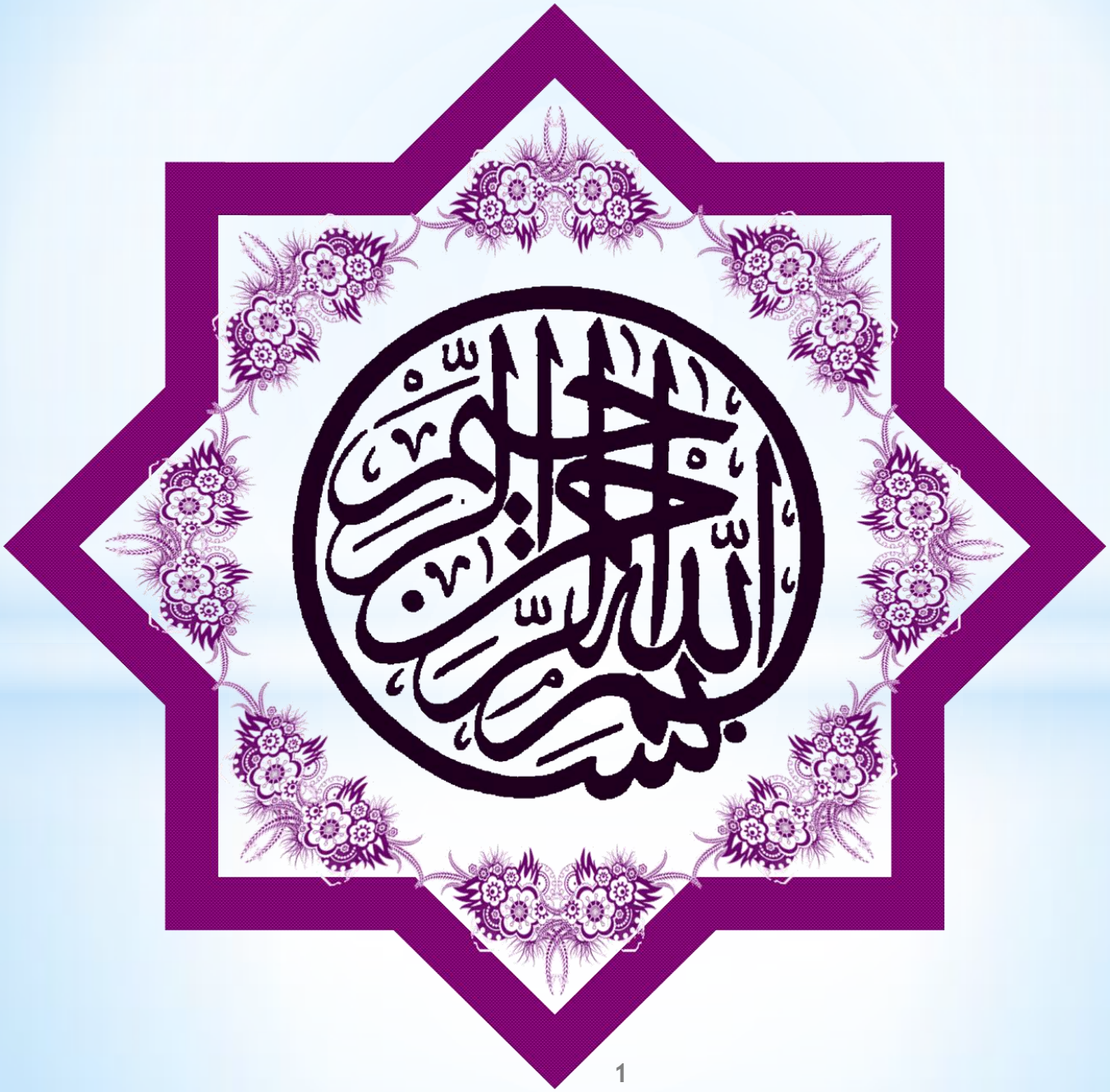
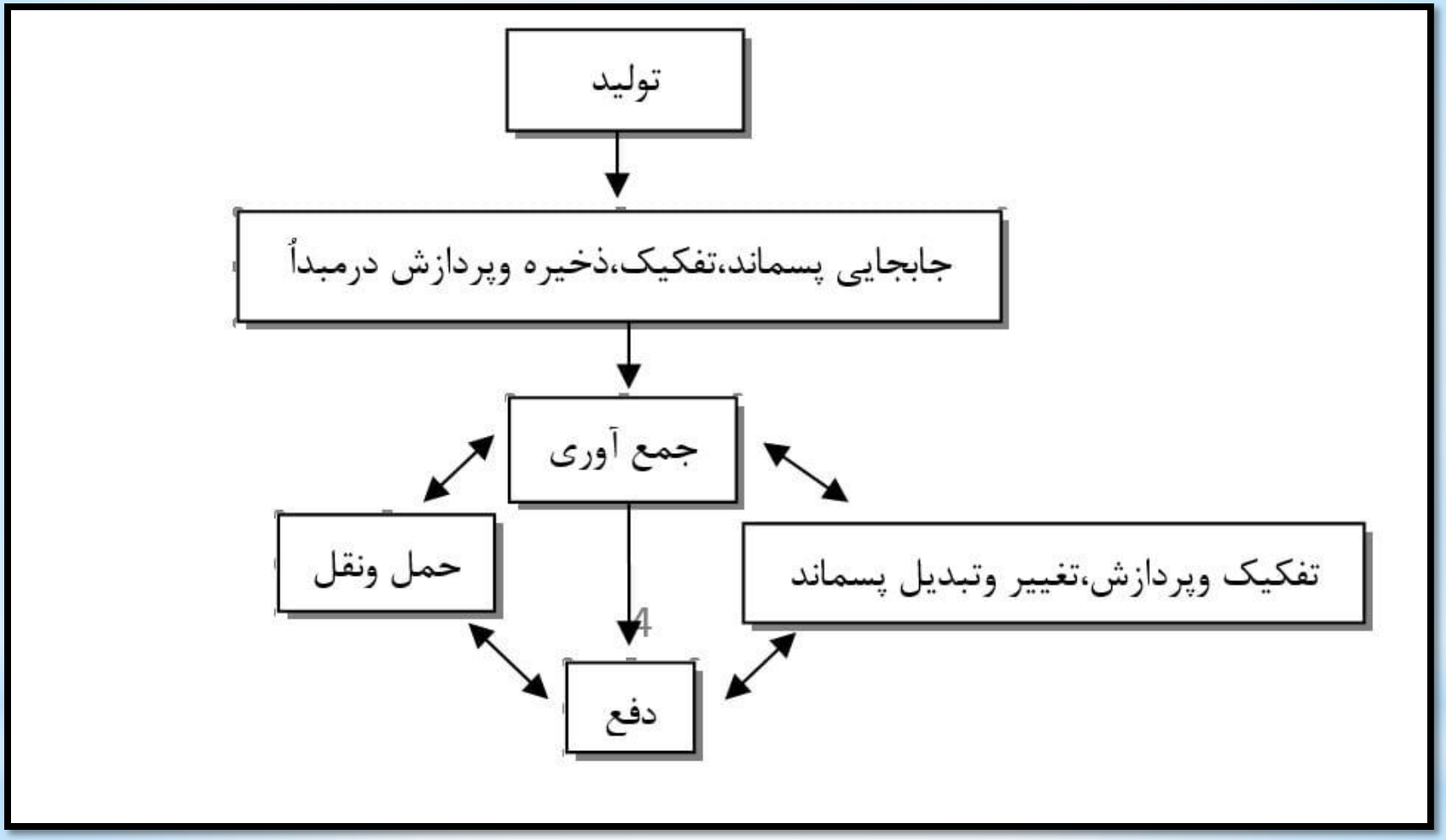

بسم الله الرحمن الرحيم


تولید
جابجایی پسماند،تفکیک،ذخیره وپردازش درمبدأ
جمع آوری
حمل ونقل
تفکیک وپردازش،تغییر وتبدیل پسماند
دفع

طراحی فنی و عمرانی سیستم های مدیریت

دفن پسماندها

فهرست مطالب

- تعیین جایگاه مطالعات طراحی محل دفن پسماند
- تعیین اهداف و خروجی های مورد انتظار از مطالعات طراحی محل دفن پسماند
- تعیین دامنه و عمق مطالعات طراحی محل دفن پسماند
- جمع آوری قوانین و دستورالعمل های ملی و بین المللی
- شناسایی رویکردهای متداول در طراحی محلهای دفن پسماند
- تعیین اجزای اصلی و فرعی محلهای دفن پسماند
- تخمین محدوده مورد نیاز برای محل دفن و ظرفیت آن
- الزامات مربوط به طراحی سیستمهای نفوذناپذیر تحتانی

تدوین نقش و جایگاه مطالعات طراحی محل دفن پسماند

مطالعات زیر برای احداث و بهره برداری از یک محل دفن ضروری است:

*امکان سنجی و طبقه بندی سایت

- شناسایی و تعیین جریان کمی و کیفی پسماند
- لندفیل برای پسماندهای عادی مد نظر است یا پسماندهای خطرناک
- پتانسیل شیرابه زایی پسماند

*مکان یابی

- بررسی های فنی
- شناسایی سایت های کاندید
- مقبولیت عمومی
- وضعیت محیط زیستی
- رتبه بندی سایت ها
- انتخاب سایت برتر

❊اخذ مجوزهای مربوطه

- زمین سایت انتخابی
- ثبت نام سایت مربوطه در پایگاه داده های سازمان محیط زیست

❊شناسایی سایت

- جغرافیای فیزیکی
- خصوصیات زیرسطحی
- پتانسیل ایجاد مشکلات ناشی از گاز و آلودگی هوا

❊ارزیابی اثرات زیست محیطی

- شناسایی و تعیین راه هایی مختلف تاثیر سایت پیشنهادی بر محیط پذیرنده خود
- به حداقل رساندن اثرات شناسایی شده از طریق یک طراحی و اجرای مناسب

❊طراحی سایت

- طراح باید قادر باشد با استفاده از ابزارهای طراحی، نسبت به رفع محدودیت های ایجاد شده در فاز مکان یابی و اثرات شناسایی شده در فاز ارزیابی زیست محیطی با حفظ اقتصاد طرح اقدام کند.

*آماده سازی و راه اندازی سایت

- اجرایی کردن خروجی های مرحله طراحی است.

*بهره برداری و پر کردن

- در قالب یک طرح بهره برداری در فاز طراحی یا در همین فاز

*بستن و کاربری نهایی

- تعیین کاربری نهایی بر اساس مطالعات و طراحی
- طول عمر محل دفن، تغییرات ارزش زمین، تغییرات در کمیت و کیفیت پسماند فنی

*پایش

- شیرابه و گاز به مدت ۳۰ سال

تعیین اهداف و خروجی های مورد انتظار از مطالعات طراحی محل دفن پسماند

- ارائه مشخصات کلان مانند حجم، ارتفاع، طول عمر، جانمایی و ...

- ارائه مشخصات فنی مانند سیستم لاینر، سیستم جمع آوری، خروج و مدیریت شیرابه و شیب های محل دفن، سیستم جمع آوری و استحصال گاز تولیدی، مشخصات مصالح مصرفی، سیستم پوشش نهایی، سیستم جمع آوری و هدایت آب های سطحی، کنترل پایداری ژئوتکنیکی محل دفن، رقوم کف و نهایی محل دفن

تعیین دامنه و عمق مطالعات طراحی محل دفن پسماند

- دامنه مطالعات طراحی بسته به اینکه طراحی از نوع مفهومی (فاز یک) یا تفصیلی (فاز دو) باشد متفاوت است.

- در فاز طراحی مفهومی، تا حد بسیار مناسبی باید کلیه اجزای اصلی محل دفن طراحی و جزئیات آنها ارائه شود.

بهره برداری از محل دفن

- تشریح تاسیسات موجود و پیشبینی شده، مشخصات پسماند و روشهای بهره برداری مورد استفاده
- ظرفیت و طول عمر محل دفن
- جمعیت تحت پوشش
- صنایع تحت پوشش
- نرخ دفن پسماند
- تشریح کلی فرایند دفن
- مطلوبیت اقتصادی سایت
- کاربریهای پیش بینی شده برای پس از دفن
- انواع جریان پسماند ورودی
- دریافت پسماند صنعتی

فازبندی اجرا و بهره برداری از سایت

- معیارهای طراحی برای تعیین ابعاد محل دفن، آرایش فضایی، ظرفیت، موقعیت و مشخصه های محافظت از محیط زیست
- ملاحظات طراحی، ساخت و بهره برداری برای توسعه اولیه سلولها
- ساخت سلول های منفرد و ترتیب پر شدن
- پایداری شیبها در ارتباط با ساخت، ترتیب پر شدن، و طرح لاینر بر روی شیب
- نقشه های توسعه محل دفن
- یوتیلیتی های مورد نیاز مانند برق، آب، تصفیه فاضلاب و ...
- مصالح خاکی برای ساخت و توسعه سایت
- تکنولوژیهای کنترل اثرات محیط زیستی

مدیریت شیرابه

- تخمین کمیت و کیفیت شیرابه تولیدی
- تعیین فرضیات اصلی و معیارهای طراحی
- طراحی مفهومی سیستم لاینر به عنوان محصورکننده شیرابه، شامل نمایش مقاطع عرضی از سیستم پیشنهادی، ضخامت اجزا، شیب های حداقل و نفوذپذیری لایه ها
- طراحی استاندارد (مبتنی بر ضوابط دستورالعمل) یا طرح جایگزین (در صورتی که طرح جایگزین برای لاینر ارائه می شود، باید مستندات کافی جهت اثبات کفایت آن ارائه شود)
- سیستم جمع آوری و خروج شیرابه شامل مقطع عرضی، پلان جانمایی سیستم، منهولها
- طرح سیستم ذخیره سازی شیرابه
- امکان سنجی سیستم تصفیه و دفع شیرابه

مدیریت رواناب های سطحی

مدیریت گاز لندفیل

- چاههای استخراج گاز و فواصل آنها
- آرایش لوله های جانبی و سرلوله ها
- تله های رطوبت گیر، ذخیره سازی و تصفیه
- تجهیزات مکانیکی مورد نیاز

- پایش زیست محیطی(آب سطحی، آب زیرزمینی، شیرابه، گاز لندفیل، هوا)
- بستن و کاربری نهایی

طراحی تفصیلی

- نقشه های اجرایی و مشخصات فنی
- گزارش طراحی

- ✓ پلان، پروفیل و مقاطع عرضی خاکبرداریهای مورد نیاز
- ✓ توپوگرافی کف محل دفن
- ✓ جزئیات سیستم لاینر به همراه مشخصات فنی اجزا
- ✓ پلان سیستم زهکشی شیرابه
- ✓ جزئیات سیستم جمع آوری و خروج شیرابه
- ✓ سطح نهایی لندفیل شامل پلان، پروفیل و مقاطع عرضی
- ✓ جزئیات اجرای پشته ها، پوشش نهایی، مشخصات لایه ها و ...
- ✓ جاده های دسترسی شامل پلان، پروفیل و مقاطع عرضی
- ✓ جاده های عملیاتی بر روی لندفیل
- ✓ سیستم مدیریت رواناب سطحی شامل پلان، پروفیل و مقاطع عرضی، جزئیات کانالهای هدایت رواناب، مشخصات فنی مصالح
- ✓ سیستم مدیریت گاز لندفیل

گزارش طراحی تفصیلی باید شامل موارد زیر باشد:

- خلاصه اجرایی، نتایج و پیشنهادات
- مبانی طراحی، فرضیات اصلی، معیارهای طراحی و محدودیتهای سایت
- تشریح اجزای اصلی لندفیل و عملکرد آنها
- صیف نوشتاری نقشه های اجرایی و مشخصات فنی
- ارائه مستندات مبنی بر اینکه اجزای لندفیل دارای عملکرد مطابق طراحی خواهند بود
- نتایج آزمایشهای مصالح
- تعیین مشخصات فنی مصالح مورد استفاده

جمع آوری قوانین و دستورالعملهای ملی و بین المللی

- EPA, 1993. Solid Waste Disposal Facility Criteria
- Basel Convention, 2002. Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill
- European Communities, 1999. Council Directive 1999/31/EC on the Landfill of Waste
- Bagchi, 2004. Design of Landfills and Integrated Solid Waste Management
- Daniel, 1993. Geotechnical Practice for Waste Disposal Facilities
- Rowe et al., 2004. Barrier Systems for Waste Disposal Facilities

شناسایی رویکردهای متداول در طراحی محل های دفن پسماند

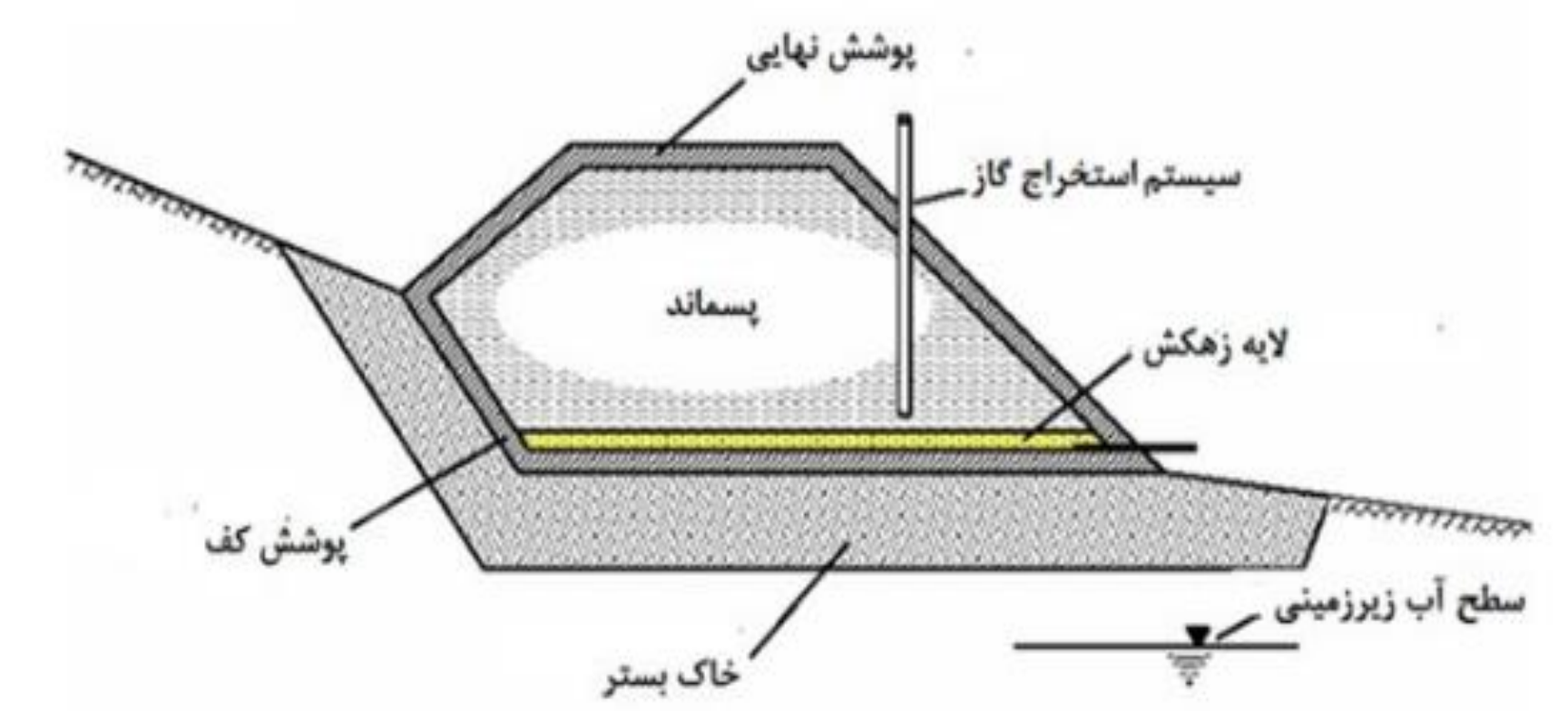
استانداردهای نسخه محور:

- در این رویکرد استانداردهای مشخصی برای هر بخش از محل دفن تعریف می شوند.

استانداردهای مبتنی بر عملکرد:

- در این رویکرد به جای ارائه الزامات از پیش تعیین شده، عملکرد سیستم لاینر مبنا قرار می گیرد.

تعیین اجزای اصلی و فرعی محلهای دفن پسماند



تخمین محدوده مورد نیاز برای محل دفن و ظرفیت آن

- نسبت تراکم
- نرخ تولید پسماند هر نفر در روز
- آگاهی از چگالی مواد درون کامیونها در زمان ورود به محل دفن

حجم محل دفن مورد نیاز را می توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$V = \frac{(1 + cs)MN}{d}$$

که در این رابطه:

V = حجم مورد نیاز برای دفن کل پسماندهای ورودی در بازه طراحی محل دفن بر حسب مترمکعب؛

M = میانگین وزن پسماند تولیدی سالیانه در بازه طراحی برحسب تن؛

N = بازه طراحی محل دفن برحسب سال؛

d = چگالی نهایی پسماند بر حسب تن بر مترمکعب؛ و

cs = نسبت خاک پوششی مورد استفاده به کل پسماند ورودی؛

الزامات مربوط به طراحی سیستم های نفوذناپذیر تحتانی

- حیاتی ترین المان یک محل دفن
- جلوگیری از ورود شیرابه به آب زیرزمینی یا سطحی
- پوشاندن کل سطح لندفیل اعم از کف و دیواره های آن
- انتقال آلاینده ها بصورت فرارفت و انتشار

معرفی کلی انواع سیستم های نفوذ ناپذیر

سیستم لاینر تک

- لاینرهای تک متشکل اند از یک لاینر رسی متراکم شده، یک لاینر رسی ژئوسینتتیکی یا یک لاینر ژئوممبرینی
- در کشورهای توسعه یافته، این لاینر عمدتا در محل های دفن پسماندهای ساختمانی استفاده می شوند.
- از آنجا که این محلهای دفن، پسماندهای حاوی رنگ، پسماند شهری، چوب پردازش شده و قطران مایع را پذیرش نمی کنند، لذا استفاده از یک لاینر تک برای حفاظت از آبهای زیرزمینی کافی خواهد بود.

سیستم لاینر مرکب

- متشکل است از یک لایه ژئوممبرین در ترکیب با یک لاینر رسی (اعم از متراکم شده یا ژئوسینتتیکی).
- عملکرد بسیار بهتری در کاهش نشت شیرابه به خاک و آب زیرزمینی نسبت به لاینرهای تک دارند.
- استفاده از یک لاینر مرکب، عملکرد بهتری از مجموع عملکرد یک لاینر رسی و یک لاینر ژئوممبرینی به تنهایی دارد.

✓سیستم لاینر دوگانه

- پیش فرض اصلی در طراحی و انتخاب یک لاینر دوگانه، حتمی بودن نشت از لاینر اولیه است.
- در نتیجه، با تعبیه یک لایه لاینر سیستم آشکارساز نشت شیرابه، به کنترل هر چه بهتر نشت آلاینده ها از درون کمک می کند.
- اگرچه این سیستم عمدتا برای محل های دفن پسماند خطرناک مورد توصیه دستورالعملهای طراحی است، ولی به صورت گسترده ای در محل های دفن پسماندهای عادی نیز در کشورهای توسعه یافته استفاده شده است.

جنس و نوع لاینرها

لاینرهای رسی طبیعی

- خاکهای طبیعی غنی از رس هستند که دارای نفوذپذیری پایینی هستند.
- به عنوان یک لایه پشتیبان جهت لاینر اصلی

لاینرهای رسی متراکم شده(CCL)

- از کوبیدن خاکی با ویژگیهای معین با میزان رطوبت خاصی ساخته می شوند.
- هدف از تراکم، از بین بردن کلوخ های موجود در خاک و تبدیل آن به یک جرم همگن عاری از هرگونه فضاهای خالی بزرگ و پیوسته می باشد.

لاینرهای رسی- ژئوسینتتیکی (GCL)

- اولین کاربرد GCL در یک لندفیل پسماند خطرناک به سال ۱۹۸۶میلادی بر می گردد.
- امروزه، در اغلب لاینرهای طراحی و اجرا شده در ایالات متحده، کانادا و اروپا از GCL به عنوان جایگزین CCL استفاده می شود.

- انگیزه اصلی: صرفه جویی در هزینه و قابلیت انجام معادل سازی فنی با CCL

- GCL متشکل است از یک لایه ی نازک بنتونیت سدیمی (و در بعضی موارد بنتونیت کلسیمی) که به یک یا دو لایه ژئوسینتتیک (ژئوتکستایل یا ژئوممبرین) متصل شده اند.
- ژئوتکستایل را می توان توسط چسب، به روش منگنه ای و بخیه کردن به بنتونیت متصل نمود.

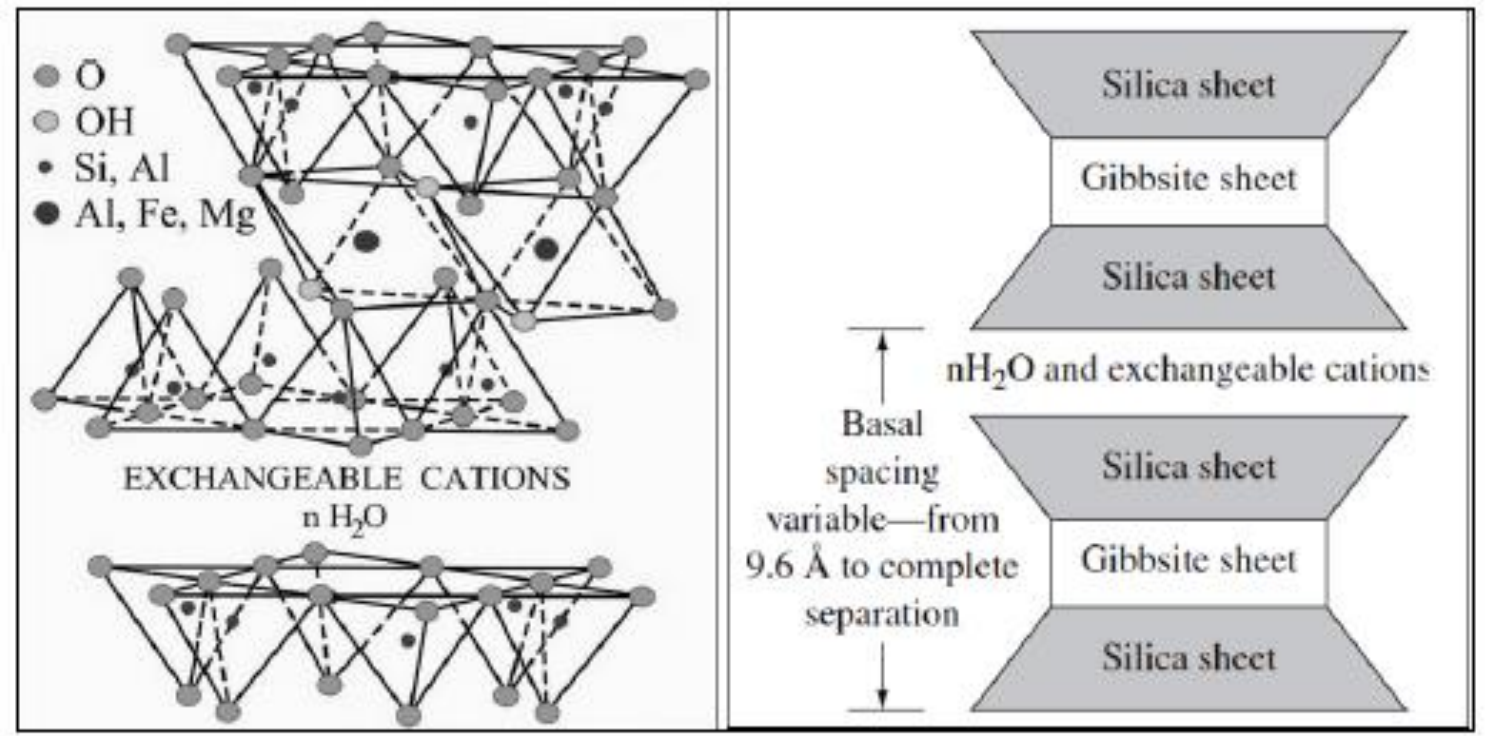
تفاوتهای اصلی بین انواع مختلف GCL عبارتند از:

کانی شناسی و نوع بنتونیت مورد استفاده در GCL (بنتونیت پودری یا گرانوله، بنتونیت سدیم یا کلسیم، و غیره)، نوع ژئوتکستایل (بافته شده یا بافته نشده)، یا اضافه کردن یک لایه ژئوممبرین، و روشهای اتصال

روند کلی تولید GCL

- پهن کردن ژئوتکستایل زیرین(بافته شده)
- ریختن بنتونیت در دو لایه بر روی ژئوتکستایل
- پهن کردن ژئوتکستایل رویین(بافته نشده)
- فرایند منگنه کردن (Needle punching)
- رول کردن

- خاک بنتونیت عمدتا از یک مینرال رسی به نام مونت موریونیت تشکیل شده است.
- این مینرال، متشکل است از یک ورقه اکتاهدرال که بین دو ورقه سیلیکا قرار میگیرد .
- به دلیل دارا بودن چنین ساختاری، مونت موریونیت را یک کانی ۲ به ۱ می نامند.



کانی مونت موریونیت؛ ساختار صفحه‌ای (راست) و ترسیم فضایی (چپ)

ویژگی های کانی مونت موریونیت

الف- قابلیت افزایش حجم تا حدود ۱۰- ۸ برابر حجم اولیه خود در صورت تماس با آب را داراست.

ب- قابلیت انجام گسترده جانشینی های هم شکل

پ- دارای سطح مخصوص بالایی برابر با ۸۰۰ متر مربع بر گرم

لاینرهای ژئوممبرینی

○لاینرهای ژئوممبرینی، غشاهای با نفوذپذیری بسیار پایینی هستند که جهت جلوگیری از مهاجرت مایعات در پروژه های مهندسی مورد استفاده قرار می گیرند.

❑ سه نوع اصلی ژئوممبرین که در حال حاضر مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از:

✓پلیمرهای ترموپلاستیک

✓پلیمرهای ترموست

✓پلیمرهای ترکیبی ترموپلاستیک- ترموست

کاربرد ژئوممبرین در محل‌های دفن پسماند: اجرا بر روی لاینر رسی ژئوسینتتیکی (بالا راست)، اجرا بر روی لاینر رسی متراکم‌شده (بالا چپ) و اجرا جهت پوشش نهایی (پایین)

معرفی و تشریح مشخصات فنی انواع لاینر

لاینرهای رسی متراکم شده

- **خاک مناسب جهت ساخت لاینر باید دارای خصوصیات زیر باشد:**

- درصد ریزدانه بیش از ۳۰ - ۲۰ ٪

- شاخص خمیری بزرگتر از ۱۰ - ۷ ٪

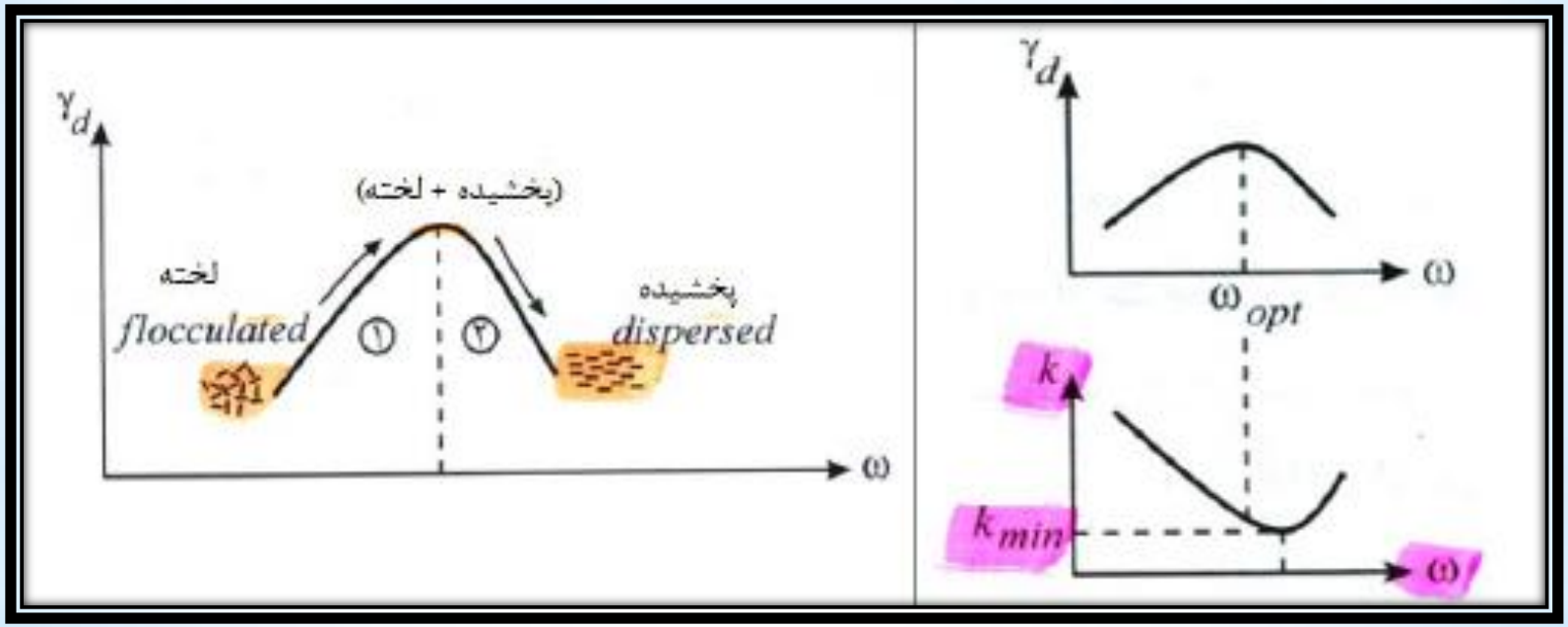
- درصد شن کمتر از ۳۰ ٪

- حداکثر اندازه ذرات برابر با ۵۰ - ۲۵ میلیمتر

اجرای لاینر رسی متراکم شده

- جهت دستیابی به تراکم حداکثر، خاک بایستی با رطوبت بهینه کوبیده شود.
- منتها چنین رطوبتی منجر به حداقل نفوذپذیری نخواهد شد و در عوض باید خاک با رطوبتی ۶ - ۲ درصد بیش از رطوبت بهینه کوبیده شود.

اجرای لاینر رسی متراکم شده



نمودار وزن مخصوص خشک در مقابل درصد رطوبت (راست) و نمایش ساختار خاک قبل و بعد از رطوبت بهینه (چپ)

تراکم لاینرهای رسی

- برای تراکم لاینرهای رسی از غلطکهای پاچه بزی استفاده شود که عمل کوبیدن و ورز دادن خاک را با هم انجام می دهند.
- حداقل وزن این غلطکها برای سطوح افقی ۱۸۰۰۰کیلوگرم و برای سطوح شیبدار ۱۴۰۰۰کیلوگرم می باشد.
- دندانه های غلطک بایستی حداقل ۱۵سانتیمتر درازا داشته باشند تا بطور کامل در لایه تحت تراکم نفوذ کرده و تا لایه زیرین آن امتداد یابند.
- این عمل منجر به درهم شکستن سطوح مشترک بین لایه ها می شود.

جلوگیری از ایجاد ترک در لاینر CCL

- یکی از پارامترهای مهم در اجرای CCL

❑ به دو دلیل عمده رخ می دهد:

✓ ترک ناشی از خشک شدگی و انقباض
✓ ترک ناشی از چرخه های ذوب-یخ

کنترل کیفیت ساخت (CQC) و تضمین کیفیت ساخت (CQA)

۱- اطمینان از اینکه مواد انتخاب شده برای ساخت لاینر مناسب هستند.

۲) اطمینان از اینکه مواد انتخاب شده به طور مناسب در محل قرار گرفته و متراکم شده اند.

۳) اطمینان از اینکه لاینر متراکم شده به طور مناسب محافظت می شود.

الزامات لاینر

۱) بستری که لاینر رسی روی آن قرار خواهد گرفت، بایستی به طور مناسب آماده شود.

۲) مواد مورد استفاده در ساخت لاینر بایستی مناسب بوده و مطابق با برنامه ها و الزامات پروژه باشد.

۳) مواد مورد استفاده در ساخت بایستی در صورت لزوم آماده سازی شود تا درصد رطوبت تنظیم شده، ذرات درشت حذف شده، کلوخه های خاک شکسته شده و در صورت لزوم اصلاح کننده هایی مثل بنتونیت اضافه شوند.

۴) خاک باید در لیفت هایی با ضخامت مناسب قرار گرفته و سپس به خوبی ورز داده و متراکم شود.

۵) لاینر متراکم شده باید در برابر آسیب ناشی از خشک شدن یا یخ زدن محافظت شود.

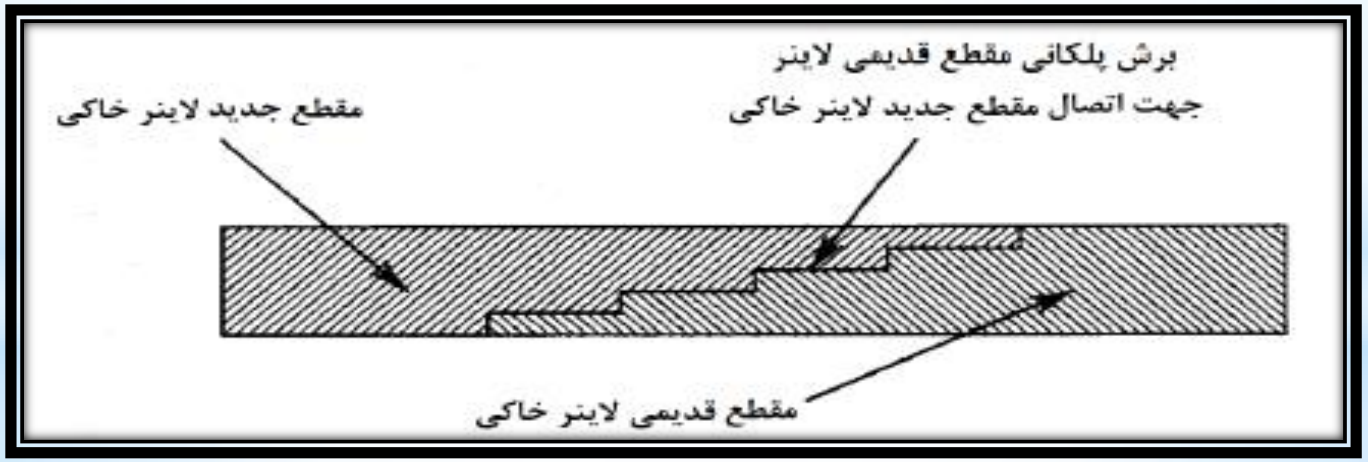
۶) سطح نهایی لاینر باید به طور مناسب آماده شود تا لایۀ بعدی که روی لاینر قرار خواهد گرفت را به خوبی تحمل کند.

آماده سازی بستر

- اگر لاینر رسی پایین ترین جزء سیستم لاینر است، خاک یا سنگ طبیعی محل به عنوان بستر استفاده می شود. در چنین مواردی معمولاً بستر کوبیده میشود تا نقاط نرم حذف شوند.
- در سایر موارد که لاینر رسی روی اجزای ژئوسینتتیکی سیستم لاینر (برای مثال ژئوتکستایل) قرار میگیرد (در لاینرهای دوگانه)، نکتهٔ اساسی صاف بودن ژئوسینتتیکی است که خاک روی آن قرار می گیرد و نیز محافظت لایهٔ ژئوسینتتیک از آسیب در طول ساخت اولین لیفت لاینر خاکی

آماده سازی بستر

- در زمان اضافه کردن لاینر خاکی به لاینری که قبلاً ساخته شده، لازم است اتصال کافی بین دو قطعه فراهم شود.
- در چنین مواردی باید حفاری در حد ۲ تا ۵ متر در لاینر موجود انجام شده و لاینر قبلی به صورت پلکانی برش داده شود تا اتصال کافی بین دو قطعه فراهم شود.



ایجاد اتصال بین لاینر خاکی جدید و لاینر خاکی قدیمی

انتخاب مواد اولیه

۱- منبع به عنوان مواد قرضه

۲- تایید مجدد مناسب بودن مواد قرضه

۳- جهت تایید نهایی مناسب بودن مواد توسط CQA

- انجام آزمایش به تنهایی لزوماً برای اطمینان از کفایت مواد کافی نیست.
- بازدیدهای میدانی توسط پرسنل واجد شرایط CQA ضروریست تا عدم حضور مواد خارجی (از قبیل ریشهٔ گیاهان، چوب، مواد آلی، قلوه سنگ، آجر، نخاله یا سایر مواد غیر مجاز) در مواد لاینر تأیید شود.

- پیش پردازش
- قراردادن، ورز دادن و تراکم
- محافظت
- آماده سازی سطح نهایی
- الزامات تراکم

بخش دوم

فهرست مطالب

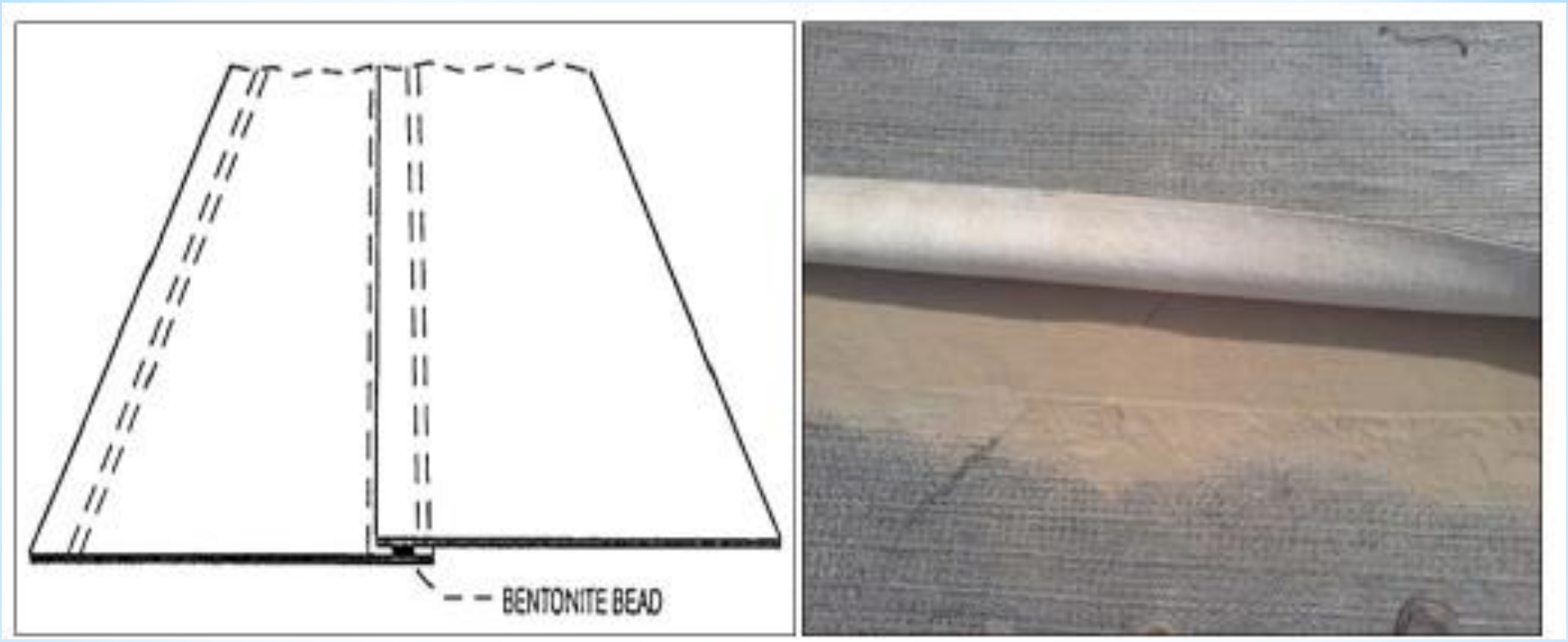
- روش های نصب و اجرای GCL
- خواص فیزکی،مکانیکی و استقامتی ژئوممبرین
- تشریح مشخصات عملکردی انواع لاینرها
- بررسی استانداردهای مختلف ملی و بین المللی در زمینه اجرای لاینر
- انواع زهکش ها(خاکی و ژئونت)
- شیرابه(اولیه-ثانویه و مدل های تولید)

روش های نصب و اجرای GCL

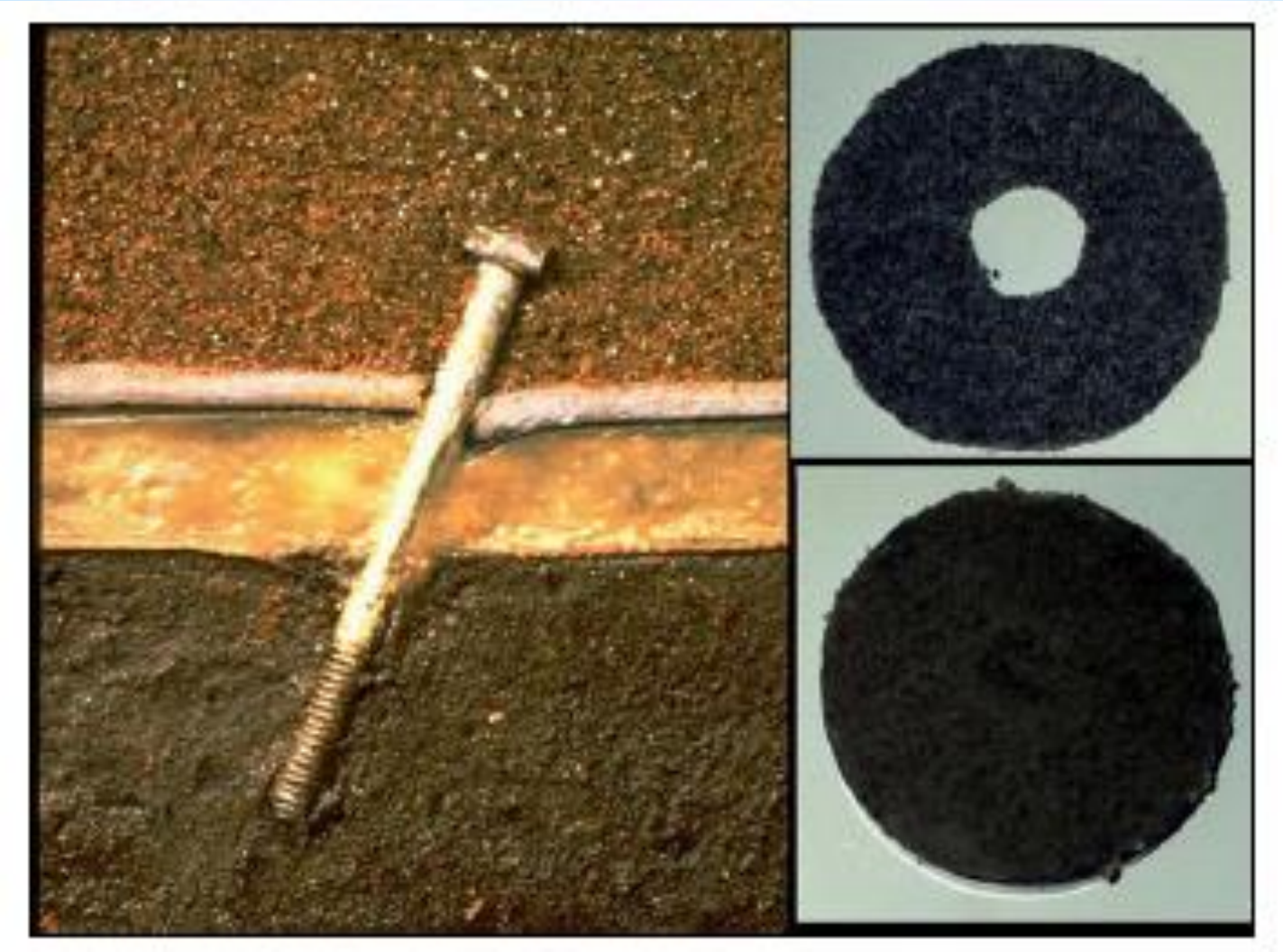
- اجرای آن نسبت به لاینر رسی متراکم شده و ژئوممبرین ساده تر است.
- بستر آن باید صاف، خوب تراکم شده، خشک، بدون برآمدگی های ناگهانی، ترک، حفره، یخ زدگی و پوشش گیاهی باشد.
- پس از جایگذاری با رطوبت خاک هیدراته می شود.
- پهن کردن آن بوسیله جرثقیل(بیل مکانیکی) همراه با رول بار یا با غلطاندن رول به صورت دستی صورت می گیرد.

اجرای لایه‌ی پوششی بر روی GCL

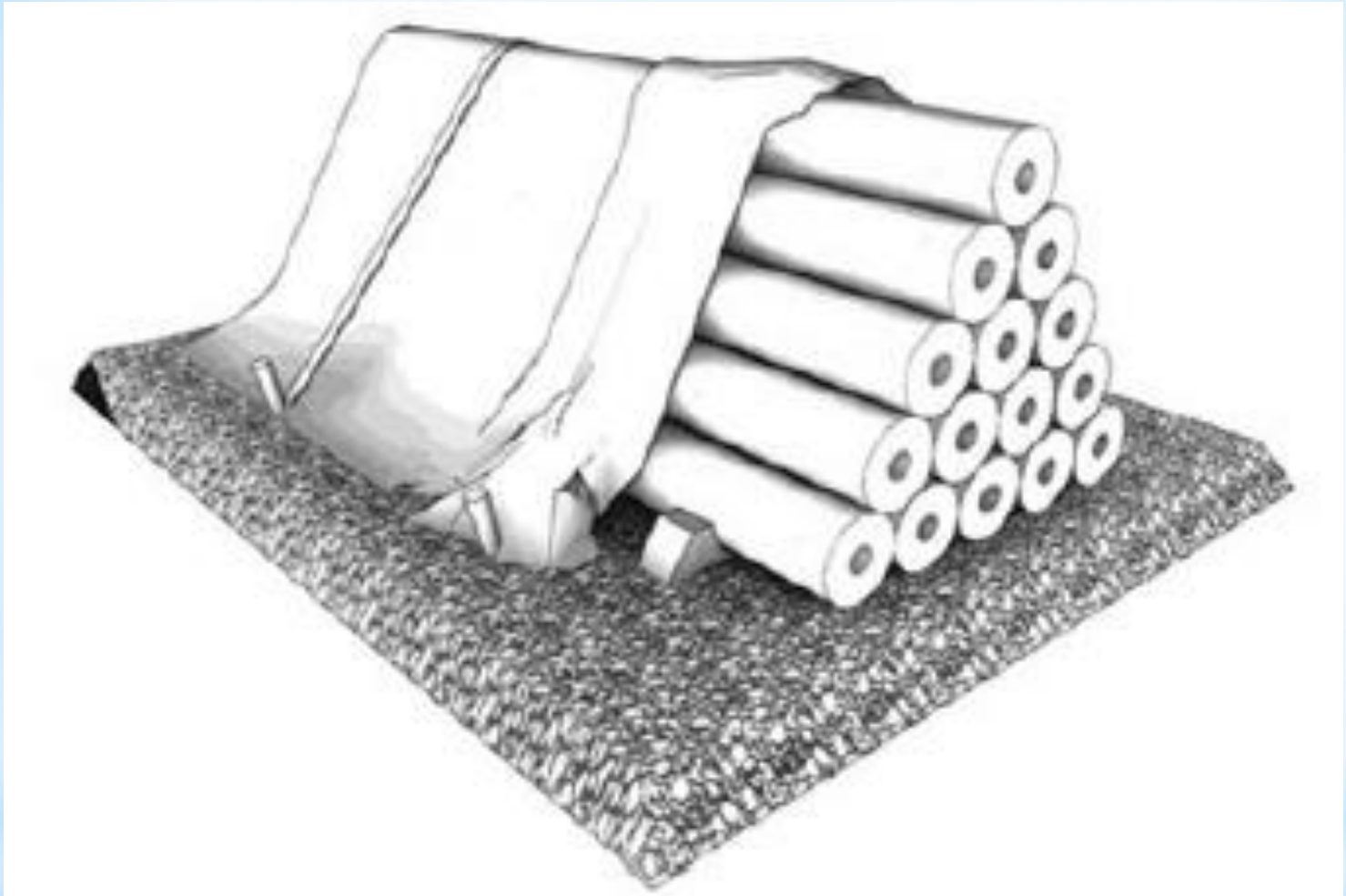
پهن کردن رول GCL به صورت مکانیکی و دستی



هم‌پوشانی رول‌های GCL و ریختن بنتونیت بین رول‌ها



نحوه خودترمیمی در اطراف یک پیچ فرورفته در GCL و نیز پر شدن یک حفره در GCL



نحوه‌ی صحیح ذخیره‌سازی GCL

لاینرهای ژئوممبرینی

خواص فیزیکی ژئوممبرین

الف) ضخامت

ب) چگالی و جرم واحد سطح

ج) شاخص جریان مذاب

د) انتقال بخار آب

ه) انتقال بخار حلال

خواص مکانیکی ژئوممبرین

الف) آزمایش های کشش

ب) مقاومت پارگی

ج) مقاومت در برابر ضربه

د) مقاومت سوراخ شدگی

ه) ترکزایی تنشی

خواص استفامتی(دیرپایی) ژئوممبرین

الف) مقاومت در برابر تابش فرابنفش

ب) مقاومت شیمیایی

ج) مقاومت در برابر اکسیداسیون

تشریح مشخصات
عملکردی انواع لاینر

لاینر های رسی متراکم شده

الف) ترک خوردگی لاینر

ب) اندرکنش لاینر با شیرابه

لاینرهای رسی ژئوسینتتیکی(GCL)

الف) سازگاری با مایع نفوذ کننده

ب) اندرکنش با خاک-آب زیرزمینی مجاور

ج)هیدراتاسیون جزیی

د) آسیب دیدگی، سوراخ شدگی و یا نازک شدگی GCL

ه) خشک شدگی

لاینرهای ژئوممبرینی

الف) نشت از درون ژئوممبرین

ب) دیفیوژن آلاینده ها از درون ژئوممبرین

بررسی استانداردهای مختلف ملی
و بین المللی در زمینه اجرای لاینر

- نحوه انتخاب لاینر وابستگی مستقیم به جنس پسماند دفنی و قوانین موجود در زمینه آلودگی آب زیرزمینی دارد.

- بهترین تقسیم بندی موجود، تفکیک جنس پسماند به سه دسته خنثی، پسماند شهری و پسماند خطرناک است.

- **محل دفن نوع یک برای دفن پسماندهای خنثی**: شامل پسماندهایی هستند که دارای خطر بالقوه برای محیط زیست نیستند شامل: بسته بندی های سبک و تمیز، شیشه، نخاله های ساختمانی، تایرها، خاک، بتن، آسفالت، خرده چوب و ...

- **محل دفن نوع دو برای دفن پسماندهای شهری و مشابه آن**؛ شامل پسماندهایی هستند که با یک سری اقدامات حداقلی، خطر آنها برای محیط زیست کاهش می یابد. شامل ترکیبی از پسماند مخلوط شهری، پسماند فضای سبز، پسماندهای حجیم مانند وسایل خانگی، و خاکستر پسماندسوزی

- **محل دفن نوع سه جهت پسماندهای خطرناک:** پسماندهایی که در صورت انتشار به محیط، خطر قابل توجهی را متوجه محیط زیست می کنند و دارای یکی از خواص سمیت، خورندگی، واکنش پذیری و اشتعال پذیری هستند.

نوع محل دفن مناسب برای انواع پسماندهای مشخص شده در قانون مدیریت پسماند ایران

نوع پسماند مطابق با قانون مدیریت پسماندها	نوع محل دفن پیشنهادی
پسماندهای عادی	نخاله‌های ساختمانی در محل دفن مواد نوع یک دفن شوند و پسماندهای شهری در محل دفن نوع دو
پسماندهای پزشکی	پسماندهای پزشکی بدون پیش‌تصفیه (اتوکلاو، پسماند سوز یا تثبیت و جامدسازی) نباید در زمین دفن شوند. باقیمانده پس از پیش‌تصفیه باید در محل دفن نوع دو دفن شوند.
پسماندهای ویژه	در محل دفن نوع سه دفن شوند. باید به این نکته توجه داشت که در مورد برخی پسماندهای خطرناک پیش‌تصفیه قبل از دفن الزامی است.
پسماندهای کشاورزی	پسماندهای مربوط به دامپزشکی و لاشه حیوانات نباید بدون پیش‌تصفیه دفن شوند. این پسماندها پس از پیش‌تصفیه می‌توانند در محل دفع نوع ۲ دفن شوند. دیگر پسماندهای کشاورزی می‌توانند به طور مستقیم در محل دفن نوع ۲ دفن شوند.
پسماندهای صنعتی	پسماندهای صنعتی باید پیش از دفن به درستی شناسایی شوند و مطابق با شناسایی انجام گرفته به صورت موردی نوع محل دفن مورد قبول برای هریک مشخص می‌شود.

ضوابط اتحادیه اروپا

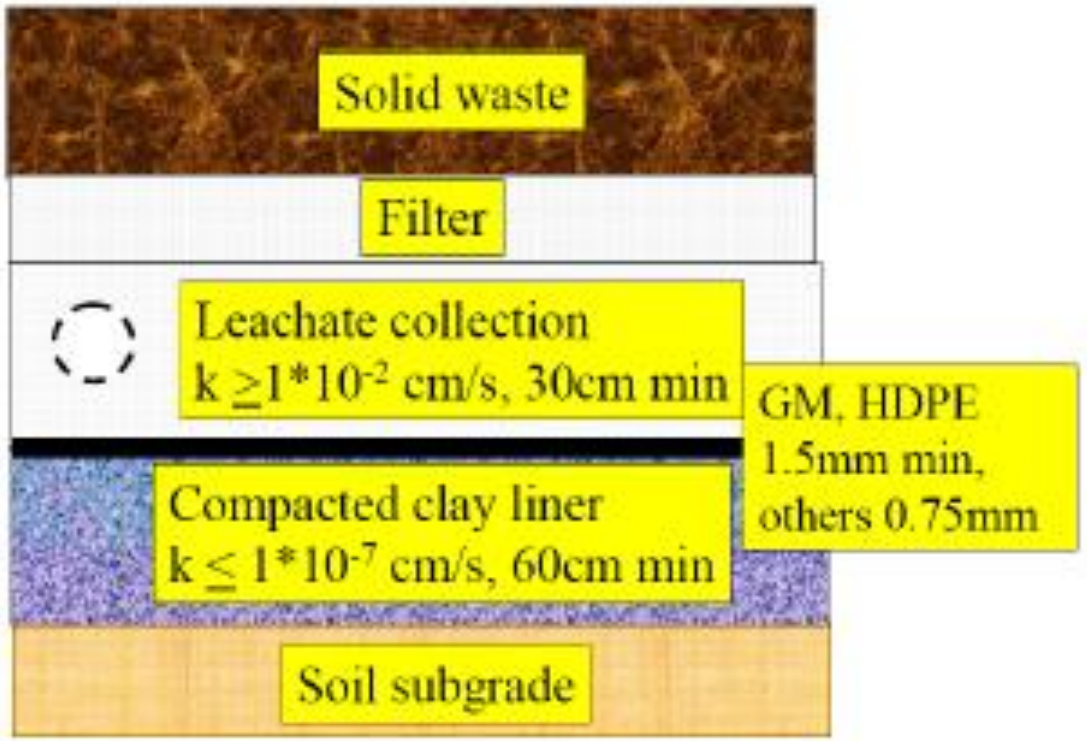
برای پسماندهای خنثی (محل دفن نوع ۱) لایه خاکی به ضخامت بیشتر یا مساوی ۱ متر و با نفوذپذیری 1.0 $k \leq \times 10^{-7}$ m/s یا لایتر معادل

- برای پسماندهای شهری و مشابه (محل دفن نوع۲) لایه خاکی به ضخامت بیشتر یا مساوی ۱ متر و با نفوذپذیری $k \leq 1.0 \times 10^{-9}$ m/s
- برای پسماندهای خطرناک (محل دفن نوع ۳) لایه خاکی به ضخامت بیشتر یا مساوی ۵ متر و با نفوذپذیری $k \leq 1.0 \times 10^{-9}$ m/s

در مکان‌هایی که لایه خاکی مناسب وجود نداشته باشد یا اجرای آن دشوار باشد می‌توان از لایتر مصنوعی معادل با مصالح خاکی استفاده کرد. ضخامت این لایتر نباید از ۰/۵ متر کمتر باشد.

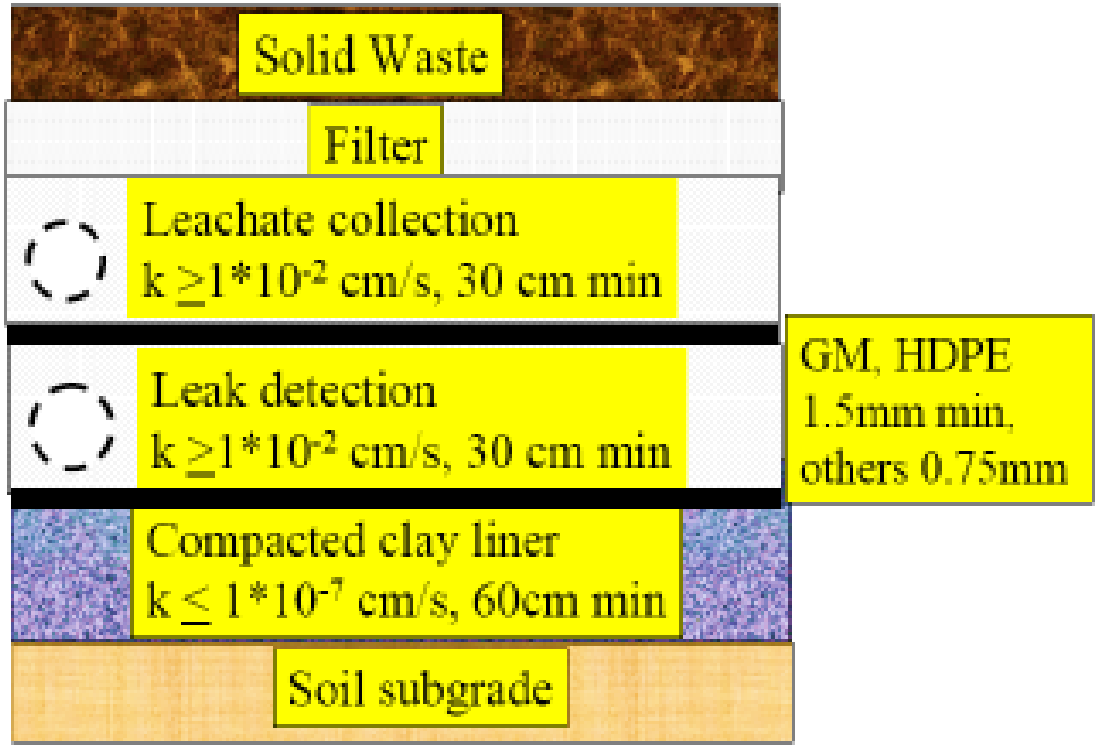
علاوه بر این لایه خاکی، در محل دفن پسماند غیرخطرناک (درجه ۲) و خطرناک (درجه ۳) می‌باید یک لایتر مصنوعی (ژئوممبرین) نیز وجود داشته باشد.

سازمان حفاظت از محیط زیست ایالات متحده



حداقل‌های مورد نیاز جهت دفن پسماندهای غیر خطرناک طبق ضوابط RCRA

سازمان حفاظت از محیط زیست ایالات متحده



حداقل‌های مورد نیاز جهت دفن پسماندهای خطرناک طبق ضوابط RCRA

انواع زهکش ها

۱- لایه های زهکش خاکی

- لایه زهکش سیستم جمع آوری شیرابه از مواد خاکی دانه ای
- واحد دفن روی شیب های متوسط تا تند(۱۵ درصد)
- خاک های شنی با طبقه بندی GP , GW
- لایه فیلتر(خاک یا ژئوسینتتیک) روی لایه زهکش

۲- ژئونت

- به عنوان جایگزین
- فضای کمتر
- استفاده از فیلترهای ژئوتکستایل روی آنها
- عملکرد خوب و ضریب ایمنی بالا در حالت کلی
- استفاده در دیواره های محل دفن
- ضرائب اصطکاک برای جلوگیری از لغزش ژئونت ها

شیرابه

الف) شیرابه اولیه

- تولید آن از ابتدای دفن پسماندها آغاز می شود.
- منشا آن رطوبت اولیه پسماند است.

ب) شیرابه ثانویه

- بارش باران، برف

طبقه بندی کلی مدل های تولید شیرابه

۱- مدل های لایه ای

- توده پسماند بصورت مجموعه ای از لایه های بر هم نهاده
- نحوه حرکت شیرابه با توجه به ویژگی های هیدرولیکی هر لایه
- خصوصیات هیدرولیکی لایه ها: ثابت

۲- مدل های شبکه ای

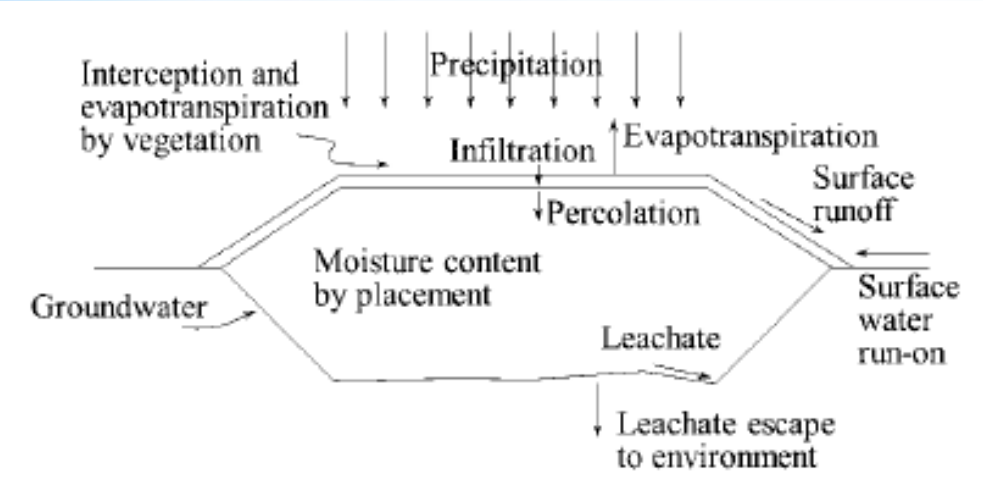
- روش های اجزای محدود(تفاضل های محدود)
- تقسیم فضای پیوسته با رفتار پیچیده به اجزای کوچکتر
- کاربرد محدود به دلیل ساختار ناهمگون پسماندهای دفن شده

۳- مدل های آماری

- بر اساس آمارهای برداشت شده از محل دفن های واقعی
- معرفی یک فرمول با چندین ثابت و چندین متغیر
- استفاده توسط مهندسین مشاور و مسئولان محلی

۴- مدل های تعادلی

- بر اساس قانون بقای جرم
- ارتباط تنگاتنگ با تجربیات آزمایشگاهی و میدانی



بخش سوم

فهرست مطالب

- بررسی مدل شرودر
- مبانی طراحی سیستم های جمع آوری شیرابه
- الزامات طراحی سیستم جمع آوری گاز

مدل شرودر

- یک مدل هیدرولوژیکی است که برای شبیه سازی دوبعدی و تحلیل رفتاری موازنه آب برای محلهای دفن، سیستم پوششی و سایر تأسیسات مربوط به دفن پسماند بکار می رود.
- داده های مربوط به هواشناسی محل، خاک و اطلاعات طراحی را دریافت کرده و با استفاده از تکنیک هایی برای محاسبه اثرات ذخیره سطحی، زهکشی جانبی، بازچرخش شیرابه، زهکشی عمودی غیر اشباع، نشست از طریق خاک و لاینرهای غشایی یا مرکب، **سیستم محل دفن را از نظر موازنه هیدرولوژیکی** آنالیز می نماید.

- قادر به شبیه سازی سیستم های محل دفن، مشتمل بر ترکیبات متعددی از پوشش گیاهی، خاک پوششی، سلولهای پسماند دفن شده، لایه های زهکشی جانبی، لاینرهای رسی و ژئوممبرینی است.
- برای اجرای آنالیز به داده های روزانه هواشناسی، مشخصات خاک و خصوصیات طراحی نیازمند است.
- داده های بارش روزانه می تواند توسط کاربر وارد شود یا بطور اتفاقی تولید شوند و یا بر پایه داده های تاریخچه ای که توسط برنامه ارائه می گردد تولید و استخراج گردد.

- داده های خاک مورد نیاز شامل تخلخل، ظرفیت میدانی، نقطه پژمردگی، هدایت هیدرولیکی اشباع، برای تعیین مشخصات هیدرولیکی و رطوبت خاک مورد نیاز است.
- مدل دارای مشخصات پیش فرض خاک برای ۴۲ نوع مصالح مختلف است.
- برخی خصوصیات طراحی که توسط کاربر وارد می شوند: شیب و حداکثر طول زهکشی، ضخامت لایه ها، چگونگی بازچرخش شیرابه، مشخصات پوشش گیاهی سطح و اطلاعاتی در مورد غشاهای مصنوعی

- این مدل از اطلاعات هواشناسی از قبیل بارش، دما، رطوبت، تبخیر استفاده کرده و با ترکیب این داده ها با نوع پوشش محل دفن و هندسه آن میزان رواناب حاصل از بارش و همینطور میزان نفوذ به توده پسماند را تخمین می زند.
- سپس بر اساس ظرفیت میدانی و نرخ نفوذ پذیری لایه های تراوشی ارائه شده و همچنین خصوصیات زهکش و نفوذناپذیری لایه های دیگر و بر مبنای عملکرد لایه ای محل دفن، **رژیم هیدرولیکی محل دفن** را استخراج می نماید.

$$Lv = P - ET - R - \Delta S$$

Lv: حجم آب داخل پسماند

P: حجم بارندگی

ET: تبخیر و تعرق

R: حجم آب سطحی جاری

ΔS: حجم آب ذخیره شده در داخل سلول

لایه های تعریف شده در مدل شرودر

۱ - لایه های تراوش عمودی

۲ - لایه های زهکش جانبی

۳ – لاینرهای خاکی

۴ – لاینرهای ژئوممبرین

مزایای مدل شرودر

- سازگاری و توانایی در محاسبه شیرابه ثانویه
- جامعیت پارامتراهای ورودی
- دقت بالای مدلسازی
- پیش بینی تسهیلات خاص برای ایجاد منابع گسترده در فرآیند وارد نمودن داده ها
- گستردگی و جامعیت اطلاعات خروجی
- سادگی کار با مدل
- امکان مدل سازی سریع محلهای دفن

معایب مدل شرودر

- در محلهای دفن پسماند شهری به سبب بروز تجزیه بیولوژیکی در پسماند قابل تجزیه و نشست هایی که در دراز مدت روی می دهد، ظرفیت میدانی تغیر نموده و روند کاهشی نشان میدهد. در حالی که در مدل شرودر ظرفیت میدانی راکه یکی از مؤلفه های تاثیرگذار در روند تولید شیرابه است در طول دوره مدلسازی ثابت فرض می شود.
- در موازنه جرمی که توسط این مدل صورت می گیرد از آبی که به مصرف فرایند تولید بیوگاز میرسد و نیز از مقدار آبی که همراه با گاز اشباع از بخار از محل دفن خارج می شود صرف نظر شده است و وارد محاسبات نمی شود.

مبانی طراحی سیستم های جمع آوری شیرابه

❑سیستم جمع آوری شیرابه متشکل از:

لایۀ زهکش، ترانشۀ شیرابه، لوله، دریچه های تخلیۀ شیرابه، یک پمپ جمع آوری شیرابه و ایستگاه پمپاژ، و یک تانک ذخیره سازی شیرابه تشکیل شده است.

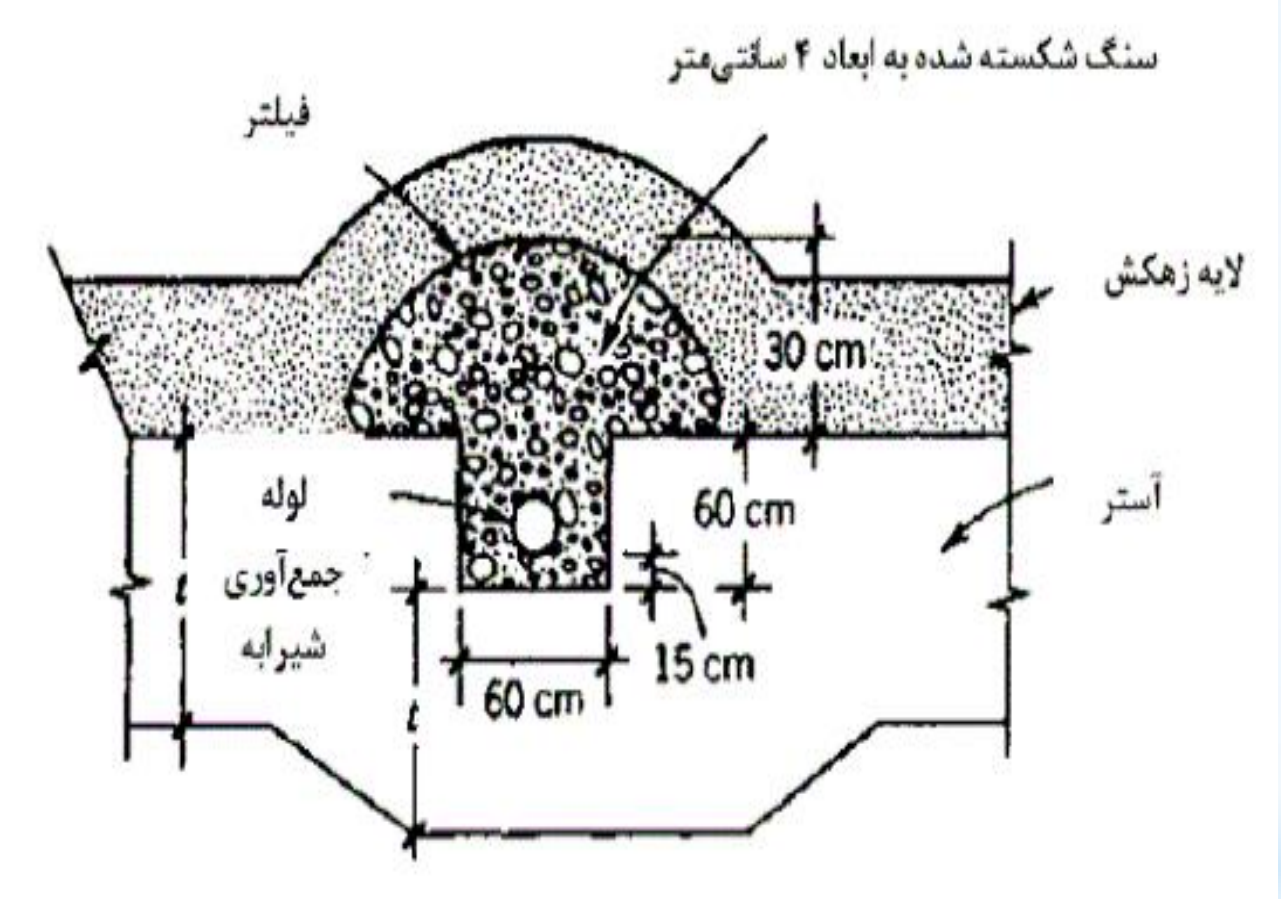
❖ در صورتی که شیرابه به طور مستقیم به مجرای فاضلاب تخلیه شود؛ تانک ذخیره سازی شیرابه نیاز نخواهد بود.

عدم موفقیت سیستم جمع آوری شیرابه

- برای طراحی صحیح اجزای سیستم جمع آوری شیرابه، دانستن دلایل عدم موفقیت سیستم جمع آوری شیرابه ضروری است.

- عملکرد لولهٔ جمع آوری شیرابه شاید به علت ***انسداد، شکستگی یا طراحی غلط*** دچار اشکالاتی شود.

طراحی ترانشه و لوله شیرابه



جزییات ترانشهٔ جمع‌آوری شیرابه برای لاینر رسی

لوله جمع آوری شیرابه

- شبکه ای از لوله ها برای جمع آوری و زهکشی شیرابه به سمت نقاط خروجی (منهول ها)، درون لایهٔ زهکش قرار داده می شوند.
- مسائلی که در ارتباط با طراحی لوله ها مهم هستند عبارتند از فاصلهٔ لوله ها در سیستم جمع آوری شیرابه، قطر لوله ها و جنس لوله ها.
- فواصل بین لوله ها باید به گونه ای انتخاب شود که هد شیرابهٔ ایجاد شده بر روی لاینر از ۳۰ سانتیمتر تجاوز نکند.

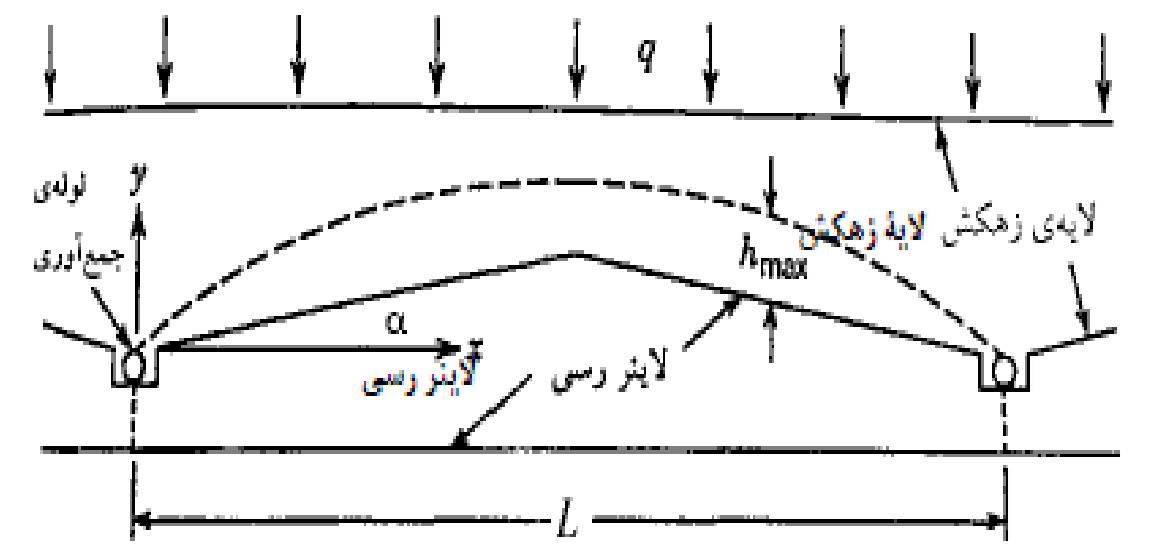
تعیین فاصله‌ی بین لوله‌ها

$$L = \frac{2h_{max}}{\sqrt{c}\left[\left(\frac{\tan^2\alpha}{c}\right) + 1 - \left(\frac{\tan\alpha}{c}\right)\sqrt{\tan^2\alpha + c}\right]}$$

h_{max}= حداکثر ارتفاع شیرابه بین دو لولهٔ مجاور؛

$c=q/k$ نسبت نرخ تراوش به ضریب نفوذپذیری (که یک عدد بدون بعد است)

α= زاویهٔ شیب لاینر



لاینر، سیستم جمع‌آوری شیرابه و هد شیرابهٔ ایجاد شده بر روی لاینر

قطر لوله‌های جمع‌آوری شیرابه

$$Q = \frac{1}{n} A R_h^{0.67} S^{0.5}$$

Q= دبی عبوری از لوله؛

A= مساحت سطح مقطع؛

R_h= شعاع هیدرولیکی لوله؛

n= ضریب زبری لوله و

S= شیب لوله.

خیز قائم

$$\frac{\delta}{D} = FKP\,(1.1)\frac{2E}{3(\mathrm{SDR}-1)^3} + 0.061$$

F= ضریب لنگی (اغلب برابر ۱)؛

K= ثابت بسترسازی (که از ۰/۰۸۳ تا ۰/۱ متغیر است)، فشار وارده که شامل لایهٔ زهکش، پسماند، ماشین‌آلات و پوشش نهایی می‌شود؛

E= مازول الاستیسیته بر حسب psi؛

E' = مدول خاک بر حسب پوند بر اینچ مربع و

SDR= نسبت بعد استاندارد لوله (نسبت قطر لوله به ضخامت لوله) است.

احتمال شکستگی لوله

$$P_w = \frac{(SDR - 1)P}{2}$$

P_w= فشار موجود در دیوارهٔ لوله و

P= فشار بر حسب پوند بر اینچ مربع است.

مقدار P_w به‌دست آمده باید با مقدار تنش مجاز مصالح لوله بر حسب ضریب اطمینان مقایسه شود:

$$FS = \frac{P_{w\ \text{مجاز}}}{P_{w\ \text{محاسبه شده}}}$$

و در نهایت برای کنترل احتمال کمانی شدن لوله، فشار کمانی شدن بحرانی با در نظر گرفتن خاک اطراف و بدون در نظر گرفتن آن، به ترتیب از روابط زیر استفاده می‌شود:

$$P_b = 1.15\,(E' P_{cr})^{0.5}$$

$$P_{cr} = \frac{2.32E}{(SDR)^3}$$

بنابراین، ضریب اطمینان در مقابل کمانی شدن برابر است با:

$$FS = \frac{P_{b\ \text{مجاز}}}{P_{b\ \text{محاسبه‌شده}}}$$

سیستم جمع آوری شیرابه ثانویه

- سیستم جمع آوری شیرابهٔ ثانویه در بین لاینر اولیه و لاینر ثانویه قرار می گیرد و به عنوان لایهٔ آشکارسازی نشت از لاینر اولیه عمل می کند.
- مبانی طراحی سیستم جمع آوری شیرابهٔ ثانویه تا حدود زیادی مشابه سیستم جمع آوری شیرابهٔ اولیه است؛ با این تفاوت که باید دارای زمان پاسخ، زمان نشت از لاینر تا زمان کشف نشت، کمتر از ۲۴ ساعت باشد.

سیستم جمع آوری شیرابه ثانویه

- احداث این لایه از خاک طبیعی(برای مثال شن به عنوان لایهٔ زهکش)مشکلات اجرایی زیادی دارد.
- پایداری شیب کناره ها، نصب لوله ها و احداث سیستم جمع آوری اولیه در بالای آن از جملهٔ این مشکلات هستند.
- علاوه بر این، تأمین ضابطهٔ زمان پاسخ نشت دشوار است.

سیستم جمع آوری شیرابه ثانویه

- با در نظر گرفتن این موضوع که میزان شیرابه ای که سیستم جمع آوری ثانویه دریافت میکند، در مقایسه با میزانی که سیستم جمع آوری اولیه دریافت میکند، بسیار کمتر است، استفاده از ژئونت به عنوان لایهٔ زهکش گزینهٔ بهتری بهنظر می رسد.
- علاوه بر صرفه جویی در میزان فضای اشغال شدهٔ لندفیل، مشکلات مذکور نیز با استفاده از ژئونت به حداقل می رسند.

تعیین میزان شیرابه وارد شده به سیستم جمع آوری ثانویه

- باید برآوردی از نرخ جریان شیرابه ای که از لاینر اولیه وارد می شود، انجام شود.
- در غیر اینصورت و با فرض عملکرد ایده آل لاینر اولیه، نرخ انتشار بخار از درون لاینر اولیه به درون سیستم جمع آوری ثانویه باید به عنوان یک حداقل در نظر گرفته شود.
- این نرخ به نوع و ضخامت لاینر ژئوممبرین اولیه بستگی دارد.
- علاوه بر این ها، تعداد و اندازهٔ سوراخهایی که شاید در ژئومبرین اولیه ایجاد شوند، باید برآورد شوند.

سیستم خروج شیرابه

الف) جریان ثقلی

ب) لوله بالابرنده

جریان ثقلی

- این سیستم خروج شیرابه هنگامی استفاده می شود که کف محل دفن در شیب یا در عمق کم قرار داشته باشد.
- از این سیستم به ویژه در لندفیل هایی که دارای لاینر رسی هستند، استفاده می شود.
- لولۀ اصلی که سایر لوله های جمع آوری شیرابه به آن متصل میشوند، از قسمت شیب محل دفن خارج می شود.

مزایای سیستم جریان ثقلی

- یک روش اقتصادی است، به ویژه در مواقعی که شیرابه به طور مستقیم به سیستم فاضلاب تخلیه می شود.
- هزینه ی بهره برداری بسیار کمی دارد.
- نیاز به نگهداری زیاد ندارد.
- نزدیک به دو دهه است که از این سیستم استفاده می شود؛ در نتیجه جزییات طراحی و اجرای آن به خوبی مشخص شده است.

معایب سیستم جریان ثقلی

- احتمال نشت در نقاط خروجی به نسبت زیاد است، به ویژه هنگامی که از لاینرهای غشایی سینتتیکی استفاده شده است.
- نمی توان نشت از درون لاینر را پایش کرد.

لوله بالابرنده

- بیشتر در مواقعی که کف محل دفن در عمقی بیش از ۲۰ متر قرار گرفته است.
- در محل های دفنی که دارای لاینرهای مصنوعی هستند، استفاده می شوند.
- از لوله ای به قطر ۳۰ تا ۴۵ سانتیمتر از جنس HDPE به این منظور استفاده می شود که لولهٔ جمع آوری شیرابه را در خود جای می دهد.

مزایای سیستم لوله ی بالابرنده

- در محل های دفن عمیق قابل استفاده است.
- احتمال نشت شیرابه در نقطهٔ خروج به حداقل میرسد.
- به لوله اصلی درون محل دفن نیاز نخواهد بود.
- در صورت وقوع خرابی در یک لولهٔ بالابرنده، خروج شیرابه از تنها یک سلول تحت تاثیر قرار خواهد گرفت.

مزایای سیستم لوله ی بالابرنده

- اجرای این سیستم دشوار و پرهزینه است.
- در صورتی که در یک سلول، در عملکرد پمپ اختلال ایجاد شود، خروج شیرابه از آن سلول ناممکن می شود.
- هیچگونه دسترسی مستقیم به نقاط جمع آوری وجود ندارد که این امر موجب دشواری نگهداری پمپ و سیستمهای الکتریکی می شود.

الزامات مربوط به
طراحی سیستم جمع آوری گاز

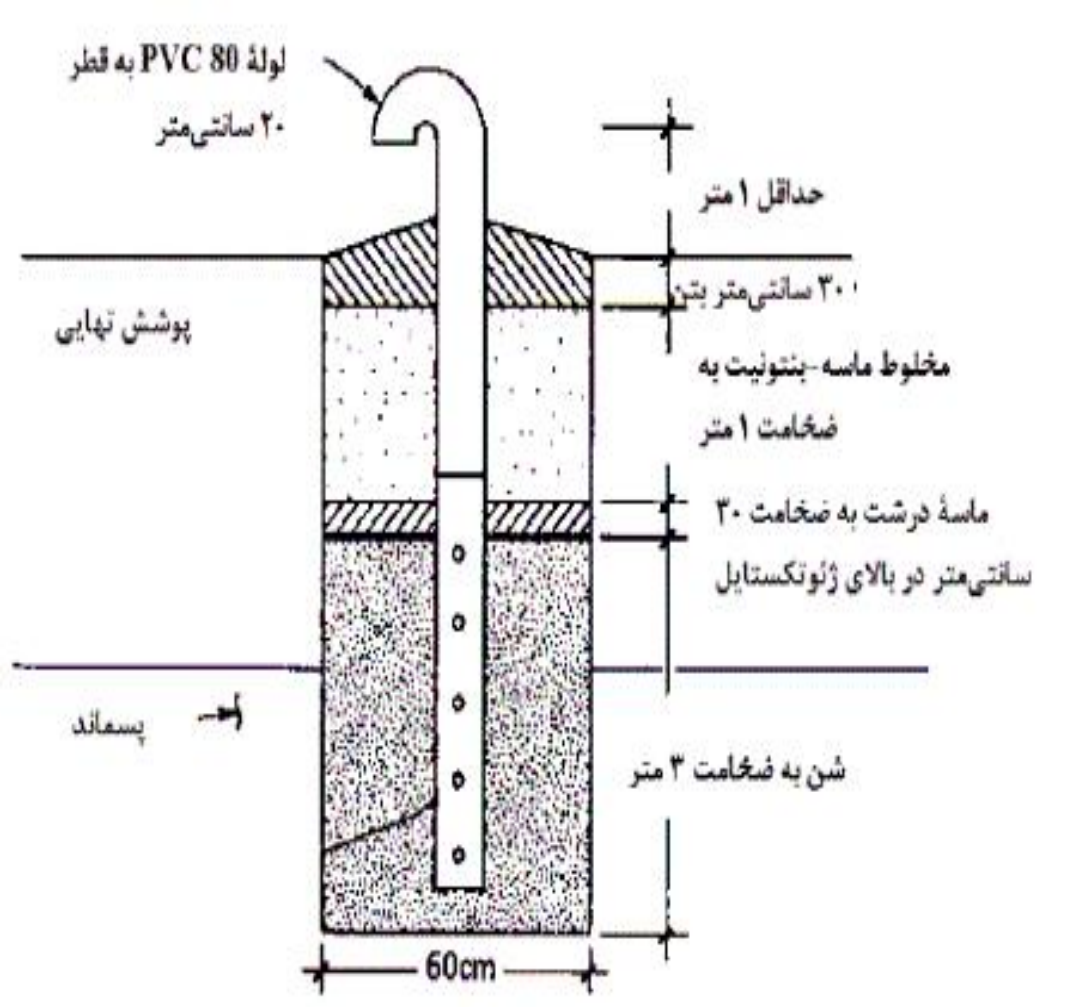
به طور کلی، دو نوع سیستم جمع آوری گاز وجود دارد:

سیستم غیرفعال و سیستم فعال

نکات مورد نظر در انتخاب نوع سیستم جمع آوری گاز

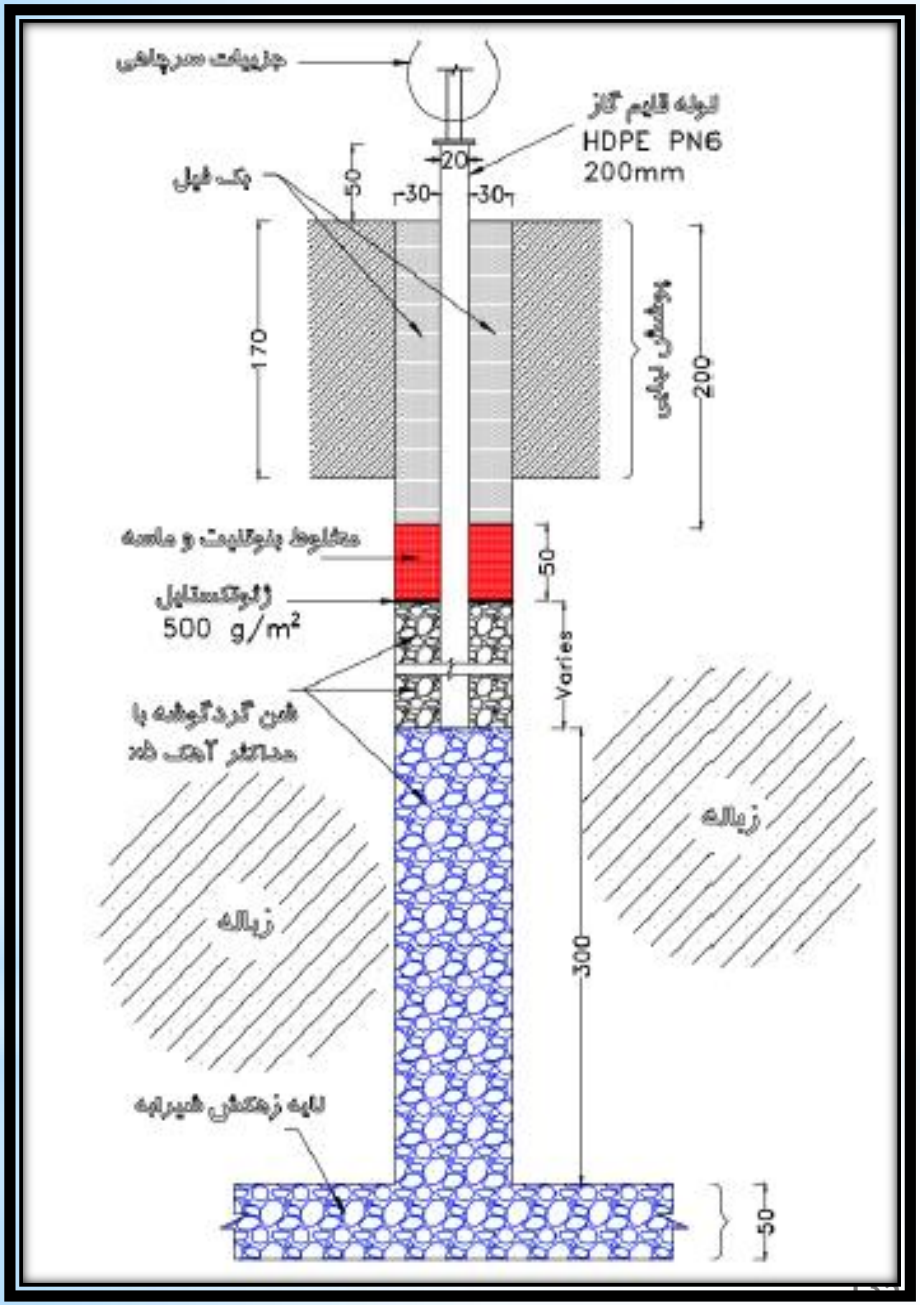
- طراحی محل دفن
- نوع خاک محل دفن
- فاصله تا فضاهای محصور نزدیک به محل دفن
- امکان استفادهٔ آتی از محل دفن
- موارد قانونی
- نوع پسماند

سیستم جمع‌آوری غیرفعال گاز

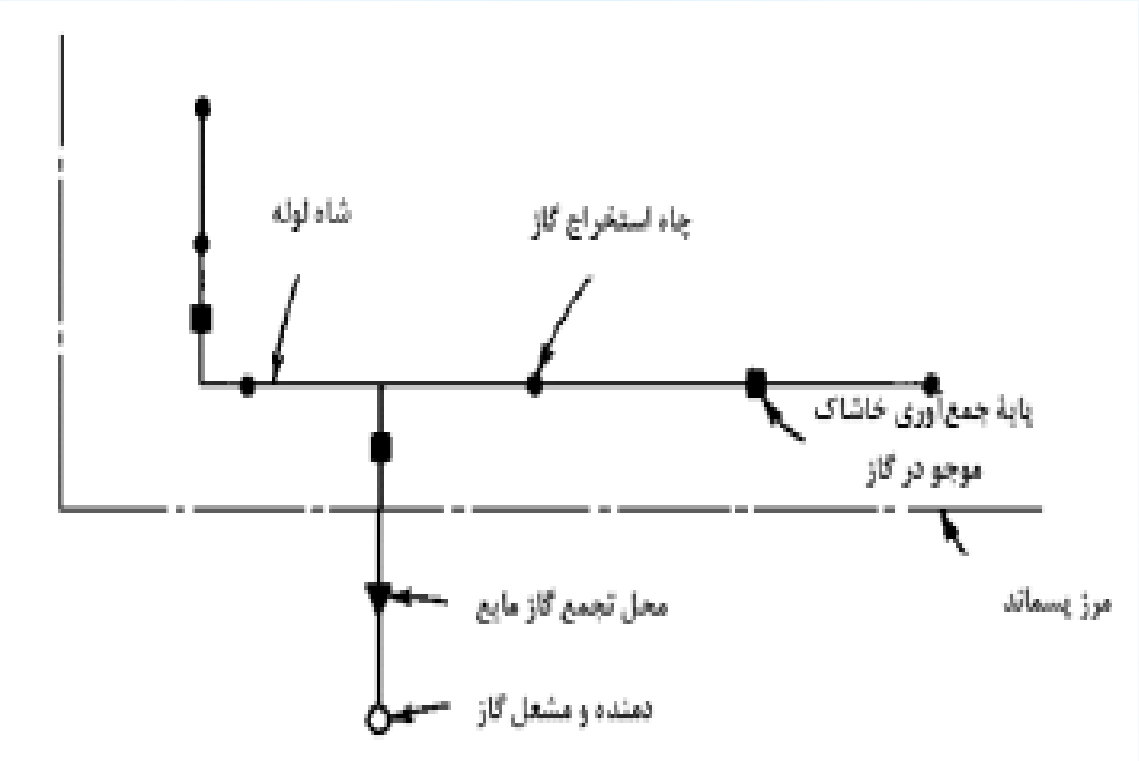


سیستم عامل جمع آوری گاز

- یک سیستم جمع آوری فعال از یک سری چاه های استخراج عمیق تشکیل می شود که از راه یک لوله اصلی به یک دمنده متصل شده اند.
- گاز ممکن است برای استحصال انرژی استفاده شود یا از راه مشعل سوزانده شود و یا به اتمسفر تخلیه شود.
- میکروتوربین ها نیز امکان دارد برای بازیافت انرژی از گاز محل دفن استفاده شوند.



نمونه یک چاه سیستم جمع‌آوری فعال گاز



چیدمان اجزای یک سیستم جمع‌آوری فعال گاز

چاه های استخراج گاز

$$S = (2 - O/100)R$$

در این رابطه:

S= فاصلهٔ چاه‌ها از هم برحسب متر؛

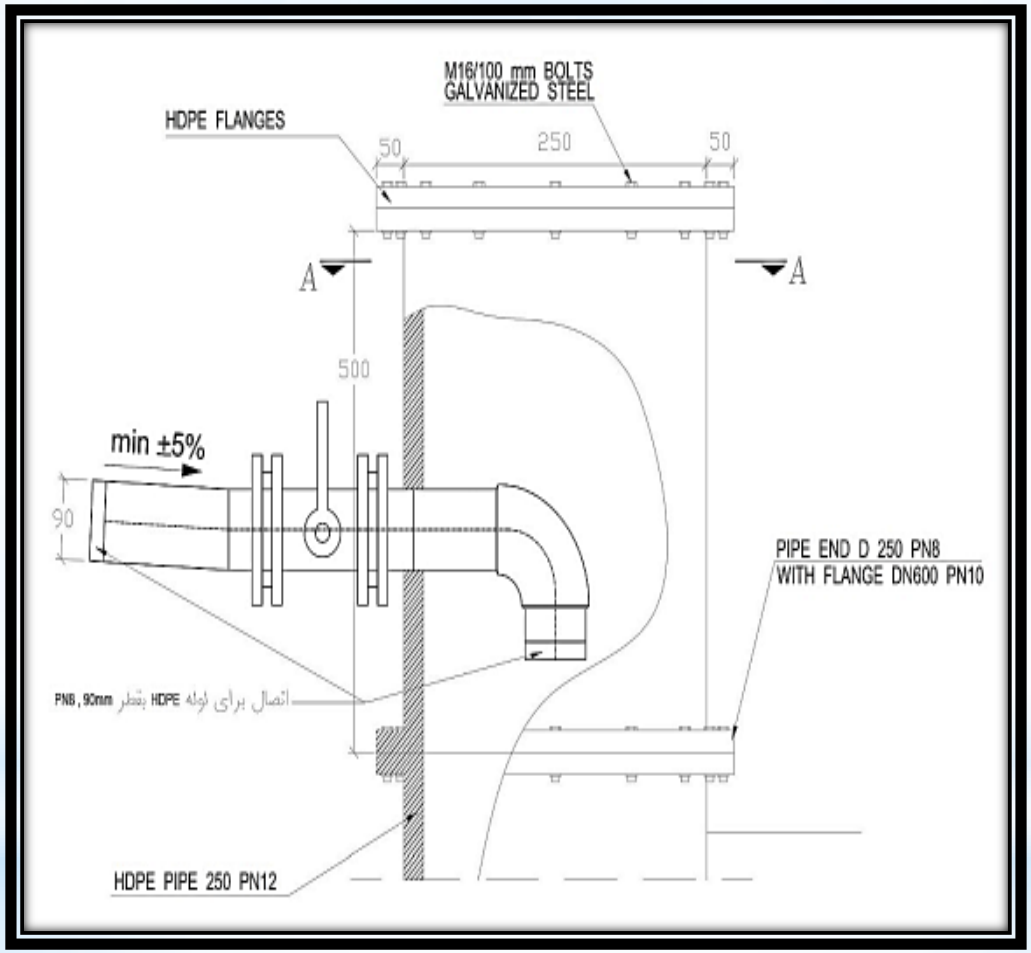
O= همپوشانی مورد نیاز برحسب درصد و

R= شعاع تأثیر چاه‌های استخراج برحسب متر است.

چاه های استخراج گاز

- محدوده تاثیر یک سیستم استخراج گاز
- آزمایش های کوتاه مدت
- آزمایش های درازمدت
- شعاع تاثیر

لوله اصلی(سرلوله)



نمونه جزئیات اتصال سرلوله به لوله‌ی استخراج

با تشکر از توجه شما....