردها و قوانین موجود در خصوص مواد زاید خطرناک

یکی از مهم ترین جنبه های مدیریت مواد زاید خطرناک در هر کشور وجود استانداردها و قوانین موجود در این خصوص می باشد. این موضوع به دلیل به وجود آمدن فاجعه های زیست محیطی در بسیاری از کشورها از جمله آمریکا، کشورهای اروپایی و ژاپن از سال های قبل مورد توجه کشورهای توسعه یافته قرار گرفته است. مواد زاید خطرناک می توانند از طریق آب، هوا و غذا وارد چرخه غذایی تمامی موجودات ساکن کرده زمین گردیده و خطرات جبران ناپذیری را ایجاد نمایند. لذا آگاهی از قوانین جدید در ارتباط با مواد زاید خطرناک برای مهندسین طراح کاملاً ضروری بوده و آنان باید حداقل های استاندارد را در طراحی و مدیریت مواد زاید خطرناک مد نظر قرار دهند. (۶).

اثرات بهداشتی مواد زاید خطرناک

مواد زاید خطرناک به موادی اطلاق می گردد که دارای هر یک از ویژگی های چهارگانه یعنی **میل ترکیبی شدید، خورندگی، قابلیت اشتعال و سمیت** باشند. از بین این چهار ویژگی، سمیت ماده و اثر آن بر انسان ها و سایر موجودات زنده از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و مورد توجه اغلب مردم و مدیران مرتبط با مواد زاید خطرناک قرار دارد. هدف اصلی از مدیریت مواد زاید خطرناک، تلاش جهت ارتقای سلامت انسان و اکوسیستم با کاهش دادن ریسک در معرض قرارگیری با این مواد می باشد. به همین دلیل مدیریت مواد زاید خطرناک با علم «سم شناسی» ارتباطی نزدیک خواهد داشت. علم سم شناسی، علمی است که با اثرات مواد شیمیایی بر روی موجودات زنده سر و کار دارد.

میزان ورود شیمیایی به بدن و چگونگی در معرض قرار گرفتن فرد با آن، از جمله مهم ترین موارد در خصوص اثر یک ماده شیمیایی بر انسان می باشد. مواد شیمیایی می توانند از طریق مختلف از جمله تنفسی (ورود از راه دستگاه تنفس)، گوارشی (ورود از راه دستگاه گوارش) و تماس پوستی وارد بدن انسان شوند. به جز موارد خورنده (اسیدها و بازها)، اغلب مواد سمی در بدو ورود اثر مضری بر بدن نداشته، ولی می توانند در فرآیندهای فیزیولوژیکی بدن انسان شامل جذب، توزیع و نگهداری، انتقال و حذف مواد، شرکت نمایند. برای ایجاد سمیت، ضروری است که ماده شیمیایی و یا محصولات ناشی از نقل و انتقالات بیولوژیکی آن، در غلظت و زمان مشخصی به نقاط بحرانی بدن (عضوهای خاصی در بدن)، برسند.

در فرآیند جذب، ماده شیمیایی باید از طریق غشاءهای موجود در سلول های مختلف (ریه، پوست و...) عبور نموده تا به سیستم گردش خون برسد. میزان جذب هر ماده به پارامترهای مختلفی بستگی داشته، که از آن جمله می توان به خواص شیمیایی مواد، روش در معرض قرارگیری با ماده سمی (پوستی، تنفسی، گوارشی) و وضعیت فیزیولوژیکی بدن افراد اشاره نمود.

پس از ورود ماده سمی به جریان خون امکان راهیابی آن به قسمت های مختلف بدن محیا گردیده که اصطلاحاً به آن فرآیند توزیع و نگهداری اطلاق می شود. عوامل مهمی در توزیع ماده سمی در بدن مؤثر می باشند که از آن جمله می توان به میزان جذب و توزیع آن در بدن، مسیر در معرض قرارگیری و تمایل

جذب مواد توسط بافت های مختلف بدن اشاره نمود. در این مورد مقدار جریان خون در یک بافت دارای اهمیت ویژه ای می باشد. به عنوان نمونه کبد عضوی است که مقدار جریان خون در آن نسبتاً بالا بوده و لذا توانایی جذب مقدار زیادی از مواد شیمیایی را دارا است.

به دلیل تمایل بافت های مختلف، بسیاری از مواد ممکن است در محل های مشخصی از بدن تجمع یابند. به عنوان نمونه مواد آلی کلره مثل PCB ها بدون اینکه بر روی سلول های چربی اثرمنفی داشته باشند در چربی ها تجمع می یابند. محل های تجمع برخی از مواد شیمیایی نیز به شرح زیر می باشد(۶)

- چربی برای مواد غیر قطبی یا لیپوفیلیک (مثل آفت کش های کلره آلی، PCBs)
- پلاسمای خون برای ترکیباتی مانند یون های جیوه که با پروتئین خون ترکیب می شوند
- استخوان برای سرب، رادیون و فلوراید
- کلیه برای کادمیوم
- غده تیروئید برای ید

در محل های نگهداری، مواد تجمع یافته با سایر فرآیندهای بدن در حال تعادل بوده و در برخی حالت ها مثل گرفتن رژیم و وجود تنش (استرس) ممکن است مواد تجمع یافته در بافت ها آزاد شده و در بعضی موارد باعث ایجاد مسمومیت شوند. در برخی موارد نیز، محل تجمع این مواد دارای ظرفیت محدودی برای نگهداری است. به عنوان نمونه، اگر میزان کادمیوم موجود در پوسته کلیه به ۱۰۰ تا ۲۰۰ قسمت در میلیون (ppm) برسد، کلیه کارایی خود را از دست خواهد داد.

یک ماده شیمیایی علاوه بر تجمع در بافت های بدن، می تواند به یکی از سه صورت زیر نیز به ترکیبات دیگر تبدیل شود(۶)

۱-فعل و انفعالات بیولوژیکی: اعضایی مانند کبد که آنزیم های مختلفی را ترشح می کنند قادر خواهند بود تا مواد سمی را متابولیزه کرده و به مواد با درجه سمیت مختلف تبدیل نمایند.

۲-حذف:برخی از مواد سمی که در بافت های مختلف تجمع نکرده اند قادر خواهند بود تا به همراه سایر متابولیت ها از بدن خارج شوند.

۳-تشکیل یک کمپلکس شیمیایی پذیرنده: بسیاری از مواد سمی تنها به عضوی حمله می کنند که دارای پروتئین پذیرنده خاصی باشند.

زمان در معرض قرارگیری با یک ماده شیمیایی نیز یکی دیگر از عواملی است که در سمیت آن دارای اهمیت می باشد.

به طور کلی اثرات هر ماده شیمیایی بر انسان را می توان به صورت زیر تقسیم بندی نمود:

الف) حاد: یک روز

ب) تحت حاد: ده روز

ج) نیمه مزمن: دو هفته تا هفت سال

د) مزمن: هفت سال تا مدت طول عمر (۶)

- **مراحل مدیریت مواد زاید خطرناک**

سیستم مدیریت نوین مواد زاید خطرناک از مراحل مختلفی تشکیل گردیده است. در این سیستم کلیه مراحل تولید تا دفع نهایی هر ماده مورد ارزیابی و بررسی دقیق قرار می گیرد. به عبارت دیگر در سیستم نوین مدیریت، مواد «از بدو تولد تا مرگ» مورد توجه می باشند. لازم به ذکر است که در مدیریت های سنتی، معمولاً اجزای سیستم مدیریت مواد زاید خطرناک به سه مرحله "نگهداری در محل تولید"، "جمع آوری و حمل و نقل" و "دفع نهایی" طبقه بندی شده و هیچ گونه توجهی به مراحل میانی آن نمی شود. این در حالی است که مراحل مختلف مدیریت نوین مواد زاید خطرناک را می توان به شرح زیر برشمرد:

۱. تولید و نگهداری مواد زاید خطرناک

۲. جلوگیری از تولید آلودگی و حداقل سازی ضایعات

۳. بازیابی و بازیافت

۴. جمع آوری و انتقال

۵. تصفیه

۶. دفع نهایی

لازم به ذکر است که به منظور به حداقل رسانیدن اثرات ناشی از مواد زاید خطرناک در سیستم مدیریت نوین زیست محیطی همواره این سیستم در مراحل مختلف توسط ممیزی زیست محیطی مورد ارزیابی قرار می گیرد.

۱-تولید و نگهداری مواد زاید خطرناک

مواد زاید خطرناک می توانند در کارخانجات و صنایع مختلف، برخی بخش های خدماتی (خشک شویی ها و عکاسی ها)، درمانگاه ها، بیمارستان ها و حتی منازل تولید شوند. میزان تولید مواد زاید خطرناک در کارخانجات و صنایع بستگی به نوع صنعت، نوع فرآیند مورد استفاده و در نهایت وجود و یا عدم وجود فرآیندهای کاهش آلاینده دارد. شناخت نوع ماده زاید خطرناک و طبقه بندی هر یک از آنها بر اساس لیست های موجود و یا آزمایش های معتبر از جمله مهم ترین بخش این مرحله مدیریت محسوب می شود. با داشتن اطلاعات جامع و دقیق در خصوص نوع و میزان ماده خطرناک تولیدی می توان برنامه ریزی دقیقی برای سایر مراحل مدیریت انجام داد، که از آن جمله می توان به بررسی روش های کاهش آلاینده در محل تولید اشاره نمود.

در این مورد در صورتی که انجام فرآیندهای کاهش آلاینده و یا بازیابی و بازیافت در محل کارخانه میسر نباشد، ضرورت دارد تا این مواد در محل های مشخص با تمهیداتی خاص (ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی)، نگهداری شوند. این تمهیدات باید تا زمانی که ماده زاید برای سایر عملیات (تصفیه و یا دفع نهایی) ارسال نشده، همواره مد نظر تولید کننده قرار گیرد. به عنوان نمونه، مواد مذکور باید در ظروف مخصوصی که دارای ویژگی هایی به شرح زیر می باشند، نگهداری شوند:

۱. قابلیت حمل آسان

۲. مناسب برای هر نوع وضعیت فیزیکی ماده زاید

۳. داشتن قابلیت انعطاف در هنگام پر کردن

۴. سازگاری ماده زاید با ظرف (نباید از ظروف پلاستیکی برای حلال ها استفاده نمود)

۵. استحکام زیاد (نباید در اثر حمل و نقل دچار شکستگی و نشت شود)

۶. داشتن درب مناسب (این موضوع می تواند باعث کاهش تماس کارگران با مواد زاید خطرناک شده و همچنین از پخش این مواد در اثر برخوردها و تصادفات احتمالی در هنگام نگهداری جلوگیری کند).

نکته مهم دیگر در مدیریت نگهداری مواد زاید خطرناک جنس مخازن نگهداری می باشد. در این مورد تاکنون، مخازن با جنس های مختلف مثل فولاد کربن دار حفاظت شده، فایبرگلاس مقاوم در برابر خورندگی، مخازن فولادی با حفاظت کاتدی، مخازن دو جداره (پوشیده شده با پوشش اپوکسی از دو طرف)، مورد استفاده قرار گرفته است. در انتخاب جنس مخازن نگهداری باید دقت زیادی نموده، به گونه ای که جنس مخزن متناسب با نوع ماده زاید خطرناک موجود در آن انتخاب گردد.

در خصوص برخی از مواد زاید خطرناک نیز باید تمهیدات خاصی را در نظر گرفت. به عنوان مثال نباید حلال ها یا سایر موادی که دارای فشار بخار بالایی هستند را در مقابل نور مستقیم و یا در مخازن با پوشش تیره قرار داد؛ چرا که ممکن است باعث تغییر شکل مخزن و خطرات مختلف مانند انفجار گردیده و حمل و نقل آن را با مشکل مواجه سازد. در مورد برخی دیگر از مواد زاید خطرناک نیز طراحی ظروف و محل نگهداری آنها باید به گونه ای باشد تا از یخ زدگی جلوگیری شود. (یخ زدگی ممکن است در سایر عملیات تصفیه و دفع اثر منفی بگذارد). برای جلوگیری از نشت مواد زاید خطرناک از داخل مخازن نگهداری نیز، تمهیداتی به شرح زیر پیشنهاد می گردد.

۱. باقی گذاشتن فضای خالی برای انبساط در هنگام پر کردن ظروف

۲. نگهداری ظروف در یک محوطه سر بسته مجهز به تهویه مناسب

۳. دور نگهداشتن مخازن از نور آفتاب (ایجاد سایه بان)

۴. استفاده از بشکه های با رنگ روشن(۷)

با توجه به اهمیت نگهداری مواد زاید خطرناک، ضروری است حداقل یک بار در هفته کلیه ظروف حاوی این مواد به طور دقیق مورد بررسی قرار گیرند. در هنگام بازرسی این مخازن، وضعیت آنها باید از لحاظ ظاهری (صدمه دیدگی، خوردگی و نشت احتمالی) به صورت دقیق کنترل شود. درپوش ظرف ها نیز

باید به صورت منظم مورد ارزیابی و بازرسی قرار گیرند. همچنین تمام ظروف حاوی مواد زاید خطرناک باید دارای برچسب مناسبی شامل نام تولید کننده، محتویات، تاریخ تولید و طبقه بندی ماده زاید خطرناک باشد.

نکته مهم دیگر در مدیریت نگهداری مواد زاید خطرناک، اختلاط مواد زاید خطرناک بوده که نیاز به توجه دقیق و جدی دارد. بسیاری از مواد زاید خطرناک در صورت ترکیب با یکدیگر، خطرات جدی را به وجود آورده که اصطلاحاً به آنها مواد زاید ناسازگار اطلاق می گردد. خطرات حاصل از اختلاط این مواد می تواند شامل آتش سوزی، انفجار و انتشار گازهای سمی در محیط اطراف باشد.

۲-جلوگیری از تولید آلودگی و کمینه سازی ضایعات

یکی دیگر از مراحل بسیار مهم مدیریت مواد زاید خطرناک، جلوگیری از تولید آلودگی در محل تولید می باشد. در طی سال های اخیر کلمات مختلفی برای کاهش یا حذف تولید ماده زاید خطرناک مورد استفاده قرار گرفته که از مهمترین آنها می توان به واژه هایی چون حداقل سازی ضایعات، کاهش آلودگی در منبع تولید[۱]، جلوگیری از تولید آلودگی، بازیابی و استفاده مجدد[۲] اشاره کرد.

در سال ۱۹۸۶، سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا، کمینه سازی ضایعات را به عنوان عاملی برای کاهش حجم یا سمیت مواد زاید خطرناک به کار برد. بر اساس این تعریف کاهش مواد زاید خطرناک شامل کاهش میزان آلودگی در منابع تولید و یا بازیافت آنها بوده و نتیجه هایی چون کاهش حجم یا کمیت مواد زاید خطرناک، کاهش سمیت مواد زاید خطرناک و کاهش حجم و سمیت به صورت هم زمان را در بر خواهد داشت (۶) لازم به ذکر است که هدف نهایی از این مراحل، به حداقل رساندن خطر و تهدید برای سلامتی انسان و محیط زیست می باشد. در سال ۱۹۸۹، سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا مجدداً کمینه سازی ضایعات را به صورت زیر تعریف نموده است:

"به حداقل رسانیدن ضایعات عبارت از تکنیک و یا اصلاح فرآیند تولید بوده که باعث می شود تا مقدار و یا سمیت مواد زایدی که برای عملیات تصفیه و یا دفع ارسال می گردند، کاهش یابد".

---

[۱] Source Reduction
[۲] Reuse

جلوگیری از تولید آلاینده نیز بحث عمده و جدی دیگری است که می تواند شامل مدیریت مواد شیمیایی برای کاهش ریسک، شناسایی و برآورد انتشار مواد آلاینده و حداقل سازی ضایعات باشد(۶) در واحدهای صنعتی در آمریکا و سایر کشورهای پیشرفته خصوصاً از دهه ۸۰ به بعد تلاش های زیادی به منظور جلوگیری از تولید آلودگی شده است. در سال های قبل از آن نیز این موضوع در صنایع مختلف جسته و گریخته مورد توجه بوده، اما نکته مهم که باعث گردیده تا این روزها این موضوع بیشتر مورد توجه صنایع قرار گیرد، افزایش باور نکردنی هزینه دفع مواد زاید خطرناک (انگیزه اقتصادی)، قوانین جدید (انگیزه های قانونی و مقرراتی) و نیاز عامه مردم در کشورهای پیشرفته می باشد. با توجه به اهمیت موضوع به خصوص در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، در این قسمت به شرح هر یک از موارد پرداخته شده است.

الف)انگیزه اقتصادی: در حال حاضر انگیزه اقتصادی یکی از مهم ترین انگیزه های واحدهای صنعتی برای انجام عملیات کاهش آلودگی است. در بسیاری از موارد، انجام این گونه عملیات، باعث بالا رفتن سود اقتصادی در واحدهای صنعتی شده، که عمدتاً در اثر کاهش میزان پرداخت هزینه برای تصفیه و دفع مواد زاید خطرناک و یا حتی فروش برخی از زایدات به عنوان ماده اولیه برخی دیگر از صنایع حاصل شده است.

البته عامل اصلی در این خصوص (بالا رفتن سود اقتصادی) هزینه بسیار بالای دفع مواد زاید خطرناک در کشورهای پیشرفته مانند آمریکا، ژاپن و کشورهای اروپایی در سال های اخیر بوده است. به عنوان نمونه در طی سال های اخیر، هزینه دفع مواد زاید خطرناک در آمریکا، در هر سال بین ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش یافته و بدین ترتیب بسیاری از طرح های بازیافت که در سال های گذشته از نظر اقتصادی غیر قابل توجیه بوده، هم اکنون دارای توجیه اقتصادی خوبی می باشند(۶)

ب)انگیزه های قانونی و مقرراتی : دومین انگیزه برای انجام طرح های کاهش آلودگی، تدوین و وضع قوانین و مقرراتی است که به صورت مداوم در خصوص مراحل مختلف مدیریت مواد زاید خطرناک توسط مجامع قانونی و ادارات ذیربط وضع می گردد. بر اساس این قوانین، واحدهای صنعتی می بایست

میزان مواد زاید خطرناک تولیدی خود را تا حد ممکن کاهش داده، و علاوه بر آن هر ساله گزارش به حداقل رسانی ضایعات خود را نیز گزارش نمایند (۱۰)

ج)نیاز مردم: انگیزه مهم دیگر برای واحدهای صنعتی به خصوص در کشورهای پیشرفته، بالا رفتن آگهی های زیست محیطی مردم و عدم تحمل آنها در ادامه تولید مواد زاید خطرناک می باشد. این عدم تحمل به صورتهای مختلف توسط مردم بروز می نماید که از آن جمله می توان به تحریم محصولات تولیدی از واحدهای صنعتی که موازین زیست محیطی را رعایت نمی نمایند، اشاره کرد. باید در نظر داشت که همواره مردم هستند که در معرض ریسک حاصل از مواد زاید خطرناک قرار می گیرند و لذا آنها هستند که همواره اصرار دارند تا تولید این نوع مواد که اثر منفی بر سلامتی موجودات و محیط زیست دارد به حداقل ممکن کاهش یابد (۶)

- استراتژی های مدیریتی برای کاهش آلاینده

هفت مرحله کاهش آلاینده ها به شرح زیر می باشد :

۱.برنامه ریزی و سازمان دهی

۲.تعیین ویژگیهای مواد زاید و میزان تولید آن در قسمتهای مختلف

۳.توسعه (گزینه ها و راه های) کاهش آلاینده

۴.ارائه طرح توجیهی اقتصادی، قانونی و فنی

۵.اجرا و آموزش

۶.تصحیح و بهینه سازی

۷.ارزیابی مستمر و پویا در جهت عدم تولید مواد زاید خطرناک(۶)

اولین قدم در تعیین استراتژی طرح کاهش آلاینده، تعیین اهداف مشخص در این زمینه بوده که در این خصوص لازم است مسئولیت هر یک از افراد مسئول در طرح کاهش آلاینده به خوبی تعیین گردد. در مرحله دوم این برنامه، انواع و منابع تولید هر یک از مواد زاید خطرناک تعیین می گردد. در این خصوص ممیزی زیست محیطی کمک فراوانی به موضوع خواهد کرد. در مراحل سوم و چهارم، اطلاعات مراحل قبل

بررسی شده و مجموعه ای حاوی جنبه های مختلف زیست محیطی، اقتصادی، سیاسی و فنی، ارائـه خواهـد شد. در نهایت نیز نتیجه این بررسی، به عنوان طرح تفضیلی کاهش آلاینـده محسـوب مـی شـود. در اجـرای برنامهٔ کاهش آلاینده، ضروری است کلیهٔ بخشهای مرتبط هر واحد صنعتی اعم از طرح و توسـعه، بازاریـابی و فروش، تولید، تعمیر و نگهداری و آموزش در آن مشارکت نماینـد. نمونـه ای از دسـتورالعمل ارزیـابی برنامـه کاهش آلاینده که از سوی سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا ارائه گردیده.

- **ممیزی کاهش آلاینده :** ممیزی کاهش آلاینده شامل طـرح ریـزی کلـی برنامـه و بررسـی ویژگی های تمامی مواد زاید خطرناک موجود در یک واحـد صـنعتی و یـا مجتمـع تولیـدی است. طرح ریزی برنامه کاهش آلاینده بسیار با اهمیت بوده و شامل تعهـد مـدیریت، تعیـین اهداف، ایجاد انگیزه، بودجه بندی و تأمین منابع انسانی مورد نیاز می باشد.

اولین قدم در ممیزی کاهش آلاینده، تعیین ویژگی های مواد زاید خطرناک و تشخیص موانـع بـرای کاهش میزان آلاینده بوده و در این ممیزی، ضروری است اطلاعات زیر در خصوص هر مـاده زایـد خطرنـاک تعیین گردد.

۱. منبع خاص تولید

۲. میزان تولید محصولات

۳. ویژگی های فیزیکی مواد زاید خطرناک

۴. ویژگی های شیمیایی مواد زاید خطرناک

۵. میزان تولید ضایعات

۶. روش فعلی مدیریت از هنگام تولید تا دفع نهایی

۷. هزینه روش های مختلف مدیریت کاهش آلاینده (۶)

در این خصوص، شناسایی کلیه مواد زاید تولیدی (شامل مواد زایـد خطرنـاک) ضـروری اسـت. ایـن اطلاعات می تواند از منابع مختلف مانند گزارش های فصلی، اطلاعات آزمایشگاهی و پیشنهادات شرکت های سازنده طرح تولیدی جمع آوری گردند.

قدم دوم در ممیزی کاهش آلاینده، ایجاد ارتباط بین تولید هر ماده زاید خطرناک با فرآیند بوده که در این خصوص نیز اطلاعات زیر مورد نیاز می باشد:

الف)فلودیاگرام فرآیند (PFD)

ب)موازنه جرم و حرارت

ج)دستورالعمل های عملیاتی و تشریح فرآیند

د)لیست تجهیزات

هـ)مشخصات تجهیزات و داده های مربوط به آن

و)دیاگرام های لوله کشی و ابزار دقیق

ز)جانمایی تجهیزات

ح)مشخصات ارتفاعی تجهیزات(۶)

ویژگی های هر ماده زاید نه تنها به فرآیند تولید، بلکه به چگونگی عملکرد فرآیند و نوع مواد اولیه مصرفی بستگی دارد. علاوه بر موارد یاد شده ضروری است اطلاعات دیگری به شرح زیر نیز مورد بررسی قرار گیرند:

الف)ترکیب محصولات تولیدی

ب)دیاگرام کاربرد مواد

ج)اطلاعات مربوط به ایمنی مواد (MSDS)

د)گزارشات خرید مواد

هـ)گزارش های مربوط به مصرف مواد اولیه و تولید محصولات

و)داده های عملیاتی

ز)دستورالعمل های بهره برداری

ح)برنامه تولید و گزارش های مربوط به آن

ط)دستورالعمل های نگهداری تجهیزات و گزارش های مربوط به آن (۶)

– روش های اجرایی کاهش آلاینده

بهترین و ساده ترین روش کاهش آلاینده در هر واحد تغییر در خانه داری شامل جداسازی مواد زاید خطرناک، جارو کردن کف انبارها و سالن های تولید قبل از شستشوی کف، آموزش کارکنان و سایر فعالیت های مشابه می باشد. تغییر روش تولید هم یکی دیگر از روش های معمول کاهش میزان آلاینده است که معمولاً پر هزینه بوده و می تواند شامل موارد زیر باشد:

۱. تغییر در متغیرهای فرآیند (مثل تغییر در میزان فشار)

۲. تغییر در خوراک ورودی

۳. استفاده از فرآیندهای جدیدتر و تکنولوژی های نوین

۴. تغییر در تجهیزات

۵. حذف محصول و تولید محصولات جدید (دوست دار محیط زیست) (۶)

باید دقت شود که هر تغییر انجام شده باید مورد ارزیابی و توجیه فنی، اقتصادی و قانونی قرار گیرد. با توجه به اهمیت موضوع در ادامه در ارتباط با روش های مهم کاهش آلاینده در یک واحد صنعتی مطالبی ارائه شده است.

کاهش حجم مواد زاید خطرناک

یکی از مهم ترین روش های کاهش آلاینده، پیدا کردن روش های مناسب برای کاهش حجم آن می باشد. این روش ها می توانند شامل اصلاح فرآیند تولید، جداسازی جریان مواد زاید و همچنین استفاده مجدد آنها باشد (۶)

الف)اصلاح در فرآیند تولید : این اصلاحات می تواند در موارد زیر صورت پذیرد:

- مواد اولیه
- تجهیزات
- دستورالعمل های عملیاتی

- نگهداری مواد

- محصولات نهایی

با استفاده از این روش ها بسیاری از شرکت های معتبر در سطح دنیا، حجم ضایعات تولیدی خود را به حداقل ممکن کاهش داده اند. مثال های مختلفی در خصوص اصلاح و جایگزینی مواد اولیه در صنایع وجود داشته که یکی از مهم ترین آنها جایگزینی مواد تمیز کننده سطوح می باشد. به عنوان مثال می توان در واحدهای چاپ، پاک کننده ای با پایه آبی را جایگزین پاک کننده های آلی نمود. در برخی از موارد نیز استفاده از اسیدها و بازهای معدنی باعث کاهش مصرف حلال های آلی (مثل هگزان) می گردد. در برخی موارد نیز، تغییر نوع ماده اولیه مصرفی به ماده ای با کیفیت بالاتر می تواند میزان تولید ماده زاید خطرناک را کاهش دهد.

به هر حال روش های اصلاحی متفاوتی برای کاهش آلاینده در واحدهای مختلف صنعتی وجود داشته که باید در هر صنعت به طور مجزا بررسی شوند. به عنوان نمونه برخی راهکارهای کاهش آلاینده برای یک واحد آبکاری فلزات عبارتند از:

- افزایش زمان آبکشی قطعات

- استفاده از هوای با فشار کم جهت جدا کردن قطرات از قطعات

- شستشو با استفاده از سیستم افشانک (اسپری) در بالای وان های آبکاری

- به حداقل رساندن غلظت فلزات در وان های آبکاری

- حرکت چرخشی قطعات در بالای وان آبکاری (جهت کاهش انتقال مواد به وان شستشو)

از آنجایی که مدیران تولید و کارشناسان با خط تولید و فرآیند کارخانه خود آشنایی کافی دارند، لذا می توانند راه حل های جالب و مبتکرانه ای را در راستای اصلاح خط تولید ارائه دهند. همچنین ضروری است کلیه پرسنل خط تولید، در جریان نوع تغییرات و دلیل تغییرات قرار گیرند تا حداکثر همکاری را در این رابطه داشته باشند.

ب)جداسازی جریانهای مختلف مواد زاید خطرناک : یکی دیگر از روشهای مـؤثر کـاهش مـواد زاید در منبع تولید، جلوگیری از مخلوط شدن جریانات مختلف مواد زاید خطرناک می باشد. به عنوان مثـال اگر مقدار کمی از یک ماده خطرناک خاص، با حجم زیادی از ماده زاید غیر خطرنـاک مخلـوط شـود حاصـل کار، حجم وسیعی از ماده زاید خطرناک بوده که باید مورد تصفیه و دفع قرار گیرد. بـا جداسـازی جریانهـای مختلف، ضمن کاهش حجم مواد زاید خطرناک تولیدی، می توان عمل تصفیه را نیز راحت تر و کم هزینه تـر انجام داد. روش دیگر کاهش آلاینده جلوگیری از تماس آبهای خنـک کننـده، بـا سـایر جریانـات مـواد زایـد خطرناک و فاضلابها می باشد.

داشتن نقشه کامل از سیستم جمع آوری فاضـلابهای مختلـف نیـز یکـی از پـیش نیازهـای اجـرای سیستم جداسازی جریان می باشد. در برخی مواقع، جداسازی مواد جامد از سایر مواد می تواند بسـیار مـؤثر واقع شود. به عنوان نمونه یکی از منابع اصلی تولید آلاینده، در بسیاری از واحدهای صنعتی ذرات جمع آوری شده از سیستم های کنترل آلودگی هوا بوده که می بایست به صورت جداگانه جمع آوری و دفع گردنـد. بـه عبارت دیگر باید با انجام این گونه عملیات ،از ورود مقدار قابل توجهی از مواد زاید (خطرناک و یا حتـی غیـر خطرناک) به سیستم جمع آوری فاضلاب جلوگیری نمود. علاوه بر آن جداسازی تک تک مواد زاید خطرنـاک موجود در آزمایشگاه ها و یا فرآیندهای مختلف و طبقه بندی آنها نیز از اهمیت زیادی برخوردار بـوده و بایـد مورد توجه قرار گیرد.

ج)استفاده مجدد : بسیاری از مواد دورریخته شده تحت عنـوان مـاده زایـد خطرنـاک مـی تواننـد دارای کاربردهای دیگری نیز باشند. به عنوان مثال حلال های مصرفی با ناخالصی پایین می توانند برای پاک کردن قطعاتی که حساسیت کمتری دارند مورد استفاده قرار گیرند. نمونه بـارز در ایـن خصـوص اسـتفاده از تولوئن در صنعت چاپ می باشد. در صنعت چاپ، تولوئن هم به عنوان عامل پاک کننده در پرس ها و هم بـه عنوان عامل رقیق کننده جوهر به کار برده می شود. در صورتی که بتوان از تولوئن برای پاک کردن یک رنگ خاص استفاده نمود، امکان استفاده آن به عنوان رقیق کننده جوهر نیز وجود دارد.

مثال دیگر، فرآیند بازیابی اسید مصرف شده در صنایع فولاد است. در این فرآیند زنگ آهن توسط اسید حذف می گردد که به آن اصطلاحاً پیکلینگ[1] می گویند. مایع حاصل از این فرآیند، یک ماده زاید خطرناک بوده و باید خنثی شود. از طرفی لجن حاصل از فرآیند خنثی سازی نیز ماده زاید خطرناک محسوب گردیده و باید مورد تصفیه مجدد قرار گرفته و یا تحت شرایط خاص دفع شود.

منبع دیگر مواد زاید خطرناک، مواد خامی است که تاریخ مصرف آنها سپری شده است. معمولاً تاریخ مصرف این گونه مواد به صورت محافظه کارانه ای تعیین می شود و در پاره ای از موارد امکان استفاده از این مواد (در صورت تأیید آزمایشگاه) وجود خواهد داشت.

– کاهش سمیت جریانات حاوی مواد زاید خطرناک

تعداد قابل توجهی از روشهای کاهش سمیت وجود دارد، که با استفاده از آنها می توان میزان سمیت مواد زاید خطرناک را به گونه ای تقلیل داد که باعث حذف ماده مزبور از لیست مواد زاید خطرناک شود. اصلاح فرآیند یکی از اقدامات کاهش سمیت مواد زاید خطرناک می باشد.

به همین ترتیب با اصلاح تجهیزات نیز می توان سمیت مواد زاید خطرناک را کاهش داد. از جمله اثر این گونه اقدامات کاهش و یا حذف نشتی بوده که با انجام اقدامات ساده مانند استفاده از سیستم های پایش مستمر و قرار دادن سیستم زنگ خطر در هنگام بالا بودن نشت مواد، قابل اجرا می باشد.

در پاره ای از موارد نیز می توان با انجام کارهای ساده و ارزان مانند مدیریت خانه داری، میزان سمیت مواد زاید خطرناک را کاهش داد. برای انجام این کار همچنین ضروری است که آموزشهای لازم به کارکنان در جهت کاهش میزان آلاینده داده شود.

یکی دیگر از مهم ترین و کاربردی ترین روش های کاهش سمیت، عدم استفاده و تغییر نوع مواد زاید خطرناکی است که در فرآیند مورد استفاده قرار می گیرند. به عنوان مثال در این مورد می توان به استفاده از محلول های غیر سیانیدی در واحدهای آبکاری فلزات اشاره نمود. شایان ذکر است که مباحث اقتصادی در تعویض مواد، نقش بسیار مهمی داشته به گونه ای که در سالهای اخیر به دلیل بالا رفتن هزینه

[1] Pickling

های دفع و تصفیه مواد زاید خطرناک، استفاده از مواد بی ضررتر در صنایع از رشد جالب توجهی برخوردار بوده است.

۳-بازیابی و بازیافت

هنگامی که کاهش حجم و یا کاهش سمیت یک ماده زاید خطرناک میسر نباشد، در برخی موارد می توان از طریق فرآیندهای دیگر، به گونه ای آن را بازیابی نمود. بهترین محل جهت بازیابی و بازیافت ماده زاید خطرناک همان کارخانجات تولیدی است؛ چرا که معمولاً حمل و نقل مواد زاید خطرناک به یک مجتمع در خارج از کارخانه علاوه بر بالا بردن هزینه، خطر آفرین نیز می باشد. خطراتی نظیر نشت و تصادفات احتمالی ماشین های حمل و نقل مواد زاید خطرناک از جمله این گونه موارد می باشد. مهمترین موادی که در یک مجتمع یا کارخانه می توانند بازیابی یا بازیافت شوند، **شامل آب، حلال، روغن و مواد جامد** می باشد .

۴- جمع آوری و انتقال مواد زاید خطرناک

یکی از مهم ترین مراحل مدیریت مواد زاید خطرناک، انتقال مواد زاید خطرناک از واحدهای تولیدی به تأسیسات بازیابی و بازیافت، تصفیه و دفع مواد زاید خطرناک است. جمع آوری مواد زاید خطرناک جهت حمل به تأسیسات مورد نظر، باید توسط تولید کننده ماده زاید و یا حمل کننده ویژه (شرکت های صلاحیت دار) صورت پذیرد. معمولاً بارگیری وسائل نقلیه جمع کننده مواد زاید خطرناک به دو روش به شرح زیر انجام می پذیرد:

۱. مواد زایدی که در مخازن حجیم نگهداری و ذخیره شده اند توسط پمپ به داخل وسائل نقلیه جمع کننده مواد منتقل می شوند.

۲. مواد زاید ذخیره شده در بشکه های در بسته به طور دستی و یا با استفاده از وسایل مکانیکی به داخل کامیون های کفی منتقل می شوند.

ظروف محتوی مواد زاید خطرناک می بایست بدون اینکه باز شوند به مراکز مربوط به تصفیه و دفع نهایی منتقل شده و افراد نباید در تماس مستقیم با این مواد قرار گیرند. لازم به ذکر است که انتخاب روش

حمل بستگی به مسافت حمل مواد زاید خطرناک دارد. معمولاً در مواردی که فاصله بین مرکز تولید و تصفیه و دفع کم باشد، استفاده از بشکه و حمل با کامیون های کفی ترجیح داده می شود. در عوض در صورتی که مسافت حمل و نقل مواد زاید زیاد باشد، استفاده از کامیون های بزرگ مخزن دار، تریلرها و واگن های مخزن دار مخصوص راه آهن پیشنهاد می گردد.

در تعیین مقررات مربوط به حمل و نقل می بایست نظرات سازمان ها و وزارت خانه های مرتبط (وزارت راه) به طور کامل لحاظ گردد. به عنوان نمونه قانون RCRA تأکید می کند که مقررات مربوط به حمل مواد خطرناک باید با مقررات اداره حمل و نقل آمریکا (USDOT) مطابقت داشته باشد. در این خصوص باید کلیه مقررات از جمله موارد ذیل مد نظر قرار گیرند.

۱. انتخاب نام محموله، طبقه بندی (نوع خطر) و شماره هویت مربوط به مواد

۲. بسته بندی، برچسب گذاری و علامت گذاری محموله

۳. داشتن مجوز معتبر از سازمان های مرتبط در خصوص حمل مواد زاید خطرناک

۴. تهیه بارنامه برای مواد زاید خطرناک و مسائل مربوط به آن

انتخاب نام محموله، تعیین طبقه بندی (نوع خطر) و شماره هویت مربوط به مواد زاید خطرناک باید توسط تولید کننده و بر اساس نتایج آزمایشگاهی و یا تجربیات به دست آمده در فرآیند تولید تعیین گردد. کلیه ظروف یا مخازن حمل مواد زاید خطرناک نیز باید قبل از حمل، برچسب گذاری شوند. همچنین نصب اعلان های هشدار دهنده بر روی وسایل حمل و نقل مواد زاید خطرناک، وظیفه مشترک تولید کننده ماده زاید و حمل کننده می باشد. معمولاً اعلان های مناسب باید توسط تولید کننده مواد زاید خطرناک تهیه و در اختیار حمل کننده قرار گیرد.

بدیهی است که حمل مواد زاید خطرناک به تأسیسات تصفیه، نگهداری و دفع مواد زاید، نیاز به بارنامه مخصوص دارد. این بارنامه حاوی اطلاعاتی است که باید از لحظه تولید تا دفع نهایی ماده زاید خطرناک همراه آن باشد.

۵-تصفیه مواد زاید خطرناک

تصفیه مواد زاید خطرناک نیز یک روش بسیار مهم در جهت کاهش سمیت مواد زاید خطرناک قبل از دفع نهایی است. این روش از نقطه نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت بوده و در صورت استفاده از تکنیک های مناسب، هزینه دفع مواد زاید را تا حد چشمگیری کاهش می دهد. تصفیه مواد زاید خطرناک در واقع یک مرحله پیش از دفع نهایی بوده و هدف اصلی در این مرحله در حقیقت بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد زاید و به حداقل رساندن مشکلات زیست محیطی در مرحله دفع می باشد. در برخی موارد ترکیبات حاصل از تصفیه ماده زاید می تواند دوباره مورد استفاده قرار گیرد. انتخاب روش تصفیه بستگی به عوامل زیادی چون سهولت دسترسی به مراکز تصفیه مواد زاید، استانداردهای ایمنی و ملاحظات اقتصادی دارد.

انتخاب یک روش تصفیه مناسب در خصوص مواد زاید خطرناک همیشه به آسانی انجام پذیر نبوده و نیاز به مطالعات اولیه فنی، اقتصادی و زیست محیطی دقیقی دارد. خصوصیات ماده زاید، کمیت و کیفیت مورد نیاز پس از تصفیه، توانایی تکنیک های مورد نظر برای کاهش زایدات تولیدی و ارزیابی کل عملکرد سیستم از جمله مواد مورد توجه در انتخاب یک روش مناسب می باشند. به طور کلی روش های تصفیه مواد زاید خطرناک را می توان به روش های فیزیکی، شیمیایی و زیستی (بیولوژیکی) تقسیم بندی نمود.

مواد زاید خطرناک به ۸ گروه عمده به شرح زیر تقسیم بندی شده اند، که هر یک از روش های ذکر شده برای یک یا چند گروه از مواد زاید خطرناک دارای کاربرد می باشد:

- مواد شیمیایی معدنی بدون فلزات سنگین
- مواد شیمیایی معدنی حاوی فلزات سنگین
- مواد شیمیایی آلی بدون فلزات سنگین
- مواد شیمیایی آلی حاوی فلزات سنگین
- مواد رادیواکتیو

* مواد بیولوژیکی
* مواد قابل اشتعال
* مواد منفجره

۶-دفع مواد زاید خطرناک

دفع مواد زاید خطرناک، آخرین مرحله از مدیریت این مواد می باشد. در زمان های گذشته روش های مختلفی برای دفع مواد زاید خطرناک مورد استفاده قرار می گرفت که برخی از آنها به دلائل مختلف زیست محیطی و بهداشتی عملاً منسوخ شده است. مهم ترین روش های دفع که در سال های اخیر به کار برده شده اند، عبارتند از: ۱)روش دفن در زمین، ۲)روش دفع سطحی، ۳)روش سوزاندن، ۴)روش تزریق به چاه های عمیق

دفع مواد زاید خطرناک

یکی از روش های متداول در دفع مواد زاید خطرناک، استفاده از ویژگی لایه های مختلف زمین می باشد. هدف از انجام این کار، کاهش خطرات زیست محیطی یا بهداشتی این مواد با استفاده از قرار دادن آنها در یک محیط ایزوله بوده که می توان به روش های دفن و تزریق در چاه های عمیق اشاره نمود. در برخی از روش های دفع زمینی مانند استفاده از مخازن سطحی و اختلاط مواد زاید خطرناک با خاک (تصفیه با استفاده از زمین) از ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک نیز استفاده می گردد. برای کاهش اثرات بهداشتی و زیست محیطی حاصل از دفع زمینی مواد زاید خطرناک، بهترین حالت، استفاده از روش های مختلف تصفیه و بازیافت جهت کمینه سازی ضایعات می باشد. لازم به ذکر است که دفع زمینی مواد زاید خطرناک و صنعتی تابع قوانین خاصی بوده که باید توسط سازمان حفاظت محیط زیست هر کشور وضع گردد. به عنوان نمونه بر اساس قوانین موجود در کشورهای پیشرفته، مواد زاید خطرناک مایع را باید قبل از دفن در ظروف در بسته قرار داد.

بر اساس قوانین RCRA، روش های مختلف دفع مواد زاید خطرناک در زمین به شرح زیر تقسیم بندی شده است(۲)

۱.دفن بهداشتی

۲.دفن در مخازن سطحی

۳.تزریق در چاه های عمیق

۴.دفع از طریق اختلاط با خاک

۵.دفع در معادن و گنبدهای نمکی

۶.دفع بر روی زمین

ابتدا روش های مهم دفع مواد زاید خطرناک مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه نیز با توجه به اهمیت موضوع در ارتباط با سیستم پوششی جهت جلوگیری از نفوذ شیرابه به محیط اطراف توضحیات مختصری ارائه گردیده است.

۱- دفن بهداشتی

دفن بهداشتی، یک روش مناسب برای دفع مواد زاید شهری محسوب می گردد. در سال ۱۹۳۰ برای اولین بار دفن بهداشتی که شامل حفر گودال جهت انباشتن زباله و پوشاندن سطح آنها به خاک بود مورد استفاده قرار گرفت. امروزه پس از گذشت سال ها از عمر دفن بهداشتی، علیرغم وجود روش های دیگر دفع، این روش هنوز هم به عنوان یکی از مهم ترین روش های دفع انواع مواد زاید جامد مطرح بوده و مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین در سال های اخیر از این روش برای دفع برخی از مواد زاید صنعتی نیز استفاده گردیده است.

به منظور کاهش ریسک حاصل از به کار گیری این روش دفع برای انسان و محیط زیست، ضروری است که استانداردهای ملی و منطقه ای و نکات علمی و فنی که در زیر به تعدادی از آنها اشاره شده، مد نظر دست اندرکاران قرار گیرد.

الف) استفاده از لایه های پوششی مناسب جهت جلوگیری از نفوذ آلاینده ها به محیط

ب) طراحی سیستم تعیین نشت مواد آلاینده در محل دفن

ج) طراحی سیستم جمع آوری و پایش شیرابه

د) طراحی سیستم پایش آب های زیرزمینی اطراف محل دفن

دفن بهداشتی مواد زاید خطرناک دارای مزایایی است که به رایج بودن آن افزوده است. ایـن روش از لحاظ اقتصادی در مقایسه با سایر روش های دفع ارزان تر بوده و فرآیند آن نیز ساده تر می باشـد. همچنـین در صورت تغییر در کمیت و کیفیت مواد ورودی به محل دفن، از این روش به سادگی می توان استفاده نمود. با توجه به سادگی فرایند و وجود اطلاعات کافی در این زمینه، اسـتفاده از ایـن روش نیازمنـد بـه تجهیـزات پیچیده و نیروی انسانی زیادی نبوده و استفاده از آن در اکثر مناطق امکان پذیر می باشد. به عبارت دیگر در شرایط عادی، تجهیزات مورد نیاز این روش تنها شامل یک سری ماشین آلات معمولی مانند کـامیون و لـودر است. این روش دارای معایبی نیز بوده که از مهم ترین آنها می توان به موارد زیر اشاره نمود(۲)

الف) بالا بودن ریسک آلودگی منابع آب و خاک

ب) تولید گازهای مختلف در محل

ج) بالا بردن ریسک حاصل از در معرض قرار گرفتن انسان با مواد شیمیایی فرار

د) ایجاد بو و امکان بروز آتش سوزی

ه) تخریب منابع طبیعی

و) هزینهٔ بالای پایش و احیای مجدد زمین

لازم به ذکر است که روش دفن برای تمام مواد زاید خطرناک مناسب نیست. بـه عنـوان مثـال نمـی توان از این روش برای مواد زاید خطرناک مایع، مواد زاید مـایع قابـل اشـتعال و فـرار، مـواد زایـد خطرنـاک روغنی، مواد زیاد حاوی اکسید کننده ها یا احیا کننده های قوی، مواد آلی هالوژنه مقاوم، مواد منفجره، مـواد فرار با سمیت بالا و موادی که در اثر ترکیب با آب و هوا تولید اسید یا بازهای قوی و یـا گازهـای سـمی مـی نمایند، استفاده نمود. همچنین باید توجه داشت در برخی موارد با انجام عملیات پیش تصفیه بر روی برخـی از این مواد، می توان آنها را در محل مناسب دفن نمود.

در دفن بهداشتی مواد زاید خطرناک مراحلی چون انتخاب زمین مناسب، طراحی محل دفن، انجام عملیات اجرایی، پایش و حتی کنترل دقیق محل دفن پس از تکمیل عملیات مد نظر بوده که در ادامه در ارتباط با هر یک توضیحات مختصری ارائه گردیده است.

۱-۱-انتخاب زمین مناسب برای محل دفن

بدین منظور در گام اول محل های متفاوتی انتخاب و در نهایت پس از بررسی های دقیق، بهترین آنها انتخاب می گردد. به عبارت دیگر در رابطه با تعیین زمین مناسب باید ارزیابی جامعی انجام پذیرفته تا اثرات منفی زیست محیطی، بهداشتی، فرهنگی و اجتماعی ناشی از احداث محل دفن به حداقل ممکن کاهش یابد. عوامل مهم در انتخاب محل دفن مواد زاید خطرناک عبارتند از:

الف)فاکتورهای جغرافیایی و هیدروژئولوژی: وضعیت آب و هوایی منطقه یکی از عوامل مهم در تعیین محل دفن مناسب می باشد. به طور کلی بررسی دما، باد، میزان بارندگی و غیره نقش مهمی در تعیین محل دفن مناسب دارند. بررسی شرایط هیدرولوژی آب های سطحی منطقه و اطلاعات مربوط به بارندگی و سیلاب ها در یک دوره ۱۰۰ ساله از دیگر فاکتورهای اساسی جهت انتخاب زمین مناسب می باشد. در این مورد مطالعه دقیق ژئولوژی و هیدرولوژئولوژی منطقه امری لازم و ضروری به حساب می آید. در این رابطه همچنین باید وضعیت سفره های آب زیرزمینی از لحاظ کمیت و کیفیت شامل جهت و سرعت جریان، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و اثرات رانش زمین به دقت به دقت بررسی گردد.

ب)دوری از محل های مسکونی: با توجه به احتمال پراکندگی مواد زاید در اطراف محل های دفن باید به منظور ایمنی تا حد امکان از به کارگیری زمین های نزدیک به مناطق مسکونی خودداری شود.

ج)سطح زمین مورد نیاز: به منظور انتخاب زمین جهت دفن مواد زاید خطرناک، در دسترس بودن زمین کافی طی سال های بهره برداری از آن پارامتر بسیار مهمی بوده و در این راستا زمین مورد استفاده باید گنجایش دفن مواد زاید خطرناک در درازمدت (حدود ۲۰ سال) را دارا باشد.

د)نزدیکی محل دفن به محل تولید مواد زاید: مسافت انتقال مواد زاید به عنوان یکی از مهم ترین فاکتورها در تعیین محل مناسب دفن مواد زاید خطرناک به شمار می رود. در این مورد هر اندازه فاصلهٔ

تولید مواد زاید تا محل دفن کمتر باشد زمین مورد نظر مطلوب تر خواهد بود، زیـرا اولاً هزینـه هـای انتقـال کاهش یافته و ثانیاً آلودگی های ناشی از انتقال مواد زاید خطرناک و خطرات مربوط به سوانح احتمالی جـاده ای به حداقل ممکن تقلیل خواهد یافت.

ه)نوع مواد زاید خطرناک: ویژگی های مواد زاید خطرناکی که باید در محل انتخابی دفن شـوند از عوامل مهم در تعیین و ارزیابی زمین مناسب به حساب می آید. در خصوص انتخاب زمین جهـت دفـن مـواد زاید خطرناک باید دقت بیش تری به عمل آورده و تأثیر مواد زاید خطرناک بـر روی محـیط زیسـت منطقـه همواره مد نظر قرار گیرد.

و)کارآیی نهایی زمین: جهت انتخاب زمین مناسب، باید امکان استفاده نهایی از زمین محـل دفـن نیز پیش بینی گردد. به عنوان مثال از محل های دفن مواد زاید خطرناک نمی توان جهت مقاصـد کشـاورزی استفاده نمود، زیرا تولید گازهای سمی ناشی از مواد زاید معمولاً بر رشد گیاهان مؤثر می باشد.

ز)دسترسی: یکی از عوامل مهم در انتخاب زمین، بررسی راه های دسترسی به محـل تعیـین شـده می باشد. به عبارت دیگر وضعیت دسترسی به منطقه چه از لحاظ نوع جاده و چه از لحاظ ارتباط در شـرایط آب و هوایی مختلف (یخبندان) دارای اهمیت زیادی بوده که باید مورد توجه قرار گیرد.

ح)قیمت: هزینه دفن مواد زاید خطرناک در زمین مورد نظر نیز از جملـه عوامـل مـؤثر در انتخـاب زمین می باشد. به عبارت دیگر زمین محل دفن باید به گونه ای انتخاب شود که دفن مواد زاید خطرنـاک در آن مقرون به صرفه باشد.

۱-۲-طراحی محل دفن مواد زاید خطرناک

هدف اصلی از طراحی محل دفن مواد زاید خطرناک، به حداقل رساندن شیرابه، جلـوگیری از انتقـال آلودگی به محیط اطراف و کنترل گازهای حاصل از محل دفن می باشد. جهت نیل به اهداف مذکور اسـتفاده از لایه های مختلف پوششی ضروری بوده و امروزه در محل های دفن جدید برای جلوگیری از نفوذ شـیرابه و کنترل گاز، از لایه های پوشش دوگانه و حتی سه گانه استفاده مـی شـود. در محـل هـای دفـن مـواد زایـد خطرناک، میزان تولید شیرابه باید به حداقل ممکن کاهش یابد. ویژگی های شیرابه تولیـدی در مراکـز دفـن

مواد زاید خطرناک بستگی به عواملی چون نوع و عمر مواد زاید دفن شده، ویژگی های فیزیکی، شیمیایی، میکروبیولوژی و موازنه آب محل دفن دارد. لازم به ذکر است که در ترکیب اصلی شیرابه مواد مختلفی وجود داشه که مهم ترین آنها به شرح زیر می باشند:

۱.یون های اصلی (آنیون ها و کاتیون ها) مانند کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز، سدیم، آمونیاک، کربنات، سولفات و کلراید؛

۲.عناصر کمیاب مانند جیوه، کروم، نیکل، سرب و کادمیم؛

۳.مواد آلی متنوع که میزان آنها بر اساس مقدار کربن آلی کل (TOC)، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی پنج روزه (BOD_5) و یا اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) تعیین می گردد و همچنین برخی مواد آلی خاص مانند فنل و ترکیبات آلی کلردار؛

۴.میکروارگانیسم های مختلف.

مناسب ترین روش جهت کنترل شیرابه، جمع آوری و انجام عملیات تصفیه بر روی آن می باشد. معمولاً در محل های دفن برای محدود کردن و حذف حرکت شیرابه از لایه های پوششی مختلف استفاده می شود. در طراحی سیستم های جمع آوری شیرابه مواردی چون نوع پوشش (بستر) مورد نیاز، کانال های جمع آوری، زهکشی و هدایت و تصفیه مناسب شیرابه باید مورد بررسی دقیق قرار گیرد. باید توجه داشت که شیرابه حاصل از محل دفن مواد زاید خطرناک، به عنوان یک مادهٔ خطرناک محسوب شده و باید به صورت کامل تصفیه گردد.

کنترل گازهای حاصل از دفن نیز از مواردی است که باید در طراحی محل دفن مورد توجه قرار گیرد. مهم ترین دلیل این کار کاهش ریسک برای افراد شاغل در محل دفن می باشد. در این خصوص پایش گازهای حاصل از محل دفن خصوصاً برای وجود موادی چون هیدروکربن های کلره، ترکیبات جیوه و آرسنیک ضروری است(۲). همچنین در صورتی که محل دفن حاوی مواد آلی زیست تخریب پذیر باشد، باید تمهیدات خاصی در خصوص جمع آوری، انتقال، پالایش و استفاده از گازهای تولیدی آن نیز انجام شود.

یکی دیگر از مواردی که باید در طراحی محل دفن مواد زاید خطرناک مد نظر قرار گیرد، مدیریت ایمنی محل دفن می باشد. به عنوان نمونه در این مورد، سیستم باید به گونه ای طراحی گردد که از حضور افراد غیر مسئول در محل دفن جلوگیری شود. همچنین تمام ورودی ها و خروجی های محل دفن در یک نقطه متمرکز شده تا کنترل های لازم برای اظهار نامه ها، نمونه برداری و سایر اقدامات به صورت مناسب انجام پذیرد. علاوه بر موارد یاد شده اطراف محل دفن نیز باید محصور گشته تا از ورود احتمالی افراد متفرقه به محوطه دفن ممانعت به عمل آید.

۱-۳-عملیات اجرایی محل دفن بهداشتی

اجرای صحیح مراحل مختلف دفن مواد زاید خطرناک بر پایه کنترل سخت گیرانه در عملیات و پایش دائمی محل دفن استوار است. به منظور کنترل کیفیت عملیات مربوط به محل دفن، عوامل مؤثر مختلفی وجود داشته که از مهم ترین آنها می توان موارد زیر را برشمرد:

- تعریف دقیق مسئولیت ها برای دست اندرکاران طراحی، اجرا، ساخت و مدیریت محل دفن؛
- طرح و برنامه کاری مناسب برای سایت؛
- بالا بردن کیفیت کاری کارگران شاغل در محل دفن؛
- مستندسازی کارهای عملیاتی؛
- نگهداری تمامی اطلاعات موجود در خصوص کارهای اجرایی.

مستندسازی امور مربوط به محل دفن و دستورالعمل های مرتبط مانند دستورالعمل های کنترل مواد زاید خطرناک و کنترل ماشین آلات از جمله مهم ترین بخش های عملیات محل دفن بهداشتی می باشند. همچنین عملیات دفن مواد زاید خطرناک باید متناسب با نوع مواد زاید انجام شود. به عبارت دیگر مواد زاید باید در جایگاه مخصوص خود که در طرح ها و نقشه های محل دفن پیش بینی شده اند قرار گیرند.

در طرح ها و نقشه ها باید پارامترهای مختلف عملیاتی نیز مدنظر قرار گیرد. به عنوان نمونه عملیات باید به گونه ای طراحی شود که ریسک حاصل از آتش سوزی، انفجار و انتشار گازهای سمی به حداقل ممکن کاهش یافته و همچنین مدیریت بحران در شرایط اضطراری مد نظر قرار گیرد

۱-۴-پایش

پایش مداوم محل دفن مواد زاید خطرناک از اهمیت خاصی برخوردار بوده که هدف از انجام آن بررسی وضعیت محیط اطراف محل دفن از لحاظ میزان آلاینده های زیست محیطی می باشد. مدت زمان پایش با توجه به موقعیت محل دفن و مواد موجود در آن تعیین گردیده و در بعضی از مواقع پارمترهای اقتصادی نیز در تعیین این مدت زمان مورد استفاده قرار می گیرند.

۱-۵-کنترل دقیق محل دفن پس از تکمیل

یکی از مراحل مهم در دفن مواد زاید خطرناک که متأسفانه در کشورهای در حال توسعه توجه کافی به آن مبذول نمی گردد، بحث کنترل محل دفن پس از تکمیل آن می باشد. در این خصوص رعایت موارد زیر تا حد زیادی می تواند مفید واقع گردد:

۱. ایجاد پوشش گیاهی بر روی محل دفن که باعث کاهش فرسایش خاک، بالا بردن میزان تبخیر، تعرق و بالا بردن کیفیت چشم انداز محیط می شود

۲. ایجاد پوشش فوقانی با زهکش مناسب جهت حفاظت در برابر بارش و یخ زدگی

۳. ایجاد پوشش فوقانی جهت جلوگیری از نفوذ آب

۴. جمع آوری مناسب گاز و شیرابه

۵. ایجاد لایه تراز برای از بین بردن قسمت های نامنظم سطح مواد زاید خطرناک

۲- دفع در مخازن سطحی

یکی از روش های دفع مواد زاید خطرناک، استفاده از مخازن سطحی می باشد. مخازن سطحی، حوضچه های نگهداری موقتی هستند که مواد زاید مایع یا مواد زاید جامدی که حاوی مقدار قابل توجهی مایع می باشند را در خود جای می دهند.

مخازن سطحی مورد استفاده در صنایع به دو دسته "مخازن سطحی جهت دفع" و "مخازن سطحی جهت نگهداری و تصفیه مواد زاید خطرناک" تقسیم بندی می شوند. لازم به ذکر است کـه دفـع در مخـازن سطحی همانند سایر روش های بیولوژیکی در خصوص بسیاری از فلزات سنگین، اغلب مواد معـدنی و برخـی از ترکیبات آلی موجود در مواد زاید خطرناک کارایی بالایی ندارد (۱)

در این سیستم، در طی نگهداری مواد زاید ، عمل تبخیر و کاهش مواد فرار اتفاق افتاده و نشت مواد زاید مایع از این مخازن، مهم ترین تهدید برای آب های زیـر زمینـی محسـوب مـی شـود. از طرفـی انتشـار ترکیبات فرار از سطح این مخازن می تواند باعث آلودگی هـوای منطقـه شـود. سـرریز مـواد زایـد از قسـمت فوقانی مخزن و دیواره های کناری آن نیز می تواند تهدیدی برای آب های سطحی به حسـاب آیـد. بنـابراین جهت جلوگیری از آلودگی آب های زیرزمینی و سطحی توسط این مخازن اسـتفاده از سیسـتم پوشـش غیـر قابل نفوذ در کف و جداره مخزن لازم و ضروری می باشـد. همچنـین ایـن مخـازن بایـد مجهـز بـه سیسـتم شناسایی، جمع آوری و حذف شیرابه باشند. در این مورد انتشار انواع ترکیبات فرار را نیز می توان بـه کمـک سرپوش شناور کنترل نمود. این سرپوش های شناور شامل یک پوشش مصنوعی بوده که به صورت یک تکـه با مهار مناسب در طرفین و شناورهایی به منظور جلوگیری از غوطه ور شدن بـر روی مخـزن قـرار داده مـی شود.

پوشش های غیر قابل نفود که در این مخازن به کار می روند باید از موادی انتخاب گردند کـه دارای خصوصیات شیمیایی مناسب باشند. همچنین این نوع پوشش ها باید دارای مقاومت و ضخامت کافی بوده بـه طوری که در برابر فشارهای هیدرواستاتیکی و تماس فیزیکی با ماده زاید یـا شـیرابه و شـرایط آب و هـوایی مقاوم باشند. این پوشش غیر قابل نفوذ باید به گونه ای در مخزن قرار گیرد تا کل خاک های اطراف را که در تماس با ماده زاید هستند در بر گیرد. در سال های اخیر به دلیل ایجاد آلودگی های زیست محیطی، قـوانین سختگیرانه ای برای این نوع سیستم وضع شده که از آن جمله می توان به الزامی بـودن اسـتفاده از سیسـتم پوششی دو گانه، سیستم های جمع آوری و حذف شیرابه و سیسـتم نشـت یـاب از سـال ۱۹۹۲ بـه بعـد در آمریکا اشاره نمود. یکی از مشکلات استفاده از مخازن سطحی سرریز شدن مایع درون آن بوده که مـی توانـد

ناشی از بهره برداری نادرست، پر کردن بیش از ظرفیت مخزن، بارندگی، عدم کارکرد درست ابزارهای کنترل کننده سطح آب، دستگاه های هشدار دهنده و یا خطاهای انسانی باشد. در این مورد کانال ها و سیستم جمع آوری اضطراری می تواند از تخلیه مستقیم مواد زاید به محیط در هنگام حوادث جلوگیری به عمل آورد.

به طور کلی استفاده از مخازن سطحی جهت جمع آوری سیالات تولیدی در صنایع نفت و گاز، صنایع غذایی، شیمیایی، چوب و کاغذ، لجن های حاصل از تصفیه خانه های فاضلاب شهری و تصفیه فاضلاب در سال های اخیر به کار گرفته شده اند. لازم به ذکر است که این نوع مخازن بیشتر جهت تصفیه مواد زاید خطرناک مورد استفاده قرار گرفته و عملیات تصفیه که عموماً در این مخازن انجام می گیرد، شامل فرآیندهای خنثی سازی، هضم هوازی یا بی هوازی، تنظیم pH و ته نشینی می باشد(۲)

استفاده از این سیستم باید با احتیاطات لازم، در نظر گرفتن شرایط اقلیمی، ویژگی های آب و خاک منطقه و در نظر گرفتن قوانین موجود در هر کشور همراه باشد.

۲- دفع در معادن و گنبدهای نمکی

استفاده از فضاهای معدنی برای نگهداری و دفع مواد زاید خطرناک، صرف نظر از این که معدن برای استخراج مواد معدنی ایجاد شده یا خیر، می تواند برای نگهداری و دفع این مواد یک روش اقتصادی و مناسب به حساب آید. معدن انتخابی می تواند یک معدن معمولی و یا فضایی باشد که در بستر یا گنبدهای نمکی ایجاد شده است. استفاده از فضای داخل معادن برای نگهداری و دفع مواد خطرناک دارای سابقهٔ طولانی در جوامع صنعتی می باشد. به عنوان نمونه صنایع نفت به طور موفقیت آمیزی از این روش برای نگهداری نفت خام و محصولات آن در طی ۴۰ سال اخیر استفاده نموده اند(۴)

دفع مواد زاید خطرناک در معادن به دو روش دفع در معادن معمولی و دفن در معادن محلولی انجام پذیر است. روش های اخیر برای طیف گسترده ای از مواد زاید خطرناک، قابل استفاده بوده و از نظر اقتصادی نیز با صرفه می باشند. معادن معمولی می توانند مواد زاید خشک غیر آتش زا و غیر انفجاری را نگهداری نمایند. معادن محلولی نیز می توانند مایعات غیرواکنشی مایع و دوغابی را در خود جای دهند.

معادن محلول در نمک یا پتاس نیز از پتانسیل بالایی برای دفع و نگهداری مواد زاید خطرناک برخوردار می باشند. به منظور دفع مواد زاید در معادن، استفاده از معادنی نظیر نمک، پتاس، گچ، آهک و معادن زیر زمینی گرانیت مناسب می باشد. شرط لازم برای یک معدن جهت دفع اصولی مواد زاید خطرناک این است که معدن خشک بوده و هیچ گونه نشتی آب از سطح زمین در آن وجود نداشته باشد. به علت حفاری های متعدد در معدن، فضای زیادی برای نگهداری مواد زاید خطرناک در این گونه معادن وجود دارد. عمق معادن نیز از پارامترهای مهم در طراحی مرکز دفع مواد زاید خطرناک به شمار می رود. معمولاً عمق معادن مناسب برای این منظور بین ۵۰ تا ۳۰۰۰ فوت می باشد. در انتخاب معدن باید به این نکته توجه داشت که با افزایش عمق، مواردی نظیر پایداری معدن و دسترسی به آن از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد بود. (در معادن با عمق کم در صورت ایجاد شکاف در معدن و ورود آب های سطحی به داخل آن امکان بروز مشکلات جدی وجود خواهد داشت). به طور کلی معادن عمیق به منظور ایزولاسیون مطمئن ماده زاید ترجیح داده می شوند و معادن کم عمق از لحاظ دسترسی مناسب، ارجحیت دارند. مکانیک خاک و یا نوع سنگ موجود در معدن و پایداری آن نیز از عوامل مهم دیگر در انتخاب معدن به منظور دفع مواد زاید خطرناک به شمار می روند. معادن زیر زمینی فضای محدودی را دارا می باشند و قرار دادن مواد زاید خطرناک در این فضای محدود باعث می شود تا مسایل ایمنی اهمیت بیشتری یابند. در این خصوص لازم است که معادن مورد نظر مجهز به سیستم ایمنی شده و در طراحی، مسایل مربوط به ایمنی افراد شاغل در معدن نیز مد نظر قرار گیرند. همچنین مواد زاید خطرناک باید از انتهای معدن پر شده و دسترسی به راه های ورودی و خروجی برای جلوگیری از ایجاد ترافیک در مواقع ضروری پیش بینی شود. در این مورد تهویه داخل معادن نیز پارامتر مهمی بوده و به منظور حفظ سلامتی افراد شاغل در معادن، ورود دائمی هوای تمیز و تصفیه هوای خروجی ضروری می باشد (۴)

۴-دفع بر روی زمین

در برخی مناطق مواد زاید خطرناک را می توان با رعایت شرایط زیست محیطی و با در نظر گرفتن قوانین موجود در روی سطح زمین دفع نمود. این مواد که شامل خاکسترها، لجن ها، نمک ها، خاک های

آلوده و مایعات می باشند را می توان به مدت طولانی در روی سطح زمین نگهداری نمود. لازم به ذکر است که دفن مواد زاید خطرناک در داخل زمین معمولاً باعث ایجاد شیرابه در مرکز دفن گردیده که باید با استفاده از سیستم زهکشی مناسب جمع آوری شود. باید توجه داشت که در اکثر موارد، نفوذ آب های سطحی باعث افزایش دبی شیرابه تولیدی می گردد. با استفاده از روش دفع مواد زاید در روی سطح زمین می توان از نفوذ آب های سطحی به داخل توده مواد زاید جلوگیری نمود که این امر باعث کاهش تولید شیرابه در مقایسه با روش دفن عمقی می گردد. مواد زاید خطرناک در صورتی که خشک و دارای یک لایه پوشش ضد آب نیز باشند، شیرابه کمی تولید خواهند نمود و در نتیجه احتمال آلودگی آب های سطحی نیز کمتر خواهد بود.

دو سیستم که معمولاً جهت دفع مواد زاید خطرناک در روی زمین مورد استفاده قرار می گیرند شامل سیستم نگهداری در انبار و سیستم نگهداری مواد زاید به صورت توده در روی سطح زمین می باشد. استفاده از سیستم اول، بیشتر برای نگهداری مواد زاید خطرناک در یک مدت زمان کوتاه (حدود ۱۰ تا ۲۰ سال) بوده که هزینه زیادی نیز در بر دارد. اما نگهداری مواد زاید به صورت توده، یک روش بلند مدت می باشد. در این روش کف محل نگهداری به صورت شیب دار ساخته شده و معمولاً یک لایه پوشش با امکان نفوذپذیری کم، جهت جمع آوری اولیه شیرابه پیش بینی می گردد. علاوه بر آن ممکن است لایه دیگری از پوشش به عنوان سیستم دوم جمع آوری شیرابه و سیستم مشخص کننده نشتی در زیر پوشش اول قرار داده شود.

به طور کلی استفاده از سیستم های دفع بر روی زمین دارای مزایای زیادی نسبت به سایر روش ها بوده که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. شیرابه سریعاً دفع و در نتیجه احتمال آلودگی آب های سطحی کم می شود

۲. در صورت صدمه دیدن پوشش اول، شیرابه به پوشش زیرین منتقل می شود که نشان دهنده بروز مشکل در پوشش اولیه است

۳. در این روش قرار دادن مواد زاید خطرناک (ناسازگار) در سلول های مجزا امکان پذیر می باشد

۴. امکان تولید گاز در این روش کمتر از سایر روش های دفن است

۵. از تکنولوژی های مورد استفاده در سایر روش های دفن مواد زاید خطرناک می توان در این روش استفاده نمود (۴)

۵- دفع از طریق اختلاط با خاک

اختلاط با خاک (تصفیه به وسیله زمین) نیز یکی دیگر از روش های دفع و تصفیه برخی مواد زاید صنعتی است که باید با در نظر گرفتن کلیه تمهیدات زیست محیطی و شرایط محیطی مورد استفاده قرار گیرد. در این روش مواد زاید با خاک سطحی مخلوط شده و در اثر مرور زمان، تخریب یا تغییر شیمیایی مورد نظر رخ می دهد. بر خلاف سایر روش های دفع نظیر دفن در داخل زمین که در آن مواد زاید در سلول هایی در زیر زمین جای می گیرند، در این روش مواد زاید با خاک سطح زمین مخلوط شده و در اثر واکنش های هوازی، ترکیبات آلی موجود در مواد زاید خطرناک تجزیه می گردند. جهت حفظ محیط زیست و منابع آب، مدیریت مناسب منطقه دفع و پایش آن از نکات کلیدی این روش به حساب می آید. بر اساس گزارشات منتشره توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا، صنایع نفت و پتروشیمی از بزرگ ترین صنایعی می باشند که از این روش دفع استفاده می نمایند. در این روش تجزیه کامل ماده خطرناک، امری لازم و ضروری بوده و هم چنین پایش محل دفع قبل و بعد از اشباع از مواد زاید نیز الزامی است. در حال حاضر بسیاری از مواد زاید صنعتی که در زباله ها سوزانده شده و یا توسط روش های دیگر دفع می گردند را می توان توسط این روش دفع نمود. در این روش، خاک به عنوان یک بستر تصفیه کننده مؤثر برای بسیاری از مواد زاید خطرناک محسوب می گردد. جهت دفع مواد زاید صنعتی توسط این روش، پارامترهایی را باید مد نظر داشت که مهم ترین آنها به شرح زیر می باشند(۴)

الف- خصوصیات ماده زاید : دفع مواد زاید صنعتی از طریق اختلاط با خاک برای همه مواد زاید مناسب نبوده و عموماً مواد زیست تخریب پذیر به این روش دفع می گردند. مواد زاید رادیواکتیو، مواد با فراریت بالا، مایعات آتش زا و مواد زاید غیر آلی نظیر فلزات سنگین، اسیدها، بازها و ترکیبات سیانیدی برای دفع توسط این روش به هیچ وجه مناسب نمی باشند. به طور کلی جهت انتخاب این روش دفع، نیاز به

مطالعات آزمایشگاهی و انجام آنالیزهای کمی و کیفی بر روی ماده زاید می باشد. به عنوان مثال جهت تعیین میزان زیست تخریب پذیری ماده زاید اطلاعاتی در خصوص ساختمان شیمیایی وزن مولکولی، حلالیت در آب و فشار بخار ماده زاید مورد نیاز است.

ب- خصوصیات خاک : خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، نقش تعیین کننده ای در میزان زیست تخریب پذیری مواد زاید ایفاد نموده که از آن جمله می توان pH، میزان نمک، ظرفیت تبادل کاتیونی، قابلیت انجام واکنش های اکسیداسیون و احیا، هوادهی، ظرفیت نگهداری رطوبت و دمای خاک را برشمرد. باید توجه داشت که تعدادی از این خصوصیات را می توان با انجام عملیات اضافه و یا از طریق افزودن یکسری از مواد به خاک بهبود بخشید.

ج- میکروارگانسیم های موجود در خاک : عامل اصلی تخریب زیستی مواد زاید آلی در خاک، میکروارگانیسم ها می باشند. خاک معمولاً شامل میکروارگانیسم های متعددی بوده که عموماً به صورت هوازی عمل می نمایند. نوع و میزان میکروارگانیسم ها در خاک به میزان رطوبت، اکسیژن دردسترس و وجود ترکیبات غذایی بستگی دارد.به طورکلی میکروارگانیسم هایی که در سطح خاک وجود دارند شامل باکتری ها، اکتینومایست ها، قارچ ها، جلبک ها و پرتوزآها بوده که علاوه بر آن می توان سایر جانوران کوچک نظیر کرم ها و حشرات را نیز اضافه نمود. در این میان باکتری ها از مهم ترین گروه های فعال هستند که در غلظت پایین اکسیژن نیز فعالیت می نمایند. اکتینومیست ها معمولاً در مقدار رطوبت کم و میزان مواد مغذی محدود فعال بوده و از اسیدهای آلی، لیپیدها، پروتئین ها و هیدروکربن های آلیفاتیکی استفاده می نمایند. قارچ ها نیز گروه دیگری از میکروارگانیسم ها هستند که با باکتری ها جهت مصرف کربو هیدارت ها و محصولات بیولوژیکی رقابت می کنند. قارچ ها در محدوده وسیعی از دما و pH عمل نموده و یکی از فعالیت های مهم آنها تخریب مولکول های پیچیده می باشد. جانوران موجود در خاک نیز بخش بزرگی از ارگانیسم های خاک را تشکیل داده و نقش عمده ای در تخریب مواد زاید دارند. به عنوان مثال کرم های خاکی در مخلوط نمودن مواد آلی با خاک که باعث بهبود ساختمان خاک و افزایش هوادهی می گردد نقش به سزایی دارند (۴)

۵-۱- عوامل مؤثر بر فسادپذیری مواد زاید

فاکتورهای متعددی در فسادپذیری مواد زاید و یا تخریب آنها نقش داشته که عمدتاً به ویژگی های خاک و فعالیت میکروارگانیسم های موجود در آن بستگی دارد به طور کلی فاکتورهای مؤثر بر فساد مواد زاید که باید در طراحی و عملیات اختلاط با خاک مد نظر قرار گیرند به شرح زیر می باشند.

الف) pH خاک : pH مناسب برای رشد باکتری ها در حدود خنثی می باشد. این pH عموماً از طریق اضافه نمودن آهک به خاک های اسیدی تأمین می گردد.

ب)رطوبت خاک : رطوبت مناسب خاک جهت تجزیه مواد زاید در محدوده ۳۰ تا ۹۰ درصد می باشد. باید توجه داشت که آب اضافه باعث کاهش میزان اکسیژن در دسترس میکروارگانیسم ها شده و در نتیجه باعث کاهش تجزیه مواد زاید می گردد. مقدار رطوبت خاک را می توان از طریق اضافه نمودن آب به ماده زاید و یا زیر و رو کردن تعدیل نمود.

ج)دمای خاک : فعالیت میکروبی خاک در دمای 15^0C به شدت کاهش یافته و در دمای 5^0C تقریباً متوقف می شود. بنابراین دفع مواد زاید در مناطق سردسیر، نیاز به ملاحظات فنی و مهندسی خواهد داشت. به عنوان مثال تجزیه مواد زاید روغنی در مناطق سرد ۱۵٪ کم تر از مناطق گرم می باشد.

در این مورد دمای خاک می تواند توسط روش هایی نظیر پوشاندن سطح خاک با مواد جاذب گرما و یا با استفاده از یک منبع حرارتی افزایش یابد.

د) مقدار مواد مغذی : میکروارگانیسم های موجود در خاک به تمام مواد غذایی مورد نیاز گیاهان احتیاج دارند. وقتی که یک ماده زاید کربن دار در خاک قرار می گیرد، نیتروژن غیرآلی به سرعت به وسیله میکروارگانیسم ها مصرف شده و در نهایت باعث کاهش سرعت حذف ماده زاید می شود. در این حالت، نیتروژن اضافه باید وارد خاک شده تا سرعت پوسیدگی و تجزیه ماده زاید افزایش یابد. سایر مواد مغذی نظیر فسفر، پتاسیم، گوگرد و عناصر کمیاب نیز معمولاً در اکثر مواد زاید آلی یا خاک وجود داشته و معمولاً نیاز به افزودن آنها به خاک نمی باشد. به منظور اطمینان از میزان فساد پذیری مواد زاید، لازم است که قبل از اختلاط ماده زاید با خاک، نمونه ای از آن در آزمایشگاه، مورد آزمایش قرار گرفته تا روند فسادپذیری ماده

زاید به خوبی در شرایط موجود در محل مورد نظر مشخص شود. در صورت نیاز، ضروری است جهت تأمین عناصر مغذی از موادی مانند لجن تصفیه خانه فاضلاب شهری و یا سایر ترکیبات مشابه استفاده شود(۴)

۵-۲- ارزیابی محل دفع

زمین مناسب جهت اختلاط مواد زاید با خاک باید در مکانی انتخاب شود که اثرات زیست محیطی آن بر سلامتی انسان ها حداقل باشد. بنابراین یافتن مکانی مناسب جهت انجام این عملیات مستلزم ارزیابی مکان دفع شامل بررسی ها و مطالعات منطقه ای، ژئولوژیکی، هیدرولوژی، توپوگرافی، خاک، آب و هوا می باشد. مطابق استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا منطقه دفع انتخابی باید کمتر از ۴/۵ فوت عمق و حداقل ۳ فوت بالاتر از تراز آب های سطحی باشد.

همچنین زمین انتخاب شده برای محل دفع نباید به اندازه ای مسطح باشد که آب در آن جمع شود و یا به اندازه ای شیب داشته باشد که باعث فرسایش خاک گردد. همچنین زمین مورد نظر نباید در معرض سیل و طغیان آب قرار داشته باشد. به طور کلی محل دفع نباید به اندازه ای عمیق باشد که باعث آلودگی آب های زیرزمینی گردد. خاک محل دفع نیز باشد مورد ارزیابی کارشناسانه قرار گیرد. در این خصوص لازم است ارزیابی هایی در خصوص عمق خاک، بافت خاک، میزان زهکشی، pH، مواد آلی، نمک های محلول، ظرفیت رطوبت همراه، میکروب ها و ظرفیت تعویض یونی انجام پذیرد. **باد، دما و میزان بارندگی** نیز سه متغیری می باشند که معمولاً در انتخاب محل مناسب باید مد نظر قرار گیرند. لازم به ذکر است که در صورت طراحی مناسب و اعمال مدیریت صحیح می توان بر محدودیت های آب و هوا غلبه نمود (۴)

۵-۳- مزایا و معایب اختلاط مواد زاید با خاک

مهمترین مزایای این روش به شرح زیر می باشد :

۱. با توجه به این که در این روش ماده زاید در حال تغییر و تثبیت بوده، لذا زمان پایش محل دفن نسبت به سایر روش ها کم تر است.

۲. از آن جایی که منطقه دفع به صورت مداوم پایش می شود در نتیجه نشت مواد زاید به حداقل کاهش می یابد .

۳. هزینه این روش نسبت به سایر روش های دفع از جمله سوزاندن کمتر است.

۴. زمین های مورد استفاده در این روش می توانند پس از پایان عملیات دفع، در صورت رعایت استانداردهای زیست محیطی، دارای کاربردهای مختلفی نظیر پارک یا زمین بازی باشند.

مهم ترین معایب این روش نیز عبارتند از:

۱. این روش به شدت تحت تأثیر تغییرات آب و هوا در فصول مختلف سال می باشد.

۲. این روش شدیداً وابسته به ویژگی ها و محل زمین و همچنین اعمال مدیریت صحیح می باشد.

۳. در صورتی که سیستم به خوبی طراحی و اجرا نگردد پتانسیل بالایی برای آلودگی محیط زیست خواهد داشت.

۴. انتخاب زمین و مجوز استفاده از آن می تواند پر هزینه و زمان بر باشد.

۵. روش اختلاط با خاک فقط برای گروه های خاص از مواد زاید مناسب می باشد (۴)

۵-۴-ملاحظات طراحی و عملیاتی

به منظور طراحی صحیح و دفع مناسب مواد زاید توسط روش اختلاط با خاک مراحلی در بخش های طراحی و عملیاتی باید مد نظر قرار گیرد که مهم ترین آنها عبارتند از:

- انتخاب زمین
- جانمایی تجهیزات
- جاده های دسترسی
- انتخاب مناسب دستگاه ها
- کنترل سیلاب ها
- کنترل فرسایش زمین
- کنترل بو
- جمع آوری آب ها
- آماده سازی زمین

- تنظیم pH و تأمین مواد مغذی
- اختلاط مناسب مواد زاید با خاک
- پیش بینی فضای سبز
- ایمنی سایت و بازرسی
- پایش سایت
- ثبت نتایج و اطلاعات

در صورت رعایت این موارد می توان مواد زاید را بدون هیچ گونه مشکلی دفع نمود. به عنوان مثال در خصوص جانمایی تجهیزات باید منطقه تصفیه، محل نگهداری مواد زاید، استخرهای نگهداری آب های سطحی، جاده های دسترسی، ساختمان های جنبی و غیره مشخص گردند. لازم به ذکر است که برای این منظور مساحت زمین نقش اساسی در جانمایی و طراحی دارد.

کنترل آب های سطحی و زیر زمینی نیز نقش بسیار مهمی در دفع مواد زاید ایفاء می نمایند. به عنوان مثال با کنترل ترکیبات آب می توان از نفوذ ترکیبات خطرناک آگاهی پیدا نمود. جهت جلوگیری از حرکت مواد زاید خطرناک و آلودگی ها از محل دفع به سایر قسمت ها، کنترل فرسایش خاک که در اثر وزش باد یا بارندگی به وجود می آید نیز دارای اهمیت می باشد. جهت جلوگیری از فرسایش باد می توان خاک محل دفع را با یک پوشش گیاهی و یا مرطوب نمودن آن کنترل نمود. فرسایش خاک در اثر جریان آب نیز از طریق ساخت آب روهای مناسب قابل پیشگیری می باشد.

میزان مواد زاید جهت دفع و برنامه اختلاط آنها با خاک نیز بخش مهمی از مدیریت عملیاتی می باشد. مقدار مواد زایدی که باید با خاک مخلوط گردد توسط عوامل محدود کننده ای نظیر آب موجود و سرعت تخریب ترکیبات آلی تعیین می گردد. باید توجه داشت که بعضی از مواد زاید خطرناک توسط میکروارگانیسم های موجود در خاک تخریب نمی شوند و غلظت بالای آنها باعث ایجاد سمیت و یا تغییر ژنتیکی می گردد. لذا قبل از اختلاط با خاک باید سازگاری ماده زاید با این روش حتماً توسط آزمایشگاه معتبر تعیین شود. مواد زاید باید به طور یکنواخت با خاک مخلوط و در سطح زمین پخش شوند. بدین

منظور پخش یکنواخت این مواد باید مورد بازرسی دقیق قرار گرفته و ثبت گردد. در این مورد همچنین اطلاعات مربوط به میطان مواد زاید دفع شده، نتایج مربوط به پایش، اطلاعات هواشناسی، برنامه تعمیر تجهیزات و سایر موارد باید به دقت ثبت شوند (۴)

۵-۵- پایش سایت

پایش محل دفن مواد زاید نیز از مراحل بسیار مهم در روش اختلاط با خاک به حساب می آید. با توجه به ریسک بالای این روش پایش تمام قسمت های محل دفع باید به دقت انجام گردد. به طور کلی محیط هایی که باید مورد پایش قرار گیرند، شامل خاک، آب های سطحی اطراف محل دفع، هوا، فضای سبز، محل دفع و آب های زیرزمینی می باشد. پایش خاک اطراف محل دفع از این نظر حائز اهمیت است که طی آن حرکت مواد زاید خطرناک به نقاط دیگر تعیین می گردد.

لازم به ذکر است که پس از تکمیل ظرفیت محل دفع نیز عملیات پایش تا تجزیه کامل ترکیبات آلی باید ادامه یابد . فعالیت های مربوط به پایش در بعضی از مواقع در حدود ۳۰ سال به طول می انجامد. پس از پایان عملیات، زمین محل دفع تسطیح گردیده و می توان آن را چمن کاری نمود. در این موارد حتی الامکان می بایست مواد زایدی که توسط میکروارگانیسم ها قابل تجزیه نبوده اند را از سطح زمین جمع آوری کرد. در صورت عدم پایش مناسب، اثرات زیان بار تصفیه مواد زاید خطرناک با زمین می تواند به صورت های مختلف بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی مانند تولید بوهای نامطبوع، انفجار و یا آتش سوزی ظاهر شود. باید توجه داشت که فضای سبز رشد یافته بر روی این نوع محیط دفع می تواند شامل انواع مواد زاید خطرناک دفع شده در منطقه مورد نظر باشد که در این صورت امکان ورود این مواد به چرخه غذایی دور از انتظار نیست (۴)

۵-۶- دفع در چاه های عمیق

تزریق مواد زاید در چاه های عمیق نیز یکی دیگر از روش های دفع مواد زاید بوده، که در سالیان اخیر رشد چشمگیری داشته است. به طور کلی توسط این روش، مواد زاید در عمق مناسبی از سطح زمین که دارای یک لایه غیر قابل نفوذ بوده و عاری از منابع آب های شیرین می باشد، قرار می گیرند. در این

روش در صورتی که طراحی مناسبی برای دفع مواد زاید صورت پذیرد، میزان ریسک برای انسان و محیط زیست به حداقل ممکن کاهش می یابد. مهم ترین مسئله زیست محیطی در دفع مواد زاید در چاه های عمیق، مسئله آلودگی آب های شیرین زیرزمینی بوده که جهت پیش گیری از آن قوانین سختی در کشورهای پیشرفته از جمله ایالات متحده آمریکا وضع شده است. بر اساس گزارشات سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا، صنایع شیمیایی بزرگ ترین استفاده کننده از این روش جهت دفع مواد زاید خطرناک می باشند. باید توجه داشت که تزریق در چاه عمیق تنها یک روش دفع بوده و در آن هیچ گونه تصفیه ای بر روی مواد زاید تزریق شده صورت نمی پذیرد.

لازم به ذکر است که استفاده از چاه به عنوان یک روش دفع مواد زاید نیاز به کسب اجازه از مقامات مربوطه و همچنین انجام مطالعات کافی دارد. بدین منظور ابتدا باید مطالعات زمین شناسی انجام و اطلاعات لازم در خصوص لایه های مختلف زمین در منطقه جمع آوری گردد. باید توجه داشت که لایه های زمین می بایست به نحوی باشند که مواد زاید خطرناک در آن محبوس شده و قابلیت حرکت به نقاط دیگر را نداشته باشند. هم چنین منابع آب های شیری باید در فاصله مناسب از این مناطق قرار داشته و زمین از نقطه نظر زمین شناسی فاقد گسل و چین خوردگی باشد.

در طراحی چاه های عمیق جهت دفن مواد زاید خطرناک، سازگاری ماده زاید با تجهیزات تزریق و لایه های مختلف زمین از اهمیت بالایی برخوردار می باشد. به عنوان مثال در صورتی که ماده زاید شامل مواد اسیدی بوده و بدون عملیات خنثی سازی تزریق شود، ایجاد خوردگی در تجهیزات و همچنین بروز واکنش های ناخواسته می گردد. بنابراین در هنگام تزریق مواد زاید به چاه، خصوصیات شیمیایی ماده زاید یکی از پارامترهای مهم طراحی محسوب می گردد. به طور کلی در هنگام تزریق مواد زاید به چاه، فاکتورهای زیر باید مد نظر قرار گیرد:

الف)حجم ماده زاید تزریقی

ب)خصوصیات فیزیکی شامل جرم حجمی، ویسکوزیته، دما، مقدار جامدات معلق و گازهای همراه

ج)خصوصیات شیمیایی اعم از مقدار اجزای حل شونده، pH، پایداری، فعالیت و سمیت

www.sabzzivar.com

د)خصوصیات بیولوژیکی ماده زاید

از آنجاییکه دفع مواد زاید به روش تزریق تا حدودی پیچیده بوده و مراحل مختلف عملیات باید مستندسازی گردد، لذا استفاده از تکنسین های مجرب در این زمینه بسیار حائز اهمیت می باشد. یکی از مراحل مهم در این روش دفع، پایش مداوم می باشد. باید توجه داشت که ریسک آلودگی در محیط اطراف سیستم بسیار زیاد بوده و بنابراین باید سیستم به طور مداوم مورد پایش قرار گرفته تا از نشت احتمالی مواد زاید به اطراف در اسرع وقت جلوگیری به عمل آید. در این موارد با حفر چاه در اطراف سیستم و آنالیز مداوم آب از وجود هر گونه آلودگی اطلاعات لازم به دست خواهد آمد. همچنین از طریق پایش فشار نیز می توان از وجود نشتی در سیستم اطلاع حاصل نمود. (در صورت وجود نشت فشار سیستم کاهش می یابد). علاوه بر پایش در خصوص نشت مواد زاید، خصوصیات شیمیایی مواد زاید تزریقی به چاه و سایر فاکتورهای مهم مانند pH، ضریب هدایت، دانسیته، دما و... نیز باید به طور مداوم مورد آزمایش قرار گیرد. وجود باکتری ها در ماده زاید بر روی نفوذپذیری مخزن مؤثر بوده، بنابراین آنالیز بیولوژیکی دوره ای ماده زاید نیز الزامی می باشد. لازم به ذکر است که بررسی میزان خوردگی تجهیزات تزریق نظیر لوله ها و غلاف آنها از طریق قرار دادن آندهایی در چاه (سیستم حفاظت کاتدیک) انجام می پذیرد. در این روش از یک فلز به عنوان آند استفاده می شود. این ماده فلزی ابتدا به خوبی تمیز شده و وزن می گردد. سپس برای مدت زمان معینی در چاه قرار گرفته و بعد بیرون آورده شده و دوباره وزن می گردد و از این طریق میزان خوردگی محاسبه می شود (۴)

۵-۷- انواع پوشش های مصرفی و کاربرد آنها

با توجه به ضرورت به کارگیری انواع غشاها در روش دفع مواد زاید در زمین در این قسمت به بررسی انواع پوشش های مصرفی و کاربرد آنها پرداخته شده است. پوشش های غشایی انعطاف پذیر شامل انواع پلاستیک ها، لاستیک ها، آسفالت و سایر مواد مشابه می باشند. امروزه پلاستیک ها و لاستیک ها به عنوان پوشش های مناسب برای دفن مواد زاید خطرناک بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند. انتخاب پوشش

مناسب پارامتری بسیار مهم در در دفـن مـواد زایـد خطرنـاک محسـوب مـی شـود. پوشـش هـا بایـد دارای خصوصیات مناسب جهت دفن مواد زاید خطرناک و صنعتی باشند که مهم ترین آنها به شرح زیر می باشد:

۱. انعطاف پذیری

۲. سازگاری شیمیایی

۳. نفوذناپذیری

۴. عمر طولانی

۵. قابلیت نصب ساده

۶. قیمت مناسب

۷. مقاومت بالا

لازم به ذکر است که امروزه پوشش هایی نظیر پلی وینیل کلراید (PVC)، پلی اتیلن با دانسیته بالا (HDPE)، پلی اتیلن کلردار (CPE)، و پوشش های لاستیکی نظیر کلـرو سـولفات پلـی اتـیلن (CSPE)، منومر دی ان اتیلن پروپیلن (EPDM) بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند. در این مورد باید توجـه داشـت که علاوه بر پوشش های ذکر شده، پوشش های دیگری نیز ممکن است مورد استفاده قرار گیرند، اما به علت قیمت بالا در مقایسه با پوشش های مذکور استفاده از آنها محدودتر می باشد.

لازم به ذکر است که پوشش مورد استفاده به منظور جلوگیری از آسیب باید از نظر شیمیایی با مواد زاید دفن شده سازگاری داشته باشد. بنابراین انجام آزمایش سازگاری مواد زاید با پوشش مورد استفاده، امری لازم و ضروری است. ضخامت پوشش ها متفاوت و عموماً از ۰/۵ تا ۲/۵ میلی متر متغیر می باشد. خصوصیات فیزیکی پوشش ها نیز از پارامترهای مهم در انتخاب آنها بوده که مهم ترین آنهـا را بـه شـرح زیـر مـی تـوان برشمرد:

الف) ضخامت

ب) چگالی مخصوص

ج) نیروی کششی

www.sabzzivar.com

د) مقاومت در برابر پارگی

هـ) مقاومت در دمای پایین

و) پایداری از نظر ابعادی

ز) چسبندگی

اندازه و شکل پوشش ها نیز متفاوت بوده اما بیشتر به صورت رول تهیه می گردند. در این مورد معمولاً پوشش های صفحه ای تخت و مستطیل شکل با حداکثر وزن ۱۸۰۰ کیلوگرم برای هر صفحه تولید می گردند. اما بعضی از رول های پوشش از جنس پلی اتیلن سنگین ممکن است دارای وزنی بین ۴/۶-۳/۶ تن نیز باشند. به طور کلی مهم ترین مزایای پوشش ها را به شرح زیر می توان برشمرد:

۱. نفوذناپذیری

۲. انعطاف پذیری

۳. عمر طولانی

۴. مقاومت شیمیایی

۵. مقرون بصرفه بودن

۶. محکم بودن و سفتی

۷. قابلیت کاربرد در محدوده وسیع دمایی

اما تقریباً تنها عیب استفاده از پوشش ها جهت دفن مواد زاید خطرناک احتمال آسیب دیدگی آنها توسط اشیاء تیز، انسان، حیوان و یا اثر منفی آب و هوا بر روی آن می باشد. پوشش ها به راحتی توسط این عوامل آسیب دیده و جهت جلوگیری از این امر باید توسط لایه مناسبی از خاک یا سایر مواد مورد محافظت قرار گیرند.

جهت طراحی مناسب یک مرکز دفن مواد زاید صنعتی با استفاده از پوشش، فاکتورهای مختلفی را باید در نظر گرفت که مهم ترین آن نوع استفاده از پوشش می باشد. در این حالت باید مشخص گردد که آیا

پوشش مورد استفاده در محل دفن، پوشش اولیه یا ثانویه می باشد و یا اینکه فقط برای پوشاندن محل دفن مورد استفاده قرار می گیرد.

اندازه و شکل مرکز دفن نیز فاکتور دیگری می باشد که به شدت بر روی انتخاب نوع پوشش مؤثر است. همچنین کوچک یا بزرگ بودن مرکز دفن بر انتخاب نوع پوشش مؤثر می باشد. علاوه بر این انتخاب شکل مناسب برای یک مرکز دفن می تواند باعث کم شدن مصرف پوشش شود. (شکل های غیر معمول محل دفن معمولاً باعث افزایش مصرف پوشش می گردد)

عمق مرکز دفن نیز عامل دیگری جهت انتخاب مناسب پوشش می باشد. به عنوان یک قاعده برای هر فوت از فشار هیدرولیکی ضخامتی معادل ۲۵٪ میلی متر از پوشش مورد نیاز است. به عنوان نمونه برای یک عمق حدود ۶ متری حداقل ضخامت پوشش باید 0/5mm باشد. علاوه بر ضخامت پوشش، باید توجه داشت که پوشش بر روی یک سطح مناسب نصب گردد. سطح اتکا برای بیشتر پوشش ها زمین بوده که در این میان زمین های رسی شنی از بهترین نوع می باشند. این زمین ها در صورتی که به خوبی آماده سازی شوند، ایجاد یک سطح صاف و هموار جهت اتکای پوشش را می نمایند. زمین هایی که در آنها سنگ ریزه و سنگ های صخره ای وجود دارد باید به خوبی آماده سازی شوند تا هیچ گونه خراشی بر روی پوشش ایجاد ننمایند. در بعضی مواقع نیز ممکن است لازم باشد که یک لایه محافظت کننده از شن، سیمان و یا آسفالت بر روی زمین قرار گیرد. در صورتیکه سطح اتکا، سیمان و یا آسفالت باشد، باید تمام خلل و فرج موجود بر روی سطح حذف گردیده و سطح کاملاً تمیز شود تا پوشش مورد نظر به درستی نصب گردد. پوشش ها معمولاً به گونه ای نصب می گردند که در حدود ۱۵- ۵ سانتی متر با یکدیگر هم پوشانی داشته باشند. جهت جلوگیری از آسیب به پوشش در اثر فعالیت های انسانی و یا حیوانات، سطح آن بوسیله سنگریزه ها، سیمان یا مواد مختلف دیگر محافظت می گردد.

با توجه به موارد فوق جهت حصول به نتایج مطلوب، انتخاب پوشش مناسب و به کار بردن صحیح و اصولی آن در محل دفن امری لازم و ضروری می باشد. عمر مناسب برای اکثر پوشش ها ۳۰ سال بوده، اما

عموماً بیشتر کارخانجات سازنده عمر پوشش ها را تا ۲۰ سال تضمین می نماینـد. بـه طـور کلـی در صـورت رعایت موارد فوق، یک پوشش تا سالیان زیادی می تواند مورد استفاده قرار بگیرد.

هزینه پوشش ها نیز یکی دیگر از عوامل مهم در انتخاب نوع آنها می باشد. مطالعات انجام شـده، در خصوص هزینه پوشش گذاری محل های دفن بهداشتی نشان می دهد که به طور متوسط دو سـوم از هزینـه ها را قیمت پوشش و یک سوم از آن را نیز هزینه نصب پوشش در بر می گیرد. در حال حاضر پوشـش هـای نوع PVC کمترین هزینه و پوشش EPDM گران ترین هزینه نصب را دارند(۴)

www.sabzzivar.com

– قانون مدیریت پسماندها

قانون مدیریت پسماندها (مصوب ۱۳۸۳/۲/۲۰)

ماده۱- جهت تحقیق اصل پنجاهم (۵۰) قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران و به منظور حفظ محیط زیست کشور از آثار زیان بار پسماندها و مدیریت بهینه آنها، کلیه وزارتخانه ها و سازمانها و مؤسسات و نهادهای دولتی و نهادهای عمومی غیردولتی که شمول قانون بر آنها مستلزم ذکر نام می باشد و کلیه شرکتها و مؤسسات و اشخاص حقیقی و حقوقی موظفند مقررات و سیاستهای مقرر در این قانون را رعایت نمایند.

ماده ۲- عبارات و اصطلاحاتی که در این قانون بکار رفته است دارای معانی زیر می باشد:

الف) سازمان: سازمان حفاظت محیط زیست.

ب) پسماندها: به مواد جامد، مایع، گاز (غیر از فاضلاب) گفته می شود که بطور مستقیم یا غیر مستقیم حاصل از فعالیت انسان بوده و از نظر تولید کننده زاید تلقی می شود. پسماندها به پنج گروه تقسیم می شوند.

۱. پسماندهای عادی: به کلیه پسماندهایی گفته می شود که بصورت معمول از فعالیتهای روزمره انسان در شهرها، روستاها و خارج از آنها تولید می شود از قبیل زباله های خانگی و نخاله های ساختمانی.

۲. پسماندهای پزشکی (بیمارستانی): به کلیه پسماندهای عفونی و زیان آور ناشی از بیمارستان ها، مراکز بهداشتی، درمانی، آزمایشگاه های تشخیص طبی و سایر مراکز مشابه گفته می شود. سایر پسماندهای خطرناک بیمارستانی از شمول این تعریف خارج است.

۳. پسماندهای ویژه: به کلیه پسماندهایی گفته می شود که بدلیل بالا بودن حداقل یکی از خواص خطرناک از قبیل سمیت، بیماری زایی، قابلیت انفجار یا اشتعال، خورندگی و مشابه آن به مراقبت ویژه نیاز داشته باشد و آن دسته از پسماندهای پزشکی و نیز بخشی از پسماندهای عادی، صنعتی، کشاورزی که نیاز به مدیریت خاص دارند جزء پسماندهای ویژه محسوب می شوند.

۴. پسماندهای کشاورزی: به پسماندهای ناشی از فعالیتهای تولیدی در بخش کشاورزی گفته می شود از قبیل فضولات، لاشه حیوانات (دام، طیور و آبزیان) محصولات کشاورزی فاسد یا غیر قابل مصرف.

۵. پسماندهای صنعتی: به کلیه پسماندهای ناشی از فعالیتهای صنعتی و معدنی و پسماندهای پالایشگاهی صنایع گاز، نفت و پتروشیمی و نیروگاهی و امثال آن گفته می شود از قبیل براده ها، سرریزها و لجن های صنعتی.

ج) مدیریت اجرایی پسماندها : شخصیت حقیقی یا حقوقی است که مسئول برنامه ریزی، ساماندهی، مراقبت و عملیات اجرایی مربوط به تولید، جمع آوری، ذخیره سازی، حمل و نقل، بازیافت، پردازش و دفع پسماندها و همچنین آموزش و اطلاع رسانی در این زمینه می باشد.

۱. دفع : کلیه روش های از بین بردن یا کاهش خطرات ناشی از پسماندها از قبیل بازیافت، دفن بهداشتی، زباله سوزی.

۲. پردازش : کلیه فرایندهای مکانیکی، شیمیائی و بیولوژیکی که منجر به تسهیل در عملیات دفع گردد.

د) منظور از آلودگی همان تعریف مقرر در ماده (۹) قانون حفاظت و بهسازی محیط زیست، مصوب ۱۳۵۳/۳/۲۸ است.

تبصره ۱- پسماندهای پزشکی و نیز بخشی از پسماندهای عادی، صنعتی و کشاورزی که نیاز به مدیریت خاص دارد، جزء پسماندهای ویژه محسوب می شود.

تبصره۲- فهرست پسماندهای ویژه از طرف سازمان، با همکاری دستگاه های ذیربط تعیین و به تصویب شورایعالی حفاظت محیط زیست خواهد رسید.

تبصره ۳- پسماندهای ویژه پرتوزا تابع قوانین و مقررات مربوط به خود می باشند.

تبصره۴- لجن های حاصل از تصفیه فاضلاب های شهری و تخلیه چاه های جذبی فاضلاب خانگی در صورتیکه خشک یا کم رطوبت باشند، در دسته پسماندهای عادی قرار خواهند گرفت.

ماده۳- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران موظف است با همکاری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سایر دستگاه های حسب مورد، استاندارد کیفیت و بهداشت محصولات و مواد بازیافتی و استفاده مجاز آنها را تهیه نماید.

ماده۴- دستگاه های اجرائی ذیربط موظفند جهت بازیافت و دفع پسماندها تدابیر لازم را به ترتیبی که در آئین نامه های اجرایی مذکور می بایستی در بر گیرنده موارد زیر باشد:

- مقررات تنظیم شده موجب گردد تا تولید و مصرف، پسماند کمتری ایجاد نماید.

- تسهیلات لازم برای تولید و مصرف کالاهایی که دفع و بازیافت پسماند آنها مشکل تر است، محدود شود.

- تدابیری اتخاذ شود که استفاده از مواد اولیه بازیافتی بر عهده تولیدکنندگان محصولات قرار گیرد.

- مسئولیت تأمین و پرداخت بخشی از هزینه های بازیافت بر عهده تولیدکنندگان محصولات قرار گیرد.

ماده ۵- مدیریت های اجرایی پسماندها موظفند بر اساس معیارها و ضوابط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ترتیبی اتخاذ نمایند تا سلامت، بهداشت و ایمنی عوامل اجرایی تحت نظارت آنها تأمین و تضمین شود.

ماده ۶- سازمان صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران و سایر رسانه هایی که نقش اطلاع رسانی دارند و همچنین دستگاه های آموزشی و فرهنگی موظفند جهت اطلاع رسانی و آموزش، جداسازی صحیح، جمع آوری و بازیافت پسماندها اقدام و با سازمانها و مسئولین مربوط همکاری نمایند.

تبصره- وزارتخانه های جهاد کشاورزی، صنایع و معادن، کشور و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی به منظور کاهش پسماندهای کشاورزی، موظفند نسبت به اطلاع رسانی و آموزش روستائیان و تولیدکنندگان اقلام اقدام لازم را بعمل آورند.

ماده ۷- مدیریت اجرایی کلیه پسماندها غیر از صنعتی و ویژه در شهرها و روستاها و حـریم آنهـا بـه عهده شهرداری ها و دهیاری ها و در خارج از حوزه و وظائف شهرداری ها و دهیاری ها به عهده بخشداری ها خواهد بود.

تبصره- مدیریت های اجرایی می توانند تمام یا بخشی از عملیات مربوط به جمع آوری، جداسازی و دفع پسماندها را به اشخاص حقیقی و حقوقی واگذار نمایند.

ماده ۸- مدیریت اجرایی می تواند هزینه های مدیریت پسماند را از تولیدکننده پسماند با تعرفـه ای طبق دستورالعمل وزارت کشور توسط شوراهای اسلامی بر حسب نوع پسماند تعیین می شود، دریافت نموده و فقط صرف هزینه های مدیریت پسماند نماید.

ماده ۹- وزارت کشور با هماهنگی سازمان موظف است برنامه ریـزی و تـدابیر لازم بـرای جداسـازی پسماندهای عادی را بعمل آورده و برنامه زمانبندی آن را تدوین نماید. مـدیریتهای اجرایـی منـدرج در مـاده (۷) این قانون موظفند در چارچوب برنامه فوق و در مهلتی که در آئین نامه اجرایی این قانون پیش بینی می شود، کلیه پسماندهای عادی را به صورت تفکیک شده جمع آوری، بازیافت یا دفن نمایند.

ماده ۱۰- وزارت کشور موظف است در اجرای وظایف مندرج در این قانون ظرف مدت ۶ ماه پـس از تصویب این قانون نسبت به تهیه دستورالعمل تشکیلات و ساماندهی مدیریت اجرایی پسماندها در شـهرداری ها، دهیاری ها و بخشداری ها اقدام نماید.

ماده ۱۱- سازمان موظف است با همکاری وزارتخانه هـای بهداشـت، درمـان و آمـوزش پزشـکی (در مورد پسماندهای پزشکی)، صنایع و معادن، نیـرو و نفـت (در مـورد پسـماندهای صـنعتی و معـدنی)، جهـاد کشاورزی (در مورد پسماندهای کشاورزی) ضوابط و روش های مربوط به مدیریت اجرایی پسماندها را تدوین و در شورایعالی حفاظت محیط زیست به تصویب برساند. وزارتخانه مذکور مسئول نظارت بر اجرای ضـوابط و روشهای مصوب هستند.

ماده ۱۲- محل های دفن پسماندها بر اساس ضوابط زیست محیطی توسط وزارت کشور با هماهنگی سازمان و وزارت جهاد سازندگی تعیین خواهد شد.

تبصره ۱- شواریعالی شهرسازی و معماری موظف است در طرح های ناحیه ای جامع، مناطق مناسبی را برای دفع پسماندها در نظر بگیرد.

تبصره ۲- وزارت کشور موظف است اعتبارات، تسهیلات و امکانات لازم جهت ایجاد و بهره برداری از محل های دفع پسماندها را راساً یا توسط بخش خصوصی فراهم نماید.

ماده ۱۳- مخلوط کردن پسماندهای پزشکی با سایر پسماندها و تخلیه و پخش آنها در محیط یا فروش، استفاده و بازیافت این نوع پسماندها ممنوع است.

ماده ۱۴- نقل و انتقال برون مرزی پسماندهای ویژه تابع مقررات کنوانسیون بازل و با نظارت مرجع ملی کنوانسیون خواهد بود. نقل و انتقال درون مرزی پسماندهای ویژه تابع آئین نامه های اجرایی مصوب هیات وزیران خواهد بود.

ماده ۱۵- تولیدکنندگان آن دسته از پسماندهایی که دارای یکی از ویژگی های پسماندهای ویژه نیز می باشند، موظفند با بهینه سازی فرایند و بازیابی، پسماندهای خود را به حداقل برسانند و در مواردی که حدود مجاز در آئین نامه اجرایی این قانون پیش بینی شده است در حد مجاز نگهدارند.

ماده ۱۶- نگهداری، مخلوط کردن، جمع آوری، حمل و نقل، خرید و فروش، دفع، صدور و تخلیه پسماندها در محیط بر طبق مقررات این قانون و آئین نامه های اجرایی آن خواهد بود. در غیر این صورت اشخاص متخلف به حکم مراجع قضائی به جزای نقدی در بار اول برای پسماندهای عادی از پانصد هزار (۵۰۰/۰۰۰) ریال تا یکصد میلیون (۱۰۰/۰۰۰/۰۰۰) ریال و برای سایر پسماندها از دو میلیون (۲/۰۰۰/۰۰۰) ریال تا یکصد میلیون (۱۰۰/۰۰۰/۰۰۰) ریال و در صورت تکرار، هر بار به دو برابر مجازات قبلی در این ماده محکوم می شوند.

متخلفین از حکم ماده (۱۳) به جزای نقدی از دو میلیون (۲/۰۰۰/۰۰۰) ریال تا یکصد (۱۰۰/۰۰۰/۰۰۰) ریال و در صورت تکرار به دو برابر حداکثر مجازات و در صورت تکرار مجدد به دو برابر مجازات بار قبل محکوم می شوند.

ماده ۱۷- متخلفین از حکم ماده (۱۴) این قانون موظفند پسماندهای مشمول کنوانسیون بازل را به کشور مبدأ اعاده و یا در صورت امکان معدوم کردن در داخل تحت نظارت و طبق نظر سازمان (مرجع ملی کنوانسیون مذکور در ایران) با هزینه خود به نحو مناسب دفع نمایند. در غیر این صورت به مجازت های مقرر در ماده (۱۶) محکوم خواهند شد.

ماده ۱۸- در شرایطی که آلودگی، خطر فوری برای محیط و انسان دارد، با اخطار سازمان و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، متخلفین و عاملین آلودگی موظفند فوراً اقداماتی را که منجر به بروز آلودگی و تخریب محیط زیست می شود متوقف نموده و بلافاصله مبادرت به رفع آلودگی و پاکسازی محیط نمایند. در صورت استنکاف، مرجع قضائی خارج از نوبت به موضوع رسیدگی و متخلفین و عاملین را علاوه بر پرداخت جریمه تعیین شده ملزم به رفع آلودگی و پاکسازی خواهد نمود.

ماده ۱۹- در تمام جرایم ارتکابی مذکور، مرجع قضائی مرتکبین را علاوه بر پرداخت جریمه به نفع صندوق دولت، به پرداخت خسارت به اشخاص و یا جبران خسارت وارده بنا به درخواست دستگاه مسئول محکوم خواهد کرد.

ماده ۲۰- خودروهای تخلیه کننده پسماند در اماکن غیرمجاز، علاوه بر مجازاتهای مذکور، به یک تا ده هفته توقیف محکوم خواهند شد.

تبصره- در صورتیکه محل تخلیه، معابر عمومی شهری و بین شهری باشد، به حداکثر میزان توقیف محکوم می شوند.

ماده ۲۱- درآمد حاصل از جرایم این قانون به حساب خزانه داری کل کشور واریز و همه ساله معادل وجوه واریزی از محل اعتبارات ردیف خاصی که در قوانین بودجه سنواتی پیش بینی می شود، در اختیار دستگاه هایی که در آئین نامه اجرایی این قانون تعیین خواهد شد، قرار خواهد گرفت تا صرف آموزش، فرهنگ سازی، اطلاع رسانی و رفع آلودگی ناشی از پسماندها، حفاظت از محیط زیست و تأمین امکانات لازم در جهت اجرای این قانون گردد.

ماده۲۲ - آئین نامه اجرایی این قانون توسط سازمان با همکاری وزارت کشور و سایر دستگاه های اجرایی ذیربط حداکثر ظرف مدت شش ماه تهیه و به تصویب هیأت وزیران می رسد.

ماده ۲۳- نظارت و مسئولیت حسن اجرای قانون بر عهده سازمان می باشد.

قانون فوق مشتمل بر بیست و سه ماده و نه تبصره در جلسه علنی روز یکشنبه مورخ بیستم اردیبهشت ماه یکهزار و سیصد و هشتاد و سه مجلس شورای اسلامی تصویب و در تاریخ ۱۳۸۳/۳/۹ به تأیید شورای نگهبان رسیده است.

www.sabzzivar.com

منابع :

۱. اسدی محمود، فائزی رازی دادمهر، نبی زاده رامین، وجدانی مهناز، مدیریت مواد زایـد خطرنـاک، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست ایران، تهران، ۱۳۷۱.

۲. تدلو میس، اصول زهرشناسی، ترجمه قوام میرسـتاری، انتشـارات مرکـز نشـر دانشـگاهی تهـران، ۱۳۶۹.

۳. جرج چوبانو گلوس، هیلاری تیسن، رولف الیاسن، مدیریت مواد زایـد جامـد "اصـول مهندسـی و مباحث مدیریتی"، ترجمه منیره مجلسی، سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری، ۱۳۷۱.

۴. قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، سازمان مـدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۷۹

5. 8.Blackman W.C., Basic Hazardous Waste Management, 3rd Edition, Lewis publisher, USA,2001.

6. Basel convention series, Technical Guideline on Specially Engineered Landfill, Switzerland, 2002 adopted from www.basel.int.

7. Electronic Code of US Federal Regulation, 40CFR, Protection of Environment, Chapter I, Appendix VII to Part 261- Basis for Listing Hazardous http://ecfrl.access Waste, adopted from .gpo.gov/otcgi/cfr/

8. Freeman H.M., Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal, Mc Graw-Hill publreation, USA, 1989.

9. Keily G, Environmental Engineering, McGraw-Hill, Malaysia, 1998.

10. LaGrega M.D., P.L. Buckingham, J.C. Evans, Hazardous Waste Management, 2nd Edition, Mc Graw-Hill, New York,2001.