

# ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد زاید جامد شهری

تهیه و تنظیم:  
معاونت آموزشی  
پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی  
سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



---

# ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد زاید جامد شهری

---

نویسنده:

حمیدرضا پورخباز - علیرضا پورخباز



سری منابع آموزشی شهرداری‌ها

---

سرشناسه: پورخباز، حمیدرضا، ۱۳۴۹ -  
عنوان و نام پدیدآور: ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد زاید جامد شهری / مولف حمیدرضا پورخباز، علیرضا  
پورخباز؛ تهیه و تنظیم معاونت آموزشی پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی؛ مجری معاونت عمرانی دفترمور  
شهری و شوراهای استانداری هرمزگان، شهرداری کرمان، پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی.  
مشخصات نشر: تهران: سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور، ۱۳۹۰.  
مشخصات ظاهری: ر، ۲۰۰ ص.، جدول، نمودار. فروست: سری مجموعه منابع آموزشی شهرداری‌ها.  
شابک: ۳۵۰۰۰ ریال: ۹-۹۵-۸۴۶۶-۸۴۶۴-۹۷۸  
یادداشت: کتابنامه: ص. ۱۶۶.  
موضوع: زباله‌زدایی بهداشتی -- ایران -- مدیریت  
موضوع: بهداشت شهری -- ایران  
موضوع: محل‌های دفن زباله -- تاثیر بر محیط زیست  
موضوع: مدیریت  
شناسه افزوده: پورخباز، علیرضا، ۱۳۴۸ - شناسه افزوده: سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور  
شناسه افزوده: سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور. پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی  
شناسه افزوده: استانداری هرمزگان. معاونت عمرانی. دفترمور شهری و شوراهای  
شناسه افزوده: شهرداری کرمان  
شناسه افزوده: جهاد دانشگاهی. پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری  
رده بندی کنگره: TD۷۹۵/۷/پ۹ الف ۱۳۹۰ رده بندی دیویی: ۶۲۸/۴۴۵۶۴۰۶۸  
شماره کتابشناسی ملی: ۲۳۸۳۲۹۰

### عنوان: ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد زاید جامد شهری

ناشر: انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

تهیه و تنظیم: معاونت آموزشی پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی

مجری: استانداری هرمزگان - شهرداری کرمان - پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی

مدیر پروژه: مهدی رضائی سردره، حسین رجب صلاحی

ناظر پروژه: ابوالفضل فانی، جواد نیکنام

نویسنده: حمیدرضا پورخباز - علیرضا پورخباز

شمارگان: ۳۰۰۰ نسخه نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: بهار ۱۳۹۰ قیمت: ۳۵۰۰۰ ریال

شابک: ۹-۹۵-۸۴۶۶-۸۴۶۴-۹۷۸

نظارت چاپ: عقیق ۴-۳-۸۸۹۳۲۴۰۳

حق چاپ و نشر برای انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور محفوظ است

## پیشگفتار

گسترش شهرنشینی و مسائل و مشکلات خاص زندگی شهری، بیش از پیش ضرورت توجه همه جانبه به راهبردهای سودمند برای بهینه سازی زندگی ساکنان شهرها را لازم ساخته است. در میان عوامل تاثیرگذار در شهرها مانند محیط زیست شهری، حمل و نقل شهری، ایمنی شهری و برنامه ریزی شهری، یک عامل بسیار مهم که تاثیر فزاینده و تعیین کننده ای بر دیگر عوامل سازنده زندگی شهری دارد، مدیریت شهری است. هر فعالیت اجتماعی بدون وجود مدیریت سازمان یافته که اهداف و ابزارهای رسیدن به آنها را مشخص کند و فعالیتها را هماهنگ سازد - از هم می پاشد و به بی نظمی می گراید. شهرها نیز که پیچیده ترین و متنوع ترین جلوه های زندگی اجتماعی بشری را در خود دارند بدون وجود نظام مدیریت شهری که ضمن انجام برنامه ریزی های لازم برای رشد و توسعه آینده شهر به مقابله با مسائل و مشکلات کنونی آنها پردازد بی سامان می گردند.

در نظریه های جدید مدیریت، به بالاترین سازمان از نظر کیفیت، سازمان متعالی می گویند. یک سازمان زمانی متعالی است که تمام اعضا به ماهیت ذاتی و درونی روابط خود اهمیت دهند، بدین معنا که هر فردی برای کارایی بیشتر از هیچ کوششی دریغ نرزد. بر خلاف یک رابطه متقابل خشک و رسمی که در آن طرفین به چگونگی تقسیم منافع علاقمندی نشان می دهند، اعضاء یک سازمان متعالی و برتر بیشتر مایل اند بدانند چگونه هر یک از آنان می توانند نفع بیشتری به سازمان ارائه دهند، افزون بر این، تمامی اعضا سازمان به این موضوع علاقمندند که چگونه می توانند برای افراد خارج از سازمان نیز مثر باشند.

نظام مدیریت شهری نیز می باید به جایگاه متعالی خود برای خدمات رسانی بهتر به منظور رضایتمندی هر چه بیشتر شهروندان کشور دست یابد. مهمترین راه برای رسیدن به این هدف برای نظام مدیریت شهری دست یابی به جریان دانش و اطلاعات بهتر در جهت اخذ تصمیم مناسب و کاهش خطاها در تصمیم گیری و اجرا می باشد. داشتن دانش و اطلاعات از عدم قطعیت در روند تصمیم گیری ها می کاهد. مهمترین ابزار دست یابی به اطلاعات در جهان امروز متون نوشتاری یا الکترونیک می باشد که اگر حاصل تلفیق علم و عمل باشند تاثیرگذاری آن به مراتب بر مخاطبین بیشتر خواهد بود. به منظور انتشار دست آوردهای جدید علمی و عملی در زمینه های مختلف مدیریت شهری پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی سازمان شهرداریها و دهیاری های کشور با همکاری دفتر امور شهری و شوراهای استانداری همزمان اقدام به انتشار کتب آموزشی ای با عناوین زیر نموده است تا گامی هر چند

کوچک در ارتقاء سطح علمی شهرداری ها کشور برداشته شده باشد .

- ۱- اصول برنامه ریزی فضای سبز شهری .
- ۲- اصول و مبانی برنامه ریزی فرهنگی .
- ۳- ارزیابی و مکانیابی دفن بهداشتی مواد زاید جامد شهری .
- ۴- شیوه نامه های امور مالی و معاملات شهرداری ها .
- ۵- آشنایی با محدوده های شهری .
- ۶- آشنایی با طرح های توسعه شهری در ایران ( ساختاری راهبردی ) .
- ۷- فضاهای باز شهری .
- ۸- مدیریت طرح های عمرانی در شهرداری ها .
- ۹- راهبردهای توسعه شهری .
- ۱۰- نحوه طراحی پارکینگ های خیابانی در گره های شهری .
- ۱۱- برنامه ریزی و طراحی محیطی امنیت در محیط زیست شهری .
- ۱۲- آشنایی با درآمد و روش های افزایش آن در شهرداری ها .

کتاب حاضر با عنوان ارزیابی و مکانیابی دفن بهداشتی مواد زاید جامد شهری . یکی از کتب این مجموعه می باشد که در پنج فصل تهیه گردیده است . فصول این کتاب عبارتند از: فصل اول: مفاهیم و اهمیت ارزیابی محیط زیست، فصل دوم: ارزیابی سیستم برنامه ریزی و مدیریت مواد زاید جامد ( زباله های ) شهری، فصل سوم: مکانیابی دفن بهداشتی زباله های شهری، فصل چهارم: آماده سازی مکان دفن بهداشتی و روش های عملیاتی آن و فصل پنجم: ارزیابی مدیریت جمع آوری و دفن زباله های بیمارستانی .

در پایان از همکاری صمیمانه آقایان مهدی رضائی سردره معاون امور عمرانی استانداری هرمزگان، حسین رجب صلاحی معاون آموزشی پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی سازمان شهرداری ها و دهیاری کشور و ابوالفضل فانی مدیرکل دفتر امور شهری و شوراهای استانداری هرمزگان که در تهیه، تدوین و نشر این کتاب تلاش فراوانی نمودند نهایت تقدیر و تشکر به عمل می آید .

حسین هاشمی  
استاندار هرمزگان

محمد رضا بمانیان  
رئیس پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی  
سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار.....	أ
فصل اول: مفاهیم و اهمیت ارزیابی محیط زیست.....	۱
اهداف .....	۲
مقدمه .....	۳
۱-۱. تجزیه و تحلیل تناسب کاربری اراضی .....	۵
۲-۱. مفاهیم و ضرورت ارزیابی محیط زیست .....	۷
۳-۱. اهمیت و کاربرد ارزیابی محیط زیست .....	۹
۴-۱. اهداف ارزیابی محیط زیست .....	۱۱
۵-۱. روش های ارزیابی محیط زیست.....	۱۲
۱-۵-۱. روش های ارزیابی یک عامله .....	۱۳
۲-۵-۱. روش های ارزیابی دو عامله .....	۱۳
۳-۵-۱. روش های ارزیابی چند عامله .....	۱۴
۶-۱. کاربرد GIS در ارزیابی توان محیط زیست .....	۱۴
خلاصه .....	۱۷
خودآزمایی.....	۱۸
فصل دوم: ارزیابی سیستم برنامه ریزی و مدیریت مواد زاید جامد (زباله های) شهری.....	۱۹
اهداف .....	۲۱
مقدمه .....	۲۲
۱-۲. انواع پسماندها.....	۲۲
۱-۱-۲. پسماندهای عادی .....	۲۲
۲-۱-۲. پسماندهای پزشکی (بیمارستانی).....	۲۳
۳-۱-۲. پسماندهای ویژه .....	۲۳
۴-۱-۲. پسماندهای کشاورزی.....	۲۳



- ۲۳..... ۵-۱-۲. پسماندهای صنعتی
- ۲۴..... ۲-۲. عناصر سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری
- ۲۴..... ۱-۲-۲. تولید
- ۲۵..... ۲-۲-۲. جابجایی، ذخیره و پروسه زباله شهری در محل تولید
- ۲۶..... ۳-۲-۲. جمع‌آوری
- ۲۷..... ۴-۲-۲. حمل و نقل
- ۲۷..... ۵-۲-۲. پردازش و بازیافت
- ۲۷..... ۶-۲-۲. دفع و روش‌های مختلف آن
- ۲۸..... ۱-۶-۲-۲. دفن بهداشتی
- ۲۹..... ۲-۶-۲-۲. زباله‌سوز
- ۲۹..... ۳-۶-۲-۲. آسیاب کردن زایدات و پسماندهای مواد غذایی
- ۲۹..... ۴-۶-۲-۲. تغذیه دام و طیور
- ۳۱..... ۵-۶-۲-۲. کمپوست
- ۳۱..... ۶-۶-۲-۲. احیای زمین و فروش قراضه‌ها
- ۳۲..... ۳-۲. محیط زیست و طراحی سیستم جمع‌آوری و دفع بهداشتی زباله
- ۳۳..... ۱-۳-۲. آلودگی محیط از حشرات، پرندگان و جوندگان
- ۳۳..... ۲-۳-۲. آلودگی آب‌های سطحی، زیرزمینی و خاک
- ۳۳..... ۳-۳-۲. آلودگی هوا
- ۳۴..... ۴-۳-۲. آلودگی بصری
- ۳۶..... ۴-۲. مفاهیم و ارزیابی دفن بهداشتی زباله‌های شهری
- ۳۸..... ۱-۴-۲. مفاهیم دفن بهداشتی
- ۳۹..... ۲-۴-۲. اطلاعات موردنیاز برای دفن بهداشتی
- ۳۹..... ۳-۴-۲. آنالیز مواد زاید جامد برای دفن بهداشتی
- ۴۰..... ۴-۴-۲. انتخاب محل دفن
- ۴۱..... خلاصه
- ۴۱..... خودآزمایی

۳۹	فصل سوم: مکان‌یابی دفن بهداشتی زباله‌های شهری .....
۴۴	اهداف .....
۴۵	مقدمه .....
۴۶	۳-۱. دسته‌بندی عوامل مؤثر در مکان‌یابی دفن .....
۴۸	۳-۱-۱. زباله‌های خطرناک و مکان‌های دفن ویژه .....
۴۹	۳-۱-۲. عوامل مؤثر در مکان‌یابی دفن .....
۵۴	۳-۱-۲-۱. عوامل اقتصادی .....
۵۵	۳-۱-۲-۲. تأثیرات اجتماعی (زیبایی و پذیرش از سوی مردم) .....
۵۶	۳-۱-۲-۳. توپوگرافی محل دفن .....
۵۷	۳-۱-۲-۴. شرایط اقلیمی محل دفن .....
۵۸	۳-۱-۲-۵. هیدرولوژی و هیدروژئولوژی محل دفن .....
۶۳	۳-۱-۲-۵-۱. طبقه‌بندی هیدروژئولوژی زمین دفن .....
۶۴	۳-۱-۲-۶. زمین‌شناسی و خاک‌شناسی محل دفن .....
۶۵	۳-۱-۲-۶-۱. مشخصات سنگ بستر .....
۶۷	۳-۱-۲-۶-۲. خاک‌شناسی .....
۶۹	۳-۱-۲-۷. فاصله محل جمع‌آوری تا مرکز دفن (فاصله حمل) .....
۷۱	۳-۱-۲-۸. دسترسی به راه‌ها و جاده‌های اصلی .....
۷۲	۳-۱-۲-۹. دسترسی به تسهیلات برق‌رسانی، آب و سیستم فاضلاب .....
۷۲	۳-۱-۲-۱۰. کاربری کنونی و استفاده آتی از زمین .....
۷۳	۳-۲. نگاهی به وضعیت کنونی مکان‌های دفن در ایران .....
۷۳	۳-۲-۱. محل‌های دفن زباله‌های شهری .....
۷۵	۳-۲-۲. محل‌های دفن زباله‌های خطرناک .....
۷۵	۳-۳. معیارهای انتخاب محل دفن .....
۷۸	۳-۳-۱. معیارهای عمومی مکان‌های دفن زباله‌های شهری و غیر خطرناک .....
۸۳	۳-۳-۲. معیارهای مکان‌های دفن ویژه زباله‌های خطرناک .....
۸۳	۳-۳-۱-۱. معیارهای عمومی .....

۸۶.....	۲-۲-۳-۳. معیارهای زمین شناسی
۸۶.....	۱-۲-۲-۳-۳. ریخت زمین ساختی
۸۷.....	۲-۲-۲-۳-۳. لرزه زمین ساختی
۸۸.....	۳-۲-۲-۳-۳. زمین ریخت شناسی
۹۰.....	۴-۲-۲-۳-۳. سنگ شناسی
۹۱.....	۵-۲-۲-۳-۳. ساختمان زمین
۹۱.....	۳-۲-۳-۳. معیارهای هیدروژئولوژی و هیدروژئولوژی
۹۳.....	۴-۲-۳-۳. معیارهای زیست محیطی
۹۴.....	۴-۳. الویت بندی مکان های پیشنهادی دفن زباله
۹۶.....	۱-۴-۳. روش DRASTIC
۹۸.....	۲-۴-۳. روش MPCA
۹۸.....	۳-۴-۳. روش الک کردن منطقه‌ای و محلی
۹۹.....	۱-۳-۴-۳. مطالعات منطقه‌ای
۱۰۰.....	۲-۳-۴-۳. مطالعات محلی
۱۰۰.....	۱-۲-۳-۴-۳. شرایط طبیعی
۱۰۱.....	۲-۲-۳-۴-۳. کاربری زمین
۱۰۳.....	۳-۲-۳-۴-۳. فاکتورهای اقتصادی
۱۰۳.....	خلاصه
۱۰۶.....	خودآزمایی
۹۹.....	<b>فصل چهارم: آماده‌سازی مکان دفن بهداشتی و روش‌های عملیاتی آن</b>
۱۰۸.....	اهداف
۱۰۹.....	۱-۴- عملیات آماده‌سازی محل دفن بهداشتی
۱۰۹.....	مقدمه
۱۱۰.....	۱-۱-۴. زمین مورد نیاز
۱۱۱.....	۱-۱-۱-۴. محاسبه میزان پسماند فرستاده شده به محل دفن
۱۱۲.....	۲-۱-۱-۴. محاسبه میزان زمین مورد نیاز برای پسماندهای فرستاده شده به محل دفن

- ۱۱۳..... ۲-۱-۴. انجام بررسی‌های مهندسی در محل دفن
- ۱۱۳..... ۳-۱-۴. جاده‌های دسترسی
- ۱۱۴..... ۴-۱-۴. حصارکشی
- ۱۱۵..... ۵-۱-۴. تجهیزات و تأسیسات برای کارکنان
- ۱۱۶..... ۶-۱-۴. قپان
- ۱۱۶..... ۷-۱-۴. مواد پوششی و انواع آن
- ۱۱۸..... ۸-۱-۴. ثبت اطلاعات و داده‌ها و ارزیابی عملیات دفن
- ۱۱۹..... ۲-۴. روش‌های اجرای عملیات دفن بهداشتی زباله
- ۱۱۹..... ۱-۲-۴. روش‌های دفن
- ۱۲۱..... ۲-۲-۴. دفن بهداشتی در مناطق خشک
- ۱۲۲..... ۱-۲-۲-۴. روش سطحی
- ۱۲۲..... ۱-۱-۲-۲-۴. حفاری پیوسته
- ۱۲۲..... ۲-۱-۲-۲-۴. برش و پوشش
- ۱۲۳..... ۳-۱-۲-۲-۴. پوشش وارداتی
- ۱۲۳..... ۲-۲-۲-۴. دفن در گودال‌ها
- ۱۲۳..... ۳-۲-۴. دفن بهداشتی در مناطق مرطوب
- ۱۲۴..... ۴-۲-۴. متراکم کردن زباله در محل دفن و اهمیت آن
- ۱۲۵..... ۵-۲-۴. تجهیزات و پرسنل
- ۱۲۶..... ۶-۲-۴. مخارج توسعه
- ۱۲۶..... ۷-۲-۴. عملیات در شرایط آب‌وهوایی نامناسب
- ۱۲۷..... ۸-۲-۴. کنترل گرد و خاک و آتش
- ۱۲۸..... ۹-۲-۴. کنترل بو
- ۱۲۹..... ۱۰-۲-۴. آلودگی منابع آبی
- ۱۳۰..... ۱-۱۰-۲-۴. درجه‌بندی محل‌های دفن از نظر امکان آلوده‌سازی منابع آبی
- ۱۳۰..... ۱-۱-۱۰-۲-۴. محل دفن درجه یک
- ۱۳۰..... ۲-۱-۱۰-۲-۴. محل دفن درجه دو

۱۳۱	..... محل دفن درجه سه
۱۳۲	..... کنترل حرکت گازها
Error! Bookmark not defined	..... نشست زمین محل دفن
۱۳۴	..... مدیریت زباله‌های شهری در جایگاه دفن
۱۳۵	..... استفاده از محل دفن تکمیل شده
۱۳۵	..... راهکارهای مدیریتی
۱۳۶	..... کاربرد GIS در ارزیابی و مکان یابی دفن بهداشتی زباله
۱۳۸	..... انواع مدل های تلفیق اطلاعات برای مکان یابی اراضی
۱۳۸	..... خلاصه
۱۴۰	..... خودآزمایی
۱۳۱	..... <b>فصل پنجم: ارزیابی مدیریت جمع آوری و دفع زباله‌های بیمارستانی</b>
۱۴۲	..... اهداف
۱۴۳	..... مقدمه
۱۴۶	..... ۱-۵. اهمیت و ضرورت موضوع
۱۴۷	..... ۲-۵. زباله های مراکز بهداشتی - درمانی
۱۴۸	..... ۱-۲-۵. طبقه بندی زباله های بیمارستانی
۱۴۸	..... ۱-۱-۲-۵. زایدات درمانی بدون خطر
۱۴۸	..... ۲-۱-۲-۵. زایدات درمانی خطرناک
۱۵۰	..... ۲-۲-۵. قوانین و مقررات کشوری و بین المللی در خصوص زباله های بیمارستانی
۱۵۰	..... ۱-۲-۲-۵. موافقت نامه های بین المللی
۱۵۱	..... ۲-۲-۲-۵. تدوین قوانین و مقررات
۱۵۱	..... ۳-۲-۲-۵. سیاست ها و رهنمود های فنی در خصوص تدوین مقررات
۱۵۳	..... ۴-۲-۲-۵. قوانین و مقررات زباله های بیمارستانی در ایران
۱۵۳	..... ۵-۲-۲-۵. دستور العمل تفکیک، جمع آوری، انتقال و دفع مواد زاید جامد بیمارستان ها
۱۵۴	..... ۶-۲-۲-۵. ضروریات برنامه ریزی
۱۵۵	..... ۷-۲-۲-۵. توصیه نامه های ملی برای مدیریت زایدات

- ۱۵۵..... برنامه ملی مدیریت مواد زاید بهداشتی- درمانی ۸-۲-۲-۵
- ۱۵۸..... توصیه های سازمان جهانی بهداشت جهت بهبود وضعیت دفع مواد زاید درمانی ۹-۲-۲-۵
- ۱۵۹..... بارگیری و انتقال زباله به خارج از بیمارستان ۳-۲-۵
- ۱۶۰..... روش های بهداشتی دفع زباله های بیمارستانی ۴-۲-۵
- ۱۶۰..... دفن در زمین ۱-۴-۲-۵
- ۱۶۲..... مشخصات هیدروژئولوژی ۱-۱-۴-۲-۵
- ۱۶۲..... مشخصات جغرافیایی ۲-۱-۴-۲-۵
- ۱۶۲..... معیارهای انتخاب محل دفن مواد زاید خطرناک ۳-۱-۴-۲-۵
- ۱۶۴..... توصیه های سازمان جهانی بهداشت در خصوص دفن بهداشتی ۴-۱-۴-۲-۵
- ۱۶۵..... انواع روش های دفن مواد زاید خطرناک ۵-۱-۴-۲-۵
- ۱۶۶..... روش Encapsulation ۲-۴-۲-۵
- ۱۶۷..... دفن ایمن مواد زاید در داخل بیمارستان ۳-۴-۲-۵
- ۱۶۸..... زباله سوز ۴-۴-۲-۵
- ۱۶۸..... ملاحظات مهم بهداشتی و زیست محیطی زباله سوزها ۱-۴-۴-۲-۵
- ۱۶۹..... انتخاب گزینه مناسب برای دفع زباله های بیمارستانی ۵-۴-۲-۵
- ۱۷۰..... پیشنهادها ۳-۵
- ۱۷۴..... خلاصه
- ۱۷۵..... خودآزمایی
- ۱۷۶..... فهرست منابع و مأخذ

## فهرست جداول

### صفحه

### عنوان

- جدول شماره ۳-۱: مسائل مربوط به مکان یابی محل دفن زباله ..... ۵۲
- جدول شماره ۳-۲: ترتیب تقدم گروهی و پدیده‌های ارزیابی مورد استفاده به منظور تمایز بین مکان ها ..... ۵۳
- جدول شماره ۳-۳: امتیازبندی عمق تا سطح آب های زیرزمینی ..... ۶۱
- جدول شماره ۳-۴: تأثیر شیب و نوع پوشش زمین دفن در میزان ضریب آبدوی ..... ۶۲
- جدول شماره ۳-۵: انواع سنگ ها، خاک مربوط به آنها و توان آنها برای دفع پسماند ..... ۶۶
- جدول شماره ۳-۶: درجه‌بندی کلی مناسب بودن انواع خاک برای استفاده در پوشش زمین دفن ..... ۶۹
- جدول شماره ۳-۷: امتیاز بندی فاصله محل دفن از مراکز تولید زباله ..... ۷۰
- جدول شماره ۳-۹: معیارهای استفاده شده در مکان یابی دفن ..... ۷۷
- جدول شماره ۳-۱۰: وزن معیارهای مورد نظر در روش DRASTIC ..... ۹۷
- جدول شماره ۳-۱۱: محدوده و امتیاز برای عمق سطح آب زیر زمینی ..... ۹۷
- جدول شماره ۳-۱۲: محدوده و امتیاز برای تغذیه آب زیرزمینی ..... ۹۷
- جدول شماره ۳-۱۳: وزن پارامترهای مورد نظر در مطالعات محلی ..... ۱۰۳
- جدول شماره ۳-۸: امتیازبندی فاصله مراکز دفن تا جاده های دسترسی ..... ۷۱
- جدول شماره ۴-۱: ضخامت مواد پوششی در سه کاربرد مختلف ..... ۱۱۷



## فصل اول

مفاهیم و اهمیت ارزیابی

محیط زیست



## اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می باشد:

۱. مفهوم تجزیه و تحلیل تناسب کاربری اراضی
۲. تعریف ارزیابی محیط زیست، اهمیت و کاربرد آن
۳. اهداف ارزیابی محیط زیست
۴. روش‌های مختلف ارزیابی محیط زیست
۵. کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی در ارزیابی محیط زیست

## مقدمه

در طول تاریخ، اکثر انسان‌ها درون سکونت‌گاه‌های پراکنده در اکوسیستم‌های بزرگ‌تر زندگی می‌کردند. اما هم‌اکنون، انتقال متداول جمعیت از نواحی روستایی به نواحی شهری تغییرات زیست‌محیطی شدیدی را نشان می‌دهد، البته این رشد شهری، پیامدهای اجتماعی-اقتصادی نیز به دنبال خواهد داشت (Goudie, 1994; Linden, 1996; Miller, 1979). جمعیت شهری جهان از ۳۰٪ در سال ۱۹۵۰ تا ۵۰٪ در سال ۲۰۰۰ افزایش یافته است و پیش‌بینی می‌شود تا ۶۰٪ تا سال ۲۰۲۵ افزایش یابد (United Nations, 2000) و جمعیت‌شناسان تخمین می‌زنند که تا این سال، اکثریت قابل توجهی از جمعیت جهان در شهرهای بزرگ زندگی خواهند کرد (O'Meara, 1999; United Nations, 1999). در هر صورت، جوامع انسانی نمی‌توانند جدا از عوامل اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی زندگی کنند. آنها جهت برخورداری از نیازهای اصلی شان به طبیعت به ویژه محیط زیست نیز وابسته‌اند. امروزه جریان جمعیت در حواشی شهر ناشی از مهاجرت از نواحی روستایی به همراه رشد سریع جمعیت، توازن اکولوژیکی را مختل کرده است. این فرایند، از توسعه پایدار اجتماعی-اقتصادی هر ناحیه جلوگیری می‌کند (Srivastava and Gupta, 2003). جمعیت رو به رشد و توسعه شدید اقتصادی به میزان فراوان الگوی کاربری اراضی را در سطح جهانی تغییر داده است به طوری که اراضی کشاورزی و جنگلی هر چه بیشتر و بیشتر به نواحی شهری و سکونت‌گاه‌های انسان تبدیل شده‌اند (Yu and Ng, 2006). شهرها از مراکز کوچک جمعیتی مجزا به اشکال بزرگ مرتبط از لحاظ اقتصادی، فیزیکی و زیست‌محیطی تبدیل شده‌اند (Xian et al., 2005). این نواحی شهری، پیامدهای زیست‌محیطی قابل توجهی را بر روی محیط اطراف شان، نواحی دور دست و مناطقی که در آن

قرار دارند، آشکار می‌سازد. درون سیستم‌های کنش دار شهری، تصمیمات اقتصادی، جمعیتی و سیاسی، نه تنها محیط زیست محلی بلکه همچنین محیط زیست منطقه ای را متأثر می‌سازد (Miller and Small, 2003). تحقیقات معمول در زمینه محیط زیست شهری بر روی سؤالات مربوط به جریان انرژی (Akbari et al., 1996, 1999; Cleugh and Grimmond, 2001)، اقلیم خرد (Bornstein and Lin, 2000; Dabberdt et al., 2000) و کاربری اراضی (Carlson and Arthur, 2000; Civerelo et al., 2000) و کیفیت هوا (Nowak et al., 2000; Rao et al., 1997) متمرکز می‌گردد. همه این نیروها اکولوژی شهرها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Miller and Small, 2003).

توسعه و رشد کلان شهرها، زمین‌های کشاورزی و جنگلی مجاور را جذب و تغییر شکل می‌دهد، که به دنبال آن اکوسیستم‌های طبیعی اراضی دور افتاده شهری قطعه قطعه می‌گردد. این عمل باعث کاهش مطلق اراضی مذکور می‌گردد (Mc Pherson et al., 1994) و تأثیر منفی بر تنوع زیستی منطقه می‌گذارد (Kloor, 1999). دانشمندان برنامه ریزان به میزان زیادی عملکردهای چندگانه زیست محیطی نواحی شهری را می‌شناسند. علی‌رغم این شناخت و تأکید زیاد بر موضوعات شهری در گزارش کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه (Bruntland Commission, 1987)، ارزیابی‌های علمی زیست محیطی اخیر به ندرت در مورد موضوعات محیط زیست شهری بحث می‌کند. این ارزیابی‌ها توجه اندکی به شناخت محیط زیست شهری و پیامدهای زیست محیطی منطقه‌ای شهرها داشته‌اند (پورخباز، ۱۳۸۹، Watson, 1995). در برنامه ریزی‌های منطقه‌ای، که در واقع تعیین و تدوین نظم فضایی و چگونگی توسعه مطلوب یک منطقه در چهارچوب اهداف سازمان دهی فضایی و برنامه ریزی سرزمین می‌باشد، هدف به روش زیست محیطی، رفع نیازهای انسان است در هر صورت برای داشتن یک توسعه پایدار و

درخور، برنامه ریزی سرزمین امری ضروری است که شالوده این برنامه ریزی، ارزیابی توان محیط زیست می باشد (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱).

## ۱-۱. تجزیه و تحلیل تناسب کاربری اراضی<sup>۱</sup>

برنامه ریزی کاربری اراضی به تصمیم گیران در چگونگی استفاده از سرزمین کمک می کند. در واقع این برنامه ریزی می کوشد تا بهترین استفاده از منابع را انتخاب کند. برنامه ریزی کاربری اراضی به عنوان ارزیابی سیستماتیک بالقوه سرزمین تعریف می شود (Bani Neameh, 2003). ارزیابی اراضی عکس العمل زمین را در قبال بهره وری خاصی که از آن می شود، تعیین می کند. با کمک ارزیابی رابطه بین زمین و نوع بهره وری از آن مشخص می گردد. سپس بر اساس آن می توان به نوع استفاده از آن زمین پی برد و تخمینی از میزان نهاده های لازم و ستانده های حاصل را به دست آورد (گیوی، ۱۳۷۶). ارزیابی اراضی از زمین، کاربری زمین و تأثیر متقابل آنها تشکیل شده است. بنابراین بهتر است که ارزیابی سیستم کاربری اراضی نامیده شود. این سیستم شامل انواع کاربری و نقشه های واحدهای مجزا شده اراضی می باشد (طیبیان، ۱۳۷۸).

ارزیابی ممکن است به منظور بررسی عملکرد زمین با توجه به شرایط فعلی انجام شود، ولی غالباً شامل ایجاد تغییر و بررسی اثرات ناشی از این تغییر است. ایجاد تغییر معمولاً شامل تعویض نوع استفاده از زمین یا اصلاح آن است. در ارزیابی اراضی جنبه های اقتصادی اقدامات پیشنهادی و اثرات اجتماعی حاصل از آنها برای مردم منطقه و کشور مورد توجه قرار گرفته و همچنین اثرات مثبت و منفی این عملیات بر محیط مشخص می شود (گیوی، ۱۳۷۶).

---

<sup>1</sup>. Land Use Suitability Analysis

تناسب اراضی، واژه‌ای کلی در ارتباط با ترکیب فاکتورها و اثرات شان با توجه به کاربری‌های بالقوه است. Malczewski (۲۰۰۴) آنالیز تناسب را چنین توصیف می‌کند:

در آنالیز تناسب اراضی، ناحیه به مجموعه واحدهای مطالعاتی کوچک همچون پلی‌گون‌ها (واحدهای سطحی) یا رسترها تقسیم می‌شود. در واقع آنالیز تناسب اراضی، طبقه‌بندی این واحدهای مطالعاتی را بر اساس تناسب شان برای یک فعالیت ویژه باعث می‌گردد (Ogden, 2007). یکی از مفیدترین کاربردهای GIS برای برنامه‌ریزی و مدیریت، نقشه‌سازی و آنالیز تناسب کاربری اراضی است (Mc Harg, 1969; Hopkins, 1977; Brail and Klosterman, 2001; Collins et al., 2001) و ارزیابی تناسب اراضی در محیط GIS، به عنوان روش تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)<sup>۱</sup> می‌باشد. چارچوب MCDM علاوه بر ارزیابی تناسب اراضی، برای مکان‌یابی کاربری اراضی نیز بسط داده می‌شود. این موضوع بیشتر بر روی آنالیز تناسب اراضی در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، منطقه‌ای و زیست محیطی معطوف می‌شود تا کاربری‌های کشاورزی، اکولوژیکی و زمین‌شناختی (Kalogirou, 2002). ریشه روش‌های آنالیز تناسب کاربری اراضی با کمک GIS به کاربرد فنون همپوشانی به روش دستی و توسط معماران سیمای سرزمین آمریکا در اواخر قرن ۱۹ و اوایل قرن ۲۰ بر می‌گردد (Steinitz et al., 1976; Collins et al., 2001).

Mc Harg (۱۹۶۹) با پیشنهاد روشی که داده‌های نقشه‌ای از مشخصات طبیعی و انسان ساخت یک ناحیه را درگیر می‌کرد، فنون همپوشانی را توسعه داد. روش او به عنوان یک روش پیشرو برای روش‌های کلاسیک همپوشانی در GIS شناخته می‌شود. روش‌های همپوشانی در بسیاری از کاربردهای GIS (O'Sullivan and Unwin, 2003) شامل

<sup>۱</sup>. Multi Criteria Decision Making

فنون آنالیز تناسب کاربری اراضی همچون آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره (Diamond and Wright 1988; Carver, 1991; Malczewski, 1999; Thill, 1999; Sui, 1993; Zhou and Civco, 1996; روش‌های هوش مصنوعی (Carver and Peckham, 1999; Zhu and Web-GIS و Ligtenberg et al., 2001) Dale, 2001; Rinner and Malczewski, 2002) نقش اصلی را بازی می‌کند. در طول ۴۰ سال گذشته، فنون تجزیه و تحلیل تناسب کاربری اراضی با کمک GIS به میزان زیادی ساختار جامع فعالیت‌های برنامه‌ریزی شهری، منطقه‌ای و زیست‌محیطی را تشکیل داده است (Brail and Klosterman, 2001; Collins et al., 2001). در حال حاضر، طراحان و برنامه‌ریزان شهری از این فنون جهت تعیین بهترین مکان برای انواع مختلف کاربری اراضی استفاده می‌کنند.

## ۲-۱. مفاهیم و ضرورت ارزیابی محیط زیست

تأکید اصلی برنامه‌ریزی سرزمین بر مباحث زیست‌محیطی است، لیکن توجه به ملاحظات زیست‌محیطی عملاً توجه به عوامل دیگر اقتصادی و اجتماعی را در پی خواهد داشت (پورخباز، ۱۳۸۹). بنابراین برنامه‌ریزی کاربری سرزمین بر اساس این فرض قرار گرفته است که تعاملی بین نیازهای اجتماعی و نیازهای استفاده‌کنندگان و خصوصیات فیزیکی و محیط طبیعی وجود دارد. باید این فرض را پذیرفت که پایداری زیست‌محیطی کوتاه و بلند مدت برای هر گونه تغییر کاربری سرزمین یا تغییر مدیریت سرزمین از اهمیت حیاتی برخوردار می‌باشند و حفاظت از محیطی که حامی زندگی انسان است، یک ضرورت اساسی برای هر نوع برنامه‌ریزی کاربری سرزمین می‌باشد (بحرینی و کریمی، ۱۳۸۱). از دیدگاه زیست‌محیطی، بهترین مکان استقرار برای یک نوع کاربری (شهری، روستایی، صنعتی، حفاظتی، کشاورزی و غیره) مکانی است که از آن مکان کمترین بار و فشار بر محیط وارد

آید (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱). ارزیابی محیط زیست ابزاری برای کمک به تحقق توسعه پایدار است. بنابراین ارزیابی توان محیط زیست (توان اکولوژیک و توان اقتصادی-اجتماعی) عبارت است از برآورد استفاده ممکن انسان از سرزمین برای انواع کاربری‌ها (مخدوم، ۱۳۷۸)، به عبارت دیگر ارزیابی توان اکولوژیک، ارزش‌گذاری هر یک از لکه‌های یکنواخت و همگن سرزمین برای انواع کاربری‌های مختلف می‌باشد (Sante-Riveira et al., 2008). بر این اساس درجه مرغوبیت سرزمین در هر یک از مناطق برای هر یک از انواع توسعه‌ها مشخص می‌گردد. این امر موجب کاهش و به حداقل رسانیدن پیامدهای منفی ناشی از توسعه بر محیط زیست می‌شود. لازم است که به منظور انجام توسعه در محیط زیست پیش از برنامه‌ریزی برای استفاده از آن به ارزیابی توان اکولوژیک در چارچوب یک برنامه‌ریزی منطقه‌ای پرداخت (Makhdoum, 1992). هدف ارزیابی اکولوژیکی محیط پیدا کردن توان طبیعی محیط برای استفاده انسان در چارچوب کاربری‌های مختلف است که از این قرار وقتی سرزمین، خود مهبای نوعی از کاربری باشد استفاده از آن به منظور کاربری مورد نظر با کمترین هزینه انجام پذیر است. نفس عمل و یا فلسفه وجودی ارزیابی در تمام مکتب‌ها یکسان بوده و عبارت است از مقایسه یا سنجش منابع اکولوژیکی محیط با یک مدل (مخدوم، ۱۳۷۸). بنابراین، برای تحقق یک هدف مخصوص، معمولاً چند معیار مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. این رویه به نام ارزیابی چند معیاره (MCE) نامیده می‌شود (Voogd, 1983; Jankowski, 1991; Carver, 1991). نام دیگر MCE، مدل‌سازی می‌باشد (Eastman et al., 1995).

تاریخچه دانش ارزیابی توان به کشورهای استرالیا (۱۹۵۸) و سپس کانادا (۱۹۶۲) برمی‌گردد. آنها پی بردند که پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از رایانه‌های رقومی می‌توان توان اکولوژیک سرزمین را برای کاربری‌های غیر از کشت و کار هم تعیین نمود.

این رویداد پیش درآمد تولد دانش ارزیابی توان اکولوژیک به عنوان شالوده برنامه ریزی استفاده از سرزمین گردید (مخدوم و همکاران، ۱۳۸۳).

با توجه به اینکه محیط زیست طبیعی جهان، توان اکولوژیک محدودی برای استفاده انسان دارد و در برخی از محیط‌ها طبیعت با کمترین خسران مہیای بالاترین توسعه است در حالی که در برخی دیگر کمترین توسعه در آن منجر به تخریب و نابودی محیط زیست می‌گردد، لازم است که به منظور انجام توسعه در محیط زیست پیش از برنامه ریزی برای استفاده از آن به ارزیابی توان اکولوژیک در چارچوب یک برنامه‌ریزی منطقه‌ای بپردازیم (Makhdoum, 1992).

به طور کلی عمل ارزیابی علاوه بر تعیین توان سرزمین، درجه مرغوبیت توان را نیز نشان می‌دهد. به طور خلاصه ارزیابی توان اکولوژیک محیط دارای ویژگی‌های زیر می‌باشد:

- زمین و آب را به منزله سرزمین در نظر می‌گیرد.
- عمل ارزیابی باید با کمترین هزینه انجام پذیرد.
- نیاز به شناسنامه محیط (نقشه) دارد.

### ۳-۱. اهمیت و کاربرد ارزیابی محیط زیست

سرزمین به معنای محیط فیزیکی است که شامل اقلیم، پستی و بلندی، خاک، هیدرولوژی و پوشش گیاهی می‌شود که از مهم‌ترین تعیین‌کننده‌های پتانسیل زمین برای کاربری‌های مختلف هستند.

تنوع شرایط محیطی و تفاوت آنها از منطقه‌ای به منطقه دیگر مانند تفاوت‌های اقلیمی، زمین‌شناسی، توپوگرافی، خاک، و غیره باعث تفاوت در توان اکولوژیک شده است.



استفاده از زمین بدون در نظر گرفتن این تفاوت‌های اکولوژیکی و پتانسیل‌های محیطی باعث بروز پیامدهای ناگوار چون فرسایش، بیابان‌زایی، جنگل‌زدایی، مسمومیت و آلودگی سرزمین‌ها (آب و خاک) می‌شود که در نهایت سلامت منابع طبیعی را به خطر می‌اندازد. این استفاده نادرست از سرزمین دست به دست مدیریت غلط و روش‌های نادرست بهره‌برداری داده، زمینه کاهش منابع و استفاده غیر منطقی انسان از سرزمین را فراهم می‌کنند. افزایش سیل در سال‌های اخیر، آلودگی هوا و آب در شهرهای بزرگ، از بین رفتن سطح وسیعی از جنگل‌ها، رشد بی‌رویه شهرها، بیابان‌زایی گسترده، متروکه شدن کشتزارها و افزایش واردات مواد غذایی در کشور، از نتایج استفاده نادرست از سرزمین می‌باشند، که در نهایت به فقر و تخریب منابع محیط زیست منجر می‌گردد. بنابراین با توجه به محدودیت منابع سرزمین برنامه‌ریزی در زمینه نحوه استفاده از اراضی امری الزامی می‌باشد (مهاجر شجاعی، ۱۳۶۴) و شناخت توان اکولوژیک هر منطقه و تعیین کاربری متناسب با پتانسیل منطقه اساس توسعه پایدار را تشکیل می‌دهد. در واقع ارزیابی محیط زیست گامی مؤثر در دستیابی به توسعه پایدار اطلاق می‌شود چرا که با شناسایی و ارزیابی خصوصیات اکولوژیکی منطقه توسعه‌ای همگام با طبیعت حاصل می‌شود. بنابراین، اهمیت ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین تا به آنجا است که چنانچه سرزمین بالقوه فاقد توان اکولوژیک مناسب برای اجرای کاربری خاصی باشد (حتی در صورت نیاز اقتصادی-اجتماعی به وجود آن کاربری) اجرای آن طرح نه تنها سبب بهبود وضعیت زیست محیطی منطقه نمی‌گردد، بلکه تخریب بیشتر محیط را نیز به ارمغان خواهد آورد (مخدوم، ۱۳۷۹، Auger, 2000; Brazier, 1998). لذا ارزیابی توان اکولوژیک به عنوان پایه و اساس آمایش سرزمین و یا طرح‌ریزی زیست محیطی برای کشورهایی که درصدد توسعه پایدار و حفظ منافع نسل‌های آینده می‌باشند، اجتناب‌ناپذیر است (رودگرمی، ۱۳۷۷).

در هر صورت، به منظور جلوگیری از فقر و تخریب سرزمین برنامه ریزان به ارائه مدل‌هایی جهت استفاده از سرزمین پرداخته اند که مناسب با استعداد طبیعی منطقه باشد و از سرزمین به اندازه توان یا پتانسیل تولیدی بهره برداری شود. توجه به نوع استفاده از سرزمین و کاربری سازگار با آن که پاسخگوی نیازهای اقتصادی و اجتماعی بشر باشد زمینه پیدایش آمایش سرزمین یا برنامه ریزی منطقه ای و برنامه استفاده از اراضی را فراهم ساخته است. ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین، مرحله میانی فرآیند آمایش سرزمین یا برنامه‌ریزی محیط زیست است. در واقع ارزیابی سرزمین اطلاعات اساسی برای مرحله دوم آمایش سرزمین که شامل انتخاب مناسب‌ترین استفاده از سرزمین و نظام مدیریت است را فراهم می‌کند، زیرا هدف آمایش سرزمین انتخاب مناسب‌ترین و ممکن‌ترین نوع کاربری سرزمین در یک تکه از منطقه بر اساس ارزیابی فیزیکی، بیولوژیکی و اقتصادی اجتماعی سرزمین است.

#### ۱-۴. اهداف ارزیابی محیط زیست

مهم‌ترین هدف انجام ارزیابی محیط زیست، اطمینان یافتن از رعایت سیاست‌ها و اهداف تعیین شده در برنامه‌ها و فعالیت‌های یک طرح یا پروژه در راستای ضوابط، معیارها، قوانین و مقررات زیست محیطی دولتی می‌باشد (منوری، ۱۳۸۰). برای ارزیابی روش‌های متعددی وجود دارند که همگی سعی در استاندارد کردن استفاده انسان از طبیعت بر مبنای توسعه پایدار دارند. روش‌های معمول ارزیابی در جهان بر مبنای شناسایی منابع زیست محیطی مؤثر بر توان و تناسب یک منطقه برای کاربری‌های مفروض، ادغام اطلاعات و سرانجام استفاده از مدل‌های تناسب جهت تعیین بهترین کاربری یا کاربری‌ها می‌باشد. مدل‌های کاربری سرزمین، ابزارهای مفیدی برای درک فرایند کاربری اراضی و حمایت از

برنامه ریزی سرزمین و سیاست‌گذاری می‌باشند (Verburg et al., 1999) و مدل‌سازی روش با ارزش و مفیدی برای درک یک فرایند است (Costanza and Ruth, 1999). در ایران ارزیابی و طبقه‌بندی سرزمین از مقایسه بین ویژگی‌های اکولوژیک واحدهای زیست محیطی و مدل‌های اکولوژیکی حرفی انجام می‌شود. مدل‌های ارائه شده برای ایران یک راهنمای کلی هستند و بسته به محل مورد مطالعه، داده‌های شناسایی شده و هدف استفاده از سرزمین، شایسته است که یک مدل ویژه برای موضوع مورد ارزیابی در چارچوب مدل‌های اکولوژیکی ایران ساخته شود و ارزیابی با کمک مدل ویژه به سرانجام برسد (مخدوم، ۱۳۷۸). با توجه به اینکه مدل‌های پیش‌بینی و پیشرفت‌های روش شناختی در سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای آنالیز منطقه‌ای و پیش‌بینی وضعیت محیط زیست مورد توجه بوده (Plichtchouk, 1998)، در توسعه متوازن و پایدار منطقه‌ای از GIS و RS می‌توان کمک گرفت (Strivastava and Gupta, 2003). اما باید توجه داشت که در ایران درستی و فراگیر بودن مدل‌های حرفی با سامانه اطلاعات جغرافیایی مورد آزمون قرار نگرفته‌اند و اینکه آیا همه عوامل یاد شده در آنها بطور کامل برای طبقات مربوط برقرار هستند، مشخص نیست. دلیل این امر عدم فراگیر شدن سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی تا سال‌های اخیر است. از این رو جا دارد که مدل‌های مذکور با استفاده از این سامانه‌ها مورد آزمون قرار گیرند.

## ۱-۵. روش‌های ارزیابی محیط زیست

نفس عمل و یا فلسفه وجودی ارزیابی در تمام مکتب‌ها یکسان بوده و عبارت است از مقایسه یا سنجش منابع اکولوژیکی محیط با یک مدل. براساس تعداد منابعی که در ساختن

مدل های اکولوژیکی نقش پیدا می کنند، روش های ارزیابی متفاوتی را می توان گروه بندی نمود. این روش ها عبارتند از:

### ۱-۵-۱. روش های ارزیابی یک عامله

در سرزمین هایی که رابطه ای تنگاتنگ بین منابع اکولوژیکی شناخته شده آن وجود دارد، می توان با بررسی یکی از منابع، به آسیب پذیری و یا توان منابع دیگر و در نهایت آسیب پذیری و یا توان سرزمین پی برد. سرزمین به طور طبیعی از قطعات کوچکی تشکیل شده است که از نظر منابع بیولوژیکی و فیزیکی با قطعات دیگر تفاوت دارد. چنین تکه هایی را می توان با معرف هایی مانند: خاک، رستنی ها، شکل زمین و سایر منابع ارزیابی نمود. ارزیابان سرزمین اغلب از ویژگی های برجسته زمین برای پیش بینی و برآورد اثرات کاربری انسان از قطعات کوچک تر سرزمین استفاده می کنند. در سرزمین هایی که رابطه تنگاتنگی بین منابع اکولوژیکی شناخته شده وجود دارد، می توان با بررسی یکی از منابع به آسیب پذیری و یا توان منابع دیگر و در نهایت، آسیب پذیری یا توان سرزمین پی برد. به عنوان نمونه می توان با بررسی پوشش گیاهی یک منطقه کاربری های مرتع، جنگل و کشاورزی یک منطقه را مورد ارزیابی قرار داد، این در واقع نمونه ای از روش ارزیابی یک عامله است (کرمی کرد علیوند، ۱۳۷۹، مخدوم، ۱۳۷۸).

### ۱-۵-۲. روش های ارزیابی دو عامله

اساس روش های ارزیابی دو عامله، از ترکیب دو عامل فیزیکی و شکل زمین و یا یک ترکیب یک عامل فیزیکی مانند خاک و یک عامل بیولوژیکی مانند رستنی ها نشأت می گیرد. در این روش ها، از رابطه تشکیل لایه های خاک و پارامترهای خاک و نوع جامعه گیاهی بر روی خاک مورد نظر در ارزیابی استفاده می شود. به عنوان نمونه یکی از روش های متداول در

کانادا برای ارزیابی سرزمین برای کشاورزی استفاده از عوامل خاک‌شناسی و شکل زمین است (شیخ حسنی، ۱۳۸۰، کرمی کرد علیوند، ۱۳۷۹، مخدوم، ۱۳۷۸).

### ۱-۵-۳. روش‌های ارزیابی چند عامله

در این روش‌ها منابعی که هم در تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی داده‌ها و هم در ساختن مدل‌های اکولوژیکی نقش داشته‌اند بیش از دو تا هستند. روش‌های ارزیابی چند عامله منسجم‌تر و دقیق‌تر از روش‌های یک و دو عامله توان سرزمین را نشان می‌دهند (مخدوم، ۱۳۷۸). در ارزیابی چند عامله از عوامل مختلف فیزیکی و شرایط اقتصادی، اجتماعی منطقه جهت تعیین کاربری مورد استفاده می‌شود. تناسب اراضی یک محل برای نوع خاصی از کاربری می‌تواند به وسیله تکنیک‌های ارزیابی چند عامله تعیین گردد. مهم‌ترین مشخصه روش‌های ارزیابی چند عامله نحوه تلفیق و تجزیه و تحلیل اطلاعات است. از آنجایی که در ارزیابی چند عامله پارامترهای مختلفی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند لذا این امر موجب افزایش حجم اطلاعات و پیچیدگی فرآیند ارزیابی می‌شود. بر این اساس سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به طور روزافزون در شناسایی پدیده‌های زمینی و تجزیه و تحلیل اطلاعات اخذ شده مورد استفاده متخصصین قرار می‌گیرند (کرمی کرد علیوند، ۱۳۷۹). در کشور ما به خاطر تنوع سرزمین و منابع اکولوژیکی ویژه اقلیم، کمبود ارزیابان متبحر، سابقه نسبتاً کم در شناسایی منابع اکولوژیکی کشور، روش‌های ارزیابی توان اکولوژیک مبتنی بر ارزیابی چند عامله توصیه می‌گردد (شیخ حسنی، ۱۳۸۰، مخدوم، ۱۳۷۸).

### ۱-۶. کاربرد GIS در ارزیابی توان محیط زیست

حجم زیاد داده‌ها و کاربردهای روز افزون آنها در نظام‌های مختلف مرتبط با زمین، نظیر منابع طبیعی، محیط زیست، خاک، زمین‌شناسی و غیره از یک سو و ماهیت پویایی و تغییرپذیری آنها در بعضی از نظام‌ها از جمله منابع طبیعی و محیط زیست از سویی دیگر ضرورت استفاده از ابزارهای کمکی الکترونیکی و روش‌های نوین را مطرح ساخت. ایجاد و به کارگیری GIS از اوایل دهه ۱۹۷۰ منجر به بروز تغییرات و جهش‌های عظیمی در بسیاری از زمینه‌ها نظیر محیط زیست و آمایش سرزمین شد. GIS موجب تغییر در زمینه‌های سنتی و کلاسیک فعالیت‌ها و راهکارهای مسائل پیچیده و مفصل گردید. همچنین تبادلات بهترین نظام‌های مرتبط با مسائل و تأثیرگذاری متقابل هر یک از زمینه‌های تخصصی آنها را فراهم نمود. لازمه استفاده از GIS داشتن دانش کافی از مبانی، اصول و سازماندهی آن است. تا پیش از پیشرفت قابل لمس GIS ارزیابی داده‌ها برای برنامه‌ریزی به یاری نقشه‌های دستی تولید شده از عکس‌های هوایی و یا به طور مستقیم بر روی عکس‌های هوایی انجام می‌پذیرفت. از این رو اطمینان به نتایج تحلیل‌های مربوط را با تردید روبرو می‌ساخت (بابایی کفایی، ۱۳۸۵، مخدوم و همکاران، ۱۳۸۳). رفته رفته با دسته‌بندی داده‌های زمینی به صورت کدهای حرفی- عددی، از اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی، تفسیر اتوماتیک عکس‌های هوایی برای شناسایی یا نقشه‌سازی موضوعی منابع اکولوژیکی آغاز گردید. تا این زمان هنوز ارزیابی توان اکولوژیک برای کاربری‌ها به عنوان بخش میانی برنامه‌ریزی سرزمین به عمل نمی‌آمد و اصولاً دانشی تحت این عنوان به استثنای تعیین قابلیت اراضی برای کشت و کار وجود نداشت. مروری علمی بر به کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی در جهان نشان می‌دهد که طراحی و توسعه این سامانه در سال ۱۹۶۳ در کانادا آغاز شد و در سال ۱۹۶۵ به صورت اجرایی درآمد. تاملینسون برای اولین بار کاربرد این سامانه را جهت نقشه‌سازی، ارزیابی و برنامه‌ریزی سرزمین در سمپوزیوم ارزیابی سرزمین

ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

(که به همت CSIRO و یونسکو در اوت ۱۹۶۸ در شهر ملبورن استرالیا برگزار شد) ارائه نمود (مخدوم و همکاران، ۱۳۸۳).

در ارزیابی اراضی مهم‌ترین کاربرد GIS بازیابی اطلاعات از منابع مختلف، تبدیل هندسی آنها و مدل‌سازی و همپوشانی نقشه‌ها است. این سیستم قادر است از ترکیب و تلفیق نقشه‌های مکانی خصوصیات مختلف سرزمین، نقشه‌های نهایی ارزیابی را با بکارگیری یک مدل ریاضی استخراج نماید (ایوبی، ۱۳۸۵).

## خلاصه

نواحی شهری، پیامدهای زیست محیطی قابل توجهی را بر روی محیط اطراف شان، نواحی دوردست و مناطقی که در آن قرار دارند، آشکار می سازد. بنابراین نیاز به برنامه ریزی کاربری سرزمین بر این اساس می باشد که خود تعاملی بین نیازهای اجتماعی و نیازهای استفاده کنندگان و خصوصیات فیزیکی و محیط طبیعی است. در این برنامه ریزی، ارزیابی توان اکولوژیک که به عنوان شالوده کار می باشد، عبارت از ارزش گذاری هر یک از لکه های یکنواخت و همگن سرزمین برای انواع کاربری های مختلف است. در تجزیه و تحلیل تناسب کاربری اراضی، ارزیابی رابطه بین زمین و نوع بهره وری از آن را مشخص می کند. این امر موجب کاهش و به حداقل رسانیدن پیامدهای منفی ناشی از توسعه بر محیط زیست می شود. لازم است که به منظور انجام توسعه در محیط زیست پیش از برنامه ریزی برای استفاده از آن به ارزیابی توان اکولوژیک در چارچوب یک برنامه ریزی منطقه ای پرداخت. در واقع ارزیابی محیط زیست گامی مؤثر در دستیابی به توسعه پایدار اطلاق می شود چرا که با شناسایی و ارزیابی خصوصیات اکولوژیکی منطقه توسعه ای همگام با طبیعت حاصل می شود. مهم ترین هدف انجام ارزیابی محیط زیست، اطمینان یافتن از رعایت سیاست ها و اهداف تعیین شده در برنامه ها و فعالیت های یک طرح یا پروژه در راستای ضوابط، معیارها، قوانین و مقررات زیست محیطی دولتی می باشد. در ایران ارزیابی و طبقه بندی سرزمین از مقایسه بین ویژگی های اکولوژیک واحدهای زیست محیطی و مدل های اکولوژیکی حرفی انجام می شود که به خاطر تنوع سرزمین و منابع اکولوژیکی ویژه اقلیم، کمبود ارزیابان متبحر، سابقه نسبتاً کم در شناسایی منابع اکولوژیکی کشور، روش های ارزیابی توان اکولوژیک مبتنی بر ارزیابی چند عامله توصیه می گردد. با توجه به حجم زیاد



ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

داده‌ها، در حال حاضر در ارزیابی اراضی جهت بازیابی اطلاعات از منابع مختلف، تبدیل هندسی آنها و مدل‌سازی و همپوشانی نقشه‌ها از سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده می‌گردد.

## خودآزمایی

۱. ارزیابی محیط زیست چیست؟ اهمیت و کاربرد آن را در برنامه ریزی سرزمین بیان نمایید.
۲. ارزیابی محیط زیست در برنامه ریزی‌های منطقه‌ای چه اهدافی را دنبال می‌کند؟
۳. روش‌های ارزیابی محیط زیست کدامند؟
۴. در ایران جهت تعیین توان و تناسب یک منطقه برای کاربری‌های مختلف از چه روشی استفاده می‌شود؟ (با ذکر دلیل)





## **فصل دوم**

**ارزیابی سیستم برنامه ریزی  
و مدیریت مواد زاید جامد  
(زباله‌های شهری)**

## اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می باشد:

۱. مفهوم پسماندهای شهری و انواع آن
۲. عناصر سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری
۳. روش های مختلف دفع پسماند
۴. ارزیابی روش دفن بهداشتی

## مقدمه

مدیریت مواد زاید جامد (پسماند) شهری به عنوان یکی از جدی‌ترین مسائل زیست محیطی است (Mujibor Rahman et al., 2008). مواد زاید جامد شهری شامل تمام مواد زاید حاصل از فعالیت‌هایی است که در شهر انجام می‌گیرد. این مواد از نظر منبع تولید و همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی تنوع بسیار زیادی در بر دارد. بخش‌های خانگی، تجاری، حمل‌ونقل، صنعتی، درمانی - بهداشتی و خدمات، هر کدام مواد زایدی با خصوصیات ویژه تولید می‌کنند.

موضوع مدیریت پسماندها و یا فراتر از آن مدیریت چرخه مواد یکی از محورهای اصلی و بسیار مهم توسعه پایدار است (عبدلی، ۱۳۷۲، غلامعلی فرد، ۱۳۸۵). بر اساس ماده ۲ قانون مدیریت پسماندها، پسماند به مواد جامد، مایع و گاز (غیر از فاضلاب) گفته می‌شود که به طور مستقیم یا غیر مستقیم حاصل از فعالیت انسان بوده و از نظر تولیدکننده زائد تلقی می‌شود (قانون مدیریت پسماندها، ۱۳۸۳).

## ۱-۲. انواع پسماندها

پسماندها به پنج گروه تقسیم می‌شوند (عبدلی، ۱۳۷۲، غلامعلی فرد، ۱۳۸۵):

### ۱-۱-۲. پسماندهای عادی

به کلیه پسماندهایی گفته می‌شود که به صورت معمول از فعالیت‌های روزمره انسان‌ها در شهرها، روستاها و خارج از آن‌ها تولید می‌شود، از قبیل زباله‌های خانگی و نخاله‌های ساختمانی. بر اساس تبصره ۴ ماده ۲، لجن‌های حاصل از تصفیه فاضلاب‌های شهری و

تخلیه چاه های جذبی فاضلاب خانگی در صورتی که خشک یا کم رطوبت باشند در دسته پسماندهای عادی قرار خواهند گرفت.

### ۲-۱-۲. 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.

### ۲-۱-۳. پسماندهای ویژه

به کلیه پسماندهایی گفته می شود که به دلیل بالا بودن حداقل یکی از خواص خطرناک از قبیل سمیت، بیماری زایی، قابلیت انفجار یا اشتعال، خوردگی و مشابه آن به مراقبت های ویژه نیاز داشته باشند. بر اساس تبصره ۱ ماده ۲، پسماندهای پزشکی و نیز بخشی از پسماندهای عادی، صنعتی، کشاورزی که نیاز به مدیریت خاص دارند، جزو پسماندهای ویژه محسوب می شوند.

### ۲-۱-۴. پسماندهای کشاورزی

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

### ۲-۱-۵. پسماندهای صنعتی

به کلیه پسماندهای ناشی از فعالیت های 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.

عوامل اقتصادی، بافت شهری، کاربری‌های زمین، عوامل فرهنگی، تراکم واحد در سطح، فصول سال و عادات اجتماعی در کیفیت و کمیت این مواد مؤثر هستند. به همین دلیل طراحی سیستم برنامه‌ریزی و مدیریت زباله‌های شهری از حساسیت و ویژگی‌های خاصی برخوردار است.

عناصر موظف این سیستم شامل تولید، جابجایی، پروسه و ذخیره در محل، جمع‌آوری، حمل‌ونقل، پروسه، بازیافت و دفع می‌باشد. در حال حاضر در مدیریت زباله‌های شهری، قسمت اعظم منابع مالی و انسانی برای جمع‌آوری و حمل‌ونقل صرف می‌شود، و در زمینه‌های تولید و ذخیره در محل، بازیافت و دفع کار چندانی صورت نگرفته است. در شهرهای ایران، مسئولیت مستقیم مدیریت این سیستم به عهده شهرداری‌ها می‌باشد. مدیریت اجرایی پسماند، شخصیت حقیقی یا حقوقی است که مسؤول برنامه‌ریزی، ساماندهی، مراقبت و عملیات اجرایی مربوط به تولید، جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، جداسازی، حمل و نقل، بازیافت، پردازش و دفع پسماندها و همچنین آموزش و اطلاع‌رسانی در این زمینه می‌باشد (عبدلی، ۱۳۷۲، غلامعلی فرد، ۱۳۸۵، مجلسی و نوری، ۱۳۷۱).

## ۲-۲. عناصر سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری

### ۲-۲-۱. تولید

تولید زباله جزء لاینفک زندگی انسان است و به دو طریق کمی و کیفی می‌توان تولید زباله را کنترل کرد. منابع تولید زباله برحسب کیفیت شامل موارد زیر است:

۱. خانگی
۲. تجاری
۳. صنعتی
۴. بهداشتی-درمانی
۵. مناطق باز
۶. ادارات دولتی
۷. فعالیتهای ساختمانی

به منظور طبقه‌بندی انواع زباله از روش‌های مختلف استفاده می‌شود. در این جا طبقه‌بندی زباله براساس روش دفع صورت گرفته است (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱):

### ۱. زباله خانگی و شبه‌خانگی

زباله‌هایی که در منازل و آشپزخانه‌های بزرگ تولید شده و قسمت اعظم آن را مواد غذایی فاسدشدنی تشکیل می‌دهد. در این زباله‌ها، همچنین وسایل مستعمل، شیشه، پلاستیک، کاغذ و فلزات یافت می‌شود. مناسب‌ترین شیوه برای دفع این مواد، عبارت است از استخراج آن‌ها از زباله و استفاده مجددشان.

### ۲. زباله‌های صنعتی و تولیدی عادی

### ۳. زباله‌های صنعتی و تولیدی خطرناک

در ارتباط با زباله‌های صنعتی، باید میان دو نوع زباله تفاوت قایل شد، یکی زباله‌های صنعتی که می‌توان آن‌ها را به همراه زباله خانگی و به روش‌های معمولی دفع کرد، و دیگری زباله‌های سمی و خطرناک که باید به طرق خاص جمع‌آوری و دفع شوند. از این‌رو، زباله‌های سمی و خطرناک را هرگز نباید با زباله‌های خانگی و شبه‌خانگی آمیخت و دفع کرد.

### ۴. زباله‌های عفونی

زباله‌هایی اند که در مراکز درمانی و بهداشتی تولید می‌شوند و از منابع مهم انتشار بیماری در محیط به شمار می‌آیند. جمع‌آوری و دفع بهداشتی آن‌ها جدا از زباله شهری کاملاً ضروری است.

### ۲-۲-۲. جابجایی، ذخیره و پروسه زباله شهری در محل تولید



ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

این عنصر از جنبه‌های مختلف زیباشناختی، بهداشت عمومی، اقتصاد و کارآیی سیستم و حفظ محیط زیست مورد توجه قرار می‌گیرد. روش جابجایی، ذخیره و پروسه مواد در محل تولید، به کمیت مواد بستگی دارد.

جابجایی زباله در محل تولید: عبارتست از برداشت ظرف یا ظروف حاوی مواد از محل تولید (خانه، مؤسسات صنعتی و تجاری و غیره) و انتقال آن به نقطه‌ای که تیم جمع‌آوری موظف به برداشت و جمع‌آوری آن‌ها می‌باشد. که در اکثر منابع تولید از سطل، کیسه و یا چرخ‌دستی، برای این امر استفاده می‌شود. در آپارتمان‌های بلند از سیستم شوتینگ نیز استفاده می‌گردد.

ذخیره در محل: در اماکن عمومی، مؤسسات دولتی و خصوصی، مناطق صنعتی و مناطق آپارتمان‌نشین که کمیت مواد زاید تولیدی بالا است، معمولاً در نقطه‌ای در اطراف این مکان‌ها ظروف بزرگتری برای ذخیره مواد تعبیه می‌شود.

پردازش در محل تولید: پردازش زباله عبارت است از انجام اعمالی روی مواد زاید جامد به نحوی که در فرم فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیکی آن‌ها تغییری حاصل شود. که به روش‌های آسیاب کردن، جداسازی، متراکم کردن، خرد کردن، کمپوست‌خانگی و خمیر کاغذسازی انجام می‌گردد (عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷).

## ۲-۲-۳. جمع‌آوری

این عنصر از سیستم برنامه‌ریزی و مدیریت زباله، بخش اعظم بودجه را به خود اختصاص می‌دهد. موفقیت یک سیستم جمع‌آوری، تا اندازه زیادی به انتخاب تجهیزات مناسب بستگی دارد. حدود ۸۰ درصد کل مخارج مدیریت زباله‌ها، مربوط به جمع‌آوری است. بنابراین، مکانیزه کردن عملیات و استفاده از کارگر کمتر بسیار سودمند خواهد بود (عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۴).

## ۲-۲-۴. حمل و نقل

حمل و نقل عبارت است از بارگیری مواد در ایستگاه‌های انتقال و یا انتقال مواد در این ایستگاه‌ها از وسایل نقلیه کوچکتر به وسایل نقلیه بزرگتر، حمل مواد به محل‌های دفع نهایی و تخلیه آن در محل‌های دفع نهایی. متداول‌ترین وسیله حمل مواد در ایران، وسیله نقلیه موتوری است (عبدلی، ۱۳۷۲، مجلسی، ۱۳۷۱).

## ۲-۲-۵. پردازش و بازیافت

هدف از پردازش عبارت از بالا بردن راندمان و کارایی سیستم و بازیافت مواد و انرژی است. که تکنیک‌های آن شامل تراکم‌سازی، زباله‌سوزی، خرد کردن، جداسازی مکانیکی و یا دستی و خشک کردن و آبگیری است درصد ترکیبات زباله‌های شهری نشان می‌دهد که مقادیر قابل توجهی مواد ارزشمند و قابل بازیافت مثل کاغذ، پلاستیک، فلزات، شیشه، منسوجات و غیره در آن یافت می‌شود. بدون شک، در حال حاضر، بازیافت مهم‌ترین روش برای تسکین و تخفیف مشکل مواد زاید است (عبدلی، ۱۳۷۲، محمدی، ۱۳۸۲).

## ۲-۲-۶. دفع و روش‌های مختلف آن

در حال حاضر یکی از مسایل مهم مدیریت اجرایی پسماند، دفع پسماند می‌باشد. یکی از مسائلی که در حال حاضر شهرداری‌های کشور را بیش از سایر مسایل مدیریت مواد زاید جامد به خود مشغول ساخته است، دفع مواد زائد می‌باشد. در گذشته، برای دفع پسماند، جوامع منحصراً وابسته به محل‌های دفن بوده‌اند (غلامعلی فرد، ۱۳۸۵). در طول دهه‌های اخیر، تمایلی برای طرح ریزی دفع پسماند با وابستگی کمتر به محل‌های دفن به وجود آمده است. این گرایش‌ها بر پایه اصول توسعه پایدار هستند که نیاز برای کاهش تولید پسماند و افزایش بازیابی مواد را مورد تأکید قرار می‌دهند (Calvo et al., 2007).

به طور کلی سلسله مراتب دفع پسماند عبارت است از (United Nations, 1992):

۱. کاهش پسماند در فرآیند تولید
۲. استفاده مجدد از محصولات برای افزایش کارایی آنها قبل از ورود به جریان پسماند
۳. بازیابی مواد و انرژی از پسماند (بازیافت، کمپوست و گرما از سوزاندن)
۴. قرار دادن باقی مانده مواد در محل های دفن که شامل روش‌های زیر می‌باشد:  
دفن بهداشتی، زباله‌سوزی، آسیاب کردن تولیدات غذایی، تغذیه دام و طیور، کمپوست، احیای زمین و فروش قراضه‌ها.

## ۲-۲-۶-۱. دفن بهداشتی

دفن بهداشتی عبارت از روش دفع مواد زاید جامد بدون ایجاد مشکلات یا خطرات زیست محیطی و بهداشتی است. ابتدا باید مکان دفن انتخاب شده و مورد بررسی‌های لازم قرار گیرد، تا از نظر زیست محیطی و سایر فاکتورهای دیگر مناسب این کار باشد. سپس باید مکان آماده شده و جاده‌های دسترسی، تأسیسات کنترل، زهکش و نقشه‌های حفاری و پرکردن محل آماده شوند، تجهیزات لازم انتخاب و عملیات شروع شود (عبدلی، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۹، عمرانی، ۱۳۷۷).

علی‌رغم این‌که سال‌ها از عمر دفن بهداشتی زباله‌های شهری می‌گذرد، و روش‌های دیگر دفع مواد، مثل احیای زمین و غیره نیز سال‌هاست که مورد توجه قرار گرفته‌اند، ولی هنوز هم دفن مواد در زمین متداول‌ترین روش دفع زباله‌های شهری در جهان است. تلنبار کردن زباله در گودال‌های سطحی و کوچک باعث آلودگی آب و هوا شده و مناطق مساعدی برای تکثیر و رشد حشرات، جوندگان و سایر ناقلان بیماری‌ها هستند (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱، عبدلی، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۹، عمرانی، ۱۳۷۷، Leao et al., 2004b).

### ۲-۲-۶-۲. زباله‌سوز

زباله‌سوزها معمولاً به دو صورت مورد استفاده قرار می‌گیرند: یکی در محل تولید و دیگری در محل جداگانه‌ای که برای این کار در نظر گرفته شده است.

محاسن این روش عبارتند از:

۱. نیاز به حداقل فضا
۲. کاهش حداکثر حجم زباله
۳. کاهش مسافت رفت و برگشت در مقایسه با دفن بهداشتی.

معایب این روش عبارتند از:

۱. بالا بودن سرمایه‌گذاری اولیه و مخارج جاری
۲. نیاز به محل دفن برای بقایای زباله سوخته
۳. مهم‌تر از همه آلودگی هوا (در صورت عدم مراقبت کافی) (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱ عبدلی، ۱۳۷۲، صادقی، ۱۳۸۱)

### ۲-۲-۶-۳. آسیاب کردن زایدات و پسماندهای مواد غذایی

پسماندهای مواد غذایی و آشپزخانه را می‌توان توسط آسیاب کردن و تخلیه آن در سیستم دفع فاضلاب، دفع نمود. از این آسیاب‌ها در رستوران‌ها، سوپرمارکت‌ها، خانه‌ها و ترمینال‌ها می‌توان استفاده کرد (عبدلی، ۱۳۷۲).

### ۲-۲-۶-۴. تغذیه دام و طیور

استفاده از زباله برای تغذیه دام و طیور در گذشته رواج داشته است، هم‌اکنون نیز این کار به روش غیرقانونی و غیربهداشتی در اطراف شهرهای بزرگ انجام می‌شود. پسماندهای مواد غذایی و صنایع تبدیلی مواد غذایی و محصولات کشاورزی در صورتی که تحت

ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

فرآیندهای تبدیلی مناسب و بهداشتی قرار گیرند، می‌توانند برای تغذیه دام و طیور استفاده شوند (عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷).

## ۲-۲-۶-۵. کمپوست

تولید کمپوست رابه نوعی استفاده مجدد از زباله می‌توان تعبیر کرد. در این جا هدف اصلی خارج کردن مواد آلی و تبدیل آن به کمپوست یا کود آلی می باشد. با توجه به روند فرسایش سریع خاک در ایران، می‌توان از کمپوست تولید شده در امور بهسازی و حفاظت از منابع خاک استفاده کرد.

مزایای این روش عبارتند از:

۱. تولید محصول نهایی با ارزش

۲. نیاز به زمین کم برای احداث کارخانه

معایب این روش عبارتند از:

۱. نیاز به محل دفن

۲. بالا بودن سرمایه‌گذاری اولیه

۳. عدم کنترل دقیق عملیات منجر به پراکندگی آلودگی در اراضی کشاورزی شده و مخاطرات بهداشتی به همراه دارد (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱، سیاح لاهیجی، ۱۳۷۲، عبدلی، ۱۳۷۲).

## ۲-۲-۶-۶. احیای زمین و فروش قراضه‌ها

این روش شامل پروسه‌های مختلفی مانند جداسازی دستی و یا مکانیکی مواد برای یافتن فلزات، شیشه، کاغذ، منسوجات، لباس‌های کهنه و سایر موادی است که می‌تواند فروخته شوند (عبدلی، ۱۳۷۱ و ۱۳۷۲).

انتخاب بهترین روش‌های دفع مواد شهری بسیار مهم است. فاکتورهای زیادی در این انتخاب دخیلند از جمله:

- جنبه‌های تکنیکی و محدودیت‌های هر روش
- شرایط آب‌وهوایی و محلی
- جنبه‌های بهداشت عمومی یا پتانسیل مخاطرات
- جنبه‌های اقتصادی روش
- رضایت‌مندی مردم (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱، عمرانی، ۱۳۷۷).

## ۲-۳. محیط زیست و طراحی سیستم جمع‌آوری و دفع بهداشتی زباله

مشکل جمع‌آوری و دفع بهداشتی زباله- به خصوص زباله شهری- در کنار فاضلاب شهری، از جمله مهم‌ترین مسائل زیست محیطی- بهداشتی در مقیاس ملی به شمار می‌آید. جمع‌آوری زباله در اکثر شهرها با نواقص آشکاری همراه است، و در شیوه دفع آن نیز عدم رعایت اصول اولیه بهداشتی- فنی بارز است. جمع‌آوری و دفع غیراصولی زباله شهری بیش از آن که یک موضوع زیست محیطی باشد، مسئله‌ای بهداشتی است. زیرا از این طریق بیش از هر چیز سلامت و بهداشت جامعه به خطر می‌افتد. وقتی موضوع دفع زباله مطرح می‌شود، مسئله زباله علاوه بر ابعاد بهداشتی، جنبه اکولوژیکی نیز می‌یابد، که در ایران چندان جدی گرفته نمی‌شود (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱، عبدلی، ۱۳۷۱، مجلسی، ۱۳۷۱).

در ایران مهم‌ترین روش دفع زباله، انباشت آن است (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱). در این مورد، همواره بخشی از طبیعت آزاد را به عنوان محل دفع در نظر می‌گیرند. در انتخاب محل دفع، فقط به جنبه‌های اقتصادی یعنی مسافت حمل‌ونقل زباله و میزان هزینه آن توجه می‌شود در حالی که پاسخگویی به نیازهای بهداشتی جامعه و عوارض زیست محیطی ناشی از دفع غیربهداشتی زباله از اهمیت بسزایی برخوردار است (عبدلی، ۱۳۷۱، مجلسی، ۱۳۷۱).

بدیهی است که پخش هر یک از اشکال زباله در محیط مستلزم انواع خطرات بهداشتی و زیست محیطی است. به همین دلیل باید تسریع در جمع‌آوری زباله از محیط‌های شهری و پرتراکم را یکی از ابتدایی‌ترین اصول حفاظت از محیط‌های شهری دانست. در نتیجه دفع غیربهداشتی زباله، محیط زیست به صورت‌های مختلف در معرض مخاطره قرار می‌گیرد (اکبریور، ۱۳۸۰، اندرودی، ۱۳۸۰، بهرام سلطانی، ۱۳۷۱).

### ۲-۳-۱. آلودگی محیط از حشرات، پرندگان و جوندگان

زباله برای زیست و زاد و ولد حشرات و جوندگان مضر مناسب‌ترین محیط است. بیماری‌هایی چون سالک، اسهال آمیبی و باسیلی، حصبه، وبا و بسیاری دیگر نتیجه انبارهای غیربهداشتی زباله می‌باشند. از جمله دیگر موارد بسیار خطرناک، حضور پرندگان و چرای دام بر روی زباله است (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱، عبدلی، ۱۳۷۱).

### ۲-۳-۲. آلودگی آب‌های سطحی، زیرزمینی و خاک

یکی از مهم‌ترین آلودگی‌های ناشی از انباشت غیربهداشتی زباله در محل، نفوذ شیرابه آن به داخل خاک و آلودگی خاک و منابع آبی است (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱، حیدرزاده، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۱ و ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷، مجلسی، ۱۳۷۱، وهاب زاده، ۱۳۸۲). این وضعیت در بسیاری از مناطقی که عمق سطح آب‌های زیرزمینی در آن جا کم است، معمول و شایع می‌باشد از جمله استان‌های ساحلی خزر و جنوب کشور.

### ۲-۳-۳. آلودگی هوا

آلودگی هوای ناشی از انبارهای غیربهداشتی زباله به دو صورت، آلودگی بو و آلودگی دود، به وجود می‌آید. بوی تعفن زباله، حاصل فساد مواد آلی موجود در آن و انتشار گازهای هیدروژن سولفور و متان است. خودسوزی زباله در ماه‌های گرم و آتش زدن آن به منظور کاهش



ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

حجم، باعث متصاعد شدن دود، انواع گازها و بخارات سمی مانند اسید کلریدریک می‌گردد (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱، صادقی، ۱۳۸۱، عبدلی، ۱۳۷۱ و ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷).

## ۲-۳-۴. آلودگی بصری

وجود انبوه زباله در گوشه و کنار طبیعت، در نزدیک شهرها و حتی در ورودی شهرها باعث آلودگی بصری می‌شود. مجموعهٔ مخاطرات بهداشتی- زیست محیطی یاد شده در بالا لزوم جمع‌آوری و دفع بهداشتی زباله از محیط‌های شهری را نشان می‌دهد. در مورد جمع‌آوری زباله، همواره این اصل حاکم است که زباله باید هر چه سریعتر از محیط شهری خارج شود (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱). در این ارتباط، مکانیزه شدن جمع‌آوری زباله به روند جمع‌آوری آن از سطح شهر سرعت بخشیده است. ولی استفاده از وسایل نقلیه موتوری در جمع‌آوری زباله، مستلزم وجود شبکه راه‌های مناسب است. در این زمینه تجربه نشان داده است که حمل‌ونقل زباله در قسمت بافت قدیمی شهرها، به دلیل فقدان راه‌های مناسب دچار اشکال می‌شود (عبدلی، ۱۳۷۱ و ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷). در مرحلهٔ بعدی، مقولهٔ دفع زباله مطرح می‌شود که انتخاب روش مناسب برای دفع بهداشتی زباله، تنها از طریق شناخت و تحلیل کمی و کیفی زبالهٔ شهری امکان‌پذیر است. این تحلیل باید به پرسش‌های زیر پاسخ گوید (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱):

- میزان تولید روزانهٔ زباله (برحسب وزن و حجم)

- میزان سرانهٔ تولید زباله

- مواد اصلی تشکیل دهندهٔ زباله

- تغییرات فصلی زباله

دفع زباله طبق هر یک از روش‌ها، نیازمند فضا و زمین مناسب است. از آن‌جا که تولید

زباله همواره تابعی از جمعیت و الگوی مصرف است، وسعت زمین موردنظر همواره بستگی

به دو عامل اخیر دارد. در مکان‌یابی محل دفع بهداشتی زباله باید به موارد زیر توجه شود (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، بهرام سلطانی، ۱۳۷۱، حیدرزاده، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷):

#### ۱. شناخت ساختار اکولوژیکی محیط طبیعی، با توجه خاص به:

- میزان بارندگی (در ارتباط با شیرابه زباله)

- بادهای غالب

- عمق سطح آب‌های زیرزمینی و فاصله تا آب‌های سطحی

- جنس و نفوذپذیری خاک

- فاصله تا مناطق تحت نظر سازمان حفاظت محیط زیست

#### ۲. وضعیت کاربری زمین در منطقه و حفظ فاصله مناسب تا:

- مراکز مسکونی

- مراکز تفریحی خارج از شهر

- کاربری‌های کشاورزی (زراعت، دام، طیور، شیلات و مانند آن‌ها)

- واحدهای تولیدی حساس (مواد غذایی، مواد دارویی و مانند آن‌ها)

علاوه بر این‌ها، محل موردنظر باید با شبکه توری و در پشت آن چند ردیف درخت کاری (متناسب با وضعیت محل) محصور شود تا از این طریق از پخش کاغذ و پلاستیک در محیط، و نیز ورود دام و افراد متفرقه جلوگیری به عمل آید و در عین حال با رشد تدریجی درختان، آلودگی بصری محیط نیز پوشیده شود.

با توجه به اهمیت ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی زباله‌های شهری، در فصول بعدی بیشتر به آن پرداخته می‌شود.

## ۲-۴. مفاهیم و ارزیابی دفن بهداشتی زباله‌های شهری

شاید ساده‌ترین راه دفع زباله‌های شهری، تخلیه و یا تلنبار کردن آن روی زمین و یا تخلیه در داخل گودال‌ها باشد. به همین دلیل هم اولین روش دفع، تلنبار کردن مواد بوده، ولی تلنبار کردن زباله در اطراف مناطق مسکونی همواره مورد اعتراض مردم بوده است، لذا جستجو برای یافتن زمین‌های مناسب در نزدیکی شهرها آغاز گردید (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱، حیدرزاده، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۲). از اوایل قرن بیستم، در شهرهای اروپا و آمریکا، مناطقی برای دفن زباله شهری در نظر گرفته شد. در این دوره بود که دفن بهداشتی و استفاده از ترانسه و پوشش مواد مطرح و مورد توجه قرار گرفت. اگرچه دفن در انتهای سلسله مراتب دفع زباله‌ها قرار دارد و اخیراً روش‌های جدیدی برای دفع زباله‌های شهری ایجاد شده است، ولی به نظر می‌رسد دفن، هنوز معمول‌ترین روش برای دفع زباله‌ها می‌باشد (Leao et al., 2001) و در خیلی از مناطق شهری، بهترین روش دفع زباله‌ها، دفن بهداشتی است. امروزه ایجاد محل دفن به دلیل رشد و توسعه مناطق شهری و افزایش مخالفت عمومی، مشکل‌تر شده است و به همین دلیل توصیه می‌شود که زمین دفن در جهت رشد و توسعه آتی مناطق مسکونی و شهری قرار نگیرد، بنابراین، یک مکان مناسب دفن بایستی اثرات زیست محیطی کم و پذیرش اجتماعی بالایی داشته باشد (Zyma, 1990).

در واقع رشد شهری همراه با افزایش جمعیت باعث افزایش تقاضای زمین محل دفن و از طرف دیگر، با توجه به معیار فاصله از مناطق مسکونی باعث کاهش عرضه زمین محل دفن می‌شود (غلامعلی فرد، ۱۳۸۵).

دفن بهداشتی، خصوصاً برای شهرهای کوچک و مناطق خشک و نیمه‌خشک، بهترین و شاید تنها راه دفع مواد باشد (عبدلی، ۱۳۷۲). لذا در برنامه‌ریزی و طراحی محل، باید به

نکاتی، از جمله عبور و مرور کامیون‌های زباله‌کش، پراکنده شدن آشغال‌ها در فضای اطراف جاده، سروصدا و بوی ناشی از کامیون‌ها و ریخت و پاش شیرابه در مسیر توجه نمود (عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷).

## ۲-۴-۱. مفاهیم دفن بهداشتی

عملیات دفن بهداشتی عبارت از ریختن مواد زائد جامد (زباله) در داخل ترانشه و یا گودال‌های طبیعی یا مصنوعی و یا ریختن آن بر روی زمین و متراکم کردن آن در حد امکان و سپس پوشیدن آن توسط خاک و یا سایر مواد پوششی به روش کاملاً سیستماتیک و بهداشتی است. در این روش از قوانین مهندسی برای فشرده کردن و تقلیل حجم مواد در حد امکان استفاده می‌شود. دفن بهداشتی، یک روش کاملاً قابل قبول و مطمئنی برای دفع زباله‌های شهری و به عنوان یک آلترناتیو در مقابل تلنبار زباله مطرح است. برنامه‌ریزی، طراحی، آماده‌سازی و هدایت صحیح عملیات و رعایت اصول مهندسی و مراقبت‌های دائمی از جمله نکات اصلی و وجه تمایز بین تلنبار کردن زباله و دفن بهداشتی است. عدم رعایت نکات فوق می‌تواند دفن بهداشتی را به تلنبار کردن زباله و یا دفن در زمین تبدیل کند. آلودگی آب مهم‌ترین خطر زیست محیطی ناشی از دفن بهداشتی است که ممکن است ایجاد شود.

یک محل دفن بهداشتی خوب دارای چندین محاسن است:

۱. اقتصادی است.
۲. به سرمایه‌گذاری اولیه نسبتاً کمی نیاز دارد.
۳. ممکن است زمین‌های غیرقابل استفاده را به این وسیله احیا کرد.
۴. تقریباً هیچ‌گونه آلودگی هوا ایجاد نمی‌کند.
۵. بعد از پر شدن محل، می‌توان از زمین آن دوباره استفاده کرد.

معایب این روش عبارتند از:

۱. نسبت به سایر روش‌ها نیاز به مسافت رفت و برگشت زیادتر و صرف زمان بیشتر است.
۲. نیاز به زمین بیشتری نسبت به سایر روش‌ها دارد.

۳. امکان توقف عملیات در شرایط نامناسب اقلیمی وجود دارد (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱، عبدلی، ۱۳۷۶، کاظمی، ۱۳۷۵، مجلسی، ۱۳۷۱).

## ۲-۴-۲. اطلاعات موردنیاز برای دفن بهداشتی

دفن بهداشتی زباله‌های شهری، همانند هر پروژه مهندسی دیگر، به اطلاعات پایه و برنامه‌ریزی دقیق نیازمند است. اعمال مدیریت قوی و سیستماتیک در شروع پروژه، انتخاب محل، مراحل آماده‌سازی و زمان بهره‌برداری، در موفقیت دفن بهداشتی بسیار مؤثر است (عبدلی، ۱۳۷۲). آنالیز کمی و کیفی زباله و در نتیجه شناخت ترکیبات زباله و نوع ترکیب مواد (مواد فسادپذیر و فسادناپذیر، قابلیت تراکم پذیری مواد، درصد رطوبت، مواد زاید حجیم، مواد زاید ویژه بیمارستانی، مواد زاید صنعتی و غیره) در چگونگی دفن زباله ضروری است. تعیین کمیت مواد در تخمین عمر مفید جایگاه و ظرفیت پذیرش روزانه جایگاه لازم است (عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۴). آگاهی از تغییرات کمی و کیفی مواد تولیدی در طول سال نیز در انتخاب و خرید تأسیسات و تجهیزات، ضروری می‌باشد (عبدلی، ۱۳۷۲).

## ۲-۴-۳. آنالیز مواد زاید جامد برای دفن بهداشتی

دانستن ترکیبات فیزیکی و شیمیایی مواد زاید جامد برای دفع به روش دفن بهداشتی، به اندازه دفع به روش‌های کمپوست و زباله‌سوزی مهم نیست. انعطاف‌پذیری دفن بهداشتی در برابر ایجاد نوسانات در کمیت و کیفیت زباله نقش مهمی در محبوبیت دفن بهداشتی دارد.

دو فاکتور مهم در کمیت زباله برای دفن بهداشتی عبارتند از:

۱. مقدار مواد فسادپذیر و متعاقباً نرخ فسادپذیری آن‌ها.

۲. دانسیته مواد متراکم شده قبل و بعد از تجزیه و فساد (عبدلی، ۱۳۷۲، مجلسی و نوری، ۱۳۷۱).

## ۲-۴-۴. انتخاب محل دفن

انتخاب مکان دفن مواد زاید در یک ناحیه شهری موضوع مهم در فرایند برنامه ریزی شهری می باشد. متأسفانه در حال حاضر، توجه کمتری به دانش مهندسی در مکان‌یابی دفن شده است. به نظر می‌رسد اجرای دانش مهندسی مرحله مهم و کافی در مدیریت دفع پسماند و کاهش اثرات خطرناک آن بر روی محیط زیست باشد (Akbari et al., 2008). انتخاب زمین مناسب برای دفن زباله شهری، مهم‌ترین فاکتور در دفن بهداشتی محسوب می‌شود. امروزه ایجاد محل دفن به دلیل قوانین محیط زیستی محدود کننده، رشد نواحی شهری و افزایش مخالفت عمومی با محل دفن، مشکل‌تر شده است (Di Nino and Baetz, 1996). زمین موردنظر نباید در جهت توسعه آبی شهر و امکان رشد صنایع قرار گیرد. انجام ارزیابی زیست محیطی در مورد تعیین محل دفن بهداشتی و بررسی همه جانبه آن الزامی است. لذا با توجه به اهداف محل و وظایف آن باید نسبت به تعیین مکان مناسب اقدام کرد. فرآیند انتخاب مکان معمولاً یکی از حساس‌ترین مراحل چرخه تصمیم‌گیری مدیریت مواد زاید است. در بسیاری از کشورهای توسعه یافته، فرایند مکان‌یابی پنج سال یا بیشتر طول می‌کشد که به شرایط ویژه محلی بستگی دارد (ISWA, 1998). پس انتخاب محل دفن، مهم‌ترین قدم برای ایجاد و توسعه یک برنامه رضایت‌بخش دفن است. در صورت امکان، محل دفن زباله‌های شهری باید هنگام تهیه طرح جامع، تعیین و زمین آن خریداری گردد (عبدلی، ۱۳۷۲).

برای مناسب بودن زمین محل دفن، بایستی فاکتورهای زیادی را ارزیابی نمود. نوع زمین انتخابی، بر طراحی و عملیات بهره‌برداری و ابزار موردنیاز، اثر مستقیمی می‌گذارد.

## خلاصه

موضوع مدیریت پسماندها و یکی از محورهای اصلی و بسیار مهم توسعه پایدار است که در شهرهای ایران، مسئولیت مستقیم این مدیریت به عهده شهرداری‌ها می‌باشد. عناصر موظف این سیستم شامل تولید، جابجایی، پروسه و ذخیره در محل، جمع‌آوری، حمل‌ونقل، پروسه، بازیافت و دفع می‌باشد که حدود ۸۰ درصد کل مخارج مدیریت زباله‌ها، مربوط به جمع‌آوری است. در حال حاضر یکی از مسایل مهم مدیریت اجرایی پسماند، دفع پسماند می‌باشد و دفن مواد در زمین متداول‌ترین روش دفع زباله‌های شهری در جهان است. جمع‌آوری و دفع غیراصولی زباله شهری بیش از آن که یک موضوع زیست محیطی باشد، مسئله‌ای بهداشتی است. بهترین روش دفع زباله‌ها، دفن بهداشتی است. فرآیند انتخاب مکان دفن معمولاً یکی از حساس‌ترین مراحل چرخه تصمیم‌گیری مدیریت موازید است که انتخاب یک مکان مناسب دفن بایستی اثرات زیست محیطی کم و پذیرش اجتماعی بالایی داشته باشد. انجام ارزیابی زیست محیطی در مورد تعیین محل دفن بهداشتی و بررسی همه جانبه آن الزامی می‌باشد. اعمال مدیریت قوی و سیستماتیک در شروع پروژه، انتخاب محل، مراحل آماده‌سازی و زمان بهره‌برداری، در موفقیت دفن بهداشتی بسیار مؤثر است.

## خودآزمایی

۱. بر اساس ماده ۲ قانون مدیریت پسماندها، پسماندها چه موادی هستند؟ انواع آن را ذکر کنید.



ارزیابی و مکان یابی دفن بهداشتی مواد ...

۲. عناصر سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری کدامند؟ مسئولیت مستقیم مدیریت این سیستم به عهده چه ارگانی می باشد؟
۳. روش های مختلف دفع زباله های شهری را نام ببرید؟
۴. مفهوم دفن بهداشتی زباله شهری چیست و چگونه آن را ارزیابی می کنید؟



## فصل سوم

مکان‌یابی دفن بهداشتی

زباله‌های شهری

## اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می باشد:

۱. روش های متداول انتخاب محل دفن
۲. عوامل مؤثر در مکان یابی دفن
۳. وضعیت کنونی مکان های دفن در ایران
۴. معیارهای انتخاب محل دفن

## مقدمه

تا سال ۱۹۳۳ که دفن مواد زائد جامد بر اساس رأی دادگاهی در آمریکا ممنوع گردید، دفن مابقی زایدات در خاک به عنوان تنها بستر محیطی پذیرنده این مواد، ادامه یافت. تا اوایل قرن گذشته، روش متداول دفع مواد زائد، تلنبار نمودن آن در گوشه و کنار خیابان بود که متأسفانه هنوز در کشورهای در حال توسعه مشاهده می‌گردد. اولین و ساده‌ترین روش مواد زائد جامد، در سال ۱۹۴۰ در آمریکا انجام شد و به تدریج در سایر کشورها رواج گردید. عملیات دفن زایدات تا نیمه قرن گذشته مبتنی بر روش‌های مهندسی و حفاظت از محیط زیست نبود، تا اینکه از سال ۱۳۵۰ به بعد طی یکی دهه، روش دفن بهداشتی توسعه قابل ملاحظه‌ای پیدا کرد و هنوز به عنوان روش دفع مواد زائد جامد در دنیا (مخصوصاً در کشورهای در حال توسعه) محسوب می‌شود. دفن بهداشتی یعنی تخلیه، پخش در زمین، تراکم سازی و پوشاندن سریع زایدات با مواد پوششی، نظیر خاک است، تا با این روش از آلودگی‌های زیست محیطی و مخاطرات بهداشتی جلوگیری شود (عبدلی، ۱۳۷۶، عمرانی، ۱۳۷۷، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

مکان انتخابی برای انجام عملیات دفن بهداشتی باید به گونه‌ای باشد که مخاطرات بهداشتی عمومی و اثرات سوء بر محیط زیست به حداقل برسد و بتوان آن را با حداقل هزینه مورد استفاده قرار داد. بنابراین باید جنبه‌های بهداشتی و ایمنی محیط زیست طبیعی، شرایط اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی منطقه مورد بررسی قرار گیرد و از میان گزینه‌های مختلف، بهترین مکان انتخاب گردد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، حیدرزاده، ۱۳۷۸). به طور کلی ایجاد محل دفن در نزدیکی مناطق مسکونی به هیچ وجه قابل توجیه نیست و به همین دلیل معیار فاصله از مناطق مسکونی به

عنوان یکی از مهم‌ترین معیارهای مکان‌یابی محل دفن به شمار می‌آید (غلامعلی فرد، ۱۳۸۵).

### ۳-۱. دسته‌بندی عوامل مؤثر در مکان‌یابی دفن

مشکل دفع مواد زاید جامد همواره و از سال‌های دور گریبان‌گیر بشر بوده است. شاید ساده‌ترین و ممکن‌ترین راه حلی که برای رفع این معضل در ابتدا به نظر می‌رسید، تلنبار نمودن زباله در زمین‌های پست خارج از محدوده شهر و سپس سوزاندن آن به منظور جلوگیری از آلودگی بود. مدت‌ها این روش بدون توجه به اثرات سوء آبی و آبی آن، به عنوان عملی‌ترین روش در نقاط مختلف جهان بکار می‌رفت (و کماکان نیز در برخی از کشورهای جهان انجام می‌گیرد)، تا اینکه موضع‌گیری در برابر مشکلات و مسایل ناشی از دفع زباله در مکان‌های مذکور سبب شد تا در برخی کشورهای جهان مکان‌های تخلیه و دفع رو باز به سرعت جای خود را به محل‌های دفن بهداشتی جدید دهند (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱، شکرایی، ۱۳۸۱، عبدلی، ۱۳۷۲). دفن مواد زاید جامد در واقع آخرین گزینه دفع در مدیریت مواد زاید جامد می‌باشد (عبدلی، ۱۳۷۲). نسبت به دیگر روش‌های دفع، هنوز دفن مواد زاید جامد از اهمیت و مطلوبیت بیشتری برخوردار است و تاکنون جایگزین کامل و مناسبی برای آن یافت نشده است؛ چراکه دیگر روش‌های مرسوم دفع (نظیر انواع کمپوست و زباله‌سوزی) یا فرایند کند داشته و یا هزینه بالایی را شامل می‌شوند و همچنین به نوعی گزینه نهایی به حساب نمی‌آیند. از سوی دیگر با گذشت زمان و بروز مشکلات جدی ناشی از روش‌های غلط دفن، روز به روز روش‌های دفن به صورت فنی‌تر و مطمئن‌تر بهینه شدند. به عنوان مثال، تولید دود و بوی نامطبوع که از مهم‌ترین مشکلات دفن زباله و سوزاندن نامناسب آن می‌باشند، منجر به وضع مقرراتی برای منع سوزاندن

زباله‌ها در محل دفن گردید. همچنین مشکل مربوط به حشرات، جوندگان، از بین رفتن زیبایی محیط نیز سبب گردید تا بکارگیری پوشش روزانه در محل دفن الزامی شود. قابلیت احتراق و نشت زباله‌ها نیز به افزایش کوشش‌هایی جهت متراکم نمودن زایدات انجامید و در نهایت قابلیت آلوده‌سازی آب‌های سطحی و زیرزمینی هم منجر به ایجاد خاکریز، پوشش روزانه، آستر و سیستم‌های جمع‌آوری شیرابه گردید (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱، صادقی، ۱۳۸۱، عبدلی، ۱۳۷۱ و ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷).

نتیجه‌نهایی این تغییرات و عوامل دیگر، تکامل قابل توجهی در مکان‌های دفن مواد زاید جامد بوجود آورد. با وجود این موضوع دفن بهداشتی در ایران مبحث جدیدی به شمار می‌آید چرا که در اکثر مناطق ایران کماکان زباله به صورت تلبار، سوزاندن و در بهترین شرایط به صورت دفن غیر بهداشتی دفع می‌گردد. متأسفانه تلقی نادرست از دفن بهداشتی باعث شده است که متولیان مدیریت مواد زاید جامد شهری صرفاً حفر یک گودال، قرار دادن زباله در آن و پوشاندن آن با خاک را یک دفن بهداشتی بدانند، در حالی که دفن بهداشتی مواد زاید مقوله‌ای است دارای مراحل دقیق (اعم از انتخاب مکان، آماده‌سازی و بهره‌برداری از آن)، که هرکدام نیاز به انجام مطالعات و اعمال مدیریت صحیح دارند. در هر حال نکته مهم این است که از دیدگاه اکثریت مردم یک محل دفن زباله، مکان نامطلوبی بوده و طرز تلقی مردم به ویژه نسبت به مکان‌های دفنی که در مجاورت محل کار یا زندگی‌شان باشد، منفی است (عبدلی، ۱۳۷۹، عمرانی، ۱۳۷۴).

در هر صورت، با توجه به جایگاه دفن (خصوصاً نوع بهداشتی آن) لزوم انجام مطالعات و تحقیقات لازم در زمینه مکان‌یابی واحداث مکان‌های دفن بیش از پیش احساس می‌شود. در این میان مرحله مکان‌یابی از مهم‌ترین مراحل است چرا که یک مکان‌یابی مناسب می‌تواند بسیاری از مشکلات قابل‌پیش‌بینی در یک محل دفن را به شکل قابل‌توجهی مرتفع

سازد؛ این مشکلات نه تنها جنبه های زیست محیطی و اجتماعی بلکه جنبه اقتصادی آن را شامل می‌شود. بدین لحاظ شناخت و دسته بندی معیارها و محدودیت های مکان یابی محل دفن از اهمیت ویژه ای برخوردار خواهد بود.

### ۳-۱-۱. زباله‌های خطرناک و مکان های دفن ویژه

در کنار تولید زباله های شهری و خانگی، فعالیت صنایع گوناگون مستقر در شهرها و اطراف آن منجر به تولید مقادیر بسیار زیادی زباله های صنعتی می‌گردد. بخش قابل توجهی از زباله‌های تولید شده بوسیله صنایع، قابل بازیافت، استفاده مجدد و یا بازگردش به صنعت نمی باشد و بایستی دفع گردد. به علت کاربرد ترکیبات شیمیایی و سمی در اغلب صنایع، متأسفانه زباله های تولیدی نیز عموماً دارای خواص و ویژگی های خطرناکی نظیر سمیت، عفونت زایی، انفجار و اشتعال پذیری، خوردگی شدید، سرطان زایی و یا جهش زایی و حتی پرتوزایی می باشند که رها سازی و دفع مستقیم این نوع مواد زاید را به محیط طبیعی بسیار محدود و مخاطره آمیز می نماید. از طرفی با توجه به رشد و گسترش روز افزون صنایع، همه روزه بر حجم زباله های صنعتی افزوده شده و دفع آن را به محیط دشوارتر و پیچیده تر می نماید. بر خلاف زباله های شهری، برای زباله های صنعتی روش‌های دفع، بسیار محدود و پرهزینه هستند.

از این رو در اغلب نقاط جهان، به عنوان مناسب ترین روش، دفن مهندسی این نوع زباله رواج یافته است. مهم‌ترین مشکل ناشی از رهاسازی یا دفن نامناسب زباله های صنعتی آزاد شدن ترکیبات سمی و ورود آن به بخش های مختلف محیط زیست نظیر آب، خاک، هوا، گیاهان و جانوران است. تبعات ناشی از ورود ترکیباتی نظیر سموم آلی و فلزات سنگین و مواد شیمیایی تجزیه ناپذیر (به صورت زیستی) به چرخه های طبیعی غذا و آب آنقدر

مخاطره آمیز و خطرناک است که الزامات و قوانین سخت گیرانه ای در سراسر جهان برای این ضایعات بوجود آمده است (اندرودی، ۱۳۸۰، خاتمی، ۱۳۷۸، عبدلی، ۱۳۷۲، کاظمی، ۱۳۷۵).

مدیریت مواد زاید خطرناک شامل مراحل ششگانه مدیریت مواد زاید شهری می باشد، اما به دلیل خواص ویژه ای که این مواد دارند، دو مرحله کاهش سمیت و تقلیل پتانسیل ایجاد مخاطرات و مراقبت های بعد از دفع را بایستی به آنها اضافه نمود. بنابراین زباله های خطرناک قبل از دفن باید پروسه شده و کاملاً پایدار و یا تثبیت شوند. سپس به صورت مطمئنی بسته بندی شده و برای دفن نهایی مهیا شوند. در مرحله آخر، زباله های تثبیت و بسته بندی شده با روش های مهندسی در درون خاک دفن می شوند. هر چند کلیات دفن این زباله ها مشابه با زباله های شهری است اما تمهیدات و ملاحظات فنی و مهندسی بسیار دقیقی که در انتخاب محل دفن، آماده سازی محل، مدفون سازی و پوشش و نگهداری از آن بایستی رعایت شوند، این جایگاه های دفن را از سایر محل های دفن بهداشتی زباله های شهری متمایز نموده است (خاتمی، ۱۳۷۸، عبدلی، ۱۳۷۲، کاظمی، ۱۳۷۵).

### ۳-۱-۲. عوامل مؤثر در مکان یابی دفن

بطور کلی یک محل دفن باید در مکانی استقرار یابد که از جهات گوناگون اعم از زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی کمترین ضرر را به وجود آورد. به جرأت می توان گفت که یک مکان یابی صحیح می تواند بیش از نیمی از نگرانی های موجود برای یک محل دفن را مرتفع سازد. در جدول (۳-۱) فهرستی از مجموعه مسائلی که در زمینه مکان یابی یک محل دفن وجود دارد، ارائه شده است.

بررسی اقتصادی، کمی و کیفی مواد زائد تولیدی، زیبا شناختی و مقبولیت عمومی، توپوگرافی، وضعیت اقلیمی، زمین شناسی و خاک، ارزیابی هیدرولوژی زمین دفن، بررسی



## ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

فاصله محل جمع‌آوری تا مرکز دفن (فاصله حمل) و نحوه دسترسی به جاده‌های اصلی، بررسی زمین از نظر دسترسی به آب، برق و تسهیلات تصفیه فاضلاب و در نهایت بررسی موقعیت زمین از جهت استفاده کنونی و آتی، از مهم‌ترین مواردی است که در گزینش مکان‌های دفن مؤثر می‌باشند (حیدرزاده، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۱، عمرانی، ۱۳۷۷، مجلسی، ۱۳۷۱).

همانند کلیه اقدامات زیست محیطی، انتخاب و طراحی مکان‌های دفن بهداشتی زباله‌ها نیز با اهداف زیر صورت می‌گیرد:

۱. به حداقل رساندن خطر برای سلامت عموم در محل.
۲. به حداقل رساندن تأثیرات منفی محل مورد نظر بر محیط زیست
۳. محل مورد نظر بالاترین سطح خدمات را برای کاربران از نظر تجهیزات و تسهیلات فراهم آورد.
۴. محل مورد نظر حداقل هزینه را برای کاربران دارا باشد (Mc Bean et al., 1995).  
البته همواره باید در نظر داشت که بسیار غیر محتمل است که محل تعیین شده تمام نگرانی‌های موجود را مرتفع سازد. بنابراین در انتخاب مکان مناسب، سعی بر آن است که گزینه بهینه به نحوی که کمترین تأثیرات نامطلوب را به دنبال داشته باشد معین گردد. در این حالت باید یک محل در مقایسه با مکان‌های دیگر مشخصات بهتری داشته باشد. برای این منظور لازم است که از ابزاری ویژه جهت تشخیص پر اهمیت‌ترین آثار، به منظور هدفمند نمودن فرآیند مکان‌یابی، استفاده شود، یعنی صفات و خصوصیات مورد نظر از طریق بکارگیری روش‌های خاص اولویت‌بندی گردند (جدول شماره ۳-۲). در این خصوص استفاده از یک سری سؤالات طبقه‌بندی شده، بسیار راهگشا خواهد بود، بطوری

که با کمک آنها عوامل مؤثر در مکان یابی محل دفن و معیارهای مربوط به آنها بررسی می‌گردد (حیدرزاده، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۲).

ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

جدول شماره ۳-۱: مسائل مربوط به مکان‌یابی محل دفن زباله

معضل	نگرانی (موضوع)	خطر برای	تأثیر بر
الف) آلودگی آب	۱. چاه‌ها ۲. نهرها، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و غیره	انسان (سلامت) انسان (سلامت) حیات آبخوان حیات گیاه حیات جانور	آب زیرزمینی آب سطحی آب سطحی/ زیرزمینی آب سطحی/ زیرزمینی آب سطحی/ زیرزمینی
ب) آلودگی هوای محل	۱. بو ۲. مواد شیمیایی ۳. فیزیکی (گاز متان) ۴. سر و صدا ۵. گرد و غبار ۶. دود ۷. گازهای گلخانه‌ای	انسان (زیبایی شناسی) انسان (سلامت) گیاهان انسان (انفجار) گیاهان انسان (زیبایی شناسی) انسان (زیبایی شناسی - سلامت) انسان (زیبایی شناسی - سلامت) انسان (اقلیم جهانی)	جو جو جو خاک، سنگ یا جو خاک و سنگ جو جو جو جو
ج) تعارض با حیات وحش	۱. پرندگان ۲. حیوانات	انسان (رفت‌وآمد هواپیما، مزاحمت) انسان	جو تماس مستقیم
د) انتقال	۱. تصادفات ۲. سر و صدا ۳. گرد و غبار	انسان (سلامت) انسان (زیبایی شناسی) انسان (زیبایی شناسی)	محور حمل و نقل جو جو
ه) اجتماع	۱. زیبایی شناسی محل ۲. کاربری هماهنگ زمین	مالکان زمین مجاور مالکان زمین مجاور	کاهش لذت از زندگی کاهش لذت از زندگی
و) اقتصاد	۱. انتقال و ارسال زایدات ۲. هزینه کلی ۳. هزینه بهره‌برداری ۴. گنجایش و عمر ۵. ارزش زمین ۶. در دسترس بودن پوشش	مالیات دهندگان مالیات دهندگان مالیات دهندگان مالیات دهندگان مالکان زمین مجاور مالیات دهندگان	کاهش در آمد کاهش درآمد کاهش درآمد کاهش درآمد کاهش دارایی خالص کاهش درآمد

جدول شماره ۳-۲: ترتیب تقدم گروهی و پدیده های ارزیابی مورد استفاده به منظور تمایز بین مکان ها

ردیف	گروه متقدم	درصد اهمیت*	پدیده های مورد ارزیابی
۱	ایمنی و سلامت عمومی	۳۳/۴	هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، خدمات ایمنی ترافیک و بهره برداری
۲	محیط زیست طبیعی	۲۰/۴	بیوفیزیکی، کشاورزی
۳	محیط زیست اجتماعی	۱۵/۵	تأثیر بر اجتماعات، تأسیسات جمعی، بو، گرد و غبار، سر و صدا، تأثیرات بصری و هماهنگی کاربری زمین
۴	محیط زیست فرهنگی	۱۵/۴	پدیده های تاریخی، باستان شناسی
۵	هزینه های اقتصادی	۱۵/۳	پول (ریال، دلار و غیره)

\*درصدهای ذکر شده بر اساس جمع آوری نظرات متخصصان تهیه شده است.

منبع: (Mc Bean et al., 1995)

### سوالات در ارتباط با مکان یابی محل دفن

- کاربری فعلی زمین، برنامه ریزی و ناحیه بندی در محل پیشنهادی چیست؟
- کنترل های مکانی دولت بر کاربری مجاز زمین در محل چیست؟
- توانایی دسترسی به محل چقدر است (چه کسی مالک آن است)؟
- ملاحظات اقتصادی در ارتباط با هزینه های حمل و نقل، هزینه های کلی و راهبری و قیمت زمین های واگذار شده کدامند؟
- شرایط و نوع خاک های محل چگونه است؟
- چه نهرها، رودخانه ها، دریاچه ها و منابع آبی در آن نزدیکی وجود دارند که ممکن است بوسیله رواناب سطحی یا زیر سطحی تحت تأثیر قرار گیرند؟

- چه مسیله‌ها و محل‌های سیل‌گیری در آن نزدیکی وجود دارند؟
  - چه پارک‌ها، فضاهای باز و تفریح‌گاه‌هایی در آن نزدیکی هستند؟
  - چه شرایط زمین‌شناسی، هیدروژئولوژیکی و زیرسطحی ای حاکم است؟ آیا هیچ ناپایداری در بستر وجود دارد؟
  - آیا خاک دارای ظرفیت تبادل یونی بالایی برای کاهش آلاینده‌ها می‌باشد؟
  - آیا آبخوان‌های ویژه تغذیه در آن نزدیکی وجود دارند؟
  - آیا آثار باستان‌شناسی و تاریخی در محل وجود دارند؟
  - آیا گونه‌های در معرض خطر گیاهی یا حیوانی در محل (یا در نزدیکی محل) وجود دارد؟
  - آیا تالاب‌هایی در آن نزدیکی وجود دارند که تحت تأثیر قرار گیرند؟
  - آیا الگوهای ترافیک قادر به استفاده از افزایش مورد انتظار بدون ایجاد ناسازگاری‌های زیاد از حد محلی هستند؟ میزان نزدیکی به جاده‌های اصلی چقدر است؟ آیا محدودیت‌های بار در جاده‌ها وجود دارد؟
  - ملاحظات زیبایی‌شناختی در ارتباط با بو، سروصدا و غبار برای ساکنین مجاور چیست؟
  - آیا فرودگاه‌هایی در آن نزدیکی وجود دارند که از اجتماع پرندگان موجود در محل دفن تحت تأثیر قرار گیرند؟
  - آیا آبخوان‌های محصور یا آزاد در اعماق کم وجود دارند؟
  - چه کاربردهای نهایی بالقوه‌ای برای محل تکمیل شده متصور است؟
- در هر حال بنا بر مطالب ذکر شده، قبل از مرحله تصمیم‌گیری برای انتخاب محل دفن، باید مطالعات وسیعی انجام داد، که در ذیل برخی از مهم‌ترین زمینه‌های مطالعاتی، مورد بررسی قرار گرفته است:

با اینکه همواره بررسی های اقتصادی و برآورد هزینه های یک طرح از مهم ترین مراحل در تمامی امور مهندسی و طراحی است، اما در فرآیند مکان یابی این موضوع در درجه آخر اهمیت قرار دارد (جدول شماره ۳-۲)، چرا که در مقایسه با دیگر عوامل می توان تا حدی از آن چشم پوشی کرد. البته این امر دلیلی بر عدم انجام مطالعات اقتصادی در طرح مکان یابی محل دفن نمی باشد، زیرا در برخی گزینه های مشابه، این مسائل اقتصادی است که انتخاب نهایی را ممکن می سازد (عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷).

قسمت اعظم هزینه در فرآیند مکان یابی را خرید زمین تشکیل می دهد و باید در نظر داشت که همیشه یک زمین ارزان بهترین زمین نیست، چرا که ممکن است مخارج بعدی آن نظیر آماده سازی، بالا باشد. از این رو در ارزیابی هزینه، همه موارد هزینه بر باید در نظر گرفته شود. همچنین گاهی اوقات لازم است به جای خرید زمین آن را برای مدتی اجاره کرد.

به غیر از قیمت زمین سایر هزینه ها عبارتند از: سرمایه گذاری در زمینه بررسی عوامل فیزیکی و زیست محیطی محل دفن (از قبیل توپوگرافی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی، خاک شناسی، نقشه برداری) و نیز مخارج آماده سازی فیزیکی و احیاء توسعه زمین (مانند تمیز کردن، خاک برداری، پوشش و عایق کاری کف، احداث زهکشی و جاده های فرعی، احداث تسهیلات و آب رسانی، برق رسانی، تلفن و حصار)، همچنین هزینه پرداخت دستمزد کارگران و بیمه آنها، هزینه حمل و نقل مواد زاید و خاک پوششی، هزینه احداث ساختمان های رفاهی و اداری و در نهایت هزینه تعمیر و نگهداری، و نیز استقرار تجهیزات لازم نظیر دستگاه های مورد نیاز برای پایش زیست محیطی از جمله موارد قابل توجه و بررسی می باشند (شکرای، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

### ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

تا حد امکان باید سعی شود که محل دفن دور از انظار و مراکز جمعیتی باشد و زیبایی ظاهری یک منطقه را خدشه‌دار ننماید، همچنین هیچ گونه مزاحمتی برای ساکنین اطراف ایجاد نکند. در پاره‌ای مواقع به علل گوناگون، مثلاً کمبود زمین مناسب، لازم می‌شود که محل دفن فاصله چندانی با مناطق مسکونی نداشته باشد که در این صورت به احتمال قریب به یقین اعتراض ساکنان را به دنبال خواهد داشت. لذا در این گونه مواقع اولین قدم قبل از اجرای طرح این است که در مورد روش دفن بهداشتی به مردم اطراف زمین مورد نظر از راه‌های گوناگون آگاهی‌های لازم داده شود. موارد مورد اعتراض مردم عموماً شامل: احتمال سرایت آلودگی به چاه‌ها و قنات‌ها و زمین‌های کشاورزی، ایجاد بوی نامطبوع، آتش‌سوزی، وجود حشرات، پرندگان و حیوانات، پراکندگی زباله‌های سبک، سر و صدا، گرد و غبار و حتی کاهش بهای زمین و خانه‌های اطراف محل دفن می‌باشد که از طریق آموزش صحیح تا حدودی قابل حل است (حیدرزاده، ۱۳۷۸، مجلسی و نوری، ۱۳۷۱، McBean, 1995).

### ۳-۱-۲-۳. توپوگرافی محل دفن

تعیین توپوگرافی محل دفن، به دلیل مؤثر بودن بر نوع عملیات، روش دفن، طراحی زهکشی‌های منطقه دفن، نوع تجهیزات مورد نیاز، تعیین تراز آب‌های زیر زمینی، تعیین نوع استفاده آبی از زمین، پیش‌بینی توسعه اقدامات آبی و توسعه تجهیزات دفن با ارزش و مهم است.

معمولاً مناطق مرتفع و مسطح (با شیب کم) در صورت داشتن سایر شرایط نظیر نفوذناپذیری خاک، مناسب‌ترین مکان‌ها هستند. چنین زمین‌هایی در آینده می‌توانند به عنوان مناطق صنعتی و یا تفریحی مورد استفاده قرار گیرند. زمین‌های گود و پست اگر چه قابلیت پذیرش مقادیر بیشتری از مواد زاید را دارند، به دلیل آنکه پایین‌تر از سطح زمین

قرار گرفته اند، بیشتر در معرض سیلاب ها می باشند و در اثر جاری شدن آب، این گونه زمین ها به تدریج فرسایش می یابند. به همین جهت در صورتی که برای دفن مواد زاید، زمین های دره ای شکل انتخاب شوند، جهت جلوگیری از جاری شدن آب در آن و فرسایش خاک، طراحی زهکشی های سطحی ضروری است (حیدرزاده، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۲، کاظمی، ۱۳۷۵).

شایان ذکر است که معادن متروکه ای که از بستر رسی یا شیلی برخوردارند، نیز جهت دفن مواد زاید مناسب اند (مانند معادن زغال سنگ)، دیگر اینکه در مناطق تالابی و ساحلی دفن مواد زاید معقول نمی باشد زیرا علاوه بر ایجاد مسائل زیست محیطی، در سیستم اکولوژیک منطقه نیز اختلال ایجاد می کند.

همان گونه که اشاره شد با تعیین توپوگرافی زمین، می توان نوع روش دفن را تعیین نمود. روش دفن ممکن است سطحی، گودالی (ترانشه ای) و یا ترکیبی از این دو باشد. روش سطحی در مناطقی که سطح آب زیرزمینی بالاست کاربرد بیشتری دارد، در حالی که روش گودالی در مناطقی استفاده می شود که سطح سفره آب زیرزمینی پایین و خاک پوششی مناسب و کافی داشته باشد. برای زمین های دارای پستی و بلندی روش ترکیبی مناسب است، در این روش معمولاً به علت عدم کفایت، خاک پوششی باید از محل دیگری تأمین گردد (حیدرزاده، ۱۳۷۸، مجلسی و نوری، ۱۳۷۱).

### ۳-۱-۲-۴. شرایط اقلیمی محل دفن

از مهم ترین پارامترهای اقلیمی که در ارزیابی محل دفن می توان به آن اشاره کرد، باد، دما و نوسانات حرارتی و بارندگی است. باد عامل مهمی در تعیین مکان دفن به شمار می رود (عبدلی، ۱۳۷۲). به طور کلی تا آنجا که ممکن است باید از انتخاب مکان های بادخیز اجتناب نمود، چرا که وجود باد در این مناطق علاوه بر ایجاد گرد و غبار حاصل از عملیات



### ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

خاکی و انتشار آلاینده‌های مختلف ناشی از زباله‌ها به نقاط دیگر، باعث پراکنده شدن اجسام سبک مانند کاغذ و پلاستیک می‌گردد. لذا جهت جلوگیری از ایجاد چنین مشکلاتی باید با در نظر گرفتن مسیر بادهای غالب، بادشکن‌هایی احداث نمود یا حصارهایی جهت جلوگیری از پراکنده شدن اجسام سبک، به صورت ثابت و یا متحرک ایجاد کرد (حیدرزاده، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۲، غلامعلی فرد، ۱۳۸۵).

دانستن دامنه نوسانات دمایی در انجام عملیات مؤثر است چرا که در شرایط زمستانی و یخبندان، امکان حفر زمین تقریباً غیر ممکن است. به همین جهت با در نظر گرفتن آب و هوای محل دفن، باید همیشه گودال‌هایی حفر شده و از قبل آماده باشد. همچنین خاک پوششی باید در انبارهای مخصوصی ذخیره گردد تا در موقع یخبندان بتوان از آن استفاده کرد.

از دیگر پارامترهای مهم آب و هوایی، توجه به ارتباط توپوگرافی و شدت بارش است. به طور کلی آگاهی از شدت و مدت بارش و محاسبه تخمینی آن، در جلوگیری از تماس بارندگی نفوذ کرده به زمین با مواد دفن شده و همچنین تخمین میزان شیرابه تولیدی کمک شایانی می‌نماید. اگر محل مورد نظر دارای شیب تند و خاک پوششی قابل فرسایش باشد، وقوع باران شدید می‌تواند خسارت بسیار به بار آورد و در صورتی که خاک محل به آسانی قابل فرسایش باشد، باید محل دفن مسطح و یا دارای شیب کم باشد. ضمناً زهکشی اطراف زمین تا حد زیادی می‌تواند مسائل ناشی از باران شدید را کم کند. شایان ذکر است که سیل‌خیز بودن محل مورد نظر و دوره تناوب سیل‌های احتمالی نیز نباید از نظر دور بماند (حیدرزاده، ۱۳۷۹).

### ۳-۱-۲-۵. هیدرولوژی و هیدروژئولوژی محل دفن

به غیر از خاک شناسی و بررسی مشخصات سنگ بستر، در مبحث هیدرولوژی و هیدروژئولوژی محل دفن مواردی نظیر عمق سطح تهویه و منطقه اشباع، عمق سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی، نوسانات فصلی سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی، هدایت هیدرولیکی و تخلخل خاک، حرکت و آبدهی آب‌های زیرزمینی، ظرفیت نگهداری و رطوبت خاک نیز باید مورد بررسی قرار گیرند. چرا که اغلب نفوذ و جاری شدن آب عامل تحرک و انتقال آلاینده‌هاست و این دو عامل بستگی فراوانی به نوع و شدت بارش، جنس خاک و سنگ بستر، رطوبت خاک، شیب زمین، پوشش گیاهی دارند. به طوری که مثلاً هر قدر پوشش گیاهی، شیب زمین و رطوبت خاک کمتر و بارش باران آرام و مداوم باشد، قدرت نفوذ آب بیشتر است (حیدرزاده، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷).

به طور کلی در ارزیابی هیدروژئولوژیکی محل دفن فاصله کف زمین تا خط ایستایی باید مشخص شود، زیرا مناسب‌ترین موقعیت جهت آلودگی آب‌های زیرزمینی هنگامی بوجود می‌آید که خط ایستایی آب‌های زیرزمینی نزدیک به کف سلول دفن بوده و شیرابه مستقیماً با آب در تماس باشد. پتانسیل آلوده‌سازی آب‌های زیرزمینی توسط شیرابه بستگی فراوان به وضعیت فیزیکی محل دفن، خلل و فرج خاک در منطقه تهویه (یا غیراشباع) و محل استقرار خط ایستایی آب‌های زیرزمینی دارد. حرکت آلاینده‌های شیمیایی محلول به طور کلی سریع‌تر از آلاینده‌های بیولوژیکی است. خاک‌های ماسه‌ای و لای، مانند یک صافی عمل کرده و آلاینده‌های بیولوژیکی را از شیرابه جدا می‌کنند ولی آلاینده‌های شیمیایی همراه با حرکت شیرابه به خط ایستایی رسیده و در آنجا وارد سیستم جریان آب‌های زیرزمینی می‌گردند، به طوری که حرکت شان تابعی از حرکت هیدرولیکی جریان آب می‌شود. مطالعات نشان داده است که قدرت آلودگی شیرابه، طی عبور از لایه‌های خاک، به طور عمودی یا جانبی، کاهش می‌یابد (اندرودی، ۱۳۸۰، حیدرزاده، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۲).

## ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

برخی تحقیقات نشان دهنده این است که شیرابه باید مسافت زیادی را (حدود ۳۵۰ متر) طی کند تا آلودگی خود را کاملاً از دست بدهد. میزان این کاهش، به طبیعت ساختار لایه‌ای که بالای خط ایستایی قرار گرفته (منطقه تهویه) بستگی دارد و فرآیندهای گوناگونی شامل فرآیند مکانیکی فیلتراسیون، فرآیندهای شیمیایی نظیر ترسیب، تبادل یونی، جذب و واجذبی و نیز فعالیت‌های زیستی در این امر دخیل‌اند. البته هنوز میزان مشخصی جهت فاصله کف سلول دفن تا خط ایستایی آب معین نشده است و در این مورد اختلاف نظر وجود دارد. آپگار و لانگ مویر (۱۹۷۱) این فاصله را ۱۲ تا ۱۵ متر پیشنهاد کرده‌اند. در برخی تحقیقات فاصله ۷ متر نیز توصیه شده است. در این مورد باید نوسانات سطح آب زیرزمینی را در فصول مختلف (خشک و پرآب) نیز مد نظر قرار داد. در خصوص آب‌های سطحی نیز وضع به همین شکل و حتی بحرانی‌تر است، به طوری که در برخی مواقع آلودگی آب‌های سطحی واقع در ۶۰۰ متری زمین دفن نیز مشاهده شده است (Chang et al., 2007; Kao et al., 1997).

لازم به ذکر است که جهت حرکت و موقعیت ایستایی آب‌های زیرزمینی را می‌توان با نقشه‌های تراز آب زیرزمینی نشان داد. این منحنی‌ها نقاطی از سطح ایستایی را که نسبت به یک سطح مبنا (معمولاً سطح متوسط دریاها) هم ارتفاع هستند، نشان می‌دهد. برای تهیه این نقشه‌ها از تعدادی چاه مشاهده‌ای با پراکندگی مناسب استفاده می‌شود. این نقشه‌ها علاوه بر موارد فوق، اطلاعات مفید دیگری از قبیل مناطق تغذیه و تخلیه، رابطه سفره آب با رودخانه‌ها و دریاچه‌ها و محل‌های مناسب برای حفر چاه را نیز ارائه می‌دهند (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶). جدول (۳-۳) نمونه‌ای از امتیاز بندی عمق تا سطح آب‌های زیرزمینی را نشان می‌دهد:

جدول شماره ۳-۳: امتیازبندی عمق تا سطح آب های زیرزمینی

میزان مرغوبیت	محدوده عمق
بسیار بد	۰ - ۱/۵
بد	۱/۵ - ۴/۶
نسبتاً بد	۴/۶ - ۹/۱
متوسط	۹/۱ - ۱۵/۲
خوب	۱۵/۲ - ۲۲/۹
بسیار خوب	۲۲/۹ - ۳۰/۵
عالی	بیش از ۳۰/۵

منبع: (دو، ۱۳۷۹)

همان گونه که اشاره شد، از دیگر موارد قابل بررسی و مهم، هدایت هیدرولیکی، تخلخل و ظرفیت نگهداری خاک است که رابطه تنگاتنگی با هم دارند. در خصوص ظرفیت نگهداری، بررسی باید هم به خاک و هم به ماده زاید معطوف باشد، چرا که هر دو مورد در میزان نفوذ و ایجاد رواناب در محل دفن مؤثرند. به طور کلی هر چه فشردگی ماده (اعم از خاک یا ماده زاید) بیشتر باشد، ظرفیت نگهداری آن کمتر و تراوایی آن نیز کمتر شده، بنابراین ضریب رواناب (جاری شدن) آن افزایش می یابد در مورد ظرفیت نگهداشت علاوه بر میزان تراکم (که در دانه بندی خاک نیز مهم است) مواردی چون رطوبت اولیه و روش استقرار مواد زاید نیز مؤثر است (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، حیدرزاده، ۱۳۷۸، شکرایی، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴). در مورد رواناب نیز عواملی نظیر شیب، پوشش گیاهی و بافت پوشش زمین دخیل می باشند (جدول شماره ۳-۴).

جدول شماره ۳-۴: تأثیر شیب و نوع پوشش زمین دفن در میزان ضریب آبدوی

نوع پوشش	درصد شیب	ضریب تقریبی آبدوی
ماسه‌ای یا پوشش چمنی	۲	۰/۰۵-۰/۱
	۳-۶	۰/۱-۰/۱۵
	۷	۰/۱۵-۰/۲
خاک رس با پوشش چمنی	۲	۰/۱۲-۰/۱۷
	۳-۶	۰/۱۷-۰/۲۵
	۷	۰/۲۵-۰/۳۶

از این اطلاعات می‌توان در تخمین میزان شیرابه تولیدی به طریق زیر استفاده نمود:

آب جذب شده توسط ماده زاید - مایع دفع شده در زمین + نفوذ خالص = نشت

شیرابه

(تبخیر و تعرق + رواناب) - میزان بارش = نفوذ خالص

رطوبت موجود در ماده زاید - کل ظرفیت جذب آب توسط ماده زاید = آب جذب شده

توسط ماده زاید

شایان ذکر است که مقدار آب جذب شده توسط ماده زاید به طول زمان استقرار مواد زاید نیز بستگی دارد. در این مورد نباید از نقش دوگانه میکروارگانیسم‌ها در تولید رطوبت و ایجاد گرما و در نتیجه امکان تبخیر بیشتر غافل بود. بدین معنا که اگر در شروع عملیات دفن زباله‌های حاوی مواد آلی قابل تجزیه زیستی، رطوبت هر کیلوگرم ماده زاید خشک حدود ۰/۳۵ کیلوگرم باشد، با گذشت زمان این رطوبت افزایش می‌یابد. در حالت تئوری، جریان شیرابه زمانی آغاز می‌شود که این میزان به ۰/۶-۰/۵ کیلوگرم رسیده باشد. حداکثر تولید شیرابه در زمان اشباع شدن ماده زاید (۰/۸ کیلوگرم رطوبت) می‌باشد (اداره کل

حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، حیدرزاده، ۱۳۷۸، شکرای، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴، مجلسی و نوری، (۱۳۷۱).

### ۳-۱-۲-۵-۱. طبقه بندی هیدروژئولوژی زمین دفن

تقسیم بندی زمین دفن اولین بار در سال ۱۹۷۶ توسط مدر در سه طبقه بندی بر اساس خواص هیدروژئولوژی منطقه و به طور جزئی تر بر مبنای حرکت شیرابه صورت گرفت.

**الف) زمین دفن درجه یک:** مکان هایی که در روی سفره آب زیرزمینی قرار نداشته (عبدلی، ۱۳۷۲) و یا قابلیت نفوذ آنها اندک باشد در این دسته قرار می گیرند. ساختار این زمین ها معمولاً از جنس رس، رس آهک دار، گل سنگ، شیل، لای سنگ و همچنین سنگ هایی با دانه بندی ریز و فشرده می باشد. در این گونه زمین ها به علت نفوذ اندک، شیرابه قابلیت حرکت و نفوذ ندارد و در محل دفن محبوس می ماند. این زمین ها باید حداقل تا عمق ۷ متری دارای لایه ای از جنس رس باشند. یکی از مشکلات عمده این مکان ها، خصوصاً در نواحی مرطوب، پر شدن سلول دفن از شیرابه و سرریز شدن از سلول به آب های سطحی و محیط اطراف می باشد، به علاوه با تجمع گاز متان، خطر آتش سوزی و انفجار نیز وجود دارد که از این نظر حتماً باید تدابیر و تمهیدات فنی و مهندسی لازم صورت گیرد. این زمین ها از لحاظ دفن مواد زاید محدودیتی ندارند و لیکن با توجه به ماهیت مواد زاید جامد خطرناک و در دسترس نبودن و یا کم بودن زمین های متناسب برای دفن آنها، اختصاص این مکان ها برای دفن مواد زاید جامد مطلوب تر است (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، مظفری نیا، ۱۳۸۴، Themistoklis et al., 2005).

**ب) زمین دفن درجه دو:** این زمین ها نسبتاً قابل نفوذ بوده و بر روی سفره آب زیرزمینی محصور یا آزاد قرار دارند (عبدلی، ۱۳۷۲). به علت قابلیت نفوذ نسبی، شیرابه حرکت آرامی

## ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

دارد و به سبب آرام بودن تحرک، در اثر فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی، و بیولوژیکی، آلودگی شیرابه به طور طبیعی در طول حرکت، کاهش قابل توجهی می‌یابد. در این گونه زمین‌ها معمولاً فاصله بستر محل دفن تا سطح ایستایی زیاد است و وجود ذرات رسی پراکنده، در کاهش یون‌های فلزی شیرابه تأثیر چشمگیری دارند. این مکان‌ها جهت دفن مواد زاید صنعتی و خانگی با ماهیت غیر خطرناک مانند قوطی‌های قلعی خالی، فلزات، کاغذ و مشتقات آن، پارچه و چوب، مو و چرم، پوست و استخوان، حیوانات مرده کوچک، باقی مانده زباله‌سوزها و مواد آلی فسادپذیر مناسب هستند (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، مظفری نیا، ۱۳۸۴، Themistoklis et al., 2005).

**ج) زمین دفن درجه سه:** در این گروه جنس زمین از لحاظ تراوایی به گونه‌ای است که آب و یا هر گونه شیرابه مواد زاید در داخل آن حرکت سریعی دارند. به طوری که کاهش آلودگی در این گونه زمین‌ها بسیار اندک و احتمال آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی بسیار زیاد می‌باشد. لذا جهت دفن مواد زاید شهری و یا خطرناک مناسب نیستند. در این مکان‌ها می‌توان مواد زاید بی‌اثر و خنثی نظیر نخاله‌های ساختمانی، سنگ، شیشه، محصولات چرمی، خرده‌های فولاد، آسفالت و تخته‌های آزیست را دفن نمود (عبدلی، ۱۳۷۲). البته امروزه در پاره‌ای موارد با بکارگیری مواد مختلفی از قبیل ورقه‌های نایلونی، پلاستیکی، آسفالتی، رسی قادر گردیده‌اند این زمین‌ها را برای دفن مواد دیگر نیز مناسب سازند (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶).

### ۳-۱-۲-۶. زمین‌شناسی و خاک‌شناسی محل دفن

پرداختن به موضوع خاک‌شناسی و زمین‌شناسی در ملاحظات مربوط به طراحی عملیات و چگونگی حفاظت از آب‌های سطحی و زیرزمینی از ضرورت‌های اولیه به شمار می‌آید.

مهم ترین مواردی که در این راستا باید به آنها توجه شود عبارتند از: تعیین مشخصات و عمق خاک، تعیین نوع سنگ بستر، ضخامت، شناخت جنس و منشاء آن، تعیین الگوی چین خوردگی زمین، تعیین الگوی گسل ها و خطوط زلزله خیز، شناخت هوازدهی، بررسی امکان لغزش خاک و سنگ و مطالعه در خصوص تخلخل و نفوذپذیری خاک (حیدرزاده، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۲). از این میان، دو موضوع دارای اهمیت ویژه می باشند که در ذیل مورد بررسی قرار می گیرند:

### ۳-۱-۲-۶-۱. مشخصات سنگ بستر

در بررسی مشخصات سنگ بستر توجه به مواردی نظیر جنس، ضخامت، محل گسل و ترک خوردگی ها می تواند آگاهی های لازم در مورد نفوذ شیرابه و مسافت نفوذ و در نتیجه میزان تصفیه بیولوژیکی و شیمیایی شیرابه را در اختیار یک برنامه ریز قرار دهد. برای مثال وقتی سنگ بستر از جنس آهک و دارای گسل های باز و فراوان باشد، شیرابه یا هر آلاینده دیگری (بدون کاهش در میزان آلودگی آن) به راحتی قادر به عبور از ساختار زمین و آلودن آب های زیرزمینی می گردد. شایان ذکر است که غیر قابل نفوذ بودن مطلق سنگ بستر نیز ممکن است مطلوب نباشد، چرا که با وجود عدم آلودگی آب های زیرزمینی، امکان آلودگی آب های سطحی وجود دارد که این مشکل را باید با مدیریت صحیح حل نمود (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، مظفری نیا، ۱۳۸۴، Themistoklis et al., 2005).

از لحاظ زمین شناسی، سنگ های بستر را با توجه به مبدأ و منشاء آن می توان به سه گروه تقسیم نمود: سنگ های آذرین، رسوبی و دگرگونی. سنگ های آذرین یکپارچه، متراکم و دارای قابلیت نفوذ کمی می باشند و جهت دفن مواد زاید جامد- خصوصاً مواد زاید خطرناک- بسیار مناسب اند. از سوی دیگر سنگ های رسوبی برای ذخیره آب های



ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

زیرزمینی قابلیت بسیار زیادی دارند و با اینکه سهم سنگ‌های رسوبی در ساختمان پوسته زمین بسیار کم است (حدود ۰.۵٪)، این سنگ‌ها ۹۵٪ از آب‌های زیرزمینی را در خود جای داده‌اند. سنگ‌های رسوبی به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند: سنگ‌های رسوبی سخت و متراکم و سنگ‌های رسوبی آزاد و نرم. در میان این سنگ‌ها رفتار متفاوتی از لحاظ میزان نفوذپذیری دیده می‌شود. به این معنا که مثلاً سنگ‌های آهکی به علت داشتن شکاف‌های عریض و قابلیت نفوذپذیری زیاد، نامناسب و زمین‌های رسی، از نظر منابع آب زیرزمینی ضعیف و برای دفن مناسب هستند. سنگ‌های دگرگونی نیز با توجه به منشأشان دارای رفتار دوگانه‌ای هستند و در صورتی که گسلی نبوده و متراکم نیز باشند، بستر مناسبی جهت دفن مواد زاید به شمار می‌آیند. باید در نظر داشت که مکان‌های دفن تا حد امکان نباید بر روی خطوط زلزله‌خیز و گسل‌ها قرار گیرند (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، حیدرزاده، ۱۳۸۰، مظفری نیا، ۱۳۸۴، Stout, 1997).

طبق مطالعات انجام شده در کشور، مدل‌هایی توسعه یافته که در آنها توان آن دسته از سنگ‌ها، که در کشور فراوانی بیشتری دارند، و نوع خاک تشکیل شده روی آنها برای انواع استفاده از سرزمین (توسعه) مورد تحلیل قرار گرفته است و مدل سنگ و خاک مربوط به آن و توان آن برای دفع پسماند، فرسایش و لغزش و وضع آب زیرزمینی آورده شده است (مخدوم، ۱۳۷۸). جدول شماره (۳-۵) انواع سنگ‌ها، خاک مربوط به آنها و توان آنها برای دفع پسماند را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳-۵: انواع سنگ‌ها، خاک مربوط به آنها و توان آنها برای دفع پسماند

ردیف	سنگ	خاک	توان برای دفع پسماند
۱	ماسه‌سنگ	شنی لومی با سنگریزه، کم عمق	نامناسب
۲	سنگ رس	ریز یافت لومی رسی، کم عمق تا عمق متوسط، تمایل	نامناسب

ردیف	سنگ	خاک	توان برای دفع پسماند
		به شور شدن	
۳	سنگ آهک	رسی لومی قابل نفوذ	ضعیف
۴	گرانیت توده ای و گرانیت رگه ای، با خاک خیلی کم عمق شنی رسی	شنی رسی، رسی لومی، شنی رسی لومی در زیر با قلوه سنگ، لومی، شنی یا شنی لومی	نامناسب
۵	بازالت قدیمی	لومی رسی، رسی لومی یا رسی عمیق	مناسب
۶	شیست	شنی رسی، رسی عمیق	مناسب
۷	تپه های ماسه ای	شنی	نامناسب
۸	رسوبات فلات قاره	قلیایی شنی لومی یا رسی عمیق	مناسب
۹	آبرفت های دره ساز	شنی یا لومی قلیایی	ضعیف
۱۰	مخروط افکنه	شنی لای رسی همراه با سنگ ریزه	ضعیف
۱۱	لس	معمولاً لای لومی، لومی رسی یا لای و عمیق	ضعیف
۱۲	دشت های سیلابی	خاک های متفاوت	نامناسب

منبع: (مخدوم، ۱۳۷۸)

### ۳-۱-۲-۶-۲. خاک شناسی

دانه بندی خاک یک منطقه که در واقع می تواند ترکیبی از ذرات رس، شن و سیلت باشد، در انتخاب محل دفن بسیار مهم می باشد، زیرا نسبت درصد ذرات سه گانه مزبور تعیین کننده ویژگی تراوایی خاک به شمار می آید. به این معنا که هر چه درصد شن در ساختار خاک منطقه بیشتر باشد، میزان نفوذ پذیری آن بیشتر می گردد و در مقابل، افزایش درصد رس در خاک نه تنها از میزان نفوذ پذیری آن می کاهد بلکه به علت وجود کلوئیدها به نحو مؤثری در تبادلات کاتیونی شرکت جسته و زمینه ساز پدیده فیلتراسیون، جذب و تبادل یونی با جریان سیالی می گردد که از درون آن می گذرد. لذا خاک به هر منظور که مورد

## ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

مطالعه قرار گیرد (چه خاک پوششی و چه خاک بستر و کف محل دفن)، تراوایی از ویژگی‌های مهم آن تلقی می‌گردد. به عنوان مثال، اگر محل دفن بهداشتی در بالای سطح آب‌های زیرزمینی باشد و فاصله بین محل دفن و سطح آب زیرزمینی از جنس سیلت و شن و صخره‌های ترکدار باشد احتمال خطر آلودگی شدید، اندک است، چرا که شیرابه هنگام عبور از صخره‌های ترکدار به طور طبیعی فیلتر می‌گردد. به علاوه آلاینده‌ها فقط در صخره‌های ترکدار پخش خواهد شد، حال اگر پسماندها در زمین سنی دفن شوند و در زیر این لایه صخره‌های آهکی شیب دار قرار داشته باشد، امکان آلودگی شدید آب‌های زیر زمینی وجود دارد.

معمولاً خاک، لایه‌ای پوششی برای سنگ بستر محسوب می‌شود که هر قدر غیر قابل نفوذتر باشد از ورود آب باران به داخل زمین بیشتر جلوگیری می‌کند. بدیهی است که اگر بتوان خاک پوششی را از محل دفن تأمین نمود تا حد بسیار زیادی از هزینه کاسته خواهد شد چرا که این خاک به صورت پوشش روزانه و نهایی کاربرد زیادی دارد. بهترین خاک پوششی مخلوطی از ماسه و رس همراه با لای می‌باشد. از سوی دیگر، جهت پوشش نهایی زمین (و یا روزانه)، خاک با دانه‌بندی خیلی ریز مانند؛ رس به تنهایی ایده‌آل نیست زیرا در صورت خشک شدن امکان ترک خوردگی و ایجاد شکاف آن وجود دارد که مسائلی چون ایجاد بو، نفوذ آب و رشد ناقلان بیماری را در پی خواهد داشت. بنابراین بهترین خاک پوششی مخلوطی از خاک با دانه‌بندی درشت و ریز می‌باشد (حیدرزاده، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷، مجلسی، ۱۳۷۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

جدول شماره (۳-۶)، میزان کفایت هر نوع خاک را برای منظوره‌های مختلف نشان

می‌دهد.

جدول شماره ۳-۶: درجه بندی کلی مناسب بودن انواع خاک برای استفاده در پوشش زمین دفن

انواع خاک						
عملکرد	ریگ تمیز	ریگ همراه با رس و سیلت	شن تمیز	شن همراه با رس و سیلت	سیلت	رس
جلوگیری از حیوانات جونده	G	F-G	G	P	P	P
جلوگیری از هجوم حشرات	P	F	P	G	G	F*
جلوگیری از رطوبت	P	F-G	P	G-E	G-E	F*
جلوگیری از نفوذ گاز به فضای خارج	P	F-G	P	G-E	G-E	E*
فراهم نمودن منظره دلپذیر	E	E	E	E	E	E
حمایت از رشد گیاهان	P	G	P-F	E	G-E	F-G
نفوذپذیر برای خروج گازها	E	P	G	P	P	P

\* با استثناء در مواردی که پوشش زمین ترک یا شکستگی داشته باشد.

منبع: (عبدلی، ۱۳۷۲) E=Excellent (عالی) F=Fair (متوسط) G=Good (خوب) P=Poor (ضعیف)

به طور کلی جهت تعیین قابلیت استفاده از خاک باید آزمایش های لازم در زمینه میزان رطوبت، ظرفیت جذب آب، سبکی و سنگینی، قابلیت نفوذ، PH و ظرفیت تبادل یونی آن انجام گیرد (حیدرزاده، ۱۳۷۸، مجلسی و نوری، ۱۳۷۱).

### ۳-۱-۲-۷. فاصله محل جمع آوری تا مرکز دفن (فاصله حمل)

یکی از فاکتورهای مهم تصمیم گیری برای انتخاب محل دفن، فاصله محل تا مرکز ثقل مواد جمع آوری شده است (اکبرپور، ۱۳۸۰، حیدرزاده، ۱۳۷۸، عبدلی، ۱۳۷۲). طبیعی است که محل دفن همواره باید در خارج از شهر و دور از مراکز جمعیتی قرار گیرد و با توجه به عمر محل دفن که حداقل ۲۰-۱۵ سال برآورد می شود، محل دفن نباید در مسیر توسعه آتی شهر انتخاب شود. از سوی دیگر به منظور کاهش هزینه حمل و نقل، زمان و

ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

سایر مشکلات دوری راه، تا حد امکان باید سعی شود که محل دفن در مکان نزدیک تری واقع گردد. هر چند استاندارد تعیین شده‌ای برای فاصله محل دفن از شهر وجود ندارد، اما برای محل های دفن زباله های شهری عموماً حداقل فاصله را ۲ تا ۳ کیلومتر در نظر می‌گیرند و فواصل حدود ۲۰-۱۰ کیلومتر به عنوان حد نهایی برآورد شده است (البته در صورتی که از یک یا چند ایستگاه انتقال استفاده شود، بین ۴۰-۳۰ کیلومتر نیز قابل قبول است). شایان ذکر است که اگر بتوان به جای استفاده از کامیون های کوچک، از طریق متراکم نمون زباله و بکارگیری کامیون های بزرگ تر، حجم زباله بیشتری را با یک بار حمل انتقال داد، مسافت نقش کم‌رنگ تری را ایفا خواهد کرد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، عبدلی، ۱۳۷۹، عمرانی، ۱۳۷۷، Kao and Lin, 1996). جدول شماره (۳-۷) نحوه امتیازبندی را برای فواصل حمل نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳-۷: امتیاز بندی فاصله محل دفن از مراکز تولید زباله

میزان مرغوبیت	میزان فاصله تا محل دفن
عالی	تا ۱۶ کیلومتری
خوب	تا ۳۲ کیلومتری
نسبتاً خوب	تا ۴۸ کیلومتری
متوسط	تا ۶۴ کیلومتری
بد	تا ۸۰ کیلومتری
بسیار بد	بیش از ۸۰ کیلومتری

منبع: (بدو، ۱۳۷۹)

در مورد زباله های خطرناک، با توجه به حجم محدود این زباله ها، شاید تصور شود که فاصله حمل تأثیر مهمی در انتخاب محل نداشته باشد. هر چند این تصور از نظر ارزیابی اقتصادی موجه است، لیکن به علت اجتناب از مخاطرات جدی و بسیار شدید ناشی از پخش و انتشار آلودگی در اثر حوادث جاده ای در زمان حمل و نقل، در مورد این نوع

زباله ها نیز رعایت حداقل فاصله ممکن از مراکز تولید زباله ویژه، ارجحیت می یابد (خاتمی، ۱۳۷۸).

### ۳-۱-۲-۸. دسترسی به راه ها و جاده های اصلی

به طور کلی برای سهولت، کاهش زمان و هزینه حمل و نقل، مکان دفن باید تا حد امکان دارای راه اصلی و جاده بوده و به جاده های موجود نیز نزدیک باشد. در این خصوص، مطالعه در مورد ترافیک راه ها، ایمنی رفت و آمد، ظرفیت و عرض پل ها نیز انجام می گیرد. همچنین باید دقت نمود که جاده ها دو طرفه بوده و از نظر عرض و انحنای عبور تجهیزات و کامیون ها به مرکز دفن مناسب باشند. عرض جاده های دائمی را معمولاً ۶ تا ۷ متر در نظر می گیرند و در صورتی که محل دفن دارای تجهیزات عظیم و سنگین نباشد، جاده با عرض ۴/۵ متر نیز مناسب است. ورودی به جاده محل دفن نیز باید حداقل در ۱۲ متری اتوبان قرار داشته باشد. جاده های دائمی و اصلی لازم است که حتماً آسفالت و صاف باشند. شیب بهینه جاده های دسترسی در سربالایی کمتر از ۷ درصد و در سرازیری کمتر از ۱۰ درصد می باشد. این شیب را می توان با کوبیدن و فشردن خاک محل آماده نمود. معمولاً در مناطقی که بارندگی زیاد است جاده های فرعی را با لایه ای از بتن یا مواد آسفالتی می پوشانند تا در اثر خیس شدن زمین، وسایط نقلیه دچار مشکل نگردند (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، عبدلی، ۱۳۷۹، شکرایی، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴). حداقل فاصله مراکز دفن از جاده ها در جدول شماره (۳-۸) ارائه شده است.

جدول شماره ۳-۸: امتیازبندی فاصله مراکز دفن تا جاده های دسترسی

میزان مرغوبیت	بالا	نسبتاً بالا	متوسط	نسبتاً پایین	پایین
---------------	------	-------------	-------	--------------	-------

					معیار
۴۰۰-۱۰۰۰	۲۰۰-۴۰۰	۱۲۰-۲۰۰	۸۰-۱۲۰	کمتر از ۸۰	فاصله از شبکه جاده ها (متر)

منبع: (Kao and Lin, 1996)

### ۳-۱-۲-۹. دسترسی به تسهیلات برق رسانی، آب و سیستم فاضلاب

در مکان یابی زمین دفن، جهت رفاه کارکنان و تسهیل در عملیات، امکان دسترسی زمین به تسهیلات برق رسانی، آب رسانی و سیستم فاضلاب باید بررسی گردد. این بررسی در مواردی نظیر استفاده از ژنراتورهای قابل حمل- در صورت فقدان سیستم برق رسانی- تصفیه و گندزدایی آب موجود در محل (چشمه و چاه) و پس از انجام آزمایش های شیمیایی و میکروبیولوژی و یا حمل آب از مناطق دیگر قابل انجام است (عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷، مجلسی و نوری، ۱۳۷۱).

### ۳-۱-۲-۱۰. کاربری کنونی و استفاده آتی از زمین

در مکان یابی محل دفن و نحوه انجام عملیات بهره برداری و آماده سازی، کاربرد فعلی و استفاده های آتی از زمین و بالا بردن ارزش آن از شاخص های حائز اهمیت است. به عبارت دیگر، می توان با انجام برنامه ریزی و طراحی مناسب، زمین های غیر قابل مصرف را به زمین های مفید تبدیل نمود (عبدلی، ۱۳۷۲). البته نمی توان در مناطق مستعد کشاورزی، مراتع و چراگاه های دام، تالاب ها و مانند آن محل دفن دایر نمود، مگر در شرایط بحرانی و فقدان گزینه دیگر. لذا همواره باید در نظر داشت که زمین انتخاب شده مصارف مهم تری را دارا نباشد. همچنین در زمینه برنامه ریزی برای اختتام محل دفن به کاربری های آتی آن نیز باید توجه شود. چرا که یک محل دفن تکمیل شده زمین وسیعی را اشغال می کند که استفاده بهینه از آن می تواند منافع اقتصادی و اجتماعی مناسبی را در بر داشته باشد و از

سوی دیگر با تعریف استفاده‌های مشخص، از کاربرد نامناسب و مضر زیست محیطی زمین تکمیل شده، جلوگیری به عمل آید (حیدرزاده، ۱۳۸۰). از جمله موارد استفاده مناسب از محل دفن زباله های شهری می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

زمین های گلف، آمفی‌تئاتر، پیست های اسکی، زمین های بازی، تفرجگاه ها، باغ های گیاه شناسی، پارک ها، توسعه فرودگاه ها، ایجاد مناطق صنعتی و احداث ساختمان های مسکونی و تجاری سبک. البته استفاده از محل دفن تکمیل شده جهت ساخت خانه و مناطق مسکونی به علت مشکلات نشست زمین و امکان خروج گاز، زیاد توصیه نمی شود (Mc Bean et al., 1995). ساخت ساختمان ها و تأسیسات سنگین فقط بعد از انجام مطالعات مهندسی دقیق، امکان پذیر خواهد بود (عبدلی، ۱۳۷۲). به طور کلی استفاده از زمین دفن برای مکان های سرسبز متداول تر است. همچنین استفاده کشاورزی از محل دفن نیز به علت خطر آلودگی محصولات با مواد شیمیایی و بیولوژیکی موجود در این مکان‌ها کمتر دیده شده است (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶). در نهایت ذکر این نکته ضروری است که:

" مکان‌های دفن اختصاصی مواد زاید جامد خطرناک به هیچ عنوان نباید مورد استفاده مجدد قرار گیرد و نیز این گونه مکان ها باید با علائم ویژه‌ای مشخص گردند."

## ۲-۳. نگاهی به وضعیت کنونی مکان های دفن در ایران

### ۱-۲-۳. محل های دفن زباله های شهری

توجه به این نکته بسیار حائز اهمیت است که مبحث مکان یابی محل دفن بیش از اینکه یک مقوله مرتبط با مسایل محلی باشد، امری منطقه‌ای است. یعنی تصور این مطلب که هر شهر لزوماً باید دارای یک محل دفن مختص به خود باشد، تصوری نادرست است، چرا که



## ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

در بسیاری از مواقع لازم است که با توجه به شرایط اقلیمی و به خصوص هزینه‌های بالای اجرای یک طرح دفن بهداشتی (شامل حمل و نقل، آماده سازی، راهبری و غیره)، چند شهر مجاور که دارای شرایطی مشابه یکدیگر می‌باشند، از یک مکان دفن مشترک استفاده نمایند. این موضوع به ویژه در مناطقی نظیر استان‌های شمالی کشور (حاشیه دریای خزر) بسیار شایان توجه است. لیکن وجود نگرش محلی به مسأله فوق از سوی شهرداری‌ها باعث شده است که اکثر شهرداری‌های کشور به دنبال مکانی مستقل برای دفن زباله‌های خود باشند. از طرف دیگر به علت نبود توان تخصصی و علمی لازم و یا عدم توجه کافی به تبعات سوء زیست محیطی و بهداشتی، مکان‌یابی محل دفن به درستی انجام نمی‌شود، بنابراین طبیعی است که در این گونه شهرها در انتظار ایجاد مخاطرات زیست محیطی و بهداشتی و یا تنش‌های اجتماعی باشیم، همان گونه که بسیاری از مکان‌های دفن (به عبارت صحیح‌تر مکان تخلیه) فعلی در شمال کشور (در شهرهایی نظیر بابل، آمل، ساری، رامسر و ...) به علل متعددی نظیر مجاورت با رودخانه‌ها، مراکز جمعیتی و جاده‌ها و یا قرار گرفتن در معرض بادهای غالب، فاقد شرایط لازم و مناسب می‌باشند. علاوه بر این موارد، عوامل دیگری مانند فاصله زیاد تا جاده‌های دسترسی (محل دفن شهر دوگنبدان) و بستر زمین‌شناسی نامناسب (برخی از مکان‌های دفن شهرهای استان یزد) باعث نامناسب بودن مکان‌های منتخب می‌باشند. در هر حال با توجه به کوشش‌های وزارت کشور در سال‌های اخیر در زمینه دفن بهداشتی و اختصاص اعتبارات ویژه به این امر، امید می‌رود که به تدریج شاهد ارتقای کیفی دفن مواد زاید جامد در سطح کشور باشیم. در این خصوص از جمله اقدامات مناسبی که تاکنون انجام شده است می‌توان به منطقه‌ای کردن مکان‌های دفن در استان گلستان اشاره نمود (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶).

### ۳-۲-۲. محل‌های دفن زباله‌های خطرناک

متأسفانه بدلیل عدم وجود محل‌های دفن ویژه در ایران، تاکنون زباله‌های صنعتی و خطرناک که در کشور تولید می‌شده‌اند، یا در بخش‌هایی از مکان‌های دفن زباله‌های شهری دفع شده و یا در موارد نادر جمع‌آوری و موقتاً ذخیره شده‌اند. خوشبختانه، به تازگی سازمان حفاظت محیط زیست در یک رویکرد اصولی، اقدام به بررسی جامعی در سطح کشور در خصوص مکان‌یابی علمی و فنی برای محل‌های دفن زباله‌های خطرناک نموده است. چنانچه این مسیر به درستی طی شود و برای انجام آن از متخصصان بهره‌گیری شود، امید آن می‌رود که به زودی شاهد ساخت و بهره‌برداری از مراکز دفن ویژه در کشور باشیم.

### ۳-۳. معیارهای انتخاب محل دفن

مکان‌یابی دفن مواد زاید، فرآیند مشکل، پیچیده و طولانی است که مستلزم ارزیابی معیارهای بسیار متفاوتی می‌باشد (Allanach, 1992). بنابراین بسیاری از فاکتورها و معیارهای مکان‌یابی بایستی به دقت سازمان‌دهی و آنالیز شود (Chang et al., 2007). پس از بررسی عوامل مؤثر در مکان‌یابی دفن، ارائه معیارهای کمی مقوله‌ای است که به لحاظ کاربردی دارای اهمیت بیشتری می‌باشد. در مورد این معیارها اتفاق نظر کاملی وجود ندارد و منابع مختلف مقادیر متفاوتی را در این خصوص ارائه نموده‌اند (حیدرزاده، ۱۳۸۰). به عنوان مثال، لوبر (۱۹۹۵) و سایرین، مهم‌ترین معیارهای استفاده شده در فرآیند مکان‌یابی دفن را به صورت جدول شماره (۳-۹) مشخص کرده‌اند.

از این رو، با توجه به دسته‌بندی کلی عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل دفن و با رجوع به مطالعات انجام شده و نیز پس از تصحیح و تطبیق معیارها با شرایط کشور و اعمال نظر

### ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

توسط متخصصین، عوامل مذکور به شکل جزئی‌تر و بعضاً به شکل کمی در آمده‌اند. در این قسمت لیست تقریباً جامعی از کلیه معیارهای دخیل در مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد آورده شده است.

جدول شماره ۳-۹: معیارهای استفاده شده در مکان یابی دفن

توصیف	معیار
برای محافظت منابع آب سطحی، محل های دفن نباید در نواحی نزدیک به منابع آبی اختصاص یابند (فاصله بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر در نظر گرفته می شود).	فاصله از منابع آبی
به دلیل حفاظت از منابع آب زیرزمینی، محل های دفن نباید در مناطقی که سطح آب زیرزمینی بالا می باشد اختصاص یابند (حداقل فاصله ۱ تا ۲ متر در نظر گرفته می شود).	فاصله از سطح آب زیرزمینی
به دلیل حفاظت از خاک و منابع آبی، محل های دفن نباید در مناطق دارای خاک های با نفوذپذیری بالا در نظر گرفته شوند زیرا که تراوش شیرابه باعث آلودگی می شود.	نوع خاک
به دلیل حفظ بهداشت محیط و جلوگیری از مسائلی نظیر بو گرد و غبار، محل های دفن نباید در نزدیک مناطق مسکونی در نظر گرفته شوند (فاصله های ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر معمولاً در نظر گرفته می شود). همچنین به دلیل افزایش هزینه حمل و نقل، محل های دفن نباید از مناطق مسکونی خیلی دور باشند.	فاصله از نواحی شهری
محل های دفن به دلیل داشتن مواد آلی، جاذبه زیادی برای پرندگان دارند و به همین دلیل محل های دفن نباید در اطراف فرودگاه ها در نظر گرفته شوند (معمولاً فاصله ۲۰۰۰ متر در نظر گرفته می شود).	فاصله از فرودگاه ها
محل های دفن نباید در پارک ها و مناطق حفاظت شده در نظر گرفته شوند.	پارک ها و مناطق حفاظت شده
شیب زیاد باعث حرکت شیرابه و آلودگی خاک و منابع آبی می شود. شیب حداکثر ۲۰ درصد معمولاً در نظر گرفته می شود.	پستی و بلندی
در محل های دفن بهداشتی، پسماندها هر روزه توسط موادی	

ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

توصیف	معیار
مثل شن پوشانده می شوند . وجود مواد پوشاننده در محل دفن و یا نزدیکی آن پیشنهاد می گردد.	موجودیت یا نزدیکی به مواد پوشاننده
به منظور سهولت حمل و نقل مواد زاید، محل های دفن نباید از جاده ها فاصله زیادی داشته باشند. همچنین به منظور جلوگیری از مشکلات دید و ... باید حداقل دارای فاصله ۵۰ تا ۱۰۰ متر از جاده ها باشند.	فاصله از جاده ها

منبع:

(Lane and Mc Donald, 1983; Canter, 1991; Lober, 1995; Siddiqui et al., 1996 and Themistoklis et al., 2005)

### ۳-۳-۱. معیارهای عمومی مکان های دفن زباله های شهری و غیر خطرناک

۱. محدوده شعاع انواع تأثیر محل دفن بر محیط اطراف حداقل ۱۵ تا ۵۰ متر در نظر گرفته شود (Siddiqui et al., 1996; [www.landfilldev.com](http://www.landfilldev.com)).

۲. حداقل فاصله از آب های سطحی بین ۶۰ تا ۳۰۰ متر (بدو، ۱۳۷۹، حیدرزاده، ۱۳۷۸ و [www.EPA.gov/landfillsiting1.htm](http://www.EPA.gov/landfillsiting1.htm) Doerhoefer and Siebeit, 1998; ۱۳۸۰; [www.landfilldev.com](http://www.landfilldev.com) [www. Environ-Reg.com](http://www. Environ-Reg.com); Stout, 1997; [www.greycounty.on.ca/](http://www.greycounty.on.ca/); برخی منابع فاصله بیش از ۶۰۰ متر را بسیار مطلوب (Chen and Kao, 1998) و برخی دیگر فاصله مطلوب از بدنه دائمی آب های سطحی و رودخانه های غیر شرب را ۸۰۰ متر و از منابع تغذیه عمومی آب های سطحی ۱۶۰۰ متر دانسته اند (Siddiqui et al., 1996) (آب های سطحی شامل دریاچه ها، دریاها، رودخانه ها و نهرها می باشد).

۳. حداقل فاصله از چاه منبع آب ۳۰۰ تا ۳۶۵ متر (بدو، ۱۳۷۹، حیدرزاده، ۱۳۷۸ و [www.EPA.gov/landfillsiting1.htm](http://www.EPA.gov/landfillsiting1.htm); [www.landfilldev.com](http://www.landfilldev.com), ۱۳۸۰ Stout, 1997)

البته در برخی موارد حداقل فاصله از چاه‌های دارای آبدهی بیش از  $100 \text{ gpm}$  را برابر  $350$  متر و کمتر از  $100 \text{ gpm}$  برابر  $120$  متر برآورد گردیده است (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی،  $1386$ ، Doerhoefer and Siebeit, 1998).

۴. فاصله کف محل دفن تا سطح آب زیرزمینی کمتر از  $1/5$  تا  $3$  متر بسیار بد و بیش از  $30$  متر بسیار خوب می‌باشد (جدول ۳-۳) (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی،  $1386$ ، بدو،  $1379$ ، حیدرزاده،  $1378$ ، Doerhoefer and Siebeit, 1998).

۵. وجود هرگونه لایه نفوذپذیر در سطح بالای آب زیرزمینی غیر مناسب خواهد بود.

۶. در زیر پایین‌ترین سلول محل دفن، حداقل  $2$  متر لایه کم نفوذپذیر خاک باشد (Stout, 1997).

۷. حداقل فاصله از تالاب‌های مهم  $170$  تا  $500$  متر (Doerhoefer and Siebeit, 1998) و در برخی موارد صرفاً قرار داشتن محل دفن در خارج از محدوده تالاب‌ها کفایت می‌نماید (Siddiqui et al., 1996).

۸. خارج از نواحی سیل‌گیر (دشت‌های سیلابی) با دوره تناوب  $100$  ساله باشد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی،  $1386$ ، بدو،  $1379$ ، شریعتمداری،  $1379$ ، Siddiqui et al., 1996; Stout, 1997). برخی محققین صرفاً خارج بودن محل دفن را از محدوده‌های سیل‌گیر کافی دانسته و برخی دوره بازگشت  $200$  ساله را مهم می‌دانند (حیدرزاده،  $1378$ ).

۹. بطور کلی دشت‌های سیلابی به علت احتمال خطر آب‌های سطحی نباید به عنوان محل دفن انتخاب گردند (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی،  $1386$ ).

۱۰. خواص زمین‌شناسی منطقه مورد نظر از نکات اساسی در انتخاب صحیح محل دفن مناسب می‌باشد:

## ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

الف) بستر آهکی و یا صخره‌های ترک‌دار و اغلب گودال‌های شنی و ریگی برای دفن بهداشتی مناسب نمی‌باشند، زیرا شیرابه زباله به راحتی از بستر آهکی و یا صخره‌های ترک‌دار عبور می‌نمایند.

ب) مناطق باتلاقی مناسب نمی‌باشند، مگر اینکه کاملاً خشکانده شوند.

پ) چاله‌های رسی مناسب می‌باشند (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶).

۱۱. مناطق مرتفع و مسطح بسیار مناسب هستند، به شرط آنکه لایه‌ای از مواد غیر قابل نفوذ مانند رس در بالای سطح آب زیرزمینی وجود داشته باشد.

۱۲. باید توجه داشت که حتی‌الامکان محل دفن خارج از اراضی کشاورزی قرار گیرد (حیدرزاده، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۰، Siddiqui et al., 1996) و در صورت نبود گزینه دیگر، اراضی کشاورزی می‌توانند مورد بررسی قرار گیرند (معیار نیمه محدود کننده)، همچنین محل دفن باید خارج از مناطق جنگلی و باغات قرار گیرد (بدو، ۱۳۷۹).

۱۳. مواد پوششی می‌بایست به اندازه کافی در نزدیک محل دفن وجود داشته باشد.

۱۴. حداقل فاصله از پارک‌های منطقه‌ای و طبیعی و تفرجگاه‌ها ۳۰۰ تا ۳۵۰ متر می‌باشد (حیدرزاده، ۱۳۷۸، Stout, 1997; [www.EPA.gov/landfillsiting1.htm](http://www.EPA.gov/landfillsiting1.htm)).

۱۵. حداقل فاصله از اراضی مهم از لحاظ اکولوژیکی (از نظر حیات وحش و گونه‌های در معرض خطر انقراض)، ۵۰۰ تا ۱۶۰۰ متر (Siddiqui et al., 1996; [www.greycounty.on.ca/](http://www.greycounty.on.ca/)); برخی صرفاً قرار گرفتن در خارج از محدوده این نواحی را کافی دانسته‌اند (Doerhoefer and Siebeit, 1998; [www. Environ-Reg.com](http://www. Environ-Reg.com)).

۱۶. حداقل فاصله از مکان‌های ثبت شده تاریخی و باستان‌شناسی ۳۰۰ تا ۴۰۰ متر (بدو، ۱۳۷۹، [www. Environ-Reg.com](http://www. Environ-Reg.com)) و یا صرفاً خارج از محدوده این نواحی باشد

(اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، حیدرزاده، ۱۳۷۸،  
(Doerhoefer and Siebeit, 1998).

۱۷. حداقل فاصله لازم از گسل‌ها ۶۱ تا ۱۰۰ متر است (بدو، ۱۳۷۹، حیدرزاده، ۱۳۸۰،  
شریعتمداری، ۱۳۷۹، (Doerhoefer and Siebeit, 1998; Kao and Lin, 1996).

۱۸. حداقل فاصله از اراضی ناپایدار (اعم از فرونشستگی‌ها، زمین‌های رانشی، طاق‌های  
نمکی و معادن) ۱۰۰ متر ([www.landfilldev.com](http://www.landfilldev.com)). در برخی موارد صرفاً قرار نداشتن  
در محدوده این گونه اراضی کفایت می‌نماید (شریعتمداری، ۱۳۷۹، Doerhoefer and  
(Siebeit, 1998).

۱۹. محل ورود به مکان‌های دفن می‌بایست نسبت به مکا‌های مسکونی پوشیده باشد تا  
از مناظر زشت جلوگیری شود. حفاظ‌های طبیعی چون درختچه‌ها و درخت‌ها یا پستی  
بلندی در این خصوص بسیار مناسب می‌باشد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان  
خراسان جنوبی، ۱۳۸۶).

۲۰. حداقل فاصله از مراکز جمعیتی نظیر مدارس، بیمارستان‌ها، کلیساها، زندان‌ها، مراکز  
درمانی و بطور کلی مکان‌هایی که بیش از ۱۰ خانوار سکنه دارند، ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر  
(حیدرزاده، ۱۳۸۰، Siddiqui et al., 1996). در برخی موارد حداقل فاصله ۱۰۰ تا ۱۷۰  
متر (بدو، ۱۳۷۹، Stout, 1997; Doerhoefer and Siebeit, 1998) و حتی ۱۰۰۰  
متر ([www.greycounty.on.ca/](http://www.greycounty.on.ca/)) نیز عنوان شده است.

۲۱. ایجاد محل دفن در نزدیکی مناطق مسکونی به هیچ وجه قابل قبول نیست. بنابراین،  
توصیه می‌شود که در حد امکان سعی شود که زمین دفن دور از مناطق شهری و صنعتی  
انتخاب شود و در جهت توسعه و رشد آتی مراکز صنعتی و مسکونی قرار نگیرد (عبدلی،  
۱۳۷۲). به این دلیل، مناطق مسکونی و حاشیه یک کیلومتری آنها برای محل دفن



ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

نامناسب هستند و میزان مطلوبیت محل، از یک کیلومتر تا ده کیلومتر افزایش می‌یابد (غلامعلی فرد، ۱۳۸۵، ۲۰۰۱). (Eastman, 2001).

۲۲. حداقل فاصله از فرودگاه‌های محلی (موتور پیستونی و ملخ دار) ۱/۵ کیلومتر و از فرودگاه‌های دارای موتور توربوجت (فرودگاه بین‌المللی) ۳ تا ۴ کیلومتر (بدو، ۱۳۷۹، شریعتمداری، ۱۳۷۹، Siddiqui et al., 1996; Doerhoefer and Siebeit, 1998; Stout, 1997) و در برخی موارد حداقل فاصله تا فرودگاه ۸ کیلومتر بیان شده است (Siddiqui et al., 1996).

۲۳. حداقل فاصله از خطوط انتقال نیرو، خطوط لوله، راه‌آهن، چاه‌های نفت و گاز ۱۰۰ متر می‌باشد (Doerhoefer and Siebeit, 1998).

۲۴. معمولاً فاصله تا مرکز تولید زباله بیش از ۳۵ کیلومتر از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نخواهد بود، مگر در شرایطی که از ایستگاه‌های انتقال استفاده شود و البته مقادیر پیشنهاد شده متفاوت است (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، بدو، ۱۳۷۹). جدول شماره (۳-۷) معیار مناسبی برای این مورد است.

۲۵. هنگام انتخاب محل دفن، مکان‌هایی باید انتخاب گردد که از طریق بزرگراه‌ها قابل دسترسی باشند. مکان‌های نزدیک یا مجاور به خطوط راه‌آهن نیز مناسبند. در هر حال حداقل فاصله از جاده‌ها ۸۰ متر و حداکثر ۱۰۰۰ متر باید باشد (جدول شماره ۳-۸) (بدو، ۱۳۷۹، حیدرزاده، ۱۳۷۸، Stout, 1997; Doerhoefer and Kao and Lin, 1996; Siebeit, 1998).

۲۶. حداقل شیب محل دفن محدوده‌ای از ۳ تا ۴۰ درصد را دارا می‌باشد. لیکن شیب کمتر از ۱۵ درصد معمولاً بهترین انتخاب است (حیدرزاده، ۱۳۷۸، Kao and Lin, 1996).

دلیل اهمیت شیب، امکان جاری شدن شیرابه هنگام بارندگی و نیز هزینه تسطیح زمین در برخی شیب‌های نامناسب است.

۲۷. باید توجه داشت که جهت باد غالب به گونه‌ای نباید باشد که بو، مواد و آسغال‌های سبک به سمت مناطق مسکونی منتقل شود. بنابراین، در صورت امکان جهت انتخاب محل دفن از زمین‌های مناسب‌تری از نقطه نظر بادگیری بایستی استفاده نمود (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۶، عبدلی، ۱۳۷۲، غلامعلی فرد، ۱۳۸۵).

۲۸. به لحاظ مخارج فراوان در خصوص وسایل مورد احتیاج و سرمایه‌گذاری، مکان انتخاب باید طول عمر زیادی داشته باشد، به عبارت دیگر مکان دفن باید گنجایش مواد زاید را برای مدت طولانی (حداقل دوره طراحی ۱۵ تا ۲۰ سال) داشته باشد (بدو، ۱۳۷۹، حیدرزاده، ۱۳۸۰، Siddiqui et al., 1996).

### ۳-۳-۲. معیارهای مکان‌های دفن ویژه زباله‌های خطرناک

پس از بررسی عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل دفن و با توجه به ویژگی زباله‌ها و مواد زائد خطرناک ضوابطی به صورت کمی و کیفی حاصل گردید. از آنجا که هدف، دست‌یابی به مکانی برای دفن پسماندهای ویژه می‌باشد، موارد پایین با توجه به محدودیت‌های زیست‌محیطی موجود و بر اساس قوانین موجود در کشورهای توسعه‌یافته و پیشگام در عرصه محیط زیست، به ویژه ایالات متحده آمریکا، و همچنین نظرات متخصصان بومی به عنوان ضوابط و معیارهای انتخاب موقعیت مراکز دفن ارائه شده است.

### ۳-۳-۲-۱- معیارهای عمومی

۱. در مراحل مکان‌یابی دفن زباله، حداقل محدوده مورد نیاز برای بررسی ۴۵۰ متر (۱۵۰۰ فوت) می‌باشد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، شکرایی، ۱۳۸۱، عبدلی، ۱۳۷۹).
۲. محل دفن بایستی وسعت کافی برای دفن زباله تولید شده در دوره طرح (۱۰ تا ۳۰ سال) و عملیات بهره‌برداری و نگهداری پس از تعطیلی سایت را داشته باشد (شکرایی، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴).
۳. در انتخاب موقعیت محل دفن بایستی به کاربری و استفاده آتی از زمین، پس از سپری شدن مراحل بهره‌برداری آن توجه نمود. لذا مکان انتخاب شده بایستی شرایط لازم از این نظر را داشته باشد (Ali Khan and Burney, 1989).
۴. زمین انتخابی بایستی شرایط فنی و اقتصادی لازم برای توسعه مراحل مختلف ساخت، بهره‌برداری و مرحله تعطیلی و مراقبت‌های پس از آن را دارا باشد (عمرانی، ۱۳۷۷، Calvo et al., 2007).
۵. مرکز دفن بایستی به محل تأمین مصالح خاکی برای پوشش نزدیک باشد (عبدلی، ۱۳۷۹).
۶. فاصله مراکز دفن تا فرودگاه‌ها برای هواپیماهای معمولی و ملخ‌دار حداقل ۱۵۰۰ متر (۵۰۰۰ فوت) (Al-Jarrah and Abu-Qdais, 2006) و برای هواپیماهای توربو جت حداقل ۳۵۰۰ متر (۱۰۰۰۰ فوت) (Dyson and Chang, 2005) تعیین شده است. این حریم به علت پرهیز از برخورد هواپیماها به خصوص جت‌ها با پرندگانی که عموماً در حوالی مراکز دفن پرواز می‌کنند، ۸ کیلومتر در نظر گرفته می‌شود (Siddiqui et al., 1996).

۷. مراکز دفن بایستی به راه‌های اصلی و بزرگراه‌ها دسترسی داشته باشند (خراسانی و همکاران، ۱۳۸۳، شکرایی، ۱۳۸۱، عمرانی، ۱۳۷۷). اما مراکز دفن بایستی در فاصله‌ای نزدیک تر از ۱۵۰ متر (۵۰۰ فوت) از جاده‌ها و بزرگراه‌ها احداث شوند (Haith, 1998; Kao et al., 1997).

۸. لازم است در اطراف مرکز دفن خاکریزی طبیعی یا مصنوعی به ارتفاع حداقل ۲/۴۵ متر (۸ فوت) وجود داشته باشد (Hokkanen and Salminen, 1997; Lane and Mc Donald, 1983).

۹. مرکز دفن بایستی دورتر از ۴۵۰ متری (۱۵۰۰ فوت) از سکونتگاه‌های دائمی، مراکز بیمارستانی و آموزشی قرار گیرد (فرهادی، ۱۳۷۸، فرهودی و همکاران، ۱۳۸۴).

۱۰. با توجه به شرایط خاص فرهنگی و بافت مذهبی کشور و نیز تراکم ترافیک و تردد قابل توجه در مناطق زیارتی، پیشنهاد می‌شود مراکز دفن ضایعات ویژه و جاده دسترسی مربوط به آن در حریم ۳ کیلومتری زیارتگاه‌ها قرار نگیرد (شکرایی، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

۱۱. چنانچه زباله‌ها (زباله‌های با خطر زیاد) دارای خواص سمیت، واکنش شیمیایی، قابلیت اشتعال، احتراق یا انفجار باشند، مرکز دفن بایستی حداقل یک مایل (حدود ۱/۶ کیلومتر) از سکونتگاه‌های دائمی (سکونتگاه‌هایی نظیر زندان‌ها، بیمارستان‌ها، مراکز بهداشتی، مراکز نگهداری سالمندان و غیره) که در شرایط اضطراری غیر قابل تخلیه و جابجایی می‌باشند، فاصله داشته باشد (Leao et al., 2004a).

۱۲. چنانچه در مرکز دفن، زباله‌های دفن شده دارای شرایط خطر بالا نباشند اما مواد شیمیایی با خطر بالا در سطح زمین به صورت موقت ذخیره شده یا پروسه شوند، باز هم

رعایت حداقل فاصله فوق ۱/۶ کیلومتر (۱ مایل) الزامی است (شکرای، ۱۳۸۱، Leao et al., 2004b).

۱۳. محل دفن زباله های خطرناک حتماً بایستی در نزدیکی محل نگهداری موقت یا مراکز پروسه این ضایعات باشند. مگر اینکه خطری برای محیط زیست داشته یا زباله ها با یکدیگر سازگاری فیزیکی و یا شیمیایی نداشته باشند) (مظفری نیا، ۱۳۸۴، Rubenstein, Montano and Zandi, 2000).

۱۴. انتخاب موقعیت مراکز دفن زباله های ویژه به نحوی انجام گیرد تا فاصله زمانی مورد نیاز برای عملیات امداد و نجات و پاسخ اضطراری به حوادث (آتش نشانی و امداد پزشکی) متناسب با نوع زباله ها فراهم گردد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، حبیبی، ۱۳۸۰، خاتمی، ۱۳۷۸).

### ۳-۲-۳-۲. معیارهای زمین شناسی

#### ۳-۲-۳-۱. ریخت زمین ساختی

۱۵. مکان دفن ویژه در دامنه ارتفاعات قرار نداشته باشد، زیرا مرز کوه و دشت در برخی مناطق محل عبور گسل بوده و ممکن است در اثر فعالیت گسلی، پسماندها به سطح آورده شوند (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، مظفری نیا، ۱۳۸۴، Themistoklis et al., 2005).

۱۶. ارتفاعات و بخش کوهستانی گزینه مناسبی نمی باشد، زیرا بخش عمده ارتفاعات حاصل همگرایی و راندگی واحدهای سنگی بر روی همدیگر بوده و معمولاً ناهمگن هستند (آشگر طوسی، ۱۳۷۴، رایگان شیرازی نژاد، ۱۳۷۵، US-EPA, 2003).

۱۷. در برخی نقاط با در نظر گرفتن شرایط، دشت ها برای احداث مکان دفن ویژه گزینه مناسب تری به شمار می روند، با این حال جایی که عمق سنگ بستر بیش از یک کیلومتر باشد برای این منظور بهتر است (شکرای، ۱۳۸۱، 2001, Cleverly).

### ۳-۳-۲-۲-۲. لرزه زمین ساختی

۱۸. مکان دفن در مسیر و حریم گسل های فعال شناخته شده، قرار نداشته باشد. قرارگیری در این محدوده سبب به سطح آمدن پسماندهای ویژه و یا گشودن پنجره بر روی آنها می گردد. حداقل فاصله از گسل های امتداد لغزش ۳۰۰ متر، از گسل های معکوس در فرا دیواره ۱۵۰۰ متر، از گسل های معکوس در فرو دیواره ۳۰۰ متر، از گسل های نرمال در فرا دیواره ۵۰۰ متر و از گسل های نرمال در فرو دیواره ۲۰۰ متر پیشنهاد می گردد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، شکرای، ۱۳۸۱، 2004 Anwar).

۱۹. مکان دفن در مسیر گسل های فعال پنهان که بر روی نقشه های زمین شناسی معرفی نشده و به وسیله شاخص های مورفوتکتونیک قابل شناسایی می باشند، قرار نگیرد. حداقل فاصله مناسب در این حالت ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر می باشد (Anwar, 2004).

۲۰. مراکز دفن هرگز نبایستی در فاصله ای کمتر از ۱۵۰ متر (۵۰۰ فوت) از محل گسل هایی که در ۳۵۰۰۰ سال گذشته حرکت و فعالیت کرده اند (Capable Fault)، واقع شوند (Senthil Shanmugan, 2005).

۲۱. مراکز دفن نبایستی در مناطق زلزله خیزی احداث شوند که احتمال وقوع زلزله ای با شتاب افقی حداکثر  $0.3g$  (سه دهم شتاب جاذبه) در ۲۵۰ سال در آن ناحیه ۱۰ درصد یا بیشتر باشد. در موارد خاص این کار تنها با اعمال ضوابط استاندارد و دقیق امکان پذیر می باشد (شکرای، ۱۳۸۱، 2004, Anwar).

ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

۲۲. گزینه‌ها بایستی خارج از محدوده خطرات زمین لرزه مانند لرزش، لغزش، برش و ریزش زمین باشند. فاصله مناسب در این مورد با توجه به شرایط منطقه، حداقل ۲۰۰ متر از محدوده‌های قابل پیش‌بینی می‌باشد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، حیدرزاده، ۱۳۷۸، شکرایی، ۱۳۸۱).

### ۳-۲-۲-۳-۳ زمین ریخت شناسی

۲۳. شیب زمین در محل گزینه تا حد امکان بین ۳ تا ۵ درصد باشد (در شرایط خاص تا ۱۰ درصد هم مجاز خواهد بود) (مظفری نیا، ۱۳۸۴، Anwar, 2004).

۲۴. مکان دفن در حریم و گستره عملیاتی زمین لغزش‌های شناخته شده و یا مناطق در معرض خطر زمین لغزش قرار نداشته باشد (حیدرزاده، ۱۳۷۸، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

۲۵. گزینه‌های مکان دفن در معرض کوه لغزش و ریزش قرار نگیرند (مظفری نیا، ۱۳۸۴).

۲۶. مکان دفن در مسیر و حریم رودخانه‌های فصلی و دائمی، رودهای زیرزمینی و آبراهه‌های منتهی به رودخانه‌ها قرار نگیرد (حیدرزاده، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۰).

۲۷. مکان دفن خارج از محدوده آبخوان‌ها قرار داشته و در مسیر تغذیه آبخوان‌ها قرار نگیرد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، کاظمی، ۱۳۷۵).

۲۸. مکان دفن در مسیر زمین‌های ناپایدار و متحرک (بالای گنبد‌های نمکی و سنگ‌های با دگرشکلی پلاستیک) قرار نگیرد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، کاظمی، ۱۳۷۶).

۲۹. مراکز دفن نبایستی در مناطقی که دارای زمین ناپایدار بوده و امکان ناپایداری زمین در دراز مدت وجود داشته باشد، احداث گردند. این مناطق عموماً شامل زمین‌های دارای خاک تراکم‌ناپذیر یا بسیار تراکم‌پذیر، زمین‌های با احتمال لغزش و ریزش، زمین‌های کارستی و آهکی، زمین‌های با خاک واگرا و نظایر آن می‌باشند. احداث مراکز دفن در این

مناطق تنها در موارد خاص و آن هم با اعمال ضوابط دقیق طراحی زمین شناسی و سازه ای امکان پذیر می باشد (مظفری نیا، ۱۳۸۴، Sengtianthr, 2004).

۳۰. مرکز دفن در محلی ساخته شود که یک لایه خاک تحکیم شده و غیر اشباع به ضخامت حداقل ۳/۵ متر (۱۰ فوت) بین پایین ترین قسمت واحد دفن و سنگ بستر وجود داشته باشد (فاصله حداقل ۳/۵ متر تا سنگ بستر) (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، مظفری نیا، ۱۳۸۴، Sener et al., 2006).



### ۳-۳-۲-۲-۴- سنگ شناسی

۳۱. برای مکان دفن ویژه، واحدهای سنگی که دارای کمترین ضریب نفوذ پذیری باشند، مناسب می باشند (کازمی، ۱۳۷۵، Humphery and Marphy, 2000).

۳۲. سنگ های رسی، رس ها و مارن ها با ضخامت زیاد که در گستره های تکاپو یا کم فعالیت یک منطقه قرار دارند، گزینه مناسب به نظر می آیند (شکرایبی، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

۳۳. احداث مراکز دفن در مناطقی که دارای خاک های دولومیتی و آهکی در قسمت سنگ بستر (سنگ بستر کربناته) هستند، دارای محدودیت های زیادی بوده و ممنوع می باشد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، حیدرزاده، ۱۳۷۸، شکرایبی، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

۳۴. احداث مراکز دفن در مناطقی که دارای سنگ بستر به صورت طبیعی متخلخل و حفره دار باشد به نحوی که این تخلخل به صورت شیارها و رگه های باریک امکان عبور آب و زهکشی را ایجاد نمایند ممنوع می باشد. عموماً خاک های کربناته دارای این محدودیت می باشند (حیدرزاده، ۱۳۸۰، شکرایبی، ۱۳۸۱، Chang et al., 2007).

۳۵. سنگ های ترد و شکننده مانند آهک ها که دارای شرایط کارستی باشند، مناسب نمی باشند (شکرایبی، ۱۳۸۱، Chang et al., 2007).

۳۶. مخروط افکنه ها و آبرفت های درشت دانه با ضریب نفوذ پذیری بالا مناسب نمی باشند (عمرانی، ۱۳۷۷، Jilani, 2002).

### ۳-۳-۲-۵. ساختمان زمین

۳۷. برای احداث مکان دفن ویژه، پهنه‌های برشی شکننده مناسب نیستند (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، عبدلی، ۱۳۷۹، Kontos et al., 2005).

۳۸. شدت شکستگی واحدهای سنگی کمتر از ۱۰٪ باشد (Shukla and Srivastava, 1992).

۳۹. هسته تاقدیس‌ها و محل تلاقی یال چین با سطح زمین، مکانی مناسب برای گزینه نیستند (حیدرزاده، ۱۳۷۸، شکرایی، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

۴۰. تراکم درزها حداقل، و کمترین میزان بازشدگی را داشته باشند (حیدرزاده، ۱۳۸۰، شکرایی، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

### ۳-۳-۲-۳. معیارهای هیدرولوژی و هیدروژئولوژی

۴۱. مراکز دفن در مناطقی که در آنها خطر سیل و آب گرفتگی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله وجود دارد (احتمال خطر آب گرفتگی سالیانه در آنها یک درصد است) (تحت عنوان مناطق سیلابی خطرناک) نبایستی احداث شوند. این محدودیت بخاطر جلوگیری از شست و شوی زباله‌ها به وسیله سیلاب و در نتیجه ورود آلاینده‌ها به محیط اعمال می‌گردد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، حیدرزاده، ۱۳۸۰، شکرایی، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

۴۲. مراکز دفن بایستی خارج از محدوده سیل گیر با دوره بازگشت ۵۰۰ ساله (که احتمال خطر آب گرفتگی سالیانه در آنها بیش از دو درصد است) واقع شوند (شکرایی، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

۴۳. مراکز دفن نبایستی در مناطق پر آب و خاک‌های اشباع و مناطقی که به صورت متناوب به وسیله آب های سطحی یا زیرزمینی برای مدتی به زیر آب رفته (تالاب ها) و به علت وجود شرایط خاک اشباع از پوشش گیاهی ویژه ای برخوردارند، احداث شوند (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، رایگان شیرازی نژاد، ۱۳۷۵، Rutala and Weber, 2001).

۴۴. احداث مراکز دفن در مناطق پر آب که خطر انتقال آلودگی زباله ها به منابع آب شرب مثل قنوات و چاه های برداشت وجود دارد، محدودیت داشته و ساخت این مراکز در حریم چاه‌ها و منطقه آب گیری قنوات و چشمه‌های با کاربری شرب و کشاورزی ممنوع است (شکرایبی، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

۴۵. احداث مراکز دفن در نزدیکی منابع آب شرب و بهداشتی عمومی ( نظیر رودخانه، کانال آب، چاه، چشمه و لوله های آبرسانی) یا در مناطقی که در بالادست این منابع آب قرار داشته و احتمال زهکشی و سرایت آلودگی به جریان آب تغذیه کننده این منابع باشد، ممنوع می باشد (عبدلی، ۱۳۷۹، مجلسی و نوری، ۱۳۷۱).

۴۶. احداث مراکز دفن سطحی یا نگهداری موقت زباله های ویژه در حوزه های آبریزی که تغذیه کننده منابع آب شرب و بهداشتی عمومی هستند، ممنوع می باشد (عبدلی، ۱۳۷۹، عمرانی، ۱۳۷۷، مجلسی و نوری، ۱۳۷۱).

۴۷. احداث مراکز دفن در مناطقی که بر روی آبخوان ها یا زمین‌هایی که آبخوان از آب آنها تغذیه می‌شود و یا مناطقی که قابلیت انتقال آب (حاصل ضرب ضخامت لایه خاک آبخوان در ضریب هدایت هیدرولیکی آن) از طریق آنها به آبخوان های باز بیش از ۹۰۰ مترمربع در روز (۱۰۰۰۰ فوت مربع در روز) باشد، ممنوع است (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، شکرایبی، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

۴۸. چنانچه منطقه دارای منابع آب زیرزمینی باشد، مراکز دفن بایستی در مناطقی احداث شوند که لایه ای از خاک به ضخامت حداقل ۱۵ متر (۵۰ فوت) و با ضریب هدایت هیدرولیکی کمتر از  $1 \times 10^{-7}$  سانتی متر بر ثانیه در بالای آبخوان وجود داشته باشد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، مظفری نیا، ۱۳۸۴، Delgado et al., 2008).

۴۹. تراز آب های زیرزمینی همواره بایستی پایین تر از تراز کف محل دفن قرار گیرد. در صورت نیاز این هدف با زهکشی طبیعی یا مصنوعی تأمین می گردد (حیدرزاده، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۹).

۵۰. مراکز دفن نبایستی در مناطقی ساخته شوند که آب زیرزمینی در شرایط طبیعی در معرض تماس با زباله ها قرار گیرد. در این موارد زباله ها بایستی به صورت کاملاً غیر قابل انتشار به محیط بسته بندی شوند و ضمناً در شرایط طبیعی امکان تراوش شیرابه به آب زیرزمینی وجود نداشته باشد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، حیدرزاده، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۰).

### ۳-۳-۲-۴. معیارهای زیست محیطی

۵۱. احداث مراکز دفن در داخل مناطق ویژه زیست محیطی نظیر پارک های ملی و استانی، مناطق حفاظت شده، جنگل ها، زیستگاه های طبیعی گیاهی و جانوری و مراکز تاریخی و باستانی، ممنوع می باشد (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، حیدرزاده، ۱۳۷۸، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

۵۲. فاصله مجاز موقعیت مرکز دفن تا مناطق ویژه زیست محیطی، چنانچه عملیات دفن به صورت عمقی انجام گیرد و یا زباله ها در سطح زمین پردازش و یا نگهداری شوند، حداقل نیم مایل (۸۰۰ متر) می باشد (حیدرزاده، ۱۳۸۰، WHO, 2001).

ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

۵۳. انتخاب محل دفن زباله های خطرناک نبایستی محدودیتی را برای گونه های گیاهی و جانوری مهم (به ویژه انواع کمیاب و در حال انقراض) ایجاد نماید. این کار با انجام اقدامات دقیق و مؤثر اصلاحی امکان پذیر می باشد (حیدرزاده، ۱۳۷۸، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

۵۴. حداقل فاصله از مکان های ثبت شده تاریخی و باستان شناسی بر اساس اهمیت منطقه ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ متر می باشد (حیدرزاده، ۱۳۷۸، مظفری نیا، ۱۳۸۴، Leao et al., 2001).

۵۵. محل قرارگیری مرکز دفن باید به نحوی انتخاب گردد تا امکان عملیات پایش و نمونه برداری برای تشخیص آلودگی ها و تعیین روند حرکت آنها و نیز عملیات رفع آلودگی قبل از تخریب و کاهش کیفیت آب های سطحی را فراهم نماید (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، حیدرزاده، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۹، مظفری نیا، ۱۳۸۴، Anwar, 2004).

### ۳-۴. الویت بندی مکان های پیشنهادی دفن زباله

یکی از مهم ترین مراحل مطالعاتی به موازات طراحی محل دفن زباله، عوامل مکان‌یابی و یافتن محل مناسب برای دفن زباله است. به طور کلی یک محل دفن باید در مکانی استقرار یابد که از جهات گوناگون اعم از محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی کمترین ضرر را به وجود آورد. از این نظر انتخاب یک محل دفن و ارائه توجیه منطقی در ارتباط با فرآیند مکان یابی نیازی است که همواره احساس می شود. به جرأت می توان گفت که یک مکان یابی صحیح می تواند بیش از نیمی از نگرانی های موجود در یک محل دفن را مرتفع سازد (حیدرزاده، ۱۳۸۰). انتخاب محل دفن باید با دقت و رعایت ضوابط بهداشتی صورت گیرد و پس از آماده سازی زمین، تکنولوژی مناسب دفن را معین و نسبت به انجام عملیات دفن

اقدام نمود (عبدلی، ۱۳۷۲). در ایران به لحاظ قانونی بر اساس ماده ۱۲ قانون مدیریت پسماندها، محل‌های دفن پسماندها بر اساس ضوابط محیط زیستی توسط وزارت کشور با هماهنگی سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت جهاد کشاورزی تعیین خواهد شد و همچنین بر اساس تبصره ۱ ماده ۱۲، شورای عالی شهرسازی و معماری موظف است در طرح‌های ناحیه‌ای جامع، مناطق مناسبی را برای دفن پسماندها در نظر بگیرد (قانون مدیریت پسماندها، ۱۳۸۳).

همان‌طور که اشاره گردید معیارهای متعددی در انتخاب محل مناسب برای دفن دخالت دارند که هر یک به نوبه خود از اهمیت خاصی برخوردارند و محدودیت‌هایی را نیز در انتخاب ایجاد می‌کنند. هدف نهایی این معیارها یافتن محلی است که کمترین اثرات سوء زیست محیطی را برای محیط طبیعی منطقه دفن و اطراف آن داشته باشد (اسدی و همکاران، ۱۳۷۵). آلودگی منابع آب زیرزمینی و خاک منطقه دفن از جمله این آثار است. لذا معیارهای در نظر گرفته شده در روش‌های مختلف انتخاب محل، همه سعی در جلوگیری از آلودگی این منابع حیاتی دارند (اکبری‌پور، ۱۳۸۰، بهرام سلطانی، ۱۳۷۱، صادقی، ۱۳۸۱، عبدلی، ۱۳۷۱ و ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۴، کاظمی، ۱۳۷۵). بعد از تعیین مکان‌های مناسب اولیه دفن با کمک معیارهای ذکر شده، نوبت به الویت‌بندی این مکان‌ها و انتخاب محل نهایی دفن می‌رسد. بدین منظور روش‌های مختلفی برای اولویت‌بندی مکان‌های دفن زباله وجود دارد که هر کدام از آنها پارامترهای خاصی را مورد بررسی قرار می‌دهند که از جمله این روش‌ها می‌توان به روش DRASTIC، توسعه یافته توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA)، روش (Minnesota Pollution Control Agency) (MPCA) و روش ال‌ک کردن منطقه‌ای و محلی اشاره کرد که هر کدام از این روش‌ها، پارامترها و معیارهای خاصی را مورد توجه قرار می‌دهند که بعضاً در روش‌های مختلف

ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

مشترک نیز می‌باشند. این پارامترها در قالب بررسی‌ها و مطالعات زمین‌شناسی، هیدرولوژی، محیطی و اقتصادی انجام می‌شوند. با توجه به اهمیت تأثیر محل دفن زباله در منطقه و محیط طبیعی اطراف، نوع و گسترش مطالعات انجام یافته می‌تواند متفاوت باشد (کیان بخش و سعیدی، ۱۳۸۸). در این جا سه روش متداول برای انتخاب محل نهایی دفن معرفی می‌گردد.

### ۳-۴-۱. روش DRASTIC

این روش توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا برای ارزیابی پتانسیل آلودگی آب‌های زیرزمینی و با استفاده از هیدروژئولوژی منطقه ارائه شده است.

در این روش مناطق مختلف با هفت معیار که در آلودگی آب زیرزمینی مؤثرند، از نظر وزن‌دهی مورد مقایسه قرار می‌گیرند. این هفت معیار عبارتند از:

۱. عمق سطح آب‌های زیرزمینی (D)

۲. تغذیه آب‌های زیرزمینی (R)

۳. محیط لایه آبدار (A)

۴. محیط خاک (S)

۵. توپوگرافی (T)

۶. تأثیر ناحیه غیر اشباع (I)

۷. ضریب نفوذ پذیری لایه آبدار (C)

این روش به هر کدام از این هفت عامل با توجه به درجه اهمیت آنها، وضعیت مختلفی می‌دهد که در جداول زیر به برخی اشاره شده است (Bagchi, 1994; US-EPA, 1993a, 1993b, 2000).

جدول شماره ۳-۱۰: وزن معیارهای مورد نظر در روش DRASTIC

وزن	معیار
۵	عمق سطح آب زیرزمینی
۴	تغذیه آب زیرزمینی
۳	محیط لایه آبدار
۲	محیط خاک
۱	توپوگرافی
۵	تأثیر ناحیه غیر اشباع
۳	ضریب نفوذپذیری لایه آبدار

هرکدام از پارامترهای جدول دارای محدوده و امتیاز مربوط به خود هستند.

جدول شماره ۳-۱۱: محدوده و امتیاز برای عمق سطح آب زیر زمینی

امتیاز	محدوده عمق به متر
۱۰	۱/۵
۹	۱/۵-۴/۶
۷	۴/۶-۹/۱
۵	۱/۹-۱۵/۲
۳	۱۵/۲-۲۲/۹
۲	۲۲/۹-۳۰/۵
۱	بیش از ۳۰/۵

جدول شماره ۳-۱۲: محدوده و امتیاز برای تغذیه آب زیرزمینی

امتیاز	محدوده تغذیه (سانتی متر)
۱	۵/۱
۳	۵/۱-۱۰/۲
۶	۱۰/۲-۱۷/۸
۸	۱۷/۸-۲۵/۴



بیش از ۲۵/۴	۹
-------------	---

### ۳-۴-۲. روش MPCA

این روش توسط شش عامل حذف اولیه و هفت عامل شرط ثانویه تشکیل شده است. شش عامل حذفی اولیه می‌بایستی در انتخاب محل رعایت شوند و عدم احراز هر کدام از این شش عامل موجب حذف آن محل خواهد شد. این شش مورد عبارتند از (اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۳۸۶، شکرایبی، ۱۳۸۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴، Dyson and Chang, 2005; Leao et al., 2001; Siddiqui et al., 1996):

۱. فاصله محل دفن از دریاچه و یا یک استخر ذخیره آب باید حداقل ۳۰۵ متر باشد.
۲. فاصله محل دفن از رودخانه یا هر مجرای آب محلی باید ۹۲ متر باشد.
۳. محل دفن نباید در داخل مسیل یا دبی دارای دوره برگشت یک صد ساله واقع شود.
۴. محل دفن نباید در مناطق مردابی واقع شود.
۵. محل دفن نباید خطر پرندگان را برای سلامت محلی ایجاد کند.
۶. محل دفن در محل‌هایی که دارای غارهای آهکی هستند نباید واقع شود (Bagchi, 1994; Banta et al., 1995; Tchobanoglous et al., 1993; US-EPA, 1993a, 1993b, 2000).

### ۳-۴-۳. روش الک کردن منطقه‌ای و محلی

در روش الک کردن منطقه‌ای و محلی، سه عامل اصلی شرایط طبیعی، کاربری زمین و عوامل اقتصادی دخالت دارد، که عوامل یاد شده ابتدا در مقیاس منطقه‌ای و سپس در مقیاس محلی مورد مطالعه قرار می‌گیرند. بنابراین شاخه‌های مختلفی که در بررسی‌ها مد نظر قرار می‌گیرند عبارتند از (Ham, 1993; Komilis et al., 1999):

### ۳-۴-۳-۱. مطالعات منطقه‌ای

#### الف) شرایط محیطی

- زمین‌های ماندابی و مردابی: در این زمین‌ها محل دفن نباید احداث شود.
- مسیل‌ها: در مسیل‌ها محل دفن نباید احداث شود.
- آب‌های سطحی: در مناطق تجمع آب‌های سطحی محل دفن نباید احداث شود (حداقل فاصله ۶۱ متری باید رعایت شود).
- آب‌های زیر زمینی: نواحی دارای سطح آب زیر زمینی بالا برای احداث محل دفن مناسب نیستند مگر اینکه از طراحی به روش تله هیدرولیکی استفاده شود.
- لایه‌های خاک مناسب و مقاوم در مقابل انتقال آلودگی: محل‌هایی که در آنها تهیه خاک‌های ریزدانه رسی سنگین برای ایجاد و استفاده لایه‌های پوششی مشکل یا غیر ممکن است جهت احداث مناسب نیستند. این نوع خاک‌ها باید دارای ضریب نفوذپذیری حداقل  $1 \times 10^{-9}$  m/s باشند، لایه‌های خاک زیر محل دفن باید از نوع رسی - سیلتی با نفوذپذیری حداقل  $1 \times 10^{-9}$  m/s و حتی‌الامکان عمیق، حدود ۱۵ متر و بیشتر باشد.
- نواحی دارای تأثیر زلزله باید بتوانند در مقابل زلزله‌هایی که زمان برگشت ۱۰۰ ساله دارند، مقاومت کنند، آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا الزام می‌کند که تمام محل‌های دفن جدید در مناطقی واقع شوند که در آنها احتمال ۱۰ درصد زلزله وجود داشته باشد، بدین‌صورت که شتاب زلزله در دوره برگشت ۲۵۰ ساله از ۰/۱ گرم تجاوز نکند، همچنین مناطق مذکور باید دارای لایه زهکشی شیرابه و سیستم کنترل آب‌های سطحی باشند تا بتوانند در مقابل زلزله مقاومت کنند.
- نواحی دارای خاک‌های ناپایدار: مناطقی که احتمال خطر زمین‌لرزه دارند و همچنین مناطق دارای رس‌های حساس برای احداث محل دفن مناسب نیستند.

ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

- نواحی دارای خاک‌های فرو ریزنده: زمین‌های دارای خاک‌های با حلالیت بالا مانند سنگ آهک و یا دارای خاک‌های فرو ریزنده، برای احداث محل دفن مناسب نیستند.

### ۳-۴-۳. مطالعات محلی

#### ۳-۴-۳-۱. شرایط طبیعی

- عمق خاک‌های مناسب برای لایه‌های پوششی محل دفن: مناطق فاقد خاک‌های ماسه‌ای سیلتی و رسی مناسب برای پوشش زباله، حذف می‌شوند.

- گود شدگی‌های موجود: گودشدگی‌هایی که توسط انسان و یا حفاری‌ها ایجاد شده‌اند، برای محل دفن مناسب می‌باشند ولی گود شدگی‌های طبیعی به دلیل وجود خاک‌های ناپایدار در آنها مناسب نیستند.

- پوشش طبیعی محل دفن از منظر عمومی: مناطقی که دارای پوشش طبیعی برای محل دفن می‌باشند (مانند درختان و خاکریزهای طبیعی)، نیز مناسب هستند.

- احتمال وقوع هرزآب‌ها و سیلاب‌ها: مناطقی که در بالا دست حوضه آبریز هستند، نسبت به مناطق واقع در پایین دست حوضه آبریز، مناسب‌ترند.

- تراکم چاه‌های آب شهری: مناطقی که دارای کمترین چاه‌های آب شرب هستند، مناسب‌ترند.

- سهولت نمونه‌برداری از آب زیرزمینی: مناطقی که دارای رژیم آب زیرزمینی پیچیده هستند و تهیه و تفسیر داده‌های کنترل کیفیت آب زیرزمینی آنها مشکل است، مناسب نیستند.

- شیب سطح زمین: مناطقی که دارای شیب بیشتر از ۱ عمودی به ۳ افقی هستند، مناسب نیستند.

- تأثیر محل دفن بر روی محل زندگی حیات وحش: مناطقی که محل زندگی حیات وحش می‌باشند، مناسب نیستند.
- چشم‌انداز محل دفن: مناطقی که برای پوشش چشم‌انداز محل دفن به صرف هزینه بیشتری نیاز دارند، مناسب نیستند.
- عمق سطح آب زیرزمینی: مناطقی که سطح آب زیر زمینی پایین و در نتیجه عمق لایه نیم اشباع در آنها زیاد است مناسب و مناطقی که دارای سطح آب زیرزمینی بالا هستند، نامناسب هستند، مگر اینکه طراحی به روش تله هیدرولیکی در آن مناطق مد نظر باشد.

### ۳-۴-۲-۳-۴. کاربری زمین

- حریم محل دفن: مناطقی که در آنها ایجاد حریم محل دفن مستلزم صرف هزینه بیشتری است، نامناسب هستند.
- استفاده از محل دفن بعد از بسته شدن: معمولاً توصیه می‌شود برای سالم ماندن لایه پوششی نهایی محل دفن، پس از بسته شدن محل، از آن استفاده مجدد نشده و به صورت فضای باز رها شود. البته برخی اوقات نیز ایجاد پارک و یا فضای سبز توصیه می‌شود.
- حریم نواحی شهری: مناطقی که در حوزه شهرها قرار داشته و مقررات موجود موانعی برای انتخاب محل دفن ایجاد کنند، مناسب نیستند.
- نواحی دارای اهمیت تاریخی: رعایت فاصله ۳۰۰ متری از نواحی تاریخی الزامی است.
- نواحی دارای اهمیت معماری: رعایت فاصله ۳۰۰ متری از مکان دارای اهمیت معماری الزامی است.
- نواحی دارای اهمیت باستان‌شناسی: رعایت فاصله ۷۵ متری از مناطق دارای اهمیت باستان‌شناسی الزامی است.

## ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

- نواحی دارای محدودیت‌های ترافیکی جاده‌ای: جاده‌های موجود در مناطق انتخابی باید برای ماشین‌آلاتی که در حمل زباله مورد استفاده قرار می‌گیرند، کنترل شوند و محدودیت‌های ترافیکی مورد توجه قرار گیرند. مناطقی که دارای جاده‌هایی با محدودیت‌های ترافیکی اند، مناسب نیستند.

- تأثیر محل دفن بر ترافیک: تأثیر ترافیک ناشی از احداث محل دفن باید بررسی شود.  
- فاصله از مرکز تولید زباله: مخارج حمل زباله حدود ۵۰ درصد مخارج مدیریت زباله و احداث محل دفن را شامل می‌شود. بنابراین مناطقی که هزینه زیادی از نظر حمل زباله دارند، مناسب نیستند.

- قابلیت خرید اراضی: بعضی از مناطق انتخاب شده در مقیاس منطقه‌ای ممکن است در معرض فروش نباشند و خود به خود حذف شوند.

- تعداد مالکین اراضی: مناطقی که مالکین متعدد دارند، مناسب نیستند.  
از میان شرایط ذکر شده در بالا به عنوان معیارهای انتخاب محل در مقیاس محلی، پنج مورد زیر جزء بندهای حذفی محسوب شده و مناطقی که دارای این شرایط می‌باشند حذف می‌شوند. این مناطق عبارتند از:

۱. مناطق دارای شیب زیاد، بیش از ۱ به ۳

۲. مناطق دارای اهمیت معماری

۳. مناطق دارای اهمیت تاریخی

۴. مناطق دارای اهمیت باستان‌شناسی

به علاوه در این مرحله از مطالعات محلی مانند روش DRASTIC که قبلاً توضیح داده شد برای مقایسه مناطق باقی مانده از روش وزن دهی استفاده می‌شود. جدول (۳-۴) وزن هر کدام از پارامترهای ذکر شده در مطالعات محلی را نشان می‌دهد. بر خلاف روش

DRASTIC در این روش امتیاز بیشتر، نشانه بهتر بودن محل مورد نظر برای انتخاب خواهد بود.

### ۳-۴-۳-۳. فاکتورهای اقتصادی

- نزدیکی به جاده های اصلی: فاصله اقتصادی محل دفن از جاده عبارت است از طول یک ضلع محل دفن به علاوه ۱۵۰ متر فاصله اضافی.

جدول شماره ۳-۱۳: وزن پارامترهای مورد نظر در مطالعات محلی

وزن	پارامتر
۴	عمق خاک های مناسب برای لایه های پوششی محل دفن
۱	گود شدگی های موجود
۲	پوشش طبیعی محل دفن از منظر عمومی
۳	احتمال وقوع هرزآب ها و سیلاب ها
۵	تراکم چاه های آب شهری
۵	سهولت نمونه برداری از آب های زیرزمینی
۲	چشم انداز محل دفن
۵	عمق سطح آب زیرزمینی
۲	حریم محل دفن
۱	استفاده از محل دفن بعد از بسته شدن
۱	حریم نواحی شهری
۳	حریم دارای محدودیت های ترافیک جاده ای
۴	تأثیر محل دفن روی ترافیک
۴	فاصله از مرکز تولید زباله
۳	قابلیت خرید اراضی
۲	زمین های دارای قطعات کوچک (مالکین متعدد)

خلاصه

## ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

مکان انتخابی برای انجام عملیات دفن بهداشتی باید به گونه‌ای باشد که مخاطرات بهداشتی عمومی و اثرات سوء بر محیط زیست به حداقل برسد و بتوان آن را با حداقل هزینه مورد استفاده قرار داد. روش‌های مختلفی جهت انتخاب محل وجود دارد که همه سعی در جلوگیری از آلودگی این منابع حیاتی دارند. در روش الک‌کردن منطقه‌ای و محلی، سه عامل اصلی شرایط طبیعی، کاربری زمین و عوامل اقتصادی دخالت دارد. نسبت به دیگر روش‌های دفع، هنوز دفن مواد زاید جامد از اهمیت و مطلوبیت بیشتری برخوردار است. بر خلاف زباله‌های شهری، برای زباله‌های صنعتی روش‌های دفع، بسیار محدود و پرهزینه هستند. به طوری که زباله‌های خطرناک قبل از دفن باید پروسه شده و کاملاً پایدار و یا تثبیت شوند. بررسی اقتصادی، کمی و کیفی مواد زائد تولیدی، زیبا شناختی و مقبولیت عمومی، توپوگرافی، وضعیت اقلیمی، زمین‌شناسی و خاک، ارزیابی هیدرولوژی زمین دفن، بررسی فاصله محل جمع‌آوری تا مرکز دفن (فاصله حمل) و نحوه دسترسی به جاده‌های اصلی، بررسی زمین از نظر دسترسی به آب، برق و تسهیلات تصفیه فاضلاب و در نهایت بررسی موقعیت زمین از جهت استفاده کنونی و آتی، از مهم‌ترین مواردی است که در گزینش مکان‌های دفن مؤثر می‌باشند. تعیین توپوگرافی محل دفن، به دلیل مؤثر بودن بر نوع عملیات، روش دفن، طراحی زهکشی‌های منطقه دفن، نوع تجهیزات مورد نیاز، تعیین تراز آب‌های زیرزمینی، تعیین نوع استفاده آبی از زمین، پیش‌بینی توسعه اقدامات آبی و توسعه تجهیزات دفن با ارزش و مهم است. زمین دفن بر اساس خواص هیدروژئولوژی منطقه و به طور جزئی‌تر بر مبنای حرکت شیرابه، به درجه یک، دو و سه طبقه بندی می‌گردد. پرداختن به موضوع خاک‌شناسی و زمین‌شناسی در ملاحظات مربوط به طراحی عملیات و چگونگی حفاظت از آب‌های سطحی و زیرزمینی از ضرورت‌های اولیه به شمار می‌آید. در بررسی مشخصات سنگ بستر توجه به مواردی نظیر جنس، ضخامت، محل غسل

و ترک خوردگی‌ها می‌تواند آگاهی‌های لازم در مورد نفوذ شیرابه و مسافت نفوذ و در نتیجه میزان تصفیه بیولوژیکی و شیمیایی شیرابه را در اختیار یک برنامه‌ریز قرار دهد. دانه‌بندی خاک یک منطقه نیز که در واقع می‌تواند ترکیبی از ذرات رس، شن و سیلت باشد، در انتخاب محل دفن بسیار مهم می‌باشد، زیرا نسبت درصد ذرات سه‌گانه مزبور تعیین‌کننده ویژگی تراوایی خاک به شمار می‌آید. یکی از فاکتورهای مهم تصمیم‌گیری برای انتخاب محل دفن، فاصله محل تا مرکز ثقل مواد جمع‌آوری شده است. محل دفن نباید در مسیر توسعه آتی شهر انتخاب شود. همچنین در زمینه برنامه‌ریزی برای اختتام محل دفن به کاربری‌های آبی آن نیز باید توجه شود. مهم‌ترین معیارهای استفاده شده در فرآیند مکان‌یابی محل دفن، فاصله از منابع آبی، فاصله از سطح آب زیرزمینی، نوع خاک، فاصله از نواحی شهری، فاصله از فرودگاه‌ها، پارک‌ها و مناطق حفاظت‌شده، پستی و بلندی، موجودیت یا نزدیکی به مواد پوشاننده و فاصله از جاده‌ها می‌باشد. به عنوان مثال، فاصله کف محل دفن تا سطح آب زیرزمینی کمتر از  $1/5$  تا  $3$  متر بسیار بد و بیش از  $30$  متر بسیار خوب می‌باشد. بستر آهکی و یا صخره‌های ترک‌دار و اغلب گودال‌های شنی و ریگی برای دفن بهداشتی مناسب نمی‌باشند، زیرا شیرابه زباله به راحتی از بستر آهکی و یا صخره‌های ترک‌دار عبور می‌نمایند. مناطق مسکونی و حاشیه یک کیلومتری آنها برای محل دفن نامناسب هستند و میزان مطلوبیت محل، از یک کیلومتر تا ده کیلومتر افزایش می‌یابد. حداقل شیب محل دفن محدوده‌ای از  $3$  تا  $40$  درصد را دارا می‌باشد. لیکن شیب کمتر از  $15$  درصد معمولاً بهترین انتخاب است. سنگ‌های رسی، رس‌ها و مارن‌ها با ضخامت زیاد که در گستره‌های تکاپو یا کم‌فعالیت یک منطقه قرار دارند، گزینه مناسب به نظر می‌آیند. مراکز دفن در مناطقی که در آنها خطر سیل و آب‌گرفتگی با دوره بازگشت  $100$  ساله وجود دارد نبایستی احداث شوند.



## خودآزمایی

۱. میزان محدودیت و مطلوبیت محل دفن در رابطه با مناطق مسکونی چگونه است؟
۲. اهداف انتخاب و طراحی مکان های دفن بهداشتی زباله ها کدامند؟
۳. عوامل مؤثر در مکان یابی دفن بهداشتی زباله ها را فقط نام ببرید.
۴. مهم‌ترین معیارهای فرآیند مکان یابی دفن بهداشتی را فقط نام ببرید.
۵. ویژگی های زمین‌شناسی منطقه در انتخاب صحیح محل دفن چیست؟
۶. در انتخاب مکان نهایی دفن زباله شهری از چه روش هایی استفاده می‌گردد؟



## **فصل چهارم**

**آماده‌سازی مکان دفن**

**بهداشتی و روش‌های**

**عملیاتی آن**

## اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می باشد:

۱. عملیات آماده سازی محل دفن بهداشتی
۲. محاسبه میزان زمین مورد نیاز برای پسماندهای فرستاده شده به محل دفن
۳. اهمیت مواد پوششی در جایگاه دفن
۴. روش های اجرای عملیات دفن بهداشتی زباله
۵. متراکم کردن زباله در محل دفن و اهمیت آن
۶. درجه بندی محل های دفن از نظر امکان آلوده سایی منابع آبی
۷. مدیریت زباله های شهری در جایگاه دفن
۸. استفاده از محل دفن تکمیل شده
۹. کاربرد GIS در ارزیابی و مکان یابی دفن بهداشتی زباله

## ۴-۱- عملیات آماده‌سازی محل دفن بهداشتی

### مقدمه

آماده‌سازی محل دفن عبارت است از اجرای کارهایی بر روی زمین انتخابی به نحوی که انجام عملیات دفن بهداشتی در آن، در سراسر سال امکان‌پذیر شود. شکست و یا موفقیت عملیات دفن بهداشتی به چگونگی آماده‌سازی محل بستگی کامل دارد.

وسعت عملیات و چگونگی آماده‌سازی، به طبیعت محل، موقعیت آن، حجم عملیات بهره‌برداری، و البته به بودجه قابل دسترسی بستگی دارد. برای ایجاد تأسیسات در اغلب محل‌های دفن مراحل زیر باید مورد توجه قرار گیرد (عبدلی، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۹، عمرانی، ۱۳۷۷):

۱. ایجاد تأسیسات مناسب برای تجهیزات جداسازی و خدمات‌رسانی.
۲. زیباسازی محل، از طریق ایجاد خاکریز، ساخت دیوار در اطراف محل دفن و یا ایجاد فضای سبز در اطراف محل (تا بدین طریق عملیات در معرض دید نباشد).
۳. بررسی‌های مهندسی برای طراحی صحیح جاده‌های دسترسی، زهکشی، ارتفاع برداشت خاک، کانال‌های انحرافی، خاکریزها و بندها و نیز تعیین خواص خاک و تخمین عمر محل دفن.
۴. ایجاد تأسیسات لازم برای نیروهای انسانی در محل.
۵. ساخت جاده دسترسی مناسب برای تمامی شرایط آب‌وهوایی.
۶. نصب یک قپان برای توزین زباله.
۷. ایجاد تأسیسات آتش‌نشانی و امکانات آب، برق و تلفن.

انجام کارهایی از جمله منحرف کردن چشمه‌ها و جوی‌ها، جابجایی و ذخیره خاک حاصلخیز برای پوشش نهایی یا تهیه مواد پوششی دیگر.

#### ۴-۱-۱. زمین مورد نیاز

زمین مورد نیاز و طول عمر مفید محل دفن را می‌توان براساس نرخ تولید مواد، جمعیت، دانسیته مواد فشرده شده در محل دفن و پیش‌بینی میزان تأسیساتی که ممکن است در آینده در محل مستقر شوند، تخمین زد. برای انجام محاسبات، راهنمایی‌های زیر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (عبدلی، ۱۳۷۲):

۱. نسبت تراکم (نسبت حجم مواد دریافتی به حجم مواد دفن شده بعد از فشرده شدن)، به نوع مواد، درصد تراکم در کامیون، تأسیسات تراکم در محل دفن، عمق ترانشه‌ها، تعداد لایه‌ها و قابلیت تراکم‌پذیری خاک بستگی دارد. این نسبت معمولاً ۱ تا ۳ متغیر است.
  ۲. با کمک داده‌های موجود در سراسر کشور و مخصوصاً در شهرهای مجاور و مشابه، می‌توان حدود نرخ تولید زباله‌های شهری را برای هر شهروند تخمین زد. با توجه به داده‌های اندک موجود، این عدد بین نیم تا یک کیلوگرم برای هر نفر در روز متغیر است.
  ۳. آگاهی از دانسیته مواد در کامیون‌ها در زمان ورود به محل دفن، لازم است. طبیعی است که دانسیته مواد در وسایل نقلیه با سیستم‌های مختلف یکسان نیست. به عنوان مثال دانسیته مواد در نیسان‌های روز باز و کامیون‌های بارکش با هم یکی نخواهد بود.
  ۴. در محاسبات، باید حجم مواد پوششی در بین لایه‌های مختلف و پوشش نهایی را نیز در نظر گرفت. ضخامت لایه‌های پوشش میانی معمولاً حدود ۳۰ سانتی‌متر است و ضخامت لایه پوششی نهایی حدود ۶۰ سانتی‌متر می‌باشد.
- حجم محل دفن مورد نیاز را می‌توان از فرمول زیر محاسبه کرد:

$$V = \frac{R}{D} \left(1 - \frac{P}{100}\right) + CV \quad \text{رابطه (۴-۱)}$$

در این فرمول:

V: جمع موردنیاز برای دفن مواد زاید هر نفر در یک سال بر حسب متر مکعب.

R: وزن مواد زاید تولیدی برای هر نفر در سال بر حسب کیلوگرم.

D: دانسیته متوسط مواد زاید جامد بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب.

P: درصد کاهش حجم مواد در اثر تراکم.

CV: حجم مواد پوششی بر حسب متر مکعب.

#### ۴-۱-۱-۱. محاسبه میزان پسماند فرستاده شده به محل دفن

بر اساس مطالعه Daskalopoulos و همکاران (۱۹۹۸)، میزان خاکستر تولید شده به وسیله زباله سوزی در حدود ۲۰ درصد جرم پسماند فرستاده شده به این تسهیلات است که باید به محل دفن بروند و حدود ۳۰ درصد از پسماند فرستاده شده به کمپوست نیز به محل دفن فرستاده می‌شود. همچنین بر اساس مطالعه Haith (۱۹۹۸)، میزان کاهش مواد در فرآیندهای بازیابی بین ۱ تا ۲۵ درصد می‌باشد که دارای میانگین ۱۰ درصد است. بر اساس مطالعه Leao و همکاران (۲۰۰۱ و ۲۰۰۴a و b) میزان ۱۰ درصد از بازیافت، ۲۰ درصد از زباله سوزی و ۳۰ درصد از کمپوست به محل دفن می‌رود.

برای برآورد میزان پسماند فرستاده شده به محل دفن از رابطه زیر استفاده می‌شود:

رابطه (۴-۲)

$$(W-L)t = (X'-L)t \cdot Wt$$

که در آن:

Wt: میزان کل پسماند تولیدی در طول زمان t

(X'-L)t: میزان درصد پسماند فرستاده شده به دفن در طول زمان t

(W-L)t: میزان پسماند فرستاده شده به محل دفن در طول زمان t

#### ۴-۱-۲. محاسبه میزان زمین مورد نیاز برای پسماندهای فرستاده شده به محل دفن

رشد شهری هم بر تقاضا و هم عرضه زمین محل دفن اثر دارد. رشد شهری همراه با افزایش جمعیت باعث افزایش تولید پسماند می‌شود که میزان تقاضای زمین محل دفن را افزایش می‌دهد. از طرفی با توجه به اینکه زمین دفن نباید در جهت رشد و توسعه آتی مناطق مسکونی قرار گیرد (عبدلی، ۱۳۷۲)، توسعه شهر و مناطق مسکونی میزان عرضه زمین محل دفن را کاهش می‌دهد.

با استفاده از میزان تراکم پسماند در محل دفن، میزان حجم زمین مورد نیاز برای هر واحد جرم محاسبه می‌گردد، با تقسیم آن بر ارتفاع محل دفن میزان مساحت زمین مورد نیاز برای هر واحد جرم به دست می‌آید و در نهایت با استفاده از کل جرم پسماند وارده به محل دفن (رابطه ۴-۲) میزان زمین مورد نیاز برای پسماندهای فرستاده شده به محل دفن در زمان مورد نظر برآورد می‌شود.

رابطه (۴-۳)

$$(Demand)t = (W-L)t / (Density, Height)$$

که در آن:

$(W-L)t$ : میزان پسماند فرستاده شده به محل دفن در طول زمان  $t$

Density: میزان تراکم پسماند در محل دفن

Height: ارتفاع محل دفن

$(Demand)t$ : میزان زمین مورد نیاز برای پسماندهای فرستاده شده به محل دفن در طول

زمان  $t$

بر اساس مطالعات انجام شده میزان ارتفاع محل دفن در شهرهای با تولید حداکثر

۱۰۰۰ تن در روز، بین ۱۰ تا ۲۰ متر متغیر می‌باشد (Leao et al., 2001; 2004b).

#### ۴-۱-۲. انجام بررسی‌های مهندسی در محل دفن

تحقیقات و بررسی‌های مورد نیاز در محل دفن به خصوصیات محل بستگی دارد. مثلاً در بعضی از مناطق خشک و برای شهرهای کوچک، ممکن است این تحقیقات فقط به حفر چند چاه گمانه برای تعیین مقدار و نوع خاک پوششی، آماده کردن نقشه‌های توپوگرافی محل، نقشه‌های طراحی و جاده‌های دسترسی محدود شود. از طرف دیگر در مناطق مرطوب مطالعه مهندسی در یک زمین مردابی شامل جمع‌آوری اطلاعات از ساختمان‌های تخریبی در نزدیک مکان، سنگ و مواد پوششی به وسیله لایروبی، سدهای خاکی و موج‌شکن‌ها، ادامه خطوط آب و برق و تلفن، نصب قپان و ساختمان برای تأسیسات و تجهیزات کارکنان است (حبیبی، ۱۳۸۴، عبدلی، ۱۳۷۲).

مقدار و نوع مواد پوششی قابل دسترس در محل دفن باید توسط انجام آزمایش تعیین شود. معمولاً حفر چاه‌های گمانه روش خوبی برای تعیین نوع و کمیت مواد پوششی است. برای مکان‌های کوچک چند هکتاری که ساختار زمین‌شناسی آن شناخته شده است، حفر چندگمانه برای حصول اطمینان از ساختار زمین‌شناسی کافی است. در مکان‌های بزرگ که اطلاعات کمی از ساختار زمین‌شناسی آن‌ها وجود دارد، ممکن است به حفر ده‌ها چاه گمانه، نیاز باشد. برای تهیه مواد پوششی از زمین‌های بیرون از جایگاه، تحقیقات مشابهی نیز باید انجام گیرد (عباس پور، ۱۳۷۱، عبدلی، ۱۳۷۲).

#### ۴-۱-۳. جاده‌های دسترسی

جاده‌های دسترسی به جایگاه باید طوری ساخته شوند که در تمام فصول و در تمام شرایط آب‌وهوایی قابل استفاده باشند. عرض آن‌ها حداقل ۷ متر و شعاع انحناء در پیچ‌های آن



حداقل ۲۰ متر باشد، تا برای عبور و مرور کامیون‌های بزرگ مناسب باشند. برای جلوگیری از ایجاد گرد و خاک در جاده‌ها باید اقداماتی از قبیل پاشیدن آب، کلسیم کلراید، نفت سیاه و غیره انجام داد. در اغلب موارد این جاده‌ها آسفالت می‌شوند. ایجاد جاده دسترسی مناسب که در همه فصول به راحتی مورد استفاده قرار گیرند، در انجام سریع عملیات بسیار مؤثر خواهد بود و به صرفه‌جویی در نیروی کار و استهلاک کمتر کامیون‌ها منجر خواهد شد. برای انجام عملیات شبانه، نصب چراغ‌های بالاسری در کنار جاده‌ها و در اطراف ترانشه‌ها لازم است (حیدرزاده، ۱۳۸۰، عباس پور، ۱۳۷۱، عبدلی، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۹).

#### ۴-۱-۴. حصارکشی

حصارکشی در اطراف محل دفن به سه منظور انجام می‌گیرد:

۱. مانع دید همسایگان و مسافران می‌شود.
  ۲. باعث کنترل ورود و خروج در جایگاه می‌شود.
  ۳. از پراکنده شدن کاغذ و پلاستیک در اثر وزش باد به اطراف جایگاه جلوگیری می‌کند.
  ۴. محدوده محل دفن را مشخص می‌کند و حیوانات را از محل دفن دور نگه می‌دارد.
- حصارکشی در داخل جایگاه و برای جلوگیری از پراکنده شدن آشغال‌های سبک به اطراف گودال‌های دفن، نیز لازم است. ارتفاع حصار معمولاً بین ۱/۵ تا ۳ متر می‌تواند متغیر باشد. وقتی که عملیات در داخل ترانشه‌ها و گودال‌ها انجام می‌گیرد، به این نوع نرده‌کشی احتیاجی نیست (عبدلی، ۱۳۷۲).

پراکندگی کاغذ و پلاستیک معمولاً در زمین‌های مسطح مشکل‌زا است. بدین منظور از روش‌های مختلفی برای جلوگیری از پراکنده شدن کاغذ و پلاستیک در اطراف جایگاه می‌توان استفاده کرد. نصب توری در مجاورت محل عملیات و به فاصله ۱۵ تا ۲۰ متری

محل و در مسیر باد روش مؤثری است. باید دقت کرد که حصار مقاومت کافی در مقابل باد و برخورد کاغذ و پلاستیک و تجمع آن‌ها در روی حصار برخوردار باشد. برای جلوگیری از پراکنده شدن کاغذ و پلاستیک می‌توان با انجام تمهیداتی از حصارکشی اجتناب کرد. انتخاب جایگاه در زمین‌های پست و در پناهگاه‌های طبیعی و تخلیه کامیون‌ها براساس دستورالعمل‌های توصیه شده می‌تواند نیاز به حصارکشی را از بین ببرد. مثلاً انتخاب جایگاه در یک زمین مسطح و بادخیز به مراتب مشکل‌آفرین‌تر از انتخاب جایگاه در یک دره است. در یک جایگاه می‌توان با حفر ترانشه‌ها به عمق ۴ متر و ایجاد سدهای خاکی در مقابل باد غالب، مشکل را حل نمود. در روزهای بادی می‌توان کامیون‌ها را در داخل ترانشه تخلیه کرد (اکبرپور، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۴).

#### ۴-۱-۵. تجهیزات و تأسیسات برای کارکنان

نوع تأسیسات و تجهیزات و اندازه آن‌ها به طراحی اولیه جایگاه و بزرگی آن بستگی دارد، مثلاً وقتی که قرار است جداسازی در جایگاه انجام گیرد و یا کارخانه کمپوست در اطراف محل ایجاد شود، باید پیش‌بینی‌های لازم از نظر ساخت تأسیسات و تهیه تجهیزات به عمل آید. در ضمن شرایط آب‌وهوایی نیز در ایجاد تأسیسات مثل پناهگاه یا پارکینگ برای ماشین‌آلات و ساختمان‌های اداری و غیره حائز اهمیت است (عبدلی، ۱۳۷۲).

تأسیسات بهداشتی برای کارکنان، حتی در محل‌های دفن کوچک، باید مورد توجه قرار گیرد. از ساختمان‌های متحرک و یا پیش ساخته می‌توان برای این منظور استفاده کرد. آب بهداشتی، حمام، سرویس بهداشتی، رختکن، برق و تلفن، از جمله ضروریات یک محل دفن بهداشتی هستند. تعمیرگاه وسایل و ماشین‌آلات و تأسیسات شست‌وشوی کامیون‌ها برای جایگاه‌های بزرگ، الزامی می‌باشند (عبدلی، ۱۳۷۹، مجلسی، ۱۳۷۱).

#### ۴-۱-۶. قپان

آگاهی از وزن مواد زاید جامد در محل دفن، هم از نقطه نظر مدیریتی و هم از نظر تعیین مخارج دفن، ضروری است. مقایسه بین مواد جمع‌آوری شده در شهرهای مختلف نیز باید براساس وزن مواد و نه حجم آن‌ها باشد. برای شهرهای کوچک، می‌توان از باسکول‌های مجاور استفاده کرد.

به هر صورت باید زباله‌ها دقیقاً وزن شوند تا کنترل و اداره عملیات در محل دفن مقدور باشد. قپان باید قادر به توزین سنگین‌ترین کامیون موجود باشد. کفه باسکول باید به اندازه کافی بزرگ باشد، طوری که تمامی طول ماشین به سادگی درون آن قرار گیرد. معمولاً کفه باسکول به ابعاد ۳ در ۱۱ متر مناسب است. حساسیت باسکول تا یک درصد و بیشتر مورد قبول است (عبدلی، ۱۳۷۲).

#### ۴-۱-۷. مواد پوششی و انواع آن

باید مواد مناسب دانه‌ای و خنثی، برای پوشش لایه‌های متراکم زباله مورد استفاده قرار گیرند. مواد پوششی از پراکنده شدن ذرات و اشیای سبک، از هجوم حشرات و حیوانات موذی، از آتش سوزی و انتشار آن جلوگیری می‌کند. یک سلول متراکم و پوشیده شده نیز برای حرکت وسایل نقلیه مناسب‌تر است (عبدلی، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۹). هر خاک تمیزی می‌تواند برای پوشش مورد استفاده قرار گیرد. ولی بعضی از مراجع، خاک رس شن‌دار یا لومی شنی را به عنوان مناسب‌ترین ماده پوششی معرفی کرده‌اند. خاک پوششی بایستی عاری از مواد آلی، ریشه و شاخه و برگ درختان، سنگ‌هایی با قطر بزرگ‌تر از ۱۵ سانتی‌متر و مواد ساختمانی حجیم بوده و دارای درصد کمی رس باشد. خاک‌هایی که دارای درصد پایین رس هستند، از مردابی و باتلاقی شدن زمین جلوگیری کرده و در مواقع بارندگی مانع از فرو

ریختن تجهیزات به گل می‌شوند، به علاوه درزهای کمتری در لایه پوششی ایجاد می‌شود. شکاف‌ها، امکان دسترسی حشرات و حیوانات مودی به زباله‌ها را فراهم کرده و نیز باعث نشست بو و گاز از سلول‌های پر شده به بیرون می‌گردد. وجود تعداد زیادی سنگ بزرگ در مواد پوششی نیز باعث بروز همین مشکلات خواهد شد. از خاکستر و یا باقی مانده‌های زباله سوزها می‌توان برای پوشش لایه‌های میانی استفاده کرد (شاه علی، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۹).

جدول زیر ضخامت مواد پوششی را در سه کاربرد مختلف نشان می‌دهد.

جدول شماره ۴-۱: ضخامت مواد پوششی در سه کاربرد مختلف

زمان	حداقل ضخامت	مواد پوششی
۱-۷ روز	۱۵ سانتی متر	روزانه
کمتر از یک سال	۳۰ سانتی متر	لایه های میانی
بیشتر از یک سال	۶۰ سانتی متر	نهایی

منبع: (عبدلی، ۱۳۷۲)

زمان در ستون آخر این جدول، نشان دهنده حداکثر زمانی است که لایه پوششی می‌تواند در معرض هوا و نور خورشید قرار گیرد. پوشش لایه‌های میانی، کنترل گاز را امکان‌پذیر می‌سازد، در حالی که پوشش نهایی باید قادر به حمایت از رشد گیاهان نیز باشد. میزان مواد پوششی معمولاً برحسب نسبت حجم مواد پوششی به حجم مواد زاید فشرده شده در جایگاه سنجیده می‌شود. مثلاً نسبت ۱ به ۴ نشان می‌دهد که ۲۰ درصد حجم مواد فشرده شده در محل دفن شامل مواد پوششی است. نسبت حجم مواد پوششی، به محل جایگاه و استفاده آتی از جایگاه تکمیل شده، بستگی دارد. از نظر بهداشتی لازم است که

ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

حداقل ضخامت مواد پوششی در لایه‌های میانی ۱۵ سانتی‌متر باشد، به علاوه، تمام سطوح ظاهری مواد در انتهای هر روز کاری باید پوشیده شوند (عباس پور، ۱۳۷۱، عبدلی، ۱۳۷۲). مواد پوششی معمولاً توسط بولدوزر در روی مواد زاید متراکم شده، پخش می‌گردد. پروسه پیوسته، که در آن خاک با مواد زاید مخلوط شده تا به تراکم اپتیمم برسد، چندین عیب دارد. در این روش انجام عملیات در سطح وسیع غیرعملی است. بنابراین، این روش توصیه نمی‌شود. مخلوط کردن پیوسته خاک پوششی با زباله توسط ماشین‌آلات معمولی مشکل است و باعث افزایش مخارج عملیات می‌شود. علاوه بر مخلوط کردن خاک پوششی به پوشش بیشتری نیاز خواهد بود.

از طرف دیگر، ایجاد لایه پوششی مخلوط با مواد زاید جامد (زباله‌ها) ممکن است به لایه‌ای با خلل و فرج کمتر منجر گردد. در نتیجه، فرونشستگی سطح جایگاه به حداقل خواهد رسید.

تقریباً شن و خاک‌های رس و سیلت خالص برای مواد پوششی مناسب نیستند، مگر آن‌که با روش‌های خاصی آماده شوند. مثلاً در نیویورک، با مخلوط کردن شن حاصل از لایروبی با لجن تصفیه شده فاضلاب، مواد پوششی مناسبی برای جایگاه‌های تدفین به دست آمد. با ریختن لجن در سطح شن و مخلوط آن‌ها توسط شخم زدن زمین، یک ماده پوششی عالی حاصل می‌شود (احرام پوش، ۱۳۷۳، مجلسی، ۱۳۷۱).

#### ۴-۱-۸. ثبت اطلاعات و داده‌ها و ارزیابی عملیات دفن

صورت‌برداری از فعالیت‌ها و تجهیزات و ثبت داده‌ها و اطلاعات، از جمله وظایف مدیریت جایگاه دفن به شمار می‌آید. بدین منظور، فرم‌هایی شامل خلاصه فعالیت روزانه خصوصیات محل دفن و ارزیابی عملیات در محل دفن تهیه و بایستی تکمیل گردد (عبدلی، ۱۳۷۲).

## ۴-۲. روش های اجرای عملیات دفن بهداشتی زباله

بعد از انتخاب محل مناسب دفن و آماده سازی آن، می توان عملیات اجرایی دفن زباله را شروع نمود. روش های مختلفی برای دفن زباله ها در جایگاه وجود دارد، که این روش ها در مناطق خشک و مرطوب بایستی به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گیرد.

### ۴-۲-۱. روش های دفن

یکی از مهم ترین مسئولیت های تیم طراحی، انتخاب مناسب ترین روش دفن در جایگاه می باشد. در این انتخاب، علاوه بر آنکه باید به امکانات و توانایی های موجود و بالقوه شهر توجه کرد، به نوع زمین جایگاه و مشخصات آن نیز باید دقت کافی مبذول داشت. روش های دفن می تواند در یک جایگاه با جایگاه دیگر متفاوت باشد.

وظیفه تیم طراحی، انتخاب اقتصادی ترین، عملی ترین و ساده ترین روش دفن، متناسب با شرایط جایگاه و شهر، می باشد (عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۴). سه روش عمومی برای دفن زباله های شهری وجود دارد:

۱. روش سطحی

۲. روش ترانشه ای

۳. روش شیبی

دفن مواد زاید آسیاب شده نیز روشی است که تاکنون مورد استفاده قرار گرفته است. هر واحد تکمیل شده در محل دفن بهداشتی را یک سلول می گویند. ابعاد سلول ها در هر جایگاه با جایگاه دیگر متفاوت است و به خصوصیات توپوگرافی و ساختار زمین، خاک پوششی و نوع زباله بستگی دارد. اقتصادی ترین روش در دفن بهداشتی، روشی است که در

آن به خاک وارداتی نیاز نباشد و خاک پوششی از محل، تأمین شود (عبدلی، ۱۳۷۲، نیکخواه، ۱۳۶۲، 2002, Jilani).

بهتر است مواد در پایین سینه کار تخلیه شده و سپس توسط بولدوز و یا وسیله مناسب دیگری روی سینه کار پخش شده و متراکم گردد. زاویه سینه کار در حدود ۳۰ تا ۴۰ درجه با افق، زاویه مناسبی است. منطقه عملیاتی باید از پهنای کافی برخوردار باشد، تا کامیون‌هایی که برای تخلیه زباله به محل می‌رسند، منتظر نمانده و سریعاً تخلیه شوند. عمق مناسب سلول‌ها و ابعاد آن‌ها به شرایط زمین، میزان زباله و مواد پوششی بستگی دارد (عبدلی، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۹).

در شرایطی که سطح زمین قابل دسترس، محدود بوده و یا سطح آب‌های زیرزمینی پایین است و یا باید مواد پوششی را از بیرون از جایگاه تهیه کرد، حفاری تا عمق‌های ۹ متری هم جهت برطرف کردن نیازهای ضروری و تأمین مواد پوششی انجام می‌شود، در بعضی مواقع که زمین قابل دسترس، نامحدود بوده ولی مشکل تهیه مواد پوششی مناسب وجود دارد، می‌تواند عمق حفره را به ۱/۸ تا ۲/۴ متر رساند و فقط یک لایه مواد در سطح زمین دفن نمود، عمق کم محل دفن، از نظر جنبه‌های زیست محیطی و بهداشتی، ترجیح داده می‌شود (عبدلی، ۱۳۷۲، Siddiqui et al., 1996).

در مناطقی که سطح آب‌های زیرزمینی بالاست و یا در آن حفر ترانشه امکان‌پذیر نیست، از روش سطحی استفاده می‌شود. مواد در روی زمین تخلیه شده و در نوارهای باریک و بلند در لایه‌های سری به عمق ۴۰ تا ۸۰ سانتی‌متر، پخش می‌شوند.

در طول روز و در مرحله دفن لایه‌های بالاتر، هر لایه فشرده شده و لایه بعدی در روی لایه فشرده شده قرار می‌گیرد، تا در انتهای روز ضخامت لایه فشرده به ۲ تا ۳ متر می‌رسد.

در انتهای روز یک لایه خاک به ضخامت ۱۵ تا ۳۰ سانتی متر که از بیرون از جایگاه حمل شده روی آن ریخته می شود.

در مناطقی که لایه های عمیقی از خاک پوششی در محل وجود داشته، و سطح آب های زیرزمینی هم پایین باشد، روش ایجاد ترانشه و دفن در ترانشه مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش، مواد پوششی از حفر ترانشه ها بدست می آید و به خاک وارداتی نیازی نیست (عباس پور، ۱۳۷۱، عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۴، Sener et al., 2006).

در صورت چسبناک بودن خاک جایگاه، عملیات بسیار اقتصادی خواهد بود، زیرا می توان دیواره بین ترانشه ها را باریک گرفت. اما اگر خاک جایگاه از چسبندگی کافی برخوردار نباشد، باید به دیوارهای بین ترانشه ها شیب قابل ملاحظه ای داد، لذا روش ترانشه ای در این زمین ها مطلوبیت زیادی ندارد.

در روش شیبی دفن زباله، زباله ها روی دامنه شیب دار پخش و فشرده می شود، این روش در جایگاه هایی که از نظر توپوگرافی مناسب باشند، بسیار اقتصادی تر از دو روش قبلی می باشد، زیرا به هیچ نوع خاک پوششی و به میزان معینی حفاری نیازی نیست (عبدلی، ۱۳۷۱).

#### ۴-۲-۲. دفن بهداشتی در مناطق خشک

وقتی که دفن بهداشتی در کشورهای صنعتی رایج شد، دو روش دفن مورد استفاده قرار گرفت: روش سطحی و روش ترانشه. به مرور زمان و تغییر تکنیک ها در اثر تجربه این دو روش کفایت نکرد و روش های جدیدی به بازار معرفی شدند، مثل روش دفن در دامنه های شیب دار و روش دفن در دره ها و گودال های طبیعی (عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷، مجلسی و نوری، ۱۳۷۱). دو روش دفن در مناطق خشک متداول است، دفن در زمینه های مسطح که با نام روش سطحی (Area Landfills) معروف است و دفن در گودال ها و



ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی مواد ...

زمین‌هایی که دارای گودال‌های طبیعی و یا مصنوعی (Depression Landfills) است و یا دارای ساختار غیرمعمولی مثل دره‌های عمیق و فرورفتگی‌ها می‌باشد (عبدلی، ۱۳۷۲).

#### ۴-۲-۱. روش سطحی

سه متد برای دفن بهداشتی زباله‌ها به روش سطحی مورد استفاده قرار گرفته است که عبارتند از:

- |                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| Progressive Excavation | ۱. حفاری پیوسته |
| Cut and Cover          | ۲. برش و پوشش   |
| Imported Cover         | ۳. پوشش وارداتی |

#### ۴-۲-۱-۱. حفاری پیوسته

وجه تمایز آن با سایر متدها، پیوستگی عملیات است. مواد پوششی از زمین جلوکار، حفاری شده و در روی زباله‌های متراکم شده قبلی ریخته می‌شود و مواد پوششی به اندازه نیاز برداشته می‌شود و عملیات تقریباً به صورت پیوسته ادامه پیدا می‌کند. سینه کار در این متد به صورت سطح شیب‌دار است (عبدلی، ۱۳۷۲، مجلسی، ۱۳۷۱).

#### ۴-۲-۱-۲. برش و پوشش

در این متد، یک ترانشه برای تخلیه زباله ایجاد شده و با خاک حاصل از حفاری ترانشه جدید، روی زباله ترانشه قبلی پوشانده می‌شود. برای بالا بردن راندمان بهره‌گیری از زمین، ترانشه‌ها معمولاً موازی یکدیگر حفاری می‌شوند. روش برش و پوشش در جایگاه‌هایی که

حفاری در زیر سطح آب‌های زیرزمینی انجام می‌گیرد مثل زمین‌های واقع در ناحیه جزر و مد و یا زمین‌های باتلاقی کاملاً مناسب است (عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷).

#### ۴-۲-۱-۳. پوشش وارداتی

وارد کردن مواد پوششی برای انجام عملیات دفن بهداشتی زمانی انجام می‌شود که امکان تهیه مواد پوششی مناسب در محل نباشد و یا به آسانی بتوان در اطراف جایگاه به مواد پوششی مناسب دسترسی پیدا کرد.

در این روش، ترافیک حاصل از رفت‌وآمد کامیون‌های زباله‌کش و حمل مواد پوششی، می‌تواند یک مشکل اصلی باشد (عبدلی، ۱۳۷۱، مظفری نیا، ۱۳۸۴).

#### ۴-۲-۲. دفن در گودال‌ها

در این روش از گودال‌های طبیعی و یا مصنوعی برای دفن بهداشتی زباله استفاده می‌شود.

دفن در گودال به دو گروه تقسیم می‌شود:

۱. دفن در دره‌های عمیق و تنگ
۲. دفن در گودال‌های خشک و معادن متروکه

#### ۴-۲-۳. دفن بهداشتی در مناطق مرطوب

در شرایطی که هیچ‌گونه انتخابی برای دفع زباله وجود نداشته باشد، می‌توان از مناطق مرطوب (باتلاق، مرداب، برکه، ناحیه جزر و مدی و آبگیر) برای دفن زباله استفاده کرد. دفن

در این مناطق به دقت و توجهات خاصی نیازمند است، و باید مسائل زیست محیطی و بهداشت عمومی را دقیقاً رعایت کرد. به همین دلیل، عملیات بسیار پرخرج و حساس خواهد بود (حیدرزاده، ۱۳۸۰، شکرایی، ۱۳۸۱، عبدلی، ۱۳۷۲).

اگرچه در گذشته از این مکان‌ها برای دفن زباله‌های شهری استفاده شده است، ولی به دلیل آلودگی‌های ناشی از حرکت شیرابه و رسیدن آن به سفره‌های آب زیرزمینی و آلودگی آب‌ها و زمین‌های اطراف محل دفن و تصاعد گازهای ناشی از شرایط غیرهوازی، پرکردن مستقیم زمین‌های مرطوب، دیگر مورد قبول نیست و باید قبل از انجام عملیات پر کردن، منطقه کاملاً زهکشی شده و کف آن توسط مواد نفوذ ناپذیر مصنوعی و یا طبیعی مثل خاک رس پوشیده شود (عبدلی، ۱۳۷۲). مکان‌های دفن در مناطق مرطوب را به سه گروه عمومی می‌توان تقسیم کرد:

- باتلاق و مرداب.

- ناحیه جزر و مدی با عمق متغیر.

- گودال و معادن متروکه، که سطح ایستایی آب در آن‌ها بالاست.

قبل از شروع عملیات در این مناطق، باید یک طرح جامع برای توسعه بلند مدت جایگاه تهیه شود که شامل اطلاعاتی درباره شیب نهایی، عمق جایگاه، سیستم زهکشی، مقدار مواد پوششی موردنیاز، حجم بالقوه جایگاه و طول عمر آن باشد (عبدلی، ۱۳۷۲، مجلسی و نوری، ۱۳۷۱).

#### ۴-۲-۴. متراکم کردن زباله در محل دفن و اهمیت آن

در شرایط معمولی، مواد در محل دفن متراکم شده و به دانسیته ۶۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌رسد. برای رسیدن به این تراکم، باید مواد در لایه‌های نازک به ضخامت کمتر از ۶۰

سانتی‌متر پخش شده و چندین بار ماشین‌آلات سنگین از روی آن عبور کند. چندین فاکتور روی دانسیته مواد در محل دفن مؤثر است، از جمله این فاکتورها عبارتند از:

۱. ترکیب مواد

۲. نوع تجهیزات مورد استفاده

۳. روش عملیات

۴. عمق محل دفن

مهم‌ترین فاکتور مؤثر بر روی دانسیته مواد در محل دفن، ترکیب زباله است. فاکتور مهم در پیش‌بینی دانسیته مواد، درصد رطوبت آن می‌باشد (عبدلی، ۱۳۷۲، مجلسی، ۱۳۷۱). برای این‌که عملیات به سادگی انجام پذیرد و به ماکزیمم دانسیته دست یافته شود، لازم است که برخی از مواد را از زباله جدا کرد. تنه درختان، نخاله‌های بزرگ ساختمانی و مواد حجیم را می‌توان در منطقه دیگری برد و با روش‌های خاصی دفن کرد. تراکم خوب زباله‌ها در محل دفن، هم در طولانی شدن عمر جایگاه مفید است و هم مانع فرو نشستن زیاد سطح تکمیل شده می‌گردد در نتیجه از ترک‌خوردگی مواد پوششی جلوگیری به عمل می‌آید و بسته‌های گازی در داخل سلول ایجاد نمی‌شود. در غیر این صورت، شکاف‌ها باعث ورود آب‌های سطحی به داخل سلول شده و تجمع گاز، ممکن است منجر به آتش‌سوزی و مشکلات دیگر شود (عبدلی، ۱۳۷۹).

#### ۴-۲-۵. تجهیزات و پرسنل

تجهیزات و پرسنل موردنیاز جهت انجام عملیات در محل دفن به حجم مواد، ترکیب مواد، خواص ژئولوژیکی و سایر خصوصیات جایگاه و روش دفن بستگی دارد. در محل دفن به افراد مجرب و آموزش دیده برای انجام عملیات دفن و اپراتوری ماشین‌آلات و تجهیزات نیاز هست. سلامت و بهداشت محیط اطراف جایگاه و مقبولیت آن می‌تواند در اثر عملکرد

ضعیف پرسنل جایگاه به مخاطره جدی بیفتد (عبدلی، ۱۳۷۱ و ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۴، مجلسی، ۱۳۷۱).

فاکتورهایی از جمله مقدار زباله، نوع جایگاه، تعداد وسایل و تجهیزات و ماشین‌آلات، شرایط خاک، آب و هوا و تعداد مشتریانی که از جایگاه برای دفن مواد استفاده می‌کنند، روی تعداد کارگران یک جایگاه بیشترین تأثیر را دارند (عبدلی، ۱۳۷۱ و ۱۳۷۶).

انتخاب تجهیزات مناسب و کافی، یک فاکتور کلیدی مهم در انجام کارآیی عملیات می‌باشد. مهم‌ترین وسیله متداول در یک محل دفن، بولدوزر است. ماشین‌آلات موردنیاز در محل‌های دفن بهداشتی عبارتند از:

۱. ماشین‌آلات برای حمل و نقل مواد زاید و مواد پوششی در محل دفن.
۲. ماشین‌آلات و تجهیزات کندن و بلند کردن خاک.
۳. ماشین‌آلات و تجهیزات پشتیبانی کننده (عبدلی، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۹).

#### ۴-۲-۶. مخارج توسعه

در تخمین مخارج توسعه محل دفن باید فاکتورهای فیزیکی و استانداردهای معقول و شرایط آژانس‌های دولتی (مثلاً محیط زیست)، مدنظر باشد. این مخارج شامل هزینه‌های ایجاد جاده‌های دسترسی و تهیه و ذخیره آب، دیوار و حصارکشی، آتش‌نشانی (در صورت لزوم)، منظر و دورنماسازی، تأسیسات زهکشی آب‌های سطحی، اطاق توزین، ساختمان اداری، پارکینگ و پناهگاه تجهیزات و ماشین‌آلات می‌گردد (اندرودی، ۱۳۸۰، عبدلی، ۱۳۷۲).

#### ۴-۲-۷. عملیات در شرایط آب‌وهوایی نامناسب

محل دفن بایستی در کل فصول سال فعال باشد به همین دلیل در هنگام یخبندان در فصل زمستان مشکلات زیادی مخصوصاً در روش ترانشه ایجاد می‌شود. لذا توصیه‌های زیر جهت آمادگی لازم در محل دفن ضروری است:

۱- قبل از یخبندان زمین شخم زده شود و با مواد عایق مثل برگ و مانند آن به عمق ۵/۰ تا یک متر پوشانده شود.

۲- ترانشه‌های موردنیاز قبل از یخبندان حفاری شده و خاک پوششی نیز ذخیره شود.

۳- یک زمین بکر و کوبیده نشده (زمینی که هنوز توسط عبور ماشین آلات و فعالیت‌های دیگر، پوششی گیاهی آن له نشده باشد) حفاری شود.

۴- تجهیزات و ماشین‌آلات برای انجام عملیات در سرما و یخبندان مثل یخ‌شکن، اطاق گرم برای راننده، گاراژ گرم و ساختمان گرم برای پرسنل آماده شوند.

از طرف دیگر، در هنگام بارندگی اغلب عملیات خاکبرداری و دفن زباله تعطیل می‌شود.

نکات زیر برای جلوگیری از وقفه کاری در چنین مواقعی توصیه می‌گردد:

۱- سیستم زهکشی کاملی برای جایگاه و پوشش آن با ماسه و شن در صورت امکان.

۲- ساخت جاده‌های قابل دسترسی (جاده‌های دائمی) مناسب در فصول مختلف سال.

۳- در صورتی که بار خیلی سنگین نباشد، بولدوزر می‌تواند آن را تا سینه کار بگسل کند.

۴- مواد پوششی مناسب برای دوره بارندگی مثل شن ریز و خاک‌های شن‌دار ذخیره شود

(عباس پور، ۱۳۷۱، عبدلی، ۱۳۷۲).

#### ۴-۲-۸. کنترل گرد و خاک و آتش

با آب‌پاشی متناوب، می‌توان به طرز مؤثری جلوی گردو خاک را گرفت. بنابراین در عملیات بزرگ وجود یک تانکر آب در نزدیکی محل عملیات ضروری است. به جای آب می‌توان از

روغن و یا کلسیم کلراید استفاده نمود. در زمین‌هایی که برای دفن مواد در نظر گرفته نشده‌اند، کاشت گیاهان برای کنترل گردو خاک در فصول خشک، الزامی است. وجود تانکر آب در جایگاه، علاوه بر آن که برای کنترل گردو خاک لازم است، در مواقع آتش‌سوزی نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (عمرانی، ۱۳۷۴ و ۱۳۷۷). در صورتی که تراکم مواد به دقت انجام پذیرد و مواد پوششی مناسب باشد، اکسیژن موردنیاز برای شروع آتش‌سوزی محدود خواهد بود. در هنگام وقوع آتش در یک سلول باید ابتدا توسط بولدورزر سلول را شکافت و سپس در منشأ آتش، به خاموش کردن آن توسط آب و خاک اقدام نمود (عبدلی، ۱۳۷۲).

#### ۴-۲-۹. کنترل بو

گازهای بودار، در نتیجه گندیدگی سطحی و هضم غیرهوازی در عمق سلول به وجود می‌آید. حوضچه‌های محتوی مواد آلی زیاد، کانال‌های زهکشی آلوده و ساکن و شیرابه زباله منابع تولید گازهای هضم غیرهوازی هستند. ولی یک محل دفن بهداشتی خوب بدون بو است و در صورتی که عملیات ایجاد بو کند، می‌توان با انجام اقدامات زیر سریعاً آن را رفع نمود:

۱. مواد زاید تازه، به ویژه آشغال‌ها را باید سریعاً با خاک پوشاند.
۲. شکاف‌های حاصل در محل دفن تکمیل شده باید بسته شوند.
۳. از تجمع آب‌های سطحی، خروج شیرابه و نفوذ آب به داخل سلول جلوگیری شود.
۴. در صورت لزوم، جایگاه با مواد از بین برنده بو (مثل اورتودی کلروبنزن به نسبت یک بیست و پنجم با آب و مصرف به مقدار ۵۰۰۰ لیتر در هکتار) سمپاسی شود (شریعت پناهی، ۱۳۷۳، عبدلی، ۱۳۷۲).

#### ۴-۲-۱۰. آلودگی منابع آبی

آلودگی آب‌های سطحی را می‌توان به سادگی توسط دو روش زیر مهار نمود:

۱. قطع کلیه زهکشی‌های سطحی که آب‌های سطحی را به داخل جایگاه می‌آورند و ساخت آبراهه‌های مناسب در اطراف جایگاه.
۲. جمع‌آوری و تصفیهٔ پساب‌های حاصل از جایگاه.

روش دوم مشکل‌تر و گران‌تر است، بنابراین باید سعی شود که مشکل آلودگی را با روش اول حل کرد. طراحی‌ها بایستی با توجه به آمارهای بلندمدت (۵۰ ساله) وقوع سیل و طوفان انجام گیرد. علاوه بر اقدامات فوق، ایجاد زهکش‌های متعدد برای جمع‌آوری آب حاصل از باران و برف در سطح جایگاه ضروری است (عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷). در سال‌های اخیر تحقیقات چندی در رابطه با رفتار فیزیکی محل دفن و اثرات شیرابه آن روی آب‌های زیرزمینی انجام شده است. نتایج نشان داده که آلودگی آب‌های زیرزمینی به سه دلیل اتفاق می‌افتد:

۱. جایگاه در روی و یا در مجاورت یک سفرهٔ آب زیرزمینی باشد.
۲. محل دفن توسط نفوذ آب‌های سطحی، آب باران، آب حاصل از تجزیهٔ مواد، آب سیلاب‌ها و یا یک منبع مصنوعی دیگر، به حالت فوق اشباع برسد.
۳. شیرابه تولید و خود را به سفرهٔ آب زیرزمینی برساند.

زمین‌هایی که جزو موارد ۱ و ۲ هستند، نبایستی به عنوان جایگاه محل دفن زباله انتخاب شوند. در هر صورت، اگر شیرابه در محل تولید شود، آب‌های زیرزمینی پایین دست به فاصلهٔ ۳۰۰ متری محل، شدیداً آلوده خواهند شد. بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی اطراف گودال دفن، مستلزم کار مداوم و دقیقی است. نمونه‌برداری ادواری و ایجاد چاه‌های مشاهداتی از جمله کارهایی است که باید مرتباً انجام گیرد (عبدلی، ۱۳۷۲).



#### ۴-۲-۱۰-۱. درجه‌بندی محل‌های دفن از نظر امکان آلوده‌سازی منابع آبی

از نقطه نظر امکان ایجاد آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی، مکان‌های دفن را می‌توان به گروه‌های مختلفی طبقه‌بندی کرد. درجه‌بندی براساس زمین‌شناسی، هیدرولوژی، توپوگرافی، طبیعت زباله‌ها و سایر فاکتورهای مربوطه انجام می‌گردد.

#### ۴-۲-۱۰-۱. محل دفن درجه یک

مکان‌هایی که در روی سفره‌های آب قرار ندارند یا در روی سفره ایزوله آب زیرزمینی غیرقابل مصرف که از رواناب‌های سطحی محافظت می‌شود و یا جایی که زهکش‌های سطحی از داخل آن عبور نمی‌کنند و یا به سادگی داخل راه‌های آبی تخلیه می‌شوند و جایی که از نظر منطقه نشت آب، محدودیت‌های مطمئنی وجود داشته باشد، قرار می‌گیرند در این جایگاه‌ها هیچ محدودیتی برای دفن مواد زاید جامد و یا مایع وجود نخواهد داشت (شکرایی، ۱۳۸۱، عبدلی، ۱۳۷۲).

#### ۴-۲-۱۰-۲. محل دفن درجه دو

مکان‌هایی که در روی سفره‌های آب زیرزمینی قابل مصرف محصور و یا آزاد قرار دارند و می‌توان مواد را با رعایت حداقل فاصله موردنیاز تا بالاترین سطح پیش‌بینی شده آب زیرزمینی در آن‌جا دفن نمود و مکان از رواناب‌های سطحی محافظت می‌شود. جایی که زهکش‌های سطحی داخل جایگاه نشده و یا به آبراهه‌های مناسب تخلیه شوند. در این جایگاه‌ها، دفن فقط به مواد زاید خانگی و تجاری و یا آشغال‌ها و پسماندها و سایر مواد آلی فسادپذیر و قراضه‌های فلزی از انواع لیست زیر در یک فاصله معینی در بالای سطح ماکزیمم آب زیرزمینی اطراف جایگاه محدود می‌شود (عبدلی، ۱۳۷۲، مجلسی، ۱۳۷۱).

۱. قوطی‌های قلعی خالی
۲. فلزات
۳. کاغذ پاره‌ها و محصولات کاغذی مقوا و مانند آن
۴. پارچه و البسه
۵. چوب و محصولات چوبی
۶. اضافات باغبانی
۷. مو، چرم، پوست و استخوان
۸. حیوانات کوچک مرده
۹. باقی مانده‌های زباله سوزها و خاکستر
۱۰. زایدات بازار و مناطق تجاری
۱۱. آشغال
۱۲. تمام مواد قابل قبول در محل دفن درجه ۳ بدون در نظر گرفتن سطح آب‌های زیرزمینی

#### ۴-۲-۱۰-۱-۳. محل دفن درجه سه

مکان‌هایی که در آن‌ها امکان محافظت از آب قابل مصرف کم است و یا وجود ندارد. در این جایگاه‌ها، دفن به مواد جامد غیرقابل تجزیه (فسادناپذیر) و مواد جامد خنثی، از انواع لیست زیر محدود می‌شود:

۱. خاک، صخره، سنگ و شن، بتون
۲. آسفالت
۳. شیشه
۴. گچ و قطعات گچی

۵. محصولات چرمی

۶. خرده‌های فولاد

۷. خاک رس و محصولات خاک رسی

۸. تخته‌های آزبست

برای به حداقل رساندن امکان آلودگی آب‌های زیرزمینی، توصیه‌های زیر مطرح است:

۱. محل دفن روی سنگ مادر ساخته شود. حداقل یک فاصله ۹ متری از خاک رس بین

سنگ مادر و مواد وجود داشته باشد. مگر مطالعات فاصله کمتری را مشخص کند.

۲. فاصله محل دفن باید با چاه آبدی حداقل ۱۵۰ متر باشد. مگر مطالعات نشان دهد که

امکان نشت زیرزمینی وجود ندارد.

۳. مواد زاید در معادن و یا مکان‌هایی دفن نشوند که شیرابه بتواند بر آب‌های زیرزمینی

راه پیدا کند. به خاطر داشته باشید که آلودگی‌های شیمیایی ممکن است ایجاد شود و

امکان حرکت آن‌ها در فواصل خیلی زیاد وجود خواهد داشت.

۴. مکان دفن نباید در مجاورت و یا روی چشمه قرار گیرد.

۵. با مؤسسات و ادارات مربوطه در مورد امکان آلودگی آب‌های زیرزمینی مشورت شود

(عبدلی، ۱۳۷۲، مجلسی، ۱۳۷۱).

#### ۴-۲-۱۱. کنترل حرکت گازها

کنترل حرکت گازهای حاصل از تجزیه مواد یکی از مهم‌ترین کارهایی است که باید در

طراحی جایگاه دفن بهداشتی زباله، مورد توجه طراحان قرار گیرد. معمولاً حدود ۹۰ درصد

گازهای حاصل از تجزیه را متان و دی‌اکسیدکربن تشکیل می‌دهد. بنابراین کنترل این دو

گاز بسیار حائز اهمیت است. متان باعث مرگ و میر گیاهان با حذف اکسیژن موجود در

ریشه، و دی‌اکسید کربن باعث افزایش سختی آب‌های زیرزمینی می‌گردند (عبدلی، ۱۳۷۲، Chen and Kao, 1998).

دو روش برای کنترل حرکت گازها در محل‌های دفن مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱. روش نفوذپذیری

۲. روش نفوذناپذیری

در روش نفوذپذیری از مجراهای شنی استفاده می‌شود. این مجراها می‌توانند عمودی و یا به صورت مایل در گودال ساخته شوند. در روش نفوذناپذیری، استفاده از لایه‌های نفوذناپذیر مثل لایه‌های خاک رس می‌تواند حرکت گاز را کنترل کند.

یک لایه رس با ضخامت ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر مانع خوبی برای جلوگیری از حرکت گازها و نفوذ بی‌رویه آن به اعماق زمین است. لایه‌های رسی با ضخامت کمتر از ۶۰ سانتی‌متر برای جلوگیری از حرکت گازها مناسب نمی‌باشند (عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۷، مجلسی و نوری، ۱۳۷۱).

#### ۴-۲-۱۲. جلوگیری از نشت شیرابه

شیرابه زباله مایعی بسیار سمی بوده که علاوه برداشتن CO<sub>2</sub> دارای BOD<sub>5</sub> به میزان ۳-۲ هزار میلی‌گرم در لیتر و COD به میزان ۴۵-۳۰ هزار میلی‌گرم در لیتر می‌باشد و عناصری نظیر کلرور سولفات، منیزیم، فسفر، کلسیم، آهن، سدیم، پتاسیم، نترات، ازت آلی و آمونیاکی و جامدات معلق را به آب‌ها وارد می‌نماید. همچنین بسته به جنس مواد اطراف در جهات جانبی درون زمین حرکت می‌کند. در صورتی که جایگاه دفن زباله مجاور دریا و یا روی سفره آب‌های زیر زمین باشد یا حرکت شیرابه به طرف سفره‌ها انجام شود، آب‌های زیر زمینی آلوده می‌شوند. میزان تراوش شیرابه از بستر محل دفن را می‌توان با فرض آنکه موانع واقع در زیر محل دفن تا بالای سفره آب زیر زمینی به حالت اشباع بوده و لایه نازکی از شیرابه در بستر محل دفن موجود باشد، با استفاده از قانون دارسی تخمین زد.

در هر صورت، جهت جلوگیری از نشت شیرابه بایستی تدابیری را اتخاذ نمود، از جمله شیب‌بندی مناسب ۲ تا ۴ درصد و برای شیب‌های جانبی تا ۳۰ درصد و ایجاد سد یا حفاظ ۳ متری خاک برای جلوگیری از نفوذ سیلاب و آب‌های سطحی بسیار موثر است.

#### ۴-۲-۱۳. نشست زمین محل دفن

نشست زمین جایگاه اساساً به نوع زباله و درصد تراکم مواد در محل دفن بستگی دارد. بطورکلی می‌توان گفت که نشست زمین بعد از شش ماه تا دو سال، بین یازده تا ۲۵ درصد می‌باشد. ۹۰ درصد از نشست نهایی در ۲ تا ۵ سال اول و ده درصد بقیه در دوره طولانی اتفاق می‌افتد (عباس پور، ۱۳۷۱، عبدلی، ۱۳۷۲). به همین دلیل سطح زمین جایگاه، یک سوم بالاتر از سطح موردنیاز در نظر گرفته می‌شود. محل‌های دفن مرطوب مثل باتلاق و غیره سریع‌تر و بیشتر نشست می‌کنند (عبدلی، ۱۳۷۲).

#### ۴-۲-۱۴. مدیریت زباله‌های شهری در جایگاه دفن

از جنبه اداره زباله‌های شهری در محل دفن، مواد زاید جامد انواع مختلفی دارند که جهت مدیریت آنها به موارد زیر بایستی توجه نمود (عبدلی، ۱۳۷۲، Sener et al., 2006):

۱. مواد زاید خانگی، تجاری و صنعتی معمولاً تراکم‌پذیر بوده و قابل فشرده شدن می‌باشند. به سادگی می‌توان آن‌ها را در لایه‌های نازک قرار داده متراکم کرد و با خاک پوشاند.
۲. ضایعات مؤسسات و جسد مرده حیوانات را باید خیلی سریع پخش و فشرده کرد و توسط سایر مواد روی آن را پوشاند. جسد حیوانات بزرگ را در داخل چاله‌هایی توسط ۶۰ سانتی‌متر خاک باید پوشاند.
۳. زایدات ویژه بیمارستانی، باید سریعاً دفن شوند و ضخامت لایه پوششی نباید کمتر از ۳۰ سانتی‌متر باشد.

۴. برای زباله‌های صنعتی بایستی براساس کمیت و کیفیت، یک طرح مناسب برای دفن در نظر گرفته شود.

۵. لجن خشک حاصل از تصفیه خانه‌ها را به راحتی می‌توان دفن نمود.

۶. فضولات حیوانات باید سریعاً پوشانده شوند.

۷. مواد زاید سمی و آفت‌کش‌ها را نباید دفن نمود.

۸. دفن بهداشتی برای مواد رادیواکتیو مناسب نیست.

#### ۴-۲-۱۵. استفاده از محل دفن تکمیل شده

محل دفن تکمیل شده می‌تواند یک زمین با ارزشی برای شهر باشد. اراضی کشاورزی، بازی، پارک، پارکینگ، فرودگاه، ساختمان‌های سبک صنعتی و تجاری موارد مناسب برای استفاده از محل‌های دفن تکمیل شده می‌باشند. با شناخت کامل از خصوصیات و مشخصات مواد دفن شده، می‌توان پروژه‌هایی را جهت استفاده‌های آتی از زمین محل دفن ارائه نمود. در بررسی ساختار جایگاه باید به تجزیه مواد آلی، نشست زمین، ظرفیت فشار قابل تحمل زمین، گاز تولیدی و شیرابه تولیدی توجه شود (عبدلی، ۱۳۷۲، Leao et al., 2004a).

با در نظر گرفتن مشکلات فوق و مجاورت این محل‌ها با شهرها، شاید یکی از مهم‌ترین کاربردهای جایگاه دفن، ایجاد فضای سبز و یا زراعت باشد. در هر صورت برای ساخت‌وساز در محل‌های دفن تکمیل شده بایستی یکسری قوانین و استانداردهایی وضع شود (حیدرزاده، ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹، عبدلی، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۹، Siddiqui et al., 1996).

#### ۴-۳. راهکارهای مدیریتی

خطرات ناشی از آلودگی‌های مواد زاید بدون استفاده از استانداردهای معتبر یا بهبود روش‌های مورد نیاز پایش زیست محیطی، قابل پیگیری نمی‌باشند. با افزایش دانش مدیران

زیست محیطی، شاهد ارتقاء برنامه های کنترلی و مراقبتی در این زمینه می توان بود. موارد زیر، به پیشرفت برنامه های مدیریت مواد زاید می تواند کمک کند (اندرودی، ۱۳۸۰):

۱. پذیرش روز افزون اصل "پرداخت خسارات" زیست محیطی
۲. گرایش به برنامه ریزی های پیشگیرانه در مدیریت مواد زاید
۳. انتشار گسترده اطلاعات مربوط به مواد زاید و خطرات ناشی از آنها از سوی دولت، سازمان های غیر دولتی، رسانه های جمعی
۴. بهبود قوانین مربوط به مراقبت و کنترل مواد زاید و آلودگی های آنها
۵. انتشار استانداردهای نوین برای محیط زیست، تبادل اطلاعات، بکارگیری کمک‌ها و ارائه معیارهایی برای قانون‌گذاران در جهت اجرای مقتدرانه پایش زیست محیطی
۶. ارائه روش های بهتر و مناسب تر برای ارزیابی و پایش زیست محیطی

#### ۴-۴. کاربرد GIS در ارزیابی و مکان‌یابی دفن بهداشتی زباله

بطور کلی یک سیستم اطلاعات جغرافیایی برای جمع‌آوری، ذخیره و تجزیه و تحلیل داده‌هایی استفاده می‌شوند که موقعیت جغرافیایی (مکانی) آنها یک مشخصه اصلی و مهم محسوب شود. در این سیستم‌ها برای هر پدیده جغرافیایی سه مسئله مطرح می‌باشد:

۱. پدیده چیست؟ (صفت/مقدار)
  ۲. در کجا قرار دارد؟
  ۳. چگونه با دیگر پدیده‌ها در ارتباط است؟ (توپولوژی).
- داده‌های جغرافیایی به این علت که حاوی صدها مشخصه و عارضه می‌باشند، دارای حجم بسیار زیادی هستند. لذا قدرت سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در آنالیز این داده‌ها یک عامل حیاتی محسوب می‌شود. اطلاعات یاد شده ممکن است به صورت نقشه، جداول

داده‌ها و یا فهرست اسامی و یا آدرس‌ها باشند و کارکردن با این حجم زیاد داده‌ها با روش‌های معمول و غیر کامپیوتری بسیار مشکل و وقت‌گیر و در برخی موارد حتی غیر ممکن است. هنگامی که همین داده‌ها وارد یک GIS می‌شوند، می‌توان به راحتی انواع پردازش‌ها و تحلیل‌ها را با صرفه‌جویی در وقت و هزینه انجام داد.

به طور کلی در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی، اطلاعات به دو شکل اساسی ارائه می‌شوند: نقشه‌ها و جداول. مثلاً چگونگی توزیع انواع مختلف اراضی از نظر کاربری در یک منطقه به وسیله نقشه و مقدار محصول قابل برداشت در سال از این قطعات و یا مساحت هر یک بوسیله جداول ارائه می‌گردند (حیدرزاده، ۱۳۸۰، غلامعلی فرد، ۱۳۸۵). بنابراین هدف نهایی از بکارگیری این سامانه فراهم کردن پشتیبانی برای تصمیم‌گیری‌های فضایی می‌باشد (فردوسی، ۱۳۸۴). یکی از مهم‌ترین توانایی‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی، توانایی تلفیق داده‌ها برای مدل‌سازی، مکان‌یابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزش‌گذاری پهنه سرزمین است (پور احمد و همکاران، ۱۳۸۶).

در فرایند مکان‌یابی اراضی مناسب برای محل دفن مواد زاید، مدل مفهومی و متغیرهای مؤثر در مدل، مثل شبکه ارتباطی و حریم آن، زیرساخت‌ها و تجهیزات، تراکم و سرانه‌ها، تولید، مصرف، بازیافت و غیره شناسایی و سپس لایه‌های اطلاعاتی مانند توپوگرافی، شیب، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، گسل موانع توسعه، شبکه ارتباطی سکونتگاه‌های روستایی، آب‌های سطحی و غیره تعریف و تبیین می‌شود (پور احمد و همکاران، ۱۳۸۶). آماده‌سازی این لایه‌ها در قالب ساخت توپولوژی، تصحیح و ویرایش، تصحیح هندسی تصاویر و نقشه‌ها و تعریف سیستم مختصات و به‌هنگام‌سازی انجام می‌گردد و بعد از تعریف لایه‌ها، روش مناسب ترکیب و شناسایی توابع ترکیب لایه‌ها (توابعی نظیر توابع همپوشانی، اشتراک (منطق AND)، ادغام، برش و حاشیه (حریم)) انجام می‌شود و در نهایت بعد از تحلیل



جدولی بانک‌های اطلاعاتی ادغام شده، مکان مورد نظر شناسایی و ارزیابی می‌گردد (پورخباز، ۱۳۸۹).

#### ۴-۴-۱. انواع مدل‌های تلفیق اطلاعات برای مکان‌یابی اراضی

یکی از مهم‌ترین توانایی‌های GIS که آن را به عنوان سیستمی ویژه و انحصاری مجزا می‌کند، توانایی تلفیق داده‌ها برای مدل‌سازی، مکان‌یابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزش‌گذاری پهنه‌سرزمین است، زیرا در نتیجه تلفیق و ترکیب معیارها، بهترین نقطه برای استقرار مراکز و مکان‌های بهینه انتخاب می‌شود. برای ترکیب معیارها روش‌های متفاوتی وجود دارد که مهم‌ترین آنها به قرار زیر است:

۱. منطق بولین (Boolean Logic): منطق صفر و یک
۲. منطق هم‌پوشانی (Index Overlay): رویهم‌گذاری
۳. منطق احتمالات (Probability Logic)
۴. ضریب همبستگی (Coefficient of Correlation)
۵. شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Networks)
۶. منطق فازی (Fuzzy Logic): منطق تار و نامعین.

توانایی سیستم GIS در آنالیز رستری نقشه، امکان پیاده‌سازی تکنیک‌های مختلفی چون فازی و تحلیل سلسله‌مراتبی را فراهم می‌سازد، زیرا با تعیین آستانه مثبت و منفی داده‌ها (صفر تا یک و نه صفر و یک) درجه عضویت متغیرها مشخص می‌شود (پورخباز، ۱۳۸۹، حبیبی، ۱۳۸۴).

#### خلاصه

دفن بهداشتی یکی از مهم‌ترین روش‌ها و شاید در خیلی از موارد تنها روش مناسب برای دفن زباله‌های شهری است. اساساً دو روش برای انجام عملیات دفن بهداشتی وجود دارد: روش سطحی و روش دفن در گودال‌ها. به طور کلی، وقتی که سطح آب‌های زیرزمینی پایین باشد و امکان حفاری و ایجاد ترانشه وجود داشته باشد، از روش گودالی و یا ایجاد ترانشه برای دفن مواد استفاده می‌شود. وقتی که امکان حفاری وجود نداشته باشد و یا سطح آب‌های زیرزمینی بالا باشد، از روش فضایی و یا دفن در سطح استفاده می‌شود. میزان تراکم مواد در محل دفن ۶۰۰-۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و ضخامت لایه پوششی نهایی حدود ۶۰ سانتی‌متر می‌باشد.

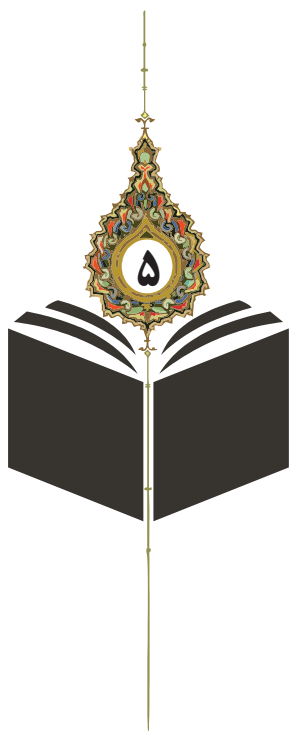
آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی توسط گاز و شیرابه حاصل از محل دفن، شدیداً باعث نگرانی است و برای دفع آن اقدامات لازم از جمله، کنترل حرکت گازها، ایجاد زهکشی‌های مناسب سطحی و عمقی، انجام می‌گیرد. براین اساس مکان‌های دفن را درجه‌بندی می‌کنند و نوع مواد زاید جامد قابل دفن در هر کدام مشخص می‌گردد. تجزیه مواد زاید در محل و تولید گازهای متان و دی‌اکسید کربن یکی از مسائل اساسی دفن بهداشتی است. که برای رفع این مشکل از ایجاد گذرگاه‌های طبیعی و مصنوعی و کنترل حرکت گاز از طریق ایجاد لایه‌های گل رس و یا پوشش‌های مصنوعی استفاده می‌گردد.

در نهایت باید گفت که دفن بهداشتی می‌تواند خطرات بهداشتی و زیست محیطی ناشی از تلبار کردن زباله را به حداقل برساند. عدم وجود ماشین‌آلات سنگین مثل بولدوزر، حتی در مناطق بسیار کوچک (روستاها و شهرهای کوچک) نمی‌تواند مانع از دفن بهداشتی زباله شود. دفن بهداشتی را می‌توان با ساده‌ترین روش و با کمک وسایل ابتدایی انجام داد. یکی از مهم‌ترین توانایی‌های GIS که آن را به عنوان سیستمی ویژه و انحصاری مجزا می‌کند،

توانایی تلفیق داده ها برای مدل سازی، مکان یابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزش گذاری پهنه سرزمین است.

## خودآزمایی

۱. جاده های دسترسی به جایگاه دفن باید دارای چه ویژگی هایی باشد؟
۲. حصارکشی در اطراف محل دفن به چه منظوری صورت می گیرد؟
۳. اهمیت مواد پوششی برای لایه های متراکم زباله را مختصراً بیان نمایید.
۴. روش های عمومی دفن زباله های شهری کدامند؟
۵. محل های دفن درجه یک و دو از نظر امکان آلوده سایی منابع آبی چه تفاوتی دارند؟
۶. برای به حداقل رساندن امکان آلودگی آب های زیرزمینی در محل دفن چه نکاتی توصیه می گردد؟
۷. راهکارهای مدیریتی برای پیشرفت برنامه های مدیریت مواد زاید کدامند؟



## **فصل پنجم**

**ارزیابی مدیریت**

**جمع آوری و دفن زباله‌های**

**بیمارستانی**

## اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می باشد:

۱. زباله های بیمارستانی و انواع آن
۲. قوانین و مقررات کشوری و بین المللی در خصوص زباله های بیمارستانی
۳. دستور العمل تفکیک، جمع آوری، انتقال و دفع مواد زاید جامد بیمارستان ها
۴. برنامه ملی مدیریت مواد زاید بهداشتی- درمانی
۵. توصیه های سازمان جهانی بهداشت جهت بهبود وضعیت دفع مواد زاید درمانی
۶. روش های بهداشتی دفع زباله های بیمارستانی
۷. معیارهای انتخاب محل دفن مواد زاید خطرناک
۸. توصیه های سازمان جهانی بهداشت در خصوص دفن بهداشتی
۹. انواع روش های دفن مواد زاید خطرناک
۱۰. دفن ایمن مواد زاید در داخل بیمارستان
۱۱. زباله سوزها و ملاحظات مهم بهداشتی و زیست محیطی آنها

## مقدمه

جهان به مرحله ای از بحران محیط زیست رسیده است که ابعاد شدت آن به سرعت در حال افزایش است. امروزه تداخل زباله های خانگی با بسیاری از مواد زاید شیمیایی و عفونی موجب شده تا مشکلات جمع آوری و دفع صحیح زباله دو چندان شود. استفاده از ۴۸۰۰۰ ماده شیمیایی در زندگی روز مره که تا کنون تنها خاصیت سرطان زایی ۵۰۰ نوع آن به اثبات رسیده نوعی تهدید جدی برای محیط زیست و سلامت انسان به شمار می رود. یک مطالعه کلی توسط WHO مؤید این است که عدم توجه به جمع آوری و دفع صحیح مواد زاید می تواند ۳۲ مشکل زیست محیطی را که مقابله با آنها به سادگی امکان پذیر نیست به وجود آورد (WHO, 2001).

ضایعات سمی، زباله های معمولی و عفونی که زاینده دست بشر و حاصل فعالیت در بخش های مختلف صنعت، کشاورزی، خدمات بهداشتی و غیره می باشد در طول سالیان متمادی بدون توجه به اصول مهندسی و زیست محیطی در زمین یا آب های پذیرنده تخلیه شده و یا با بی توجهی هر چه تمام تر در هر نقطه دفن شدند. گاه در اثر دفن بی رویه و به دلیل تراکم گازهای حاصل از توده ضایعات، انفجار و یا آتش سوزی های مهمی رخ داده است که در این رابطه شواهد تاریخی بی شماری موجود می باشد (اندرودی، ۱۳۸۰، صادقی، ۱۳۸۱).

یکی از منابع مهم تولید مواد زاید شهری، زباله مراکز بهداشتی- درمانی می باشد، این مراکز در سراسر شهر پراکنده اند، لذا مواد بیمارستانی و آلوده در تمام نقاط شهر تولید می گردد.

عدم کنترل زباله های این مراکز و بی توجهی به جمع آوری، نگهداری، حمل و نقل و دفع صحیح و اصولی آنها بر اساس ضوابط مهندسی و زیست محیطی هم اکنون مشکلات خاصی را در کشور به وجود آورده است که بازتاب آن محیط زیست و سلامت انسان را به طور جدی مورد تهدید قرار داده است.

این گونه مواد که در طبقه بندی مواد زاید جامد به عنوان مواد خطرناک قلمداد می گردند در اکثر کشور های جهان دارای قوانین منحصر به خود بوده و بایستی با دقت خاص و روش های مهندسی صحیح جمع آوری و دفع گردند.

در کشور ما به علت رشد جمعیت در سال های اخیر، بیمارستان ها و مؤسسات بهداشتی زیادی به وجود آمده است. وجود صدها نوع ماده شیمیایی، رادیو اکتیو، مواد عفونی و پسماند های دارویی در زباله های بیمارستانی و مراکز بهداشتی- درمانی از یک سو و انتشار بیماری های خطرناک چون سالمونلا، هپاتیت، ایدز و غیره در بین طبقات مختلف مردم و بازتاب آلودگی های محیط زیست از سوی دیگر ایجاب می نماید تا به این مهم توجه بیشتری مبذول داشته باشیم (صادقی، ۱۳۸۱).

عدم کنترل پسماندهای مراکز درمانی و ترکیب آن با زباله های دیگر شهری و سیستم های غلط جمع آوری و دفع، باعث آلودگی آب، خاک و هوا گشته و از طرف دیگر عوامل مساعدی را نیز جهت رشد حشرات موزی و میکروارگانسیم های خطرناک به وجود می آورند.

دفن بی رویه و بدون تمهیدات لازم و اصول مهندسی و عدم رعایت موازین زیست محیطی باعث آلودگی خاک و نفوذ آلاینده ها به زمین از طریق نشست شیرابه و آلودگی آب های زیر زمینی و سطحی گشته است (عمرانی، ۱۳۷۴).

به همین جهت بررسی وضعیت این دسته از زباله‌ها و بطور کلی بهینه‌سازی سیستم مدیریت آنها ضروری می‌باشد.



## ۵-۱. اهمیت و ضرورت موضوع

زباله های خطرناک و عفونی بیمارستانی و مراکز بهداشتی- درمانی در اکثر شهرهای ایران از مدیریت فنی صحیحی برخوردار نبوده و از طرف دیگر ترکیب این زباله ها با زباله‌های خانگی و دفع غلط آنها باعث آلودگی آب، خاک و هوا گشته است که بازتاب اصلی آن انتشار بیماری هایی در بین انسان و دیگر موجودات است.

تلنبار نمودن این زباله ها به همراه زباله های شهری در محیط و استقرار آنها در معرض نور خورشید و هوای گرم، تعفن زباله را سبب گردیده که باعث پخش و پراکندگی عوامل بیماری زا شده و منظره ای زشت و ناپسند در محیط زیست به وجود می آورد. از سوی دیگر جاری شدن شیرابه زباله و نفوذ آن به آب های سطحی و زیر زمینی باعث کاهش اکسیژن محلول و سمیت و آلودگی میکروبی شده و خسارات زیادی را به انسان و محیط زیست وارد می آورد که به سادگی قابل جبران نمی باشد (صادقی، ۱۳۸۱، عبدلی، ۱۳۷۲).

وجود افراد سودجو و ناآگاه در داخل مراکز بهداشتی- درمانی و همچنین در مکان های دفع که مبادرت به بازیافت کاغذ و پلاستیک های آلوده می نمایند، خطری جدی برای سلامتی انسان ها می باشد. از سوی دیگر پراکندگی زباله در محیط و استفاده نابجا و غیر منطقی از آن به صورت خام در مزارع به دلیل وجود مواد شیمیایی، میکروبی و سموم و ترکیبات غیر متجانس باعث از بین رفتن موجودات خاک و انسداد خلل و فرج خاک می گردد. وجود مواد پلاستیکی در طبیعت باعث به هم خوردن اکوسیستم موجود می گردد، خصوصاً به علت عدم تجزیه پذیری یا تجزیه پذیری در زمان بسیار طولانی مشکلات خاصی برای خاک پدید می آورد.

عدم برنامه ریزی صحیح و اصولی در جمع آوری این گونه زباله ها از سطح شهر باعث پراکندگی زباله و پخش شیرابه در سطح شهر و انتشار عفونت و مواد آلاینده در محیط زیست می گردد. لذا ارزیابی سیستم های مدیریتی و رعایت اصولی مهندسی در طراحی سیستم های جمع آوری و دفع بهداشتی این گونه زباله ها بر طبق موازین و استانداردهای جهانی، لازم و ضروری می باشد که اهمیت موضوع را مشخص می نماید (خاتمی، ۱۳۷۸، رایگان شیرازی نژاد، ۱۳۷۵).

## ۵-۲. زباله های مراکز بهداشتی - درمانی

فعالیت های بهداشتی و درمانی مقدار زیادی زایدات تولید می کنند. زباله های این مراکز به صورت کل زایدات ناشی از تأسیسات درمانی و بهداشتی، امکانات تحقیقاتی و آزمایشگاه ها تعریف می شود. به علاوه فعالیت های درمانی در درمانگاه ها، کلینیک ها، مطب های پزشکان و در مقیاس کوچک تر شامل فعالیت های درمانی انجام شده در منزل نیز می باشد. طبق بر آورد WHO هر چند آمار زباله های بهداشتی - درمانی از کشوری به کشور دیگر فرق می کند، اما تخمین زده شده است که بیمارستان ها ۷۵ تا ۹۰٪ این زایدات را تولید می کنند و سایر تولید کننده ها می توانند به شرح ذیل باشند (عبدلی، ۱۳۷۱):

۱. کلینیک ها و درمانگاه ها
۲. تأسیسات تحقیقاتی و آزمایشگاهی
۳. جراحی های پزشکی - دندانپزشکی و دامپزشکی
۴. آزمایشگاه های پزشکی
۵. داروخانه ها
۶. مراکز انتقال خون و بانک های خون
۷. خانه سالمندان، و آسایشگاه ها

۸. مطب‌های پزشکان

۹. پرستاران خانگی

با توجه به اینکه اکثر زباله‌های بهداشتی-درمانی تولید شده حاصل بیمارستان‌ها می‌باشد، در این جا کلیه زباله‌های بهداشتی-درمانی را به عنوان زباله‌های بیمارستانی می‌نامیم.

### ۵-۲-۱. طبقه بندی زباله های بیمارستانی

عمده ترین طبقه بندی زباله های بیمارستانی براساس نظریه سازمان بهداشت جهانی صورت گرفته است، بر این اساس زباله های بیمارستانی به ۲ دسته تقسیم می گردند (Tissat and Fabres, 1998).

### ۵-۲-۱-۱. زایدات درمانی بدون خطر

شامل موادی همانند زایدات خانگی و شهری بوده که معمولاً ۸۰٪ از کل زایدات درمانی را شامل می‌شود.

این زباله ها شامل زباله های سرویس های اداری، آشپزخانه، بسته بندی ها مانند کاغذ، مقوا، شیشه و فلزات می باشند.

### ۵-۲-۱-۲. زایدات درمانی خطرناک

این زایدات را می توان در گروه های زیر تقسیم بندی کرد (آشگر طوسی، ۱۳۷۴، صادقی، ۱۳۸۱، کاظمی، ۱۳۷۶):

۱. وسایل برنده و نوک تیز: این وسایل شامل سوزن سرنگ، چاقوهای جراحی، شیشه‌های شکسته و وسایل برنده و تیز دیگر می‌باشد، این دسته خطرناک بوده و می‌تواند به علت ایجاد جراحت، ارگانیزم‌های بیماری‌زا را وارد بدن نماید.

۲. زایدات عفونی: باعث انتقال بیماری های ویروسی، باکتری و انگلی می شوند، و شامل خون، تولیدات خونی، مواد آلوده شده به خون، مواد عفونت زای ناشی از آزمایش های تحقیقی و تشخیصی، زایدات ناشی از ایزوله کردن (محافظت بیماران عفونی) که شامل ضایعات غذایی نیز می شود واکسن های رقیق شده و تخلیه شده دارای حیات، زایدات مانند روپوش، زیرانداز و سایر وسایل آلوده شده توسط بیمار می باشد. همچنین زباله های عمومی که با زایدات عفونی مخلوط گشته اند به عنوان یک توده عفونی در نظر گرفته می شوند.
۳. زباله های پاتولوژیک: شامل بافت های انسانی یا مایعات ناشی از اعمال جراحی، بافت برداری و کالبد شکافی جسد بوده که شامل حیوانات نیز می باشد، این زباله ها به صورت بالقوه امکان ایجاد بیماری داشته و عواملی بیماری زا در آنها بسیار زیاد است.
۴. زباله های شیمیایی: شامل اشکال مختلف مواد شیمیایی مانند حلال ها واکنش گر ها و ظاهر کننده های فیلم، مواد حاصل از نظافت و ضد عفونی ها و مواد شیمیایی قسمت های فنی و سرویس های بهداشتی می باشد.
۵. زباله های دارویی: این زباله ها شامل فرآورده های دارویی و انواع داروهای تاریخ گذشته و باقی مانده و همچنین داروهای مورد استفاده در شیمی درمانی می باشد.
۶. زباله های رادیو اکتیو: شامل زباله های جامد، مایع و گاز که آلوده به مواد رادیو اکتیو می باشد که در قسمت های مختلف مربوط به بیماران سرطانی، فعالیت های تشخیص (عکسبرداری، پرتو درمانی) و بعضی از آزمایشگاه ها تولید می شود.
۷. ظروف تحت فشار: شامل سیلندر های گاز بوده که هنگامی که به طور اتفاقی سوراخ شود و یا با حرارت گرم شود منفجر می گردد.

## ۵-۲-۲. قوانین و مقررات کشوری و بین‌المللی در خصوص زباله‌های بیمارستانی

### ۵-۲-۲-۱. موافقت‌نامه‌های بین‌المللی

موافقت‌نامه‌های بین‌المللی منجر به وضع مقرراتی گردید که سلامت عمومی یا مدیریت ایمنی مواد زاید خطرناک را مورد توجه قرار داده‌اند. این مقررات که در زیر آمده است هنگام تدوین و وضع قوانین و دستورالعمل‌های ملی در کشور های مختلف باید مد نظر قرار گیرد (اندرودی، ۱۳۸۰، صادقی، ۱۳۸۱، عمرانی، ۱۳۷۴).

الف) کنوانسیون بازل: که به امضای بیش از ۱۰۰ کشور رسیده و در آن به نقل و انتقالات بین مرزی زایدات خطرناک شامل مواد زاید جامد بهداشتی و درمانی نیز پرداخته شده است. کشورهایی که به عضویت این کنوانسیون درآمده‌اند، پذیرفته‌اند که فقط به صورت قانونی مواد زاید و خطرناک خود را از کشورهایی که فاقد امکانات و تخصص کافی برای دفع صحیح (ایمن) می‌باشند به کشورهایی که دارای امکانات و تخصص کافی در این زمینه هستند، منتقل نمایند. زایدات منتقل شده باید بر اساس استانداردهای توصیه شده توسط سازمان ملل متحد دارای برچسب باشند.

ب) قانون پرداخت هزینه آلودگی: به این معنی است که کلیه تولیدکنندگان زایدات باید مسئولیت قانونی و تعهدات مالی جهت اجرای روش‌های صحیح دفع زایدات تولیدی خود را به عهده گیرند. در این قانون همچنین عواقب خطرناک احتمالی، بر عهده تولیدکنندگان زایدات گذاشته شده است.

ج) قانون هشدار: قانونی است که بر اساس بهداشت و ایمنی استوار است. به این معنی که وقتی که وجود تعدادی از عوامل خطر کم اهمیت در یک فرآیند محتمل است، باید فرض

شود که این عوامل خطر بسیار مهم است و بر همین اساس ضروری است که تمهیداتی جهت جلوگیری از به مخاطره افتادن بهداشت و ایمنی بکار گرفته شود.

د) قانون مراقبت: پیمانی است که بر اساس آن شخص یا اشخاصی که مواد خطرناک یا تجهیزات مرتبط با آن را اداره می کنند، مسئولیت اخلاقی برای رعایت حداکثر مراقبت را به عنوان یک وظیفه، برعهده گیرند.

ه) قانون مجاورت: توصیه هایی درباره تصفیه و دفع مواد زائد خطرناک در نزدیک ترین محل ممکن به منظور به حداقل رساندن خطرات انتقال این زایدات است. بر اساس یک قانون مشابه، هر یک از تولید کنندگان باید بازیافت و دفع زایدات تولیدی را در داخل محدوده خود انجام دهند.

#### ۵-۲-۲. تدوین قوانین و مقررات

مقررات ملی هر کشور بر اساس ارتقاء و بهبود عملیات مدیریت مواد زائد جامد بهداشتی-درمانی می باشد و این مقررات کنترل های قانونی را اعمال نموده و به سازمان های ملی مسئول دفع زایدات بهداشتی و درمانی که معمولاً وزارت بهداشت می باشد، اجازه می دهد که بر اجرای این مقررات نظارت کافی به عمل آورد. همچنین ممکن است سازمان حفاظت محیط زیست در اجرای این مقررات نقش داشته باشد. هنگام تدوین این مقررات لازم است وظیفه و مسئولیت هر یک از سازمانها به خوبی مشخص شود.

#### ۵-۲-۳. سیاست ها و رهنمود های فنی در خصوص تدوین مقررات

سیاست های ملی باید اساس و پایه مقررات باشد. علاوه بر آن اهداف کلان کشوری و مراحل اساسی رسیدن به این اهداف نیز می توانند در وضع مقررات تأثیر زیادی داشته باشند، که در برگیرنده موارد زیر می باشد (خاتمی، ۱۳۷۸، صادقی، ۱۳۸۱):

- توصیف وضعیت سلامتی و خطرات ایمنی ناشی از سوء مدیریت مواد زاید جامدات بهداشتی- درمانی
  - دلایل منطقی برای مدیریت صحیح و ایمن زایدات بهداشتی و درمانی در مراکز تولید کننده این زایدات
  - فهرستی از روش های تأیید شده برای تصفیه و دفع هر یک از انواع مختلف زباله های بهداشتی و درمانی
  - هشدارهایی برای عملیات غیر ایمن نظیر دفع زباله های خطر ناک بهداشتی- درمانی در محل های دفن زباله های شهری
  - مسئولیت های مدیران در داخل و خارج مراکز بهداشتی و درمانی
  - ارزیابی هزینه های مدیریت زایدات بهداشتی و درمانی
  - مراحل مختلف اجرای عملیات مدیریت زباله های بهداشتی و درمانی شامل: به حداقل رساندن زایدات، جداسازی، شناسایی، جمع آوری، ذخیره سازی و حمل، تصفیه و دفع نهایی زایدات. ویژگی های فنی برای اجرای هر یک از این مراحل باید در رهنمودهای فنی جداگانه شرح داده شود.
  - ثبت ونگه داری سوابق و تهیه مدارک مورد نیاز
  - نیازهای آموزشی
  - برقراری مقرراتی جهت حفظ سلامت و ایمنی کارگران
- مجموعه رهنمود های فنی و مقررات باید عملی و مستقیماً قابل اجرا باشند. در آن جزئیات به اندازه کافی بیان شود تا از ایمنی عملیات و رعایت استانداردهای مربوطه اطمینان حاصل شود.

#### ۵-۲-۲-۴. قوانین و مقررات زباله های بیمارستانی در ایران

طبق اصل پنجاهم قانون اساسی، حفاظت از محیط زیست یک وظیفه عمومی شده است و کلیه فعالیت های اقتصادی و غیر اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط زیست یا تخریب غیر قابل جبران آن ملازمه پیدا کند ممنوع می باشد. از طرف دیگر طبق ماده ۲۴ مصوب جلسه سه شنبه مورخ ۷۳/۹/۱۵، مجلس محترم شورای اسلامی شرح وظیفه بیمارستان ها و شهرداری ها را در این زمینه مشخص نموده است بدین مضمون که :

«به منظور جلوگیری از آلودگی های محیط زیست، بیمارستان ها، درمانگاه ها، مراکز بهداشتی درمانی، موظفند ظرف مهلت معینی که توسط سازمان حفاظت محیط زیست تعیین می شود نسبت به استقرار و استفاده از دستگاه های استاندارد از قبیل دستگاه زباله سوز و یا شیوه های مورد تأیید سازمان حفاظت محیط زیست اقدام نمایند. شهرداری ها مکلفند زباله ها و نخاله های آن دسته از بیمارستان ها، درمانگاه ها و مراکز بهداشتی و درمانی را که امکان استقرار دستگاه های زباله سوز را ندارند با اخذ هزینه های لازم بصورت جداگانه جمع آوری و با شیوه های مناسب و مورد تأیید سازمان حفاظت محیط زیست دفع نمایند».

درخصوص مواد زاید رادیواکتیو نیز در سال ۱۳۶۸ در قانون حفاظت در برابر اشعه که به تصویب مجلس محترم شورای اسلامی رسیده است کنترل مواد زاید رادیواکتیو به سازمان انرژی اتمی واگذار شده است (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۷).

#### ۵-۲-۲-۵. دستور العمل تفکیک، جمع آوری، انتقال و دفع مواد زاید جامد بیمارستان ها

به منظور ارتقاء بهداشت و سلامت جامعه و کاهش عفونت های بیمارستانی، قوانین زیر توسط اداره کل بهداشت محیط وزارت بهداشت و درمان به کلیه مراکز بهداشتی- درمانی ابلاغ شده است (صادقی، ۱۳۸۱، عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۴):



## ارزیابی و مکان یابی مواد زاید جامد شهری

۱. مواد زاید جامد معمولی یا شبه خانگی بیمارستان بایستی در کیسه زباله مقاوم مشکی رنگ جمع آوری و در مخزن آبی رنگ قابل شستشو نگهداری و همراه مواد زاید جامد خانگی جمع آوری و دفع گردد.
۲. زباله نوک تیز و برنده در جعبه (محفظه) مخصوصی جمع آوری و همراه زباله های خطر ناک دفع گردد.
۳. زباله های خطر ناک در کیسه زباله مقاوم زرد رنگ جمع آوری و در مخزن زرد رنگ قابل شستشو و ضد عفونی نگهداری و توسط شهرداری به محل دفع منتقل و در ترانше های ویژه با استفاده از پودر آهک دفن گردد.
۴. پس مانده های مواد رادیواکتیو تحت شرایط خاص خود زیر نظر مسئول بهداشت پرتوها (فیزیک بهداشت) بخش مربوطه جمع آوری، نگهداری و طبق ضوابط دفع گردد.
۵. اعضاء و اندام های قطع شده (یا قسمت های جدا شده بدن و یا جنین سقط شده) بایستی مجزا جمع آوری و به گورستان محل حمل شده، به روش خاص خود دفن گردد.
۶. حمل زباله بیمارستانی بخصوص زباله های خطرناک احتیاج به وسیله حمل مخصوص با علامت خاص زباله های عفونی دارد.

### ۵-۲-۲-۶. ضروریات برنامه ریزی

تدوین اهداف و برنامه ها، برای کسب موفقیت در بهبود مدیریت مواد زاید بهداشتی و درمانی در سطح ملی یا منطقه ای یا محلی بسیار حائز اهمیت است.

برنامه ریزی نیازمند تعیین یک راهکار اجرایی و تخصیص منابع براساس اولویت ها می باشد. همچنین برای ایجاد انگیزه در مسئولین، کارگران مراکز بهداشتی- درمانی و عموم جامعه و برای تعیین عملیات بعدی که ممکن است مورد نیاز باشد، این موضوع اهمیت دارد (کازمی، ۱۳۷۶، کریم زادگان، ۱۳۷۴).

مطالعه بر روی تولید زایدات باید بر اساس شناسایی فرصت ها برای به حداقل رساندن زایدات، استفاده مجدد، بازیافت و کاهش هزینه ها باشد. برنامه ملی مدیریت صحیح مواد زاید جامد بهداشتی- درمانی از طریق یک برنامه مدون عملیاتی قابل دسترس خواهد بود (صادقی، ۱۳۸۱).

#### ۵-۲-۲-۷. توصیه نامه های ملی برای مدیریت زایدات

کنفرانس توسعه و محیط سازمان ملل (UNCED) در سال ۱۹۹۲ منجر به پذیرفتن دستور کار ۲۱، که توصیه هایی مبنی بر کاربرد روش هایی برای مدیریت مواد زاید بود، گردید. خلاصه این توصیه ها به شرح زیر است (Pruss et al., 1999):

- پیشگیری و به حداقل رساندن تولید مواد زاید
- استفاده مجدد و بازیافت مواد زاید تا حد ممکن
- تصفیه مواد زاید با روش های صحیح از جنبه های زیست محیطی
- دفع مواد زاید نهایی از طریق دفن محصور در زمین با رعایت کلیه جوانب در طراحی محل دفن
- دستور کار ۲۱ همچنین تأکید دارد که تولید کنندگان مواد زاید، مسئولیت تصفیه و دفع نهایی آنها را بر عهده گیرند.

#### ۵-۲-۲-۸. برنامه ملی مدیریت مواد زاید بهداشتی- درمانی

یک برنامه ملی مدیریت صحیح مواد زاید بهداشتی- درمانی می تواند از طریق یک برنامه مدون عملیاتی در هفت مرحله اجرا شود. این هفت مرحله و جزئیات بیشتر آن به شرح زیر می باشد (آشگر طوسی، ۱۳۷۴، صادقی، ۱۳۸۱، Pruss et al., 1999):

### مرحله اول: توجه به سیاست های ملی در مدیریت مواد زاید بیمارستانی

قبل از اجرای برنامه عملیاتی باید توسعه سیاست های ملی مد نظر قرار گرفته و مسئولیت پیشگیری آن به یک سازمان دولتی مرتبط واگذار گردد. این سازمان باید با سایر وزارتخانه ها، بخش خصوصی و تشکل های غیر دولتی (NGO) و در صورت لزوم شرکت های مشاور همکاری نماید.

### مرحله دوم: انجام مطالعه کشوری درباره عملیات جمع آوری، حمل و دفع مواد زاید بیمارستانی

سازمان مسئول دفع مواد زاید بهداشتی و درمانی در سطح کشور بایستی از مقدار تولید و مدیریت این گونه زایدات کاملاً آگاه باشد.

بررسی جامع وضعیت موجود بر اساس برنامه ریزی برای مدیریت مواد زاید می باشد. این کار باید به وسیله پرسشنامه جامع شامل موارد زیر در کلیه مراکز بهداشتی- درمانی انجام شود.

- تعداد تخت بیمارستانی

- نوع و مقدار مواد زاید تولید شده

- کارکنانی که در بخش مدیریت مواد زاید جامد فعالیت دارند.

- عملیات فعلی دفع مواد زاید شامل روش های تفکیک، جمع آوری، حمل، نگهداری و دفع نهایی.

این بررسی همچنین شامل مشاهده و مصاحبه با کارگران و مراقبین بهداشتی در سطوح مختلف می باشد.

### مرحله سوم: رهنمودهای ملی و مهندسی

اساس یک برنامه ملی برای مدیریت زباله های بهداشتی و درمانی رهنمود های مهندسی یا فنی، به علاوه قوانینی که این ضوابط را حمایت می کند، می باشد. بنابراین مرحله سوم شامل قاعده مندی سیاست های ملی و رهنمودهای فنی بر اساس نتایج بررسی کشوری می باشد، بدین معنی که دو موضوع در یک دستورالعمل گنجانده شود.

### مرحله چهارم: اتخاذ تدابیر منطقه ای و اجرای روش های اشتراکی تصفیه مواد

#### زاید بیمارستانی

سازمان دولتی مسئول باید منابع مختلف را شناسایی کرده تا مطمئن شود که یک شبکه گسترده کشوری دفع زباله های بهداشتی و درمانی در دسترس بیمارستان ها و سایر مراکز بهداشتی و درمانی می باشد، درسیاست گذاری های ملی یا منطقه ای باید کلیه ضوابط فنی مورد نیاز برای فرآیندها و تجهیزات در مراحل مختلف تصفیه زایدهات نیز لحاظ شود.

سه گزینه اصلی برای مدیریت تصفیه زباله های بهداشتی و درمانی وجود دارد:

گزینه (۱): تصفیه خانه محلی برای هر یک از مراکز بهداشتی و درمانی.

گزینه (۲): تصفیه خانه منطقه ای یا مشترک با امکانات مورد نیاز بیمارستان های دور دست.

گزینه (۳): تصفیه زباله های بهداشتی- درمانی در تصفیه خانه های زباله های صنعتی موجود و یا در تصفیه خانه های زباله های شهری.

### مرحله پنجم: قانونمندی مقررات و استانداردهای مدیریت مواد زاید بیمارستانی

دستور العمل‌ها و رهنمودهایی که پس از اجرا، اصلاح شده‌اند، باید از طریق قوانین و مقررات حمایت شوند.

### مرحله ششم: ایجاد دوره‌های آموزشی

به منظور افزایش کیفیت عملیات و رسیدن به حد قابل قبول، طبق مقررات وضع شده، آموزش مدیران و دیگر دست‌اندرکاران مدیریت زباله‌های بهداشتی و درمانی، یکی از ضروریات اساسی است. برای این منظور ستاد مرکزی باید در فعالیتهای آموزشی مشارکت کرده و مؤسسات و مراکز صلاحیت‌دار را برای اجرای برنامه‌های آموزشی شناسایی و معرفی نماید.

### مرحله هفتم: بازنگری برنامه ملی مدیریت زایدات بهداشتی و درمانی پس از اجرا

برنامه ملی مدیریت زایدات بهداشتی و درمانی بایستی یک فرآیند مداوم بوده و توسط سازمان دولتی مسئول به طور مستمر پایش و ارزشیابی شود. علاوه بر آن باید روش‌های تصفیه زایدات همگام با توسعه‌های جدید، به طور منظم به روز گردد.

### ۵-۲-۹. توصیه‌های سازمان جهانی بهداشت جهت بهبود وضعیت دفع مواد زاید

#### درمانی

با توجه به اهمیت زیاد چگونگی دفع زباله‌های بیمارستانی، سازمان جهانی بهداشت یکسری توصیه و پیشنهادهایی برای بهبود وضعیت دفع این‌گونه زباله‌ها کرده است (Tissat and Fabres, 1998):

۱. تهیه یک فهرست از تمام زایدات تولید شده در مراکز درمانی با جمع‌آوری اطلاعات در خصوص مقدار تخمینی زایدات خطرناک، ارزیابی ظرفیت پردازش مورد نیاز
۲. آگاهی داشتن درست از مقدار زایدات تولید شده در هر مکان

۳. دسته بندی زباله ها

۴. انتخاب روش پردازش با در نظر گرفتن قوانین و مقررات موجود، وسایل در دسترس و

محدودیت های مالی و فنی منطقه

۵. آموزش تولید کننده ها، پوشش دادن به دسته بندی زایدات و خطراتی که در هر مرحله پیش رو می باشد.

۶. ارتباط دادن متخصصین در تعیین نیازهای هر مرحله از چرخه دفع، دسته بندی، جمع آوری و پردازش

۷. تنظیم یک استراتژی برای دفع زایدات درمانی توسط تولید کننده ها با هدف کاهش خطرات سلامتی افراد و محیط زیست

۸. ربط دادن این استراتژی به راهکار دفع زایدات شهری و برداشتن قدم هایی جهت امکان دفع زایدات خطرناک در تأسیسات پردازش زایدات عمومی

### ۵-۲-۳. بارگیری و انتقال زباله به خارج از بیمارستان

یک بخش مهم در سیستم جمع آوری و دفع زباله های بیمارستانی بارگیری و انتقال زباله به خارج از بیمارستان است که متأسفانه کمتر به آن پرداخته شده است. عملیات حمل و نقل زباله به مکان دفع بایستی به گونه ای انجام گیرد که عاری از هر گونه عملیات نشستی در مسیر باشد و حتی المقدور به صورت دستی نبوده و به شکل مکانیکی و اتومایز باشد و چند نکته مهم که باید به آن توجه داشت عبارت است از:

۱. کارگران، راننده ها و کلیه پرسنل مسئول باید از عاقبت و خطرات زباله هایی که حمل می کنند، آگاه باشند.

۲. این افراد برای مقابله با حوادث و خطرات اتفاقی آموزش لازم را دیده باشند.

۳. در دسترس بودن و سایل ایمنی و محافظ در برابر خطرات جهت استفاده هنگام کار (کاظمی، ۱۳۷۶، کریم زادگان، ۱۳۷۴).

#### ۵-۲-۴. روش های بهداشتی دفع زباله های بیمارستانی

روش های گوناگونی جهت دفع زباله های بیمارستانی موجود است که هیچ کدام از روش ها خالی از عیب نبوده و هر کدام دارای مزایا و محاسنی می باشند. این روش ها عبارتند از (Pruss et al., 1999):

۱. استریلیزاسیون با بخار

۲. ضد عفونی شیمیایی

۳. استفاده از تشعشعات میکروویو

۴. استریلیزاسیون با اشعه گاما

۵. دفن در زمین

۶. روش Encapsulation

۷. دفن ایمن مواد زاید در داخل بیمارستان

۸. زباله سوز

علاوه بر اینها ابداعات جدیدی نیز در این خصوص وجود دارد. حال تنها به معرفی چند روش مهم دفع می پردازیم:

#### ۵-۲-۴-۱. دفن در زمین

در بعضی از کشورهای در حال توسعه هنوز از این روش استفاده می شود و بنا به توصیه سازمان جهانی بهداشت دفن زمینی مقادیر کم زایدات تصفیه نشده خطرناک، زمانی که از سیستم های مورد نظر به دلایل فنی و اقتصادی نتوان استفاده کرد، می تواند یک راه حل

جایگزین باشد (Tissat and Fabres, 1998). در این صورت بایستی زایدات به صورت فشرده در زیر لایه هایی به اندازه کافی عمیق از زایدات شهری برای اطمینان از عدم برگشت آن به سطح زمین توسط حیوانات، زباله دزدها، باد یا باران دفن کرده و دسترسی عموم به محل باید در صورت امکان ممنوع باشد.

بنابراین در صورتی که واقعاً هیچ راهی برای تصفیه زایدات قبل از دفع آنها نداشته باشیم استفاده از روش دفن با توجه به پارامترهای مهم مهندسی به عنوان یک راه چاره می تواند برای زباله های بیمارستانی مورد قبول واقع گردد (احرام پوش، ۱۳۷۳، عبدلی، ۱۳۷۲، کاظمی، ۱۳۷۶).

اما تلبار کردن و انباشتن زباله های بیمارستانی در محل دفن سبب ایجاد مخاطرات بسیار زیاد در خصوص آلودگی محیط زیست، آلودگی آب های سطحی و زیر زمینی و شیوع بیماری ها می گردد و از طرف دیگر باعث دسترسی آسان بازیافت کنندگان غیر مجاز و حیوانات و پرندگان می گردد. متعاقب این امر خطر شیوع بیماری ها و انتقال مستقیم از طریق پوست، دستگاه تنفس، دستگاه گوارش و یا به صورت غیر مستقیم از طریق چرخه غذایی یا ناقلین عوامل بیماری زا به وجود خواهد آمد (اندرودی، ۱۳۸۰، بهرام سلطانی، ۱۳۷۱، عبدلی، ۱۳۷۲).

استفاده موفق از یک محل دفن برای دفن مواد زائد خطرناک به کنترل شدید عملیات پایش وابسته است. عناصر اصلی یک برنامه کنترل کیفیت عبارتند از (خاتمی، ۱۳۷۸، صادقی، ۱۳۸۱):

۱. تعریف صحیح وظایف افرادی که در طراحی، سازماندهی و مدیریت محل دفن فعالند.

۲. برنامه کاری مناسب برای محل دفن

۳. صلاحیت های افرادی که در عملیات دفن فعالند.

۴. روش های بازرسی عملیات



۵. روش‌های بازرسی مصالح ساختمانی

۶. جمع‌آوری و نگهداری کلیه اطلاعات کنترل کیفی عملیات احداث

۷. اسناد فعالیت‌های مدیریتی و انواع زباله‌های نگهداری شده

در احداث محل دفن مواد زائد خطرناک موارد متعدد ژئوفیزیکی و هیدرولوژی محل باید مورد توجه قرار گیرد، زیرا تأثیر زیادی بر حفظ محیط زیست محل دفن، طراحی اصولی، نوع لایه پوششی و پایش آب‌های زیرزمینی دارد.

#### ۵-۲-۴-۱. مشخصات هیدروژئولوژی

کلیه منابع آب آشامیدنی و فواصل بین این منابع که در اطراف محل دفن واقع شده‌اند، باید شناسایی شوند و محل دفن باید به حد کافی از این منابع فاصله داشته باشد. برای جلوگیری از انتخاب مناطق سیل‌گیر و یا مستعد فرسایش، هیدرولوژی آب‌های سطحی نیز باید مورد توجه قرار گیرد (عمومی، ۱۳۷۵).

#### ۵-۲-۴-۲. مشخصات جغرافیایی

مهم‌ترین عامل جغرافیایی در انتخاب محل دفن مواد زاید، ثبات منطقه می‌باشد. پستی و بلندی محلی نیز باید به دقت مورد توجه قرار گیرد (صادقی، ۱۳۸۱).

#### ۵-۲-۴-۳. معیارهای انتخاب محل دفن مواد زاید خطرناک

الف) معیارهای مهندسی

۱. شرایط ژئوفیزیکی محل دفن یا محل جغرافیایی.

۲. نزدیکی: نزدیکی محل دفن به شهر و منابع تولید زباله برای به حداقل رساندن هزینه حمل و نقل.

۳. دسترسی: مسیر تردد وسایل نقلیه با ظرفیت و وسعت کافی وجود داشته باشد.

۴. پستی و بلندی: به صورتی باشد که از شرایط طبیعی زمین بهره گرفته شود.
  ۵. زمین شناسی: از مناطق زلزله خیز، لغزش ها، گسل ها، معادن زیر زمینی و حفره های حاصل از انحلال مواد باید اجتناب شود.
  ۶. خاک‌ها: خاک‌ها باید حاوی پوشش های طبیعی رسی باشند که برای لایه های پوششی و یا لایه های نهایی در دسترس موجود باشد (خاتمی، ۱۳۷۸، سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۷، صادقی، ۱۳۸۱).
- (ب) معیارهای زیست محیطی
۱. آب های سطحی: محل دفن باید خارج از دشت سیل گیر ۱۰۰ ساله قرار گیرد و با آب‌های آزاد ارتباط مستقیم نداشته باشد.
  ۲. آب های زیر زمینی: کف بستر دفن باید بالاتر از سطح ایستایی قرار گیرد و از سفره آب منحصر به فرد و مناطق تغذیه آب زیرزمینی اجتناب شود.
  ۳. هوا: محل دفن باید در مکانی باشد که اثرات گازها و بو را به حداقل برساند.
  ۴. اکولوژی آبی و خشکی: از انتخاب محل دفن در مناطق تالابی و زیستگاه‌های حیات وحش اجتناب شود.
  ۵. کاربری زمین: محل دفن نباید در مناطق پرجمعیت باشد، همچنین نباید محل دفن با کاربری دیگری در تضاد باشد (خاتمی، ۱۳۷۸، سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۷، صادقی، ۱۳۸۱).
- (ج) آثار فرهنگی
- در انتخاب محل دفن باید از آثار باستانی، تاریخی و فرهنگی منحصر به فرد اجتناب شود (خاتمی، ۱۳۷۸).
- (د) قوانین و مقررات

برای صدور مجوز حمل دفن باید قوانین محلی، ملی و منطقه ای در نظر گرفته شود (خاتمی، ۱۳۷۸، سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۷).

(ه) اقتصادی

۱. مالکیت: در نظر گرفتن هزینه زمین به اضافه هزینه های جنبی.
۲. توسعه محل دفن: شامل هزینه های حفاری، تسطیح، پوشش، جاده های جدید و سایر هزینه های احداث و توسعه است.
۳. هزینه های سالیانه: شامل هزینه های سوخت، کارگر، نگهداری، آماده سازی زمین، امکانات (آب، برق، تلفن و غیره) و هزینه های پیش بینی نشده، می باشد (خاتمی، ۱۳۷۸، صادقی، ۱۳۸۱).

#### ۵-۲-۴-۱-۴. توصیه های سازمان جهانی بهداشت در خصوص دفن بهداشتی

برخی از قوانین قابل استفاده در جایگاه های دفن و مسائل ضروری برای طراحی و بهره برداری این مکان ها در سازمان جهانی بهداشت به شرح ذیل توصیه شده است (Norstrom, 1998, Pruss at al., 1997):

۱. در دسترس بودن و مناسب برای دریافت زباله و وسایل نقلیه
۲. حضور کارکنان در محل جهت کنترل مؤثر عملیات روزانه دفن
۳. تقسیم جایگاه به مراحل و فازهای قابل اجرا قبل از شروع عملیات دفن
۴. عایق بندی مناسب کف و دیوارهای محل دفن به منظور به حداقل رساندن حرکت فاضلاب (شیرابه) خروجی از محل دفن
۵. مکانیزم های مناسب برای جمع آوری شیرابه و در صورت نیاز ایجاد سیستم های تصفیه
۶. سازمان دهی دفن مواد زاید در مناطق کوچک و ایجاد زمینه برای پخش کردن، فشردن و پوشش روزانه

۷. زهکش در کناره‌های جایگاه به منظور جمع‌آوری آب‌های سطحی
  ۸. پوشش نهایی برای به حداقل رساندن نفوذ رواناب‌ها پس از پر شدن کامل هر منطقه
  ۹. طراحی جهت کنترل گازهای متصاعد و سیستم کنترل آب‌های سطحی
  ۱۰. برخورداری از سیستم‌های ویژه حفاظتی
- یکی از مسائل مهم در مکان‌های دفن زباله‌های شهری و خصوصاً بیمارستانی و خطرناک بحث عایق‌بندی مناسب کف و به حداقل رساندن حرکت شیرابه خروجی می‌باشد.

عایق‌بندی در کشورهای مختلف به روش‌های گوناگون انجام می‌گیرد. متأسفانه در اکثر شهرهای ایران از مناطق دفن زباله بازدید به عمل آورده شده که به هیچ وجه این موضوع در آنها مورد توجه قرار نگرفته است.

با توجه به وضعیت اقتصادی، بهترین نوع عایق‌بندی پیشنهادی برای دفن ایزوله زباله‌های بیمارستانی استفاده از پوشش خاک رس فشرده شده و انجام زهکشی و جمع‌آوری شیرابه می‌باشد. روش‌های دیگری که هزینه بیشتر برده استفاده از لایه پلاستیکی یا شفته کردن با بتن و آهک و یا قیر اندود کردن می‌باشد. البته در صورتی که تفکیک زباله‌های عفونی در داخل بیمارستان‌ها انجام گیرد و از زباله‌های معمولی جدا شود بهتر است از ترکیب روش‌های فوق جهت دفن مواد خطرناک استفاده شود، زیرا با توجه به ارزانی آهک و یا استفاده از پلاستیک به همراه لایه فشرده رس، ضریب اطمینان بالاتر رفته و نفوذ پذیری شیرابه بسیار کاهش می‌یابد.

## ۵-۲-۴-۱-۵. انواع روش‌های دفن مواد زاید خطرناک

### ۱. دفع مشترک (Co-disposal)

در این روش مواد زاید جامد خطرناک به همراه مواد زاید جامد خانگی دفن می‌گردد، البته سازگاری مواد در این روش مورد توجه قرار می‌گیرد (صادقی، ۱۳۸۱، کاظمی، ۱۳۷۵).

## ۲. روش تک دفعی (Monodisposal)

دفع جداگانه مواد شیمیایی که اشکال فیزیکی و یا خصوصیات شیمیایی یکسان دارند (کاظمی، ۱۳۷۵).

## ۳. روش چند دفعی (Multi Disposal)

مخلوطی از مواد زاید جامد زیان بار با خواص شیمیایی مختلف ولی با اشکال فیزیکی یکسان را با هم دفن می‌نمایند مشروط به این که با یکدیگر وارد واکنش نشده و ترکیبات خطرناک تولید نمایند (خاتمی، ۱۳۷۸، کاظمی، ۱۳۷۵).

## ۴. تصفیه مقدماتی و سپس دفن

چون بعضی از انواع مواد زاید جامد به شکل تولید شده (مانند آبست، لجن و ...)، مناسب دفن نیستند، بایستی اول بر روی آنها تصفیه مقدماتی انجام داد، و سپس دفن کرد.

در روش دفع مشترک لایه زیرین پس از فشرده کردن توسط خاک رس توسط زباله‌های بیمارستانی پر شده و پس از پوشش مجدد خاک با ارتفاع ۲ متر از زباله شهری پوشش داده می‌شود. جهت پوشش خاک برای زباله‌های بیمارستانی به منظور ضد عفونی و از بین بردن ویروس‌های عفونی و مهلک بهتر است از مخلوط خاک و آهک استفاده شود (Pruss et al., 1999).

## ۵-۲-۴-۲. روش Encapsulation

دفع زباله‌های بهداشتی و درمانی در محل دفن زباله‌های شهری، در صورتی که قبل از دفع، تصفیه مقدماتی نشده باشند، کمتر توصیه شده است. یک گزینه برای تصفیه

مقدماتی، استفاده از روش Encapsulation است. در این روش، زباله‌ها را در ظروفی ریخته و روی آن موادی ریخته می‌شود که از حرکت زباله‌ها در داخل ظرف جلوگیری نموده و سپس درب آن را محکم می‌بندند. در این فرآیند از ظروف مکعبی شکل از جنس پلی اتیلن فشرده و یا از بشکه‌های فلزی که ۳/۴ آن با زباله‌های تیز و برنده، شیمیایی و دارویی پر شده است، استفاده می‌کنند. ۱/۴ باقیمانده ظروف با موادی نظیر پلاستیک‌های مذاب، سیمان یا گل رس پر می‌شود. پس از آن که مواد افزوده شده خشک شد، درب ظرف محکم بسته شده و سپس در جایگاه‌های دفن زباله‌های شهری، دفن می‌گردد (کاظمی، ۱۳۷۵).

این فرآیند نسبتاً ارزان، ایمن و به ویژه مناسب برای مراکزی است که برنامه‌های مختصر مدیریت زایدات را برای دفع زایدات تیز و برنده، شیمیایی یا دارویی خود بکار گرفته‌اند. روش Encapsulation به تنهایی برای زباله‌های عفونی غیر تیز و برنده توصیه نمی‌شود، اما ممکن است در سوزاندن این گونه زایدات کاربرد داشته باشد. مهم‌ترین مزیت این فرآیند، کاهش قابل توجه مخاطرات ناشی از بازیافت غیر مجاز زایدات خطرناک بهداشتی و درمانی می‌باشد (Pruss et al., 1999).

#### ۵-۲-۴-۳. دفن ایمن مواد زاید در داخل بیمارستان

در مراکز بهداشتی و درمانی که برنامه‌های مختصر مدیریت زایدات را بکار گرفته‌اند، به ویژه در نقاط دوردست، در اردوگاه‌های پناهندگان و یا در مناطقی که با مشکلات دیگری مواجه هستند، شاید تنها گزینه در دسترس، دفن ایمن زایدات در محل باشد (صادقی، ۱۳۸۱)، با این همه، ضوابط اساسی زیر باید توسط مسئولین این مراکز، در نظر گرفته شوند (Norstrom, 1998; Pruss et al., 1999):

- دسترسی به محل‌های دفن زایدات فقط باید به کارکنان مسئول محدود شود.

- به منظور جلوگیری از ورود آلودگی به آب‌های زیر زمینی، محل‌های دفن باید با یک ماده مانند گل رس اندود شود.
- فقط باید مواد زاید خطرناک بهداشتی و درمانی دفن شود. چنانچه سایر مواد زاید بیمارستانی نیز دفن می‌شوند، باید سریعاً فضاهای در دسترس پر شوند.
- مقادیر زیاد (بیش از یک کیلوگرم) مواد زاید شیمیایی نباید در یک زمان دفن شود. دفن مقادیر کم از این مواد از مشکلات جدی برای آلودگی میط زیست جلوگیری می‌کند.
- محل دفن باید مانند جایگاه‌های دفن زباله‌های شهری مدیریت شوند. برای جلوگیری از انتشار بو، هر لایه از مواد زاید باید توسط یک لایه خاک پوشانده شود. این کار سبب جلوگیری از حمله و تکثیر جوندگان و حشرات نیز می‌گردد.

#### ۵-۲-۴-۴. زباله سوز

زباله سوزی، یک فرایند اکسیداسیون خشک در دمای بالا است که سبب کاهش مؤثر در حجم و وزن مواد زاید می‌شود. احتراق ترکیبات آلی، اصولاً سبب تولید گازهای منتشره نظیر بخار آب، دی‌اکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، مواد سمی ویژه (مثل فلزات، اسیدهای هالوژنه و دی‌اکسین‌ها) و ذرات ریز به همراه باقی مانده جامد به شکل خاکستر می‌شود. اگر شرایط احتراق دقیقاً کنترل نشود، مونوکسید کربن که یک ماده سمی است، نیز تولید خواهد شد (خاتمی، ۱۳۷۸، عبدلی، ۱۳۷۲، عمرانی، ۱۳۷۴، کاظمی، ۱۳۷۵).

#### ۵-۲-۴-۴-۱. ملاحظات مهم بهداشتی و زیست محیطی زباله سوزها

هر چند استفاده از زباله سوزها جهت انهدام زباله‌های بیمارستانی باعث نابودی میکرو ارگانیسم‌های خطرناک و عوامل بیماری‌زا می‌گردد و یک روش ایده آل برای دفع زباله‌های خطرناک و عفونی بیمارستانی می‌باشد، اما در صورت هر گونه کوتاهی و قصور و

عدم آگاهی و اطلاعات اولیه مورد نیاز در خصوص راهبری سیستم، اگر استانداردهای دستگاه از لحاظ سوخت- هوا و ... رعایت نگردد، آلودگی های خطرناکی را در بر خواهد داشت که ضمن آلودگی هوای اطراف کارخانه باعث صدمه زدن به سلامت مردم نیز خواهد شد (صادقی، ۱۳۸۱، کاظمی، ۱۳۷۵ و ۱۳۷۶، Rachel and Morrison, 1988).

#### ۵-۲-۴-۵. انتخاب گزینه مناسب برای دفع زباله های بیمارستانی

انتخاب نهایی سیستم تصفیه بایستی براساس عوامل مختلف که وابسته به شرایط محلی است، انجام گیرد. برخی از این عوامل به شرح زیر می باشد (Pruss et al., 1999):

۱. راندمان گندزدایی
۲. جوانب بهداشتی و زیست محیطی
۳. کاهش حجم و وزن
۴. جنبه های ایمنی و بهداشت شغلی
۵. کمیت زباله ها برای تصفیه و دفع و ظرفیت سیستم
۶. نوع زباله های مورد تصفیه و دفع
۷. ملزومات زیربنایی
۸. فن آوری و گزینه های محلی موجود
۹. گزینه های موجود دفع نهایی
۱۰. آموزش های موردنیاز برای بهره برداری سیستم
۱۱. جنبه های نگهداری و بهره برداری
۱۲. فضای در دسترس
۱۳. محوطه و مکان تصفیه و تجهیزات دفع
۱۴. مقبولیت عمومی



### ۱۵. قوانین و مقررات مورد نیاز

در انتخاب یک روش دفع یا تصفیه برای زباله های بهداشتی و درمانی، خصوصاً اگر خطر انتشار مواد سمی یا دیگر خطرات متعاقب آن وجود داشته باشد، باید این مخاطرات به درستی در چارچوب کلی استراتژی جامع پسماند ها در نظر گرفته شده و بنابراین لازم است به دقت و با توجه به مقتضیات محلی، سیستم مور نظر انتخاب شود.

طبق نظریه سازمان جهانی بهداشت، سوزاندن در یک مکان، قابل اعتماد ترین روش برای متلاشی کردن زایدات درمانی خطرناک می باشد و هنگامی که زیر ساخت های یک کشور اجازه می دهد سوزاندن روش توصیه شده ای می باشد به شرط اینکه برای تضمین عملکرد کیفی زباله سوزها توجهات بیشتری انجام گیرد (Tissat and Fabres, 1998).

انتخاب یک راه حل تمام کننده بدین معناست که زایدات تا آنجا که امکان دارد به صورت امن و سالم جمع آوری و دفع شوند و هنگامی که شرایط اقتصادی و اجتماعی یک کشور به گونه ای است که راه حل دیگری وجود ندارد، دفن زایدات تصفیه نشده یک راه حل ناقص و قابل قبول برای دفع می باشد و در این صورت بایستی تمام هشدارهای ممکن جهت سلامت کارکنان محل، سلامت عمومی و محیط زیست داده شده و رعایت گردد (کاظمی، ۱۳۷۶).

در حال حاضر، زباله سوزها، متداول ترین روش دفع مواد زاید بهداشتی درمانی می باشند (آشگر طوسی، ۱۳۷۴، خاتمی، ۱۳۷۸، عمران‌ی، ۱۳۷۴، عمویی، ۱۳۷۵، کاظمی، ۱۳۷۶، کریم زادگان، ۱۳۷۴).

### ۳-۵. پیشنهادها

به طور کلی درخصوص بهینه سازی سیستم های جمع آوری، انتقال و دفع بهداشتی زباله های بیمارستانی ضمن این که طرح های مدیریتی و راهکارهای اصولی بر اساس ضوابط مهندسی برای سیستم های جمع آوری، انتقال و دفع ذکر شد، در این قسمت برخی از مسائل مهم و اقداماتی که جهت بهبود و تسریع در امور بهداشتی و زیست محیطی حائز اهمیت می باشد به عنوان راهکارهای عملی و نکات فنی پیشنهاد می گردد.

#### ۱. اجرای استانداردها و قوانین ملی جاری و رفع کمبودها

هر چند قوانین و دستور العمل ها از سوی وزارت بهداشت و درمان به این مراکز ابلاغ شده است، ضمن این که مدیران اجرایی اهمیتی برای این دستور العمل ها قائل نیستند، به دلیل نواقص موجود در آئین نامه ها، نیاز به بازبینی توسط مسئولین مربوطه را داشته تا در صورت عدم اجرای قوانین جریمه و یا توبیخ جدی صورت گیرد.

#### ۲. برنامه ریزی صحیح مدیریتی

جهت پیشبرد اهداف یک برنامه ریزی، مدیریت صحیح بر اساس اصول فنی و مسائل زیست محیطی نیاز است.

#### ۳. دوره های آموزشی

از نظر فرهنگی، اکثریت مردم کشور نسبت به زباله و جایگاه آن، پایین ترین و پست ترین دید را داشته اند، خصوصاً در بیمارستان ها به علت خطراتی که زباله های عفونی پرستاران و کارگران را تهدید می کند برگزاری دوره های آموزشی ضرورت جدی دارد.

براساس دستورالعمل وزارت کشور، شهرداری ها و پیمانکاران مربوطه موظفند به کلیه کارگران و کارکنانی که در جمع آوری، حمل و نقل و دفع زباله های شهری و بیمارستانی خدمت می کنند، مهارت های شغلی اعم از بهداشتی و حفاظتی را آموزش دهند و آنان را از خطرات احتمالی شغل خود آگاه سازند.

#### ۴. برگزاری سمینارهای تخصصی

برگزاری سمینارها و کارگاه‌های بازآموزی توسط دانشگاه‌های علوم پزشکی با همکاری سازمان بازیافت و دعوت از مسئولین بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی-درمانی و کارمندان مسئول در این بخش می‌تواند در پیشبرد اهداف کمک‌شایان توجهی کند.

#### ۵. تخصص اعتبارات لازم در این خصوص

با ایجاد حساسیت و جلب نظر مسئولین مربوطه اعتبارات لازم جهت تجهیز کردن بیمارستان‌ها، تهیه وسایل استاندارد حمل زباله در داخل بیمارستان‌ها، تهیه ابزار تفکیک زباله، تهیه وسایل بهداشتی مثل دستکش، ماسک، روپوش، پیش‌بند، چکمه مخصوص و تهیه اتاقک ذخیره زباله طبق استانداردهای موجود در اختیار واحدهای مسئول گذاشته شود.

#### ۶. تبلیغات و کار فرهنگی

یکی از مسائل مهم که همیشه در امور زیست‌محیطی از آن غافل بوده ایم اقدامات فرهنگی و کارهای تبلیغاتی برای جلب مشارکت مردم است.

تبلیغات باید هدفمند بوده و در جهت بهبود وضع زباله‌های بیمارستانی در قسمت‌های ذیل انجام گیرد:

(الف) تبلیغات در جهت کاهش تولید زباله‌های مراکز بهداشتی درمانی.

(ب) تبلیغات در جهت رعایت بهداشت عمومی در بیمارستان‌ها.

(ج) تبلیغات در جهت آگاه‌سازی مردم و مسئولین از خطرات زباله‌های عفونی.

۷. استفاده از صاحب‌نظران در طراحی سیستم‌های اصولی در جمع‌آوری، انتقال و دفع زباله

متأسفانه در بسیاری از مدیریت‌ها و پروژه‌های تخصصی از افرادی استفاده می‌شود که تخصص و مهارت لازم را در این خصوص ندارند.

۸. مستقر کردن یک تکنسین محیط زیست در مکان دفن زباله های شهر و نظارت هر روز ایشان بر نحوه دفن زباله ها و ارائه راهکارهای اصولی.
۹. به کارگیری تکنیک های اصولی بر اساس معیارهای زیست محیطی در دفن زباله های شهری و بیمارستانی، جمع آوری شیرابه توسط زهکشی سطحی و عمقی و کنترل گازهای متصاعد شده.
۱۰. احداث یک مرکز زباله سوز در مکان دفن و سوزاندن زباله های بیمارستانی تفکیک شده با رعایت کلیه موازین بهداشتی.
۱۱. پیاده کردن سیستم اصولی مدیریت زباله ها در بیمارستان ها با در نظر گرفتن شرایط بهداشتی.
۱۲. استفاده از کیسه های پلاستیکی با آرم زباله های عفونی و همچنین سطل ها و کانتینرهای جمع آوری کننده مخصوص با آرم ویژه به طور یکسان در تمام بیمارستان ها بر اساس ضوابط مربوطه و اجباری نمودن این امر توسط مراجع ذیصلاح.
۱۳. جهت جلوگیری از آلودگی آب های زیرزمینی، ایزوله کردن مکان های دفن به وسیله مواد رسی یا روش های دیگر .
۱۴. احداث جایگاه های موقت زباله و اصلاح سیستم انتقال به طور همزمان و در تمامی بیمارستان ها.

## خلاصه

یکی از منابع مهم تولید مواد زاید شهری، زباله مراکز بهداشتی-درمانی می باشد. عدم کنترل زباله های این مراکز هم اکنون مشکلات خاصی را در کشور به وجود آورده است که بازتاب آن محیط زیست و سلامت انسان را به طور جدی مورد تهدید قرار داده است. عمده ترین طبقه بندی زباله های بیمارستانی به صورت زایدات درمانی بدون خطر و خطرناک می باشد. شهرداری ها مکلفند زباله ها و نخاله های آن دسته از بیمارستان ها، درمانگاه ها و مراکز بهداشتی و درمانی را که امکان استقرار دستگاه های زباله سوز را ندارند با اخذ هزینه های لازم بصورت جداگانه جمع آوری و با شیوه های مناسب و مورد تأیید سازمان حفاظت محیط زیست دفع نمایند. تدوین اهداف و برنامه ها، برای کسب موفقیت در بهبود مدیریت مواد زاید بهداشتی و درمانی در سطح ملی یا منطقه ای یا محلی بسیار حائز اهمیت است. در صورتی که واقعاً هیچ راهی برای تصفیه زایدات قبل از دفع آنها نداشته باشیم استفاده از روش دفن با توجه به پارامترهای مهم مهندسی به عنوان یک راه چاره می تواند برای زباله های بیمارستانی مورد قبول واقع گردد. معیارهای انتخاب محل دفن مواد زاید خطرناک شامل معیارهای مهندسی، زیست محیطی، آثار فرهنگی و اقتصادی است. یکی از مسائل مهم در مکان های دفن زباله های شهری و خصوصاً بیمارستانی و خطرناک بحث عایق بندی مناسب کف و به حداقل رساندن حرکت شیرابه خروجی می باشد. با توجه به وضعیت اقتصادی، بهترین نوع عایق بندی پیشنهادی برای دفن ایزوله زباله های بیمارستانی استفاده از پوشش خاک رس فشرده شده و انجام زهکشی و جمع آوری شیرابه می باشد. استفاده از زباله سوزها جهت انهدام زباله های بیمارستانی باعث نابودی میکرو ارگانیسم های خطرناک و عوامل بیماری زا می گردد و یک روش ایده آل برای دفع زباله های خطرناک و عفونی بیمارستانی می باشد، اما در صورت هر گونه کوتاهی و قصور، ضمن آلودگی هوای اطراف کارخانه باعث صدمه زدن به سلامت مردم نیز خواهد شد. طبق نظریه سازمان جهانی بهداشت، سوزاندن در یک مکان، قابل اعتمادترین روش برای متلاشی کردن زایدات درمانی خطرناک می باشد.

## خودآزمایی

۱. مراحل مختلف اجرای عملیات مدیریت زباله های بهداشتی و درمانی چیست؟
۲. گزینه های اصلی برای مدیریت تصفیه زباله های بهداشتی و درمانی را ذکر نمایید.
۳. توصیه های سازمان جهانی بهداشت جهت بهبود وضعیت دفع مواد زاید درمانی را بیان نمایید.
۴. روش های بهداشتی دفع زباله های بیمارستانی را نام ببرید.
۵. معیارهای زیست محیطی مؤثر در انتخاب محل دفن مواد زاید خطرناک کدامند؟
۶. بهترین نوع عایق بندی پیشنهادی برای دفن ایزوله زباله های بیمارستانی چیست؟
۷. انواع روش های دفن مواد زاید خطرناک را نام ببرید.
۸. قابل اعتماد ترین روش برای متلاشی کردن زایدات درمانی خطرناک چیست؟
۹. ملاحظات مهم بهداشتی و زیست محیطی زباله سوزها جهت دفع زباله های بیمارستانی را بیان نمایید.

## فهرست منابع و مراجع

- ۱- آشگر طوسی، اسماعیل، بررسی روند آلودگی ناشی از زباله های بیمارستانی مشهد، مشهد، اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان، ۱۳۷۴.
- ۲- احرام پوش، محمد حسن، جمع آوری، تصفیه و دفع بهداشتی زباله های بیمارستانی، تهران، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۳۷۳.
- ۳- اداره کل حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، مکان یابی دفع پسماندهای ویژه استان خراسان جنوبی، بی نا، ۱۳۸۶.
- ۴- اسدی، محمود، فائزی رازی، دادمهر، نبی زاده، رامین و وجدانی، مهناز، مدیریت مواد زاید خطرناک، تهران، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۵.
- ۵- اکبرپور، سهراب، بررسی اجمالی مدیریت مواد زاید جامد شهرستان بابل، پایان نامه کارشناسی، دانشگاه جامع علمی کاربردی، ۱۳۸۰.
- ۶- اندرودی، مهرداد، اصول و روش های مدیریت زیست محیطی، تهران، نشر کنگره، ۱۳۸۰.
- ۷- ایوبی، شمس اله و جلالیان، احمد، ارزیابی اراضی (کاربری های کشاورزی و منابع طبیعی)، اصفهان، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۵.
- ۸- بابایی کفاکی، ساسان، مجله علوم کشاورزی، "ارزیابی زیست محیطی جنگل به منظور طبقه بندی اراضی جنگلی با استفاده از GIS (مطالعه موردی در حوضه آبخیز کاظم رود - جنگل های شمال کشور)"، ش ۱، تهران، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۸۵.
- ۹- بحرینی، سید حسین و کریمی، کیوان، برنامه ریزی محیطی برای توسعه زمین، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۱.

- ۱۰- بهرام سلطانی، کامبیز، مجموعه مباحث و روش های شهرسازی: محیط زیست، تهران، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، ۱۳۷۱.
- ۱۱- بدو، کاظم، مجموعه مقالات همایش دفن مهندسی- بهداشتی مواد زاید جامد شهری، "مکان یابی و انتخاب محل دفن زباله"، تهران، جهاد دانشگاهی دانشکده فنی دانشگاه تهران، ۱۳۷۹.
- ۱۲- پوراحمد، احمد، حبیبی، کیومرث، زهرایی، سجاد محمد و نظری عدلی، سعید، مجله محیط شناسی، "استفاده از الگوریتم های فازی و GIS برای مکان یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر)"، ش ۴۲، تهران، دانشگاه تهران، ۴۲-۳۱، ۱۳۸۶.
- ۱۳- پورخباز، حمیدرضا، مدل سازی توان اکولوژیک توسعه شهری (مطالعه موردی: حاشیه شهر قزوین)، پایان نامه دکتری برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران، ۱۳۸۹.
- ۱۴- حبیبی، کیومرث، بررسی روند و الگوی توسعه فیزیکی شهر سنندج با استفاده از GIS و RS، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران، ۱۳۸۰.
- ۱۵- حبیبی، کیومرث، توسعه کالبدی بهسازی و نوسازی بافت های کهن شهری با استفاده از GIS، پایان نامه دکتری برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران، ۱۳۸۴.
- ۱۶- حیدرزاده، نیما، مکان یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از GIS، سمینار کارشناسی ارشد عمران- محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۸.
- ۱۷- حیدرزاده، نیما، بررسی معیارهای مکان یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری، بی نا، ۱۳۷۹.
- ۱۸- حیدرزاده، نیما، مکان یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از GIS برای شهر تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد عمران- محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۰.



- ۱۹- خاتمی، سیده‌ادی، راهنمای فنی دفع مواد زاید خطرناک، تهران، سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۸.
- ۲۰- خراسانی، نعمت‌الله، شکرایی، علی، مهرداد، ناصر و درویش صفت، علی اصغر، مجله منابع طبیعی ایران، "مطالعات زیست محیطی در جهت انتخاب محل مناسب برای دفن زباله‌های شهر ساری"، ش ۵۷۰۲، ۲۸۴-۲۷۵، ۱۳۸۳.
- ۲۱- رایگان شیرازی نژاد، علی رضا، بررسی جمع‌آوری و دفع زباله‌های بیمارستانی استان فارس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد بهداشت محیط، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۵.
- ۲۲- رودگرمی، پرویز، مجموعه مقالات همایش سامانه‌های اطلاعاتی جغرافیایی سازمان نقشه برداری کشور، "ارزیابی اولیه توان اکولوژیکی حوضه آب خیز دماوند جهت کاربری مرتعی به وسیله سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی"، ۸۰-۶۷، ۱۳۷۷.
- ۲۳- سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران، قانون مدیریت پسماندها، تهران، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران، ۱۳۸۳.
- ۲۴- سازمان حفاظت محیط زیست، ضوابط و استانداردهای زیست محیطی، تهران، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۷.
- ۲۵- سیاح لاهیجی، هنگامه، کمیوست (تبدیل زباله‌های شهری و خانگی به کود آلی)، تهران، سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری تهران، ۱۳۷۲.
- ۲۶- شاه علی، عباسعلی، خلاصه‌ای از اهمیت و مزایای تأسیس راه‌اندازی و استفاده از صنایع بازیافتی در مدیریت مواد زاید جامد شهری، تهران، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران، ۱۳۸۰.
- ۲۷- شریعت پناهی، محمد، مبانی بهداشت محیط، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۳.

- ۲۸- شریعتمداری، نادر، مجموعه مقالات همایش دفن مهندسی- بهداشتی مواد زاید جامد شهری، "مراحل طراحی و اجرای مدفن بهداشتی مواد زاید"، جهاد دانشگاهی دانشکده فنی دانشگاه تهران، ۱۳۷۹.
- ۲۹- شکرایی، علی، مکان یابی مواد زاید جامد شهر ساری، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۱.
- ۳۰- شیخ حسنی، حسین، مدل سازی برنامه ریزی محیطی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور: منطقه طالقان، پایان نامه دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۰.
- ۳۱- صادقی، اردشیر، ارزیابی مدیریت مهندسی جمع آوری و دفع زباله های بیمارستانی مشهد، پایان نامه کارشناسی ارشد عمران- محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۱.
- ۳۲- طبیبیان، منوچهر، کاربری زمین (اثر متقابل اقتصاد، اکولوژی، هیدرولوژی)، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۸.
- ۳۳- عباس پور، مجید، مهندسی محیط زیست، ج ۲، تهران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۷۱.
- ۳۴- عبدلی، محمد، علی، مدیریت مواد زاید جامد، تهران، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران، ۱۳۷۱.
- ۳۵- عبدلی، محمد، علی، سیستم مدیریت مواد زاید جامد شهری و روش های کنترل آن، تهران، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران، ۱۳۷۲.
- ۳۶- عبدلی، محمدعلی، طرح جامع بازیافت و دفع مواد زاید جامد کشور، ج ۱، تهران، مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهری وزارت کشور، ۱۳۷۶.
- ۳۷- عبدلی، محمد، علی، مدیریت دفع و بازیافت مواد زاید جامد شهری در جهان، ج ۱، تهران، انتشارات سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور، ۱۳۷۹.

- ۳۸- عبدلی، محمد، علی، مدیریت دفع و بازیافت مواد زاید جامد شهری در ایران، ج ۲، تهران، انتشارات سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور، ۱۳۷۹.
- ۳۹- عمرانی، قاسمعلی، مقدمه ای بر مدیریت زباله در بیمارستان ها و مراکز بهداشتی، تهران، انتشارات علمی و مؤسسه تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۳۷۴.
- ۴۰- عمرانی، قاسمعلی، مواد زاید جامد (زباله سوزها، بازیافت مواد و روش های جمع آوری و دفع مواد سمی و خطرناک)، ج ۲، تهران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۷۴.
- ۴۱- عمرانی، قاسمعلی، مواد زاید جامد (مدیریت، جمع آوری و حمل و نقل، دفن بهداشتی و تهیه کمپوست)، ج ۱، تهران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۷۷.
- ۴۲- عمویی، عبدالایمان، بررسی وضعیت جمع آوری، نگهداری، حمل و نقل و دفع مواد زاید بیمارستانی در بیمارستان های استان خوزستان و ارائه پیشنهاد های مناسب جهت رفع مشکلات آن، پایان نامه کارشناسی ارشد بهداشت محیط، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۵.
- ۴۳- غلامعلی فرد، مهدی، ارائه مدل مکانی - زمانی ارزیابی عرضه و تقاضای زمین برای محل های دفن مواد زاید جامد با استفاده از مدلسازی توسعه شهری در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر گرگان)، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۵.
- ۴۴- فردوسی، بهرام، امکان سنجی و کاربرد سیستم پشتیبان تصمیم گیری در توسعه فیزیکی شهر (نمونه موردی: شهر سنندج)، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۴.
- ۴۵- فرهادی، علی، بررسی روش های دفع زباله خانگی و امکان بازیافت آنها در شهر کرج، پایان نامه کارشناسی محیط زیست، دانشگاه تهران، ۱۳۷۸.

- ۴۶- فرهودی، رحمت اله، حبیبی، کیومرث و زندی بختیاری، پروانه، نشریه هنرهای زیبا، "مکان یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر سنندج)"، ش ۲۳، ۲۴-۱۵، ۱۳۸۴.
- ۴۷- کاظمی، میرابوطالب، دفع بهداشتی و بازیابی مواد زاید جامد، مشهد، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ۱۳۷۵.
- ۴۸- کاظمی، میرابوطالب، بررسی کمی و کیفی زباله های بیمارستانی تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۷۶.
- ۴۹- کرمی کردعلیوند، تاج الدین، مدل سازی بهینه کاربری اراضی در منطقه خرم آباد با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۹.
- ۵۰- کریم زادگان، حسن، بررسی وضعیت جمع آوری و حمل زباله های بیمارستانی در شهرستان های تابعه استان تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۳۷۴.
- ۵۱- کیان بخش، مظفر و سعیدی، محسن، مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی برق، "مکان یابی و اولویت بندی سایت های دفن زائدات صنعتی نیروگاه شهید رجایی قزوین با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی"، ۸-۱، ۱۳۸۸.
- ۵۲- گیوی، احمد، ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی، تهران، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۷۶.
- ۵۳- مجلسی، منیره، مدیریت مواد زاید جامد، ج ۲، تهران، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران، ۱۳۷۱.
- ۵۴- مجلسی، منیره و نوری، جعفر، مکان یابی و مدیریت محل دفن بهداشتی، انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران، ۱۳۷۱.

- ۵۵- محمدی، صمد، امکان‌سنجی بازیافت زباله‌های شهری در بابل، پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۲.
- ۵۶- مخدوم، مجید، شالوده آمایش سرزمین، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۸.
- ۵۷- مخدوم، مجید، همایش ژئوماتیک، "نخستین تجربه مدل‌سازی توأمان برای سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی"، تهران، سازمان نقشه برداری کشور، ۱۳۷۹.
- ۵۸- مخدوم، مجید، درویش صفت، علی اصغر، جعفرزاده، هورفر و مخدوم، عبدالرضا، ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.
- ۵۹- مظفری‌نیا، علی، مدیریت پسماند، بی‌نا، ۱۳۸۴.
- ۶۰- منوری، مسعود، راهنمای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی طرح‌های جنگلداری، انتشارات سازمان محیط زیست، ۱۳۸۰.
- ۶۱- مهاجر شجاعی، محمد حسن، نشریه مجموعه مقالات خاک و آب، "راهنمای طبقه‌بندی اراضی برای دیم‌کاری"، ش ۲، تهران، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۶۴.
- ۶۲- نیکخواه، عباس، اصول بهداشت محیط، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۲.
- ۶۳- وهاب زاده، عبدالحسین، شناخت محیط زیست، تهران، انتشارات موزه طبیعت و حیات وحش ایران، ۱۳۸۲.

64- Akbari, H., Rosenfeld, A., Taha, H., and Gartland, L., "Mitigation of summer urban heat islands to save electricity and smog". In: Proceedings of the 76th Annual American Meteorological Society Meeting. Atlanta, GA, 28 January–2 February 1996. Report No. LBL-37787, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, 1996.

65- Akbari, V., Rajabi, M.A., Chavoshi, S.H., and Shams, R., "Landfill Site Selection by Combining GIS and Fuzzy Multi Criteria

- Decision Analysis, Case Study: Bandar Abbas”, Iran, *World Applied Sciences Journal*, 3(1), 39-47, 2008.
- 66- **Ali Khan, M.Z., and Burney, F.A.**, “Forecasting solid waste composition – an important consideration in resource recovery and recycling”, *Resources, Conservation and Recycling Journal*, 3(1), 1-17, 1989.
- 67- **Al-Jarrah, O., and Abu-Qdais, H.**, “Municipal solid waste landfill siting using intelligent system”, *Waste Management Journal*, 26 (3), 229-306, 2006.
- 68- **Allanach, W.C.**, “Regional landfill planning and siting”, *Public Works Journal*, 48–50, 1992.
- 69- **Anwar, S.M.**, “Solid Waste Management and GIS, a case from Kalabagan area of Dhaka city, Bangladesh (the MPhil Thesis of mine)”, a personal website, 2004.
- 70- **Aurger, P.**, “Aggregation and emergence in ecological modeling”, *Ecol. Model.*, 127, 11-20, 2000.
- 71- **Bagchi, A.**, *Design Construction and Monitoring of Land Fills*, John Wiley & Sons, New York, 1994.
- 72- **Bani Neameh, J.**, *Land evaluation for Land Use Planning with especial attention to sustainable fodder production in the Rouzeh Chai catchment of Orumiyeh area – Iran*, MSc thesis in Watershed and Environmental management, the International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, The Netherlands, 2003.
- 73- **Banta, J., Vicenz, L.W., McCaughey, P.H., Weaver, L., and Mitchell, D.T.**, Sanitary Committee on Sanitary Landfill Practice of Landfill the Sanitary Engineering, Division of the American Society of Civil Engineers, pp.61, 1995.
- 74- **Bornstein, R., and Lin, Q.L.**, “Urban heat islands and summertime convective thunderstorms in Atlanta: three case studies”, *Atmos. Environ. J.*, 34 (3), 507–516, 2000.

- 75- **Brail, R.K., and Klosterman, R.E.**, *Planning Support Systems*, ESRI Press, Redlands, CA, 2001.
- 76- **Brazier, A. M.**, “Geographic Information System: A consistent approach to land use planning decisions around hazardous installations”, *Jour. Hazardous Materials*, 61, 355-361, 1998.
- 77- **Calvo, F., Moreno, B., Ramos, A., and Zamorano, M.**, “Implementation of a new environmental impact assessment for municipal waste landfills as tool for planning and decision-making process”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(1), 98-115, 2007.
- 78- **Canter, L.W.**, “Environmental impact assessment for hazardous waste landfills”, *Journal of Urban Planning and Development*, 117 (2), 59-76, 1991.
- 79- **Carlson, T.N., and Arthur, S.T.**, “The impact of land use—land cover changes due to urbanization on surface microclimate and hydrology: a satellite perspective”, *Global Planet Change*, 25 (1-2), 49-65, 2000.
- 80- **Carver, S.J.**, “Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems”, *International Journal of Geographical Information Systems*, 5 (3), 321-339, 1991.
- 81- **Carver, S., and Peckham, R.**, “Using GIS on the Internet for planning”, In: Stillwell, J.C., Geertman, S., Openshaw, S. (Eds.), *Geographical Information and Planning*, Springer, New York, pp. 371-390, 1999.
- 82- **Chang, N.-B., Parvathinathan G., and Breeden J.B.**, “Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region”, *Journal of Environmental Management*, 5 (4), 1-15, 2007.

- 83- **Chen, W.-Y., and Kao, J.-J.**, “Fuzzy Markov Process using landfill siting”, proceedings of the air and waste management association’s annual meeting and exhibition, 1998.
- 84- **Civerolo, K.L., and Sistla, G.**, “The effects of land use in meteorological modeling: implications for assessment of future air quality scenarios”, *Atmos. Environ.*, 34 (10), 1615–1621, 2000.
- 85- **Cleugh, H.A., and Grimmond, C.S.B.**, “Modelling regional scale surface energy exchanges and CBL growth in a heterogeneous, urban–rural landscape”, *Boundary-Layer Meteorol*, 98, 2001.
- 86- **Cleverly, D.**, “Management of infectious waste by small quantity generators technical”, Missouri Department of Natural Resources, 2001.
- 87- **Collins, M.G., Steiner, F.R., and Rushman, M.J.**, “Land-use suitability analysis in the United States: historical development and promising technological achievements”, *Environmental Management*, 28 (5), 611–621, 2001.
- 88- **Costanza, R., and Ruth, M.**, “Using dynamic modeling to scope environmental problems and build consensus”, *Environmental Management*, 22, 183–195, 1998.
- 89- **Dabberdt, W.F., and Hales, J.**, “Forecast issues in the urban zone: report of the 10th Prospectus Development Team of the US Weather Research Program”, *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 81 (9), 2047–2064, 2000.
- 90- **Daskalopoulos, E., Badr, O., and Probert, S.D.**, “An integrated approach to municipal solid waste management, Resources”, *Conservation and Recycling*, 24(1), 33-50, 1998.
- 91- **Delgado, O.B., Mendoza, M., Granados, E.L., and Geneletti, D.**, “Analysis of land suitability for the siting of inter-municipal landfills in the Cuitzeo Lake Basin, Mexico”, *Waste Management*, 28, 1137-1146, 2008.



- 92- **Diamond, J.T., and Wright, J.R.**, “Design of an integrated spatial information system for multiobjective land-use planning”, *Environment and Planning B*, 15 (2), 205–214, 1988.
- 93- **Di Nino, T., and Baetz, B.W.**, “Environmental linkage between urban form and municipal solid waste management infrastructure”, *Journal of Urban Planning and Development*, 122(3), 83-100, 1996.
- 94- **Doerhoefer, G., and Siebeit, H.**, “Search for Landfill Sites-requirements and implementation in Lower Saxony, Germany”, *Environmental Geology*, 35 (1): 55-65, 1998.
- 95- **Dyson, B., and Chang, N-B.**, “Forecasting municipal solid waste generation in a fast-growing urban region with system dynamics modeling”, *Waste Management*, 25, 669-679, 2005.
- 96- **Eastman, R. J., Jin, W., Kyem, P. A. K., and Toledano, J.**, “Raster procedures for multi-criteria/multi-objective decisions, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 61(5), 539-547, 1995.
- 97- **Eastman, R.J.**, *Idrisi32, Release2, Tutorial*, Clark University, USA, 2001.
- 98- **Goudie, A.**, *The Human Impact on the Natural Environment*, MIT Press, Cambridge, 1994.
- 99- **Haith, D.A.**, “Material balance for municipal solid waste management”, *Journal of Environmental Engineering*, 124 (1), 67-75, 1998.
- 100- **Ham, R.K.**, “Overview and Implications of US sanitary landfill practice”, *Journal of Air and Waste*, 43, 178-190, 1993.
- 101- **Hokkanen, J., and Salminen, P.**, “Locating a waste treatment facility by multi-criteria analysis”, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 6 (3), 175-184, 1997.

- 102- **Hopkins, L.D.**, “Methods of generating land suitability maps: A comparative evaluation”, *J. of American Institute of Planners*, 43(4), 386–400, 1977.
- 103- **Humphery, H., and Marphy, H.**, “safe disposal of waste, not a waste of resource”, *Irish Medical Journal*, 93 (6), 15-22, 2000.
- 104- **ISWA**, *Guidance for landfilling waste in economically developing countries*, 1998.
- 105- **Jankowski, P.**, “Integrating geographical information systems and multiple criteria decision making methods”, *International journal of Geographical Information systems*, 9(3), 251-273, 1995.
- 106- **Jilani, T.**, 2002, State of Solid Waste Management in Khulna City, Unpublished Undergraduate thesis, Environmental Science Discipline, Khulna University, Bangladesh, 25-85.
- 107- **Kalogirou, S.**, “Expert systems and GIS: an application of land suitability evaluation”, *Computers, Environment and Urban Systems*, 26 (2–3), 89–112, 2002.
- 108- **Kao, J.-J., Lin, H.-Y.**, “Multifactor spatial analysis for landfill siting”, *Journal of Environmental Engineering*, 10 (122), 902-908, 1996.
- 109- **Kao, J.-J., Lin, H.-Y. and Chen, W.-Y.**, “Network geographic information system for landfill siting”, *Waste Management and Research*, 15(3), 239-253, 1997.
- 110- **Kloor, K.**, “A surprising tale of life in the city”, *Science*, 286, 1999.
- 111- **Komilis, D.P., Ham, R.K., and Stegmann, R.**, “The effect of municipal solid waste pretreatment on landfill behavior: a literature review”, *Journal of Waste Manag. and Res.*, 17, 10-19, 1999.
- 112- **Kontos, T.D., Komilis, D.P., and Halvadakis, C.P.**, “Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology”, *Waste Management*, 25, 818–832, 2005.

- 113- **Lane, W.N., and Mc Donald, R.R.**, “Land suitability analysis: landfill siting”, *Journal of Urban Planning and Development*, 109 (1), 50-61, 1983.
- 114- **Leao, S., Bishop, I., and Evans, D.**, “Assessing the demand of solid waste disposal in urban region by urban dynamics modeling in a GIS environment”, *Resources, Conservation and Recycling*, 33, 289-313, 2001.
- 115- **Leao, S., Bishop, I., and Evans, D.**, “Simulating urban growth in a developing nation's region using a CA-based model”, *Journal of Urban Planning and Development*, 130 (3), 145-158, 2004a.
- 116- **Leao, S., Bishop, I., and Evans, D.**, “Spatial-Temporal model for demand and allocation of waste landfills in growing urban region”, *Computers, Environment and Urban Systems*, 28, 353-385, 2004b.
- 117- **Ligtenberg, A., Bregt, A.K., and Van Lammeren, R.**, “Multi-actor-based land use modelling: spatial planning using agents”, *Landscape and Urban Planning*, 56 (1-2), 21-33, 2001.
- 118- **Linden, E.**, *The exploding cities of the developing world*, Foreign Affairs, January/February, 1996.
- 119- **Lober, D.J.**, “Resolving the siting impasse: modelling social and environmental locational criteria with a geographic information system”, *Journal of American Planning Association*, 61(4), 482-495, 1995.
- 120- **Makhdoum, M.F.**, “Environmental Unit: An Arbitrary Ecosystem for Land evaluation”, *AGEE*, 41(2), 209-214, 1992.
- 121- **Malczewski, J.**, *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, John Wiley & Sons, New York, 1999.
- 122- **Malczewski, J.**, “GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview”, *Progress in Planning*, 62, 3-65, 2004.
- 123- **McBean, E.A., Roveis, F.A., and Farquhar, G.J.**, *Solid waste landfill engineering and design*, Prinic Hall, PTB, 1995.

- 124- **McHarg, I.L.**, *Design With Nature*, John Wiley & Sons, New York, 1969.
- 125- **McPherson, E.G., Nowak, D.J., and Rowntree, R.A.**, “Chicago’s Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project”, *General Technical Report NE-186*, US Department of Agriculture, Forest Service, 1994.
- 126- **Miller, R.B.**, *City and Hinterland: A Case Study of Urban Growth and Regional Development*, Greenwood Press, Westport, 1979.
- 127- **Miller, R.B., and Small, C.**, “Cities from space: potential applications of remote sensing in urban environmental research and policy”, *Environmental Science & Policy*, 6,129–137, 2003.
- 128- **Mujibor Rahman, Md., Sultana K.R., and Ahasanul Hoque, Md.**, “Suitable sites for urban solid waste disposal using GIS approach in Khulna city, Bangladesh”, *Proc. Pakistan Acad. Sci.*, 45(1), 11-22, 2008.
- 129- **Norstrom, J.**, “Disposal of Hazardous and Special Waste”, *The 14<sup>th</sup> Annual Waste Conference*, Wisconsin University, 25-26, 1998.
- 130- **Nowak, D.J., and Civerolo, K.L.**, “A modeling study of the impact of urban trees on ozone”, *Atmos. Environ.*, 34 (10), 1601–1613, 2000.
- 131- **Polichtchouk, Y.**, “Geoinformation systems and regional environmental prediction”, *Safety Science*, 30, 63-70, 1998.
- 132- **Ogden, D.**, “Land Suitability Analysis for Dog Park Site in Keller, Texas”, *Course Project for GEOG 4550 “Advanced GIS”*, 1-32, 2007.
- 133- **O’Meara, M.**, *Reinventing Cities for People and the Planet*, Worldwatch, Washington, 1999.
- 134- **O’Sullivan, D., and Unwin, D.J.**, *Geographic Information Analysis*, Wiley, Hoboken, NJ, 2003.
- 135- **Pruss, A., Giroult, E., and Rush Brook, P.**, “Safe management of waste from health- care activities”, *WHO*, 1999.

- 136- **Rachel, S., and Morrison, R.**, “Incineration of Infectious Waste, Hazardous Waste News”, *Environmental Research Foundation*, 1988.
- 137- **Rao, S.T., and Zurbenko, I.G.**, “Space and time scales in ambient ozone data”, *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 78 (10), 2153–2166, 1997.
- 138- **Rinner, C., and Malczewski, J.**, “Web-enabled spatial decision analysis using ordered weighted averaging”, *Journal of Geographical Systems*, 4 (4), 385–403, 2002.
- 139- **Rubenstein-Montano, B., and Zandi, I.**, “An evaluative tool for solid waste management”, *Journal of Urban Planning and Development*, 126 (3), 119-135, 2000.
- 140- **Rutala, W.A., and Weber D.J.**, *Hand book of Grand Exhibition on Solid Waste Management Technologies in Bangkok*, 2001.
- 141- **Sante- Riveira, I., Crecente- Maseda, R., and Miranda- Barros, D.**, “GIS- based planning support system for rural land- use allocation”, *Computers and Electronics in Agriculture*, 63, 257-273, 2008.
- 142- **Sener, B., Suzen, L., and Doyuran, V.**, “Landfill site selection by using geographic information systems”, *Environmental Geology*, 49, 376-388, 2006.
- 143- **Sengtianthr, V.**, “Solid Waste Management in Urban Areas of Vientiane Capital City using GIS”, *30th WEDC International Conference*, Vientiane, Lao PDR, 2004.
- 144- **Senthil Shanmugan, S.**, “GIS–MIS–GPS for solid waste management”, *urban planning, googel.net*, 2005.
- 145- **Shukla, S.K., and Srivastava, P.R.**, *Waste Management and Control*, Common Wealth Publisher, New Delhi, 66-75, 1992.
- 146- **Siddiqui, M.Z., Everett, J.W., and Vieux, B.E.**, “Landfill sitting using geographic information systems: a demonstration”, *Journal of Environmental Engineering*, 122 (6), 515-523, 1996.

- 147- **Srivastava, S.K., and Gupta, R. D.**, “Monitoring of changes in land use/ land cover using multi- sensor satellite data”, *Map India Conference*, 2003.
- 148- **Steinitz, C., Parker, P., and Jordan, L.**, “Hand drawn overlays: their history and prospective uses”, *Landscape Architecture*, 9, 444–455, 1976.
- 149- **Stout, D.**, “Siting a regional landfill in southwest Missouri”, *Missouri University environmental research*, 1997.
- 150- **Sui, D.Z.**, “Integrating neural networks with GIS for spatial decision making” *Operational Geographer*, 11 (2), 13–20, 1993.
- 151- **Tchobanoglous, G., Theisen, H., and Vigil, S.A.**, *Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues*, McGraw-Hill, New York, USA, 1993.
- 152- **The Environmental protection Compendium, Landfill Criteria for Municipal Waste**, Municipal Waste Reduction Branch, Environmental protection Division, Ministry of Environment, Land and Parks, 1993.
- 153- **Themistoklis, D.K., Dimitrois, P.K., and Constantinos, P.H.**, “Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology”, *Waste Management*, 25, 818-832, 2005.
- 154- **Thill, J.-C.**, *Multicriteria Decision-making and Analysis: A Geographic Information Sciences Approach*, Ashgate, New York, 1999.
- 155- **Tissat, F., and Fabres, B.**, *Health care waste, Solid Waste*, Regional Center for Environmental Health Activities (CEHA), 1998.
- 156- **United Nations**, *United Nations Conference on Environment & Development*, Rio de Janerio, Brazil, 3 to 14 June 1992, AGENDA 21, 338 PP, 1992.
- Available at:  
[http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/Agenda\\_UNCED.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/Agenda_UNCED.pdf)

- 157- **United Nations**, *Prospects for Urbanization-1999 Revision*, United Nations (ST/ESA/SER.A/166), Sales No. E.97.XIII.3, 1999.
- 158- **United Nations**, *World Urbanization Prospects: The 1999 Revision*, New York, United Nations, 2000.  
Available online at:  
<http://www.un.org/esa/population/pubsarchive/pubsarchive.htm>
- 159- **US-EPA**, *Criteria for Solid Waste Disposal Facilities*, EPA-530-SW-91-089, 1993a.
- 160- **US-EPA**, *Safer Disposal the Federal Regulations for Land fills*, EPA-530-SW-91-092, 1993b.
- 161- **US-EPA**, *Social Aspects of Siting RCRA Hazardous Waste Facilities*, EPA-530-K-00-005, 2000.
- 162- **US-EPA**, *Municipal Solid Waste Generation, Recycling and Disposal in the United States: Facts and Figures for 2003*, 2003.  
Available at: <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/msw99.htm>
- 163- **Verburg, P. H., Veldkamp, A., de Koning, G., Kok, K., and Bouma, J.**, “A spatial explicit allocation procedure for modelling the pattern of land use change based upon actual land use”, *Ecological Modelling*, 116, 45–61, 1999.
- 164- **Voogd, H.**, *Multi-criteria evaluation for urban and regional planning*, Pion, Ltd. London, 1983.
- 165- **Watson, R.T.**, *Impacts, Adaptations and Mitigation and Climate Change: Scientific Technical Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1995.
- 166- **WHO**, *Hospital Waste Management Rules 2000*, Pakistan Environmental Protection Council, 2001.
- 167- **www.Enviro-Reg.com/**, landfill criteria.htm, “table of landfill siting criteria”, 1998.

- 168- [www.EPA.gov/landfillsiting1.htm](http://www.EPA.gov/landfillsiting1.htm), “Ohio EPA landfill siting criteria evasions issues of concern”, 1999.
- 169- [www.greycounty.on.ca/](http://www.greycounty.on.ca/), “Grey- owen sound waste management master plan”, 1997.
- 170- [www.landfilldev.com/](http://www.landfilldev.com/), “Landfill development for the south peace”, 1998.
- 171- **Xian, G., Craneb, M., and Steinwanda, D.**, “Dynamic modeling of Tampa Bay urban development using parallel computing”, *Computers & Geosciences*, 31, 920–928, 2005.
- 172- **YU, X., and NG, C.**, “An integrated evaluation of landscape change using remote sensing and landscape metrics: a case study of Panyu, Guangzhou”, *International Journal of Remote Sensing*, 27 (6), 1075–1092, 2006.
- 173- **Zhou, J., and Civco, D.L.**, “Using genetic learning neural networks for spatial decision making in GIS”, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 11, 1287–1295, 1996.
- 174- **Zhu, X., and Dale, A.P.**, “Java AHP: a Web-based decision analysis tool for natural resource and environmental management”, *Environmental Modelling and Software*, 16 (3), 251–262, 2001.
- 175- **Zyma, R.**, 1990, “Siting considerations for resource recovery facilities”.





استادای هبرنگان  
معاونت امور عربانی  
دفتر امور شهری و شوراه

وزارت کشور



سازمان شوراری نا و دیاری های کشور  
پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی

# شهریاران

پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی  
تهران - بلوار کشاورز  
ابتدای خیابان نادری  
پلاک ۱۷

تلفن: ۸۸۹۸۶۳۹۸

نمابر: ۸۸۹۷۷۹۱۸

[www.imo.org.ir](http://www.imo.org.ir)

ISBN:978-964-8466-95-9



9 789648 466959

قیمت: ۳۵۰۰۰ ریال