

سیستمهای جمع آوری شیرابه در محلهای دفن مواد زاید جامد شهری مطالعه موردی: شهرستان بابل

* دکتر محمدعلی عبدلی

کلمات کلیدی:

آستر، لایه زهکش، جمع آوری شیرابه، تولید شیرابه، شهرستان بابل، مواد زاید جامد شهری

چکیده:

تولید شیرابه یکی از مشکلات اساسی محلهای دفن بهداشتی زباله می باشد. بررسی های به عمل آمده در کشورهای صنعتی نشان می دهد که منابع آب زیرزمینی و سطحی در اطراف محلهای دفن آلوده شده اند. کیفیت شیرابه در فرایندهای هوازی و بی هوازی شکل می گیرد. در طی فرایند هوازی (که در مدت زمان کوتاهی انجام می گیرد) مواد آلی به دی اکسید کربن، آب و اسیدهای فرار تجزیه شده و در فرایندهای بی هوازی که شامل ۳ فاز هستند مراحل تخمیر اسیدی و متانی صورت می گیرد و مواد آلی به متان و آب تبدیل می شوند. به منظور جلوگیری از نشت شیرابه به داخل منابع آب زیرزمینی، باید از آسترهای طبیعی یا مصنوعی استفاده کرد.

مکان دفن زباله بابل در منطقه انجلی در ۳۰ کیلومتری جنوب غربی بابل با شیب عمومی ۱۴ درصد و مساحت چهار هکتار قرار دارد. عمر مکان دفن حدود چهار سال برای ۱۳۶ تن زباله تولیدی بابل در روز محاسبه شده است. میزان شیرابه اولیه زباله با توجه به هفتاد درصد رطوبت و ظرفیت زباله (معادل 0.16 cm/cm) به حدود $11/8$ مترمکعب در روز می رسد. تنش ناشی از بارهای زنده برابر 0.001492 کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب بدست آمد که بسیار ناچیز است.

سیستم زهکشی شیرابه در مکان دفن بابل از سه مؤلفه تشکیل شد: لایه با نفوذپذیری بالا (10^{-2} cm/sec) متشکل از سنگدانه با ابعاد ۱۶ تا ۳۲ میلیمتر و ضخامت ۳۰ سانتیمتر که در رقوم تمام شده کف قرار می گیرند (بدین ترتیب حدود 10500 مترمکعب سنگدانه برای $2/5$ هکتار سطح ترانشه ها مورد نیاز است). سیستم جمع آوری شیرابه از لوله های بتنی عمدتاً با قطر ۱۵ سانتیمتر که در محل ساعت ده و ده دقیقه شکافهایی در آنها ایجاد شده است. در نهایت کف سازی، از جنس خاک رس محل به ضخامت یک متر و کوبیدن آن به نحوی که ضریب هدایت هیدرولیکی آستر به 10^{-7} cm/sec برسد.

* استاد دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران.

سرآغاز

مشکل اساسی زیست محیطی دفن مواد زاید، تولید و تخلیه نهایی شیرابه در محیط است. دفن در زمین اغلب بر اساس نوع زباله پذیرفته شده (و نه بر اساس نحوه مدیریت شیرابه) طبقه بندی می شود. در این طبقه بندی فرض بر این است که کیفیت شیرابه و میزان کنترل آن را می توان از روی خصوصیات زباله پیش بینی کرد. مطالعات نشان می دهد که این فرضیه می تواند برای بعضی از انواع زباله (به ویژه زباله های غیرآلی و تک دفنی) صادق باشد اما برای سایر موارد، به ویژه زباله های تخریب پذیر زیستی و یا مخلوطی از آنها، امکانپذیر نخواهد بود. در عمل طبقه بندی به وسیله نوع زباله معمولاً بر اساس درجه بندی مواد زاید در ارتباط با « خطرناکی» این مواد می تواند مصداق داشته باشد. در تمامی کشورهای عضو جامعه اروپا، محلهای جدید دفن مواد زاید خطرناک و زباله های شهری، باید به آستر، سیستم جمع آوری شیرابه و نیز حذف شیرابه مجهز شوند (Glassen, 1997). برخی از کشورهای صنعتی بر کسوله کردن کامل تمامی مواد زاید خطرناک اصرار دارند. در حالی که سایر کشورها دفع همراه مواد زاید خطرناک و زباله های شهری را در مکانهایی با مدیریت فعال شیرابه تجویز می کنند.

در مورد کلیه محلهای دفن زباله خطرناک و نیز مکانهای دفن زباله شهری در بسیاری از کشورهای صنعتی به منظور به حداقل رساندن تولید شیرابه، پوشش فوقانی با نفوذپذیری کم توصیه می شود (Lechner, 1993). اما درک مشترک و رو به افزایشی وجود دارد که حضور رطوبت و تشکیل شیرابه برای رسیدن به کیفیت نهایی محصول ضروری است و به حداقل رساندن تولید شیرابه، تنها مدت زمان مدیریت فسال شیرابه را طولانی تر می کند.

در بسیاری از کشورها باز گردش شیرابه در بخش عمده ای از مکانهای دفن اجرا می شود (برای مثال ۳۰٪ مکانهای دفن مواد زاید جامد شهری در دانمارک). این امر تاکنون برای توسعه نرخ یکنواخت تر تخریب و به عنوان روشی برای ذخیره سازی کوتاه مدت شیرابه به انجام رسیده و هدف از آن افزایش نرخ

شستشوی زباله ها نبوده است. باز گردش شیرابه به تشکیل مسأله ساز یونهای غیرآلی در شیرابه منجر می شود. این مقاله به بررسی کیفیت شیرابه های محل دفن و روشهای کنترل آن پرداخته و در نهایت یک سیستم جمع آوری شیرابه را که بر مبنای این مطالعات در محل دفن زباله های شهر بابل به اجرا در آمده است معرفی می نماید.

کیفیت شیرابه

در سالهای اخیر تحقیقات جامعی برای تشخیص و ارزیابی مؤلفه های خطرناک شیرابه انجام شده است. بر مبنای این مطالعات سازوکارهایی که انتقال جرم از مواد جامد به داخل مایع حلال را تنظیم می کنند به ۳ دسته تقسیم می شوند (عبدلی، ۱۳۷۵).

- هیدرولیز مواد جامد و تجزیه بیولوژیکی آنها
- انحلال نمکهای قابل حل موجود در زباله
- حرکت و ورود آرام بعضی مواد به درون شیرابه

دو مکانیسم اول تأثیر بیشتری بر کیفیت شیرابه دارند و عامل تثبیت زباله در مکان دفن می باشند. به طور کلی عوامل مهم در شکل دهی کیفیت شیرابه عبارتند از: ساختار مواد زاید جامد، PH، پتانسیل اکسایش و کاهش و سن محل دفن. مطالعات نشان می دهد که با افزایش سن محل دفن، PH شیرابه به آرامی افزایش یافته و COD و BOD₅، آمونیاک، نیتروژن، سولفات، آهن، منگنز و روی کاهش می یابند (Bagchi, 1994).

مدیریت شیرابه

دو فاکتور در مدیریت شیرابه مهم هستند. فاکتور اول جلوگیری از ورود روانابها به داخل محل دفن و سلولها و فاکتور دوم زهکشی و جمع آوری شیرابه هستند. سیستم زهکشی و جمع آوری شیرابه قبل از پرکردن محل دفن ساخته می شود. این سیستم عبارت از یک لایه زهکش با مواد دانه ای با

شهرستان بابل که در امتداد گرگان - رشت قرار دارد در امتداد گسل بزرگ البرز و گسل آستارا در حال فرونشینی می باشد. هر نوع فعالیت و تحرکات این گسل ممکن است خرابیهایی را در مراکز سکونتی به وجود آورد (عبدلی، ۱۳۷۵).

۱-۲- جمعیت

مطالعات جمعیتی شهرستان بابل از جهت تعیین میزان زباله تولیدی شهر و در نهایت تعیین حجم لازم برای محل دفن حایز اهمیت است. با توجه به روابط ریاضی موجود در تعیین رشد هندسی جمعیت و نیز نرخ رشد بین دو سرشماری، محاسبات مربوط به انجام رسیده است که نتایج آن در جدول ۲ ارایه می شود. پیش بینی می شود نرخ رشد جمعیت شهرستان تا سال ۱۳۸۵ در رقم ۳٪ تثبیت گردد (عبدلی، ۱۳۷۸).

جدول شماره (۲): پیش بینی جمعیت شهرستان بابل

سال	نفر
۱۳۷۶	۱۶۰۹۴۷۸
۱۳۷۷	۱۶۵۷۷۶
۱۳۷۸	۱۷۰۷۳۹
۱۳۷۹	۱۷۵۸۷۱
۱۳۸۰	۱۸۱۱۴۸

۲-۲- زباله

بر مبنای مطالعات طرح جامع مدیریت مواد زاید جامد استان مازندران که در سال ۱۳۷۴ صورت گرفته است، میزان سرانه زباله تولیدی شهرستان بابل حدود ۷۵۰ گرم در هر روز برای هر نفر بوده است (عبدلی، ۱۳۷۵). با توجه به جمعیت شهر بابل در سال ۱۳۸۰ می توان تخمین زد میزان زباله تولیدی ۱۳۶ تن در هر روز خواهد بود. اجزاء تشکیل دهنده زباله شهرستان بابل شامل مواد فسادپذیر (۸۳/۶۲٪)، کاغذ (۶/۵۲٪)، پلاستیک (۴/۲۲٪)، فلز (۱/۵۹٪)، شیشه (۱/۱۲٪)، منسوجات (۱/۹۴٪) و چوب (۰/۹۱٪) می باشد. دانسیته کل زباله این شهرستان تقریباً

نفوذپذیری زیاد و لوله های جمع آوری و هدایت شیرابه است. جدول ۱ فاکتورهای مهم در سیستم های زهکشی شیرابه را نشان می دهد.

جدول شماره (۱): فاکتورهای مهم در سیستم زهکشی شیرابه

مؤلفه	کاربرد
لایه زهکشی	لایه ای از شن با هدایت هیدرولیکی بالا جهت زهکشی افقی مایع به سمت لوله های زهکشی. این لایه زمان تماس شیرابه با زباله را کاهش می دهد و باید ضخامت آن حداقل ۳۰ cm و هدایت هیدرولیکی نیز حداقل 10^{-3} cm/sec باشد.
شیب	جهت کمک به حرکت افقی شیرابه، شیب باید حداقل ۲٪ پس از نشستهای درازمدت باشد.
زهکشهای فرانسوی و سفالها	شیرابه هدایت شده و جمع شده در لوله ها را حداکثر نموده و در لوله جمع می کند. مواد مورد استفاده در زهکشهای فرانسوی باید از شن گرد با زوایای ناچیز و ضریب یکنواختی کمتر از ۴ و حداکثر قطر ذرات ۵ cm تشکیل شده باشد و یک لایه شن با حداقل عمق ۱۵ cm قبل از قرار دادن لوله های سفالی باید ریخته شود. حداقل ۱۵ cm در بالای لوله، اطراف لوله مورد استفاده از دو یا چند ردیف شکاف در محلهای ساعت ۲ و ۱۰ تشکیل شود. حداقل شیب ۰/۵٪ و حداقل قطر ۱۵ cm می باشد.
لایه فیلتر	یک لایه فیلتر جهت جلوگیری از ورود ریزدانه ها به لایه زهکش در بالای لایه زهکش ساخته می شود.
مواد زاید جامد	با هدایت هیدرولیکی 10^{-5} cm/sec این مقدار معمولاً برای زباله های خرد نشده است و اغلب زباله هایی که کم کوبیده شده اند برای این کار مناسبند.

۲- منطقه مورد مطالعه

بر اساس مطالعات قبلی، طراحی مؤلفه های جمع آوری شیرابه برای یک محل دفن واقعی در شهر بابل انجام شد. بدین منظور نقشه های توپوگرافی منطقه تهیه شده و یک گمانه اکتشافی در محل حفر گردیده است (عبدلی، ۱۳۷۸). شهرستان بابل در منطقه مرکزی استان مازندران قرار دارد. از شمال به شهرستان بابلسر، از غرب به آمل، از شرق به قائمشهر و سوادکوه و از جنوب به استان تهران محدود می شود. این منطقه از اراضی وسیع جلگه ای و کوهستانی پوشیده شده و دارای آب و هوای مرطوب و پرباران است.

جدول شماره (۳): میزان شیرابه اولیه و خصوصیات زباله در محل دفن زباله شهرستان بابل

مقدار	مشخصات
روز/ $۷۷۵m^3$	میزان رطوبت
روز/ $۵۳۰۷m^3$	حجم زباله به صورت غیرمتراکم
$۲۷۰ Kg/m^3$	دانسیته زباله در حالت غیرمتراکم
$۸۰۰ Kg/m^3$	دانسیته زباله در حالت متراکم
$۰/۶cm/cm$	ظرفیت نگهداری زباله در محل (غیرمتراکم)
$۰/۳۹۸cm/cm$	ظرفیت نگهداری زباله در محل (متراکم)
روز/ $۸۱۰۹m^3$	حجم آب قابل نگهداری زباله در حالت غیرمتراکم
روز/ $۱۷۰m^3$	حجم زباله به صورت متراکم
روز/ $۶۷۱۶۶m^3$	میزان آب قابل نگهداری در زباله در حالت متراکم
روز/ $۱۱۱۸m^3$	میزان شیرابه تولیدی در حالت متراکم
ثانیه/ $۱۲۶lit$	دبی شیرابه تولیدی در حالت متراکم

۲-۳-۲- محاسبه شیرابه ثانویه

با توجه به سابقه هواشناسی منطقه، نوع پوشش زباله و خاک رس موجود در محل، نرم افزاری به نام WBM تهیه شده است که با توجه به میانگین دمای ماهیانه هوا و میزان بارندگی ماهیانه و با در نظر گرفتن ضریب رواناب و ظرفیت نگهداری آب در خاک، پوشش میزان شیرابه را محاسبه می نماید. با توجه به نتایج به دست آمده از مدل WBM بیشترین میزان شیرابه در سال ۱۹۷۶ (بهمن ماه) به دست آمده است که معادل با $۱۰۷/۹۲$ میلی متر در ماه می باشد. میزان شیرابه ثانویه، $۳/۷۲ m^3$ در روز به دست می آید. این میزان بر روی سطحی معادل ۳ هکتار محل دفن حاصل می شود و معادل با $۱/۲۹۱$ لیتر در ثانیه است. میزان شیرابه برای هر مترمربع حدود $۱۰^{-۵} \times ۴/۳$ لیتر بر هر مترمربع در ثانیه محاسبه شده است.

۳-۳-۳- طرح پی ها

به منظور طرح پی های محل دفن، سه مورد باید بررسی گردد.

$۲۷۰ Kg/m^3$ است که در محل دفن زباله به $۸۰۰ Kg/m^3$ خواهد رسید (عبدلی، ۱۳۷۸).

۲-۳-۲- مشخصات محل دفن زباله

محل دفن زباله بابل در منطقه انجلسی (۳۰ کیلومتری جنوب غربی) قرار دارد. این منطقه دارای شیب حدود ۱۴% از جنوب به شمال است. محل دفن شهر بابل شامل چهار هکتار زمین می باشد که تا سال ۱۳۸۰ برای رفع نیازهای دفع زباله مورد استفاده قرار می گیرد.

۲-۳-۴- منطقه دفن زباله

به صورت یک محل امن نگهدارنده است که یک آستر رسی متراکم، عایق بندی آن را برعهده دارد. ادوات کنترل روانابهای سطحی و پوشش نهایی و نیز سیستم جمع آوری شیرابه جهت انتقال آن به سیستم تصفیه در منطقه دفن در نظر گرفته شده است. مواردی از قبیل دسترسی به محل، تأسیسات توزین، ساختمانها، مسیرها (راهها و کانالهای زهکشی)، حصارکشی و دروازه ها، حوضچه های ته نشینی، خاکریزها و درختان و قرصه خاک در منطقه دفن زباله شهرستان بابل بررسی و تعیین شده اند.

۳- میزان شیرابه تولیدی محل دفن زباله بابل

شیرابه تولیدی در محل دفن زباله دارای دو مؤلفه شیرابه اولیه و شیرابه ثانویه می باشد که در ذیل مورد بحث قرار می گیرند. شیرابه اولیه عمدتاً ناشی از رطوبت موجود در شیرابه است. در حالیکه منشأ اصلی شیرابه ثانویه نزولات جوی است.

۳-۱- محاسبه شیرابه اولیه

متوسط درصد رطوبت زباله های فسادپذیر ۷۰% بوده و $۸۳/۶\%$ زباله ها را مواد فسادپذیر تشکیل می دهد. با فرض تولید روزانه ۱۲۶ تن زباله در شهر بابل خصوصیات زباله و میزان شیرابه اولیه زباله های مذکور در جدول ۳ ارائه شده است.

۱- آنالیز ظرفیت باربری پی ها

۲- آنالیز نشست

۳- آنالیز پایداری

آمده عدد بسیار بالایی را نشان می دهد. بنابراین پی از نظر ظرفیت باربری مشکلی نخواهد داشت.

۲-۳-۳- آنالیز نشست

رسهای موجود در منطقه از نوع پیش تحکیم یافته می باشند و میزان بار اعمال شده بر روی آنها (وزن زباله) از وزن بار پیش تحکیمی، کمتر نمی باشد. لذا احتمال نشست ناچیز بوده در غیر این صورت باید آزمایش تحکیم (ادئومتر) به انجام برسد. (McEnro, 1993)

۱-۳-۳- آنالیز ظرفیت باربری خاک

جهت آنالیز ظرفیت از رابطه ۱ استفاده می شود (افشار، ۱۳۶۹):

$$q = CNc + qNq + \frac{1}{2} \gamma BN\gamma \quad (1)$$

حداکثر تنش ناشی از بار زباله ها برابر است با:

$$\sigma_s = \gamma_s \cdot h_{\max} \quad (2)$$

مشکل اصلی در این نوع مکانهای دفن که در شیب واقع شده اند، اغلب پایداری شیب می باشد. برای جلوگیری از فرو ریختگی دیواره های دره با توجه به خصوصیات مقاومتی خاک محل، حداکثر شیب مجاز را باید محاسبه نمود. در این تحقیق از برنامه نرم افزاری XSTABL (دانشگاه بریتیش کلمبیا) استفاده شده است که شیبها را برای حالت‌های دایره ای یا غیردایره ای تحلیل می کند. در مورد مکان دفن زباله شهر بابل برای ضریب اطمینان بالاتر از ۲، حداکثر شیب مجاز برابر ۴۰٪ به دست آمده است.

برای این محل دفن مقدار h_{\max} برابر ۸ m و γ_s برابر 800 Kg/m^3 می باشد. تنش فشاری ناشی از وزن زباله 0.64 Kg/m^3 است. برای محاسبه تنش ناشی از بارهای زنده، وزن هر کامیون پر از مواد زاید ۱۰ تن فرض شده است و بر اساس تئوری بوسینسک در مکانیک خاک تنش از رابطه ۳ به دست می آید:

$$\sigma = \frac{3}{2\pi} \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{r}{z} \right)^2} \right]^{\frac{5}{2}} PZ^2 \quad (3)$$

۴- آسترها

مطالعات ژئوتکنیکی، هدایت هیدرولیکی خاک در منطقه را حداقل $2/97 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$ و حداکثر $2/9 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ نشان می دهد. معیار هدایت هیدرولیکی در مورد لایه نفوذناپذیر، حداقل 10^{-7} cm/sec می باشد و ضخامت لایه مذکور ۱ m است. برای تأمین مواد لازم در این لایه باید خصوصیات زیر لحاظ گردد:

حد روانی (LL) بیشتر از ۳۰٪ و کمتر از ۹۰٪، شاخص خمیری (PI) بیشتر از ۱۵٪ و کمتر از ۶۵٪، درصد عبوری از سرند 0.074 mm بیشتر از ۵۰٪، درصد رس (عبوری از سرند 0.002 mm) بیشتر از ۲۵٪. نوع کانیهای رسوبی موجود در

بافرض $r = 0$ و $z = 8 \text{ m}$ مقدار σ معادل 0.01492 kg/cm^2 به دست می آید که بار ناچیزی است و کل بار وارده معادل 0.641 kg/m^2 خواهد شد. تعداد پارامترهای مقاومتی خاک بر مبنای آزمایشات عبارتند از: $C = 0.84 \text{ kg/cm}^2$ و $\Phi = 30^\circ$ (عبدلی، ۱۳۷۸).

بر اساس محاسبات میزان Nc و Nq به ترتیب ۳۵ و ۲۲/۵ تعیین شده است. مقدار q_u معادل $29/4 \text{ kg/cm}^2$ بوده و ضریب اطمینان آن (FS) معادل با ۴۵/۸ می باشد. FS بدست

- نظير غلتک پاچه بزى يا لرزنده
- ۳- حداکثر ضخامت هر لايه
- ۴- حداقل تعداد گذرها.

رعایت موارد ۴ گانه مذکور جهت حصول اطمینان دستیابی به نفوذپذیری مورد نظر و وجود حداکثر ۵٪ خلل و فرج هوا در خاک می باشد.

۴-۱- شیب بندی آسترها

شیب بندی آستر به گونه ای باید باشد که شیبی معادل ۵٪ به سمت لوله های زهکشی به منظور تسهیل در انتقال و جمع آوری شیرابه ایجاد گردد.

۵- طرح سیستم زهکشی

این سیستم متشکل از ۳ مؤلفه اصلی با مشخصات زیر است:

- لایه با نفوذپذیری بالا: این لایه متشکل از سنگدانه های با دامنه ابعاد ۱۶ تا ۳۲ میلی متر می باشد که باید گرد گوشه بوده و آهکی نباشند. در محل دفن زباله شهرستان بابل این سنگها یافت نمی شوند. بنابراین باید از قراضه ها یا سنگ شکنهای اطراف به محل آورده شوند. ضخامت این لایه ۳۰cm می باشد و در سراسر محل دفن قرار می گیرد. حدود ۱۰۵۰۰ مترمکعب سنگدانه برای ۳/۵ هکتار از مساحت دفن لازم است.

- سیستم جمع آوری: متشکل از لوله های سفالی است. به دلیل عدم تولید این نوع لوله در ایران باید از لوله های بتنی، PE یا PVC استفاده کرد. در مورد لوله های بتنی و PVC ممکن است شیرابه اثرات مخرب بر بتن داشته یا باعث تغییر شکل، خزش و یا گسیختگی شوند. برای جلوگیری از این شرایط بهتر است لوله در داخل زمین قرار گیرد. بدین منظور به اندازه قطر لوله در زیر آن از مصالح دانه درشت ریخته می شود. سپس لوله درون کانال قرار گرفته و روی آن به

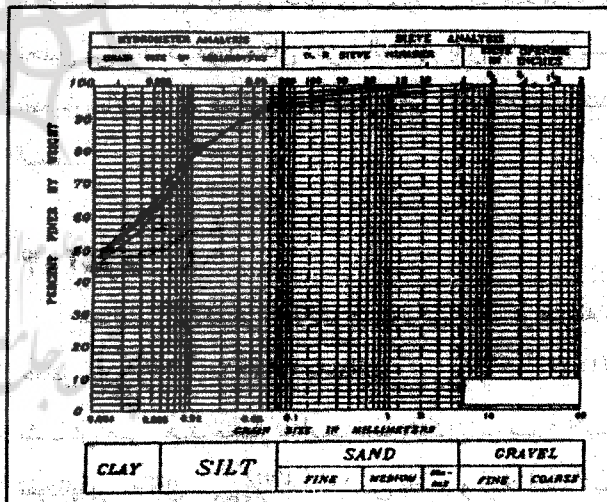
محل دفن زباله شهرستان بابل با استفاده از ضریب فعالیت آنها (با توجه به منحنیهای دانه بندی و شاخصهای میزری) مشخص گردید که نتایج در جدول ۴ ارایه می گردد.

جدول شماره (۴): ضرایب فعالیت نمونه های موجود در

خاک محل دفن شهرستان بابل

نمونه	PI	درصد وزنی > ۰.۰۷۵ mm	A
کائولن - ایلیت ۱	۲	۵۶٪	۰.۱۵
کائولن ۲	۳	۶۸٪	۰.۴۴
کائولن - ایلیت ۳	۳۰	۶۰٪	۰.۱۵

به دلیل آنکه کانیها از نوع ایلیت و کائولن می باشند لذا احتمال خطر تورم و آماس کردگی در رین بسیار پایین است. نتایج حاصل از آزمایشهای دانه بندی نمونه خاک محل دفن زباله بابل در شکل (۱) ارایه گردیده است.



شکل شماره (۱): منحنی دانه بندی نمونه های خاک محل دفن زباله شهرستان بابل

در طی جایگذاری آستر رعایت موارد ذیل ضروری است:

- ۱- حداقل محتوای رطوبت در طی جایگذاری
- ۲- استفاده از ماشین آلاتی مانند سیستمهای دینامیکی

- ۴- اثر شیرابه بر خاک موجود بخصوص بر رسها بررسی شود.
- ۵- استفاده از پوششهای مصنوعی در کف محل های دفن مورد بررسی قرار گیرد.
- ۶- گزینه های بازیافت مواد گسترش یابد تا از میزان زباله ورودی به محلهای دفن کاسته شده و نیاز به احداث مکانهای جدید برای دفن به حداقل برسد.
- ۷- در مواردی که موقعیت محل دفن از نظر آلایندهی محیط زیست حساس است حتماً آنالیز تغییر شکل پی و آستر و زباله انجام شود.

منابع مورد استفاده

- عبدلی، محمدعلی. ۱۳۷۵. مدیریت مواد زاید جامد شهری. سازمان بازیافت و تبدیل مواد.
- عبدلی، محمدعلی. ۱۳۷۸. طرح آماده سازی محل دفن زباله های بابل.
- عبدلی، محمدعلی. ۱۳۷۵. طرح جامع مدیریت مواد زاید جامد استان مازندران. دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.
- افشار، عباس. ۱۳۶۹. هیدرولوژی مهندسی. مرکز نشر دانشگاهی تهران.
- Bagchi, A. 1994. Design, and Monitoring of Landfills. John Wiley & Sons, Inc. 361 pp.
- Glassen, F. A. M. 1997. Comparing monitoring of surface and ground water systems. European Water & Waste Water.
- Lechner. P. 1993. Design criteria for leachate drainage and collection system. Landfilling of Waste: Barriers-E & FN SPON-London.
- Mc Enro M. Bruce. 1993. Hydraulics of leachate collection and cover drainage. Landfilling of Waste: Barriers-E & FN SPON-London.

اندازه قطر لوله مجدداً از مصالح دانه درشت ریخته خواهد شد. لذا به ضخامت آستر به اندازه ۳ برابر قطر لوله افزوده می شود.

- آستر: به ضخامت یک متر از خاک رس کوبیده با ضریب هدایت هیدرولیکی کمتر از $\frac{cm}{sec} 10^{-7}$.

۶- نتیجه گیری

در شرایط فعلی که آماده سازی زمین و دفن بهداشتی فقط در چند شهر شمالی کشور مطرح شده است، عملی ترین و امکان پذیرترین روش برای مدیریت شیرابه استفاده از آسترهای طبیعی است که با کوبیدن خاک رس در محل دفن ساخته شوند. در مکان دفن انجلیسی با استفاده از مواد و مصالح طبیعی، سیستم های زهکشی و آستر با ضرایب هدایت هیدرولیکی قابل قبول ساخته شد و از لوله های بتنی متداول برای جمع آوری شیرابه استفاده گردید. پخش شیرابه توسط زهکشیهای ترانشه های بالایی بر روی زباله و سپس جمع آوری آن توسط زهکشیهای ترانشه های پایینی به عنوان یک گزینه جهت کاهش بار آلودگی شیرابه می تواند مورد توجه قرار گیرد.

پیشنهادات

- به منظور احداث مکانهای دفن زباله در جهت جلوگیری هر چه بیشتر از نفوذ شیرابه به داخل آبهای زیرزمینی پیشنهادات زیر ارائه می گردد:
- ۱- کیفیت شیرابه های موجود شناسایی شده و مؤلفه های شیمیایی و بیولوژیکی آنها به طور کمی و کیفی سنجیده شود.
 - ۲- گزینه های مناسب برای تصفیه این شیرابه بررسی شود.
 - ۳- مکانهای مناسب برای دفن، شناسایی شده و منابع جهت تأمین خاک مناسب مورد نیاز در نزدیکی آنها تعیین شود.