بسم الله الرحمن الرحیم

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

طراحی، اجرا، نگهداری و بهره‌برداری

خاک‌چالهای بهداشتی برای زباله‌شهری

نشریه شماره ۲۱۷

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

۱۳۸۰

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۰/۰۰/۷

omoorepeyman.ir

فهرست‌برگه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر ارزیابی عملکرد مدیریت

طراحی، اجرا، نگهداری و بهره‌برداری خاک چالهای بهداشتی برای زباله شهری / معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها.- تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۰.

یازده، ۳۰۳ص.: مصور.- (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه شماره ۲۱۷)(انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛ ۸۰/۰۰/۷)

ISBN 964-425-255-1

واژه‌نامه: انگلیسی - فارسی

۱. زباله زدایی بهداشتی. ۲. مواد زاید - پوشش. ۳. آبهای زیرزمینی - حفاظت. الف. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات. ب. عنوان. ج. فروست.

ش.۲۱۷ ۲۴س/۳۶۸ TA

شابک ۱-۲۵۵-۴۲۵-۹۶۴

ISBN 964-425-255-1

طراحی، اجرا، نگهداری و بهره‌برداری خاک چالهای بهداشتی برای زباله شهری

تهیه کننده: دفتر امور فنی و تدوین معیارها

ناشر: سازمان‌مدیریت‌وبرنامه‌ریزی‌کشور، معاونت‌امورپشتیبانی، مرکزمدارک‌علمی‌وانتشارات

چاپ اول: ۱۰۰۰ نسخه، ۱۳۸۰

قیمت: ۱۵۰۰۰ ریال

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: مؤسسه زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردهای ملی برای طراحی، اجرا و بهره‌برداری از طرح‌های عمرانی به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی آنها از اهمیتی ویژه برخوردار است. نظام جدید فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه جلسه مورخ ۱۳۷۵/۳/۲۳ هیأت محترم وزیران) به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی را در مراحل طراحی، اجرا، نگهداری و بهره‌برداری طرح‌های عمرانی مورد تأکید جدی قرار داده است.

نظر به اینکه با توجه به مندرجات ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، تاکنون ضوابط و معیاری برای طراحی، اجرا و بهره‌برداری از مستحدثات لازم به منظور جابه‌جایی و دفع بهداشتی زباله‌های شهری تهیه و تدوین نشده، انتشار کتاب یا نشریات مرتبط با موضوع یاد شده، به منظور ایجاد زمینه برای شروع تدوین این‌گونه ضوابط، در دستور کار دفتر امور فنی و تدوین معیارها قرار گرفته است. کتاب حاضر نمونه اول از این نشریات می‌باشد.

هدف از تهیه و تدوین این کتاب بالا بردن آگاهی مهندسان، طراحان و دست‌اندرکاران خدمات شهری در بارهٔ طرح، اجرا، نگهداری، گردانندگی و پایش خاک‌چالهای بهداشتی زباله است تا به یاری این آگاهی، آب‌های زیرزمینی از آلودگی و زیانبار شدن در اثر آب زباله، که بسیار آلاینده‌تر از فاضلاب شهری است، مصون بماند. بسیاری از مواد شیمیایی گزندبار، با گذر از خاکچال به سفرهٔ آب زیرزمینی راه یافته و این منبع پر ارزش طبیعی را که مورد نیاز شهروندان و کار کشاورزی است، آلوده می‌کنند. آلودگی آب‌های زیرزمینی، گاه چنان گسترده است که دیگر بازیافت آب پاک، میسر نیست. چنین رویدادی، بزرگترین لطمه به ثروت‌های طبیعی هر سرزمین به‌شمار می‌رود و باید با هوشیاری و قاطعانه، از رخداد آن جلوگیری کرد.

omoorepeyman.ir

امید است آشنایی با فنون جدید و اجرای پروژه‌های خاکچال از آلوده شدن آب‌های زیرزمینی، این منبع حیاتی در شهرهای بزرگ و همچنین از برهم خوردن ظاهر فضای شهرها، در ارتباط با آلوده شدن با زباله‌های شهری جلوگیری به عمل آورد و زدودن بهداشتی زباله‌ها و پس‌مانده‌های شهری و صنعتی امکان‌پذیر گردد."

معاونت امور فنی از جناب آقای دکتر آصف خلدانی به خاطر زحمات و کوششهای فراوان ایشان در تدوین کتاب حاضر و همچنین هدیه آن به جامعه مهندسان ایرانی، قدردانی و تشکر می‌نماید. در ضمن لازم است از تلاش‌های جناب آقای مهندس محمدرضا طبیب‌زاده نوری که از ابتدای تهیه و تدوین این کتاب در چند سال گذشته، همکاری و مشارکت مؤثر داشته‌اند، تشکر شود. از همکاران دیگر آقایان مهندس کامبیز زنجانی، مهندس علی مهرآذرین، مهندس کارا، مهندس آزموده و شکوهی که در تدوین کتاب با آقای دکتر خلدانی همکاری نموده‌اند نیز تشکر و قدردانی می‌شود. از همکاران دفتر امور فنی و تدوین معیارها سرکارخانم مهندس بهناز پورسید و آقای مهندس میرمحمود ظفری که در تنظیم مطالب کتاب در راستای اهداف دفتر تلاش نموده‌اند نیز سپاسگزاری می‌شود.

معاونت امور فنی توفیق روزافزون این عزیزان را در خدمت به جامعه مهندسان کشور از درگاه ایزد متعال مسئلت دارد.

معاون امور فنی

بهار ۱۳۸۰

omoorepeyman.ir

فهرست گفتارها

گفتار یکم: شناختی از خاکچال ۱۳

۱. شناسایی ۱۳

۲. خاکچالهای بهداشتی ۱۴

۳. چند نکته در برخورد با طرح خاکچال ۱۷

۴. گفتارهای نوشتار ۱۸

گفتار دوم: گزینش جای خاکچال ۲۱

۱. شناسایی ۲۱

۲. گردآوری یافته‌ها و آگاهیها ۲۳

۳. ویژگیهای خاکچال ۲۷

۴. مردم و طرح خاکچال ۲۹

۵. فهرست‌بندی «زمین»های دردست بررسی ۲۹

۶. گزینش قطعی زمین خاکچال ۳۰

۷. گزارش بررسیهای نخستین ۳۴

گفتار سوم: پیدایش آبزباله و گاز ۳۹

۱. شناسایی ۳۹

۲. پدیده‌های مؤثر در مقدار آبزباله ۴۲

omoorepeyman.ir

۳. حجم آبزباله ۴۳
۴. ارزیابی کیفیت احتمالی آبزباله ۵۴
۵. کیفیت آبزباله پسمانده‌های گوناگون بی‌خطر ۵۶
۶. تصفیه آبزباله ۵۸
۷. پیدایش گاز ۶۰

گفتار چهارم: شناخت و رده‌بندی پسمانده‌ها ۶۳
۱. شناسایی ۶۳
۲. زباله شهری ۶۵
۳. پسمانده‌های کانی ۶۵
۴. پسمانده‌های صنعتی ۶۷
۵. شناخت و رده‌بندی پسمانده‌ها ۶۸
۶. نکته‌هایی چند، از ویژگیهای پسمانده ۷۰
۷. پسمانده‌های خطرزا ۷۳
۸. محدودیت ریختن پسمانده‌های خطرزا در خاکچال ۷۵
۹. آزمایش پسمانده‌های بی‌خطر ۷۵

گفتار پنجم: خاکچالهای خودپالا ۷۷
۱. شناسایی ۷۷
۲. فرآیند خودپالایی ۸۰
۳. ابزار خودپالایی ۸۱
۴. تأثیر پدیده‌های گوناگون، در فرآیند خودپالایی ۸۶
۵. ابزاره خودپالایی، برای آلاینده‌های شیمیایی ۸۸
۶. روش برخورد با طرح خاکچال ۹۴
۷. چکیده گفتار و چند پیشنهاد ۱۰۰

گفتار ششم: خاکچالهای دوربسته یا روکش‌دار ۱۰۱
۱. شناسایی ۱۰۱

omoorepeyman.ir

۲. خاکچالهای یک روکشه ۱۰۳
۳. خاکچالهای دو روکشه ۱۰۴
۴. مبانی گزینش روکش ۱۰۶
۵. چند نکته دربارهٔ ضخامت لایه روکش ۱۰۶
۶. سهم‌بندی آبزباله و شیوه پخش و جریان آن ۱۰۷
۷. طرح خاکچالهایی که بسترشان پایین‌تر از تراز سفره آب زیرزمینی است ۱۰۹
۸. خاکچالهای خودپالا و خاکچالهای دوربسته ۱۱۶

گفتار هفتم: روکشها ۱۱۹
۱. شناسایی ۱۱۹
۲. خاک‌رس ۱۱۹
۳. روکشهای ماشینی ۱۲۹
۴. خاک بهیافته و دیگر آمیخته‌های خاکی ۱۳۲

گفتار هشتم: بخشهای گوناگون خاکچال ۱۳۵
۱. شناسایی ۱۳۵
۲. شبکه گردآوری آبزباله ۱۳۵
۳. بیرون راندن آبهای سطحی از کارگاه خاکچال ۱۵۱
۴. روکش ساختگی (ماشینی) ۱۵۹
۵. طرح پشته خاکی ۱۶۴
۶. پایداری شیب پسمانده ۱۶۵
۷. طرح راههای دسترسی ۱۶۶
۸. طرح پوشش پایانی ۱۶۹
۹. طرح سامانه گازگیری ۱۷۱
۱۰. برگرداندن خاکچالهای خودپالای موجود به‌خاکچالهای دوربسته ۱۸۲

گفتار نهم: ساختمان خاکچال ۱۸۵
۱. شناسایی ۱۸۵

omoorepeyman.ir

۲. ساختمان لایه زیرپی ۱۸۵
۳. ساختمان روکش ۱۸۶
۴. ساختمان پشته خاکی ۲۰۲
۵. ساختمان بستر زهکش ماسه‌ای ۲۰۴
۶. ساختمان ترانشه گردآوری آبزباله ۲۰۵
۷. ساختمان روکش دولایه ۲۰۷
۸. ساختمان سامانه آبکشی آب زیرزمینی ۲۰۷
۹. ساختمان لایسیمتر ۲۰۸
۱۰. ساختمان پوشش پایانی ۲۰۸
۱۱. فراهم ساختن مصالح و برنامه کار ساختمانی ۲۰۹

گفتار دهم: پایش یا کارنگری خاکچالها ۲۱۱
۱. شناسایی ۲۱۱
۲. ارتفاع فشاری آبزباله ۲۱۳
۳. ارتفاع فشاری سامانه آبکشی ۲۱۴
۴. پایش آب پسدادگی ۲۱۵
۵. پایش آب زیرزمینی ۲۲۲
۶. پایش گاز ۲۲۸
۷. پایش انبار آبزباله ۲۳۰
۸. پایش پایداری پوشش پایانی ۲۳۰

گفتار یازدهم: کاربری و گرداندن خاکچال ۲۳۳
۱. شناسایی ۲۳۳
۲. کاربرد خاک‌کوب ۲۳۵
۳. مرحله‌بندی انجام کار ۲۳۵
۴. پوشاندن روی پسمانده ۲۳۷
۵. چال کردن لجنهای بی‌خطر در خاکچال شهری ۲۳۸

omoorepeyman.ir

۶. پیشگیری از آتش‌سوزی در خاکچالها ۲۳۹
۷. مهار آشغالهای سبک ۲۳۹
۸. مهار گرد و غبار ۲۴۰
۹. نگهداری راههای دسترسی ۲۴۰
۱۰. نگهداری شبکه گردآوری آبزباله ۲۴۰
۱۱. نگهداری پوشش پایانی ۲۴۱

گفتار دوازدهم: بررسی مالی ۲۴۳
۱. شناسایی ۲۴۳
۲. برآورد هزینه‌ها ۲۴۴
۳. اطمینان از پشتوانه مالی پیمانکار ۲۴۸

واژه‌نامه انگلیسی به‌فارسی ۲۵۱

واژه‌نامه فارسی به‌انگلیسی ۲۷۷

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

گفتار یکم

شناختی از خاکچال

۱. شناسایی

چال کردن زبالهٔ خانگی و دیگر پسمانده‌ها در درون زمین، شیوه‌ای دیرینه است. تا چندی پیش، پنداشته می‌شد که این روش مناسب و مطلوب است و آبزبالهٔ حاصل از روی‌هم ریختن زباله‌ها، با گذر از لایه‌های خاک و آمیختگی با آبهای زیرزمینی، خودپالایی می‌یابد و پاک می‌شود.

اگرچه با کوچک بودن شهرها، تا چند سده پیش، آبهای روان در جوار شهرها، برای آشامیدن و دیگر کاربردهای روزانه مردم، به‌نظر بسنده می‌آمد، اما، با گسترش صنعت و بهبودی در زندگانی و بهداشت ساکنان شهرها، لازم شد که افزون بر آب رودخانه‌ها، به‌بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی نیز پرداخته شود.

رفته رفته، این منبع پر ارج طبیعی، ارزشی دیگر یافت. تا آنجا که به‌سان ثروت ملی پنداشته شد. گسترشهای شهری و افزایش شمار مردم، باعث بیشتر شدن زبالهٔ شهری و پیدایش پسمانده‌های صنعتی گردید، که گاه، خطرزا نیز می‌توانست باشد. این گرفتاری، ابعادی تازه به‌موضوع دفع زباله‌های شهری داد، و سرانجام، طرح پیشگیری از آلودگی آبهای زیرزمینی را پیش آورد. از سوی دیگر، ریختن پسمانده در خاک، یا ریختن زباله در

omoorepeyman.ir

دره‌ها و آبرفتهای پیرامون شهر، از سوی مهندسان محیط زیست و بهسازان شهر نه‌تنها روشی بهداشتی و پذیرفتنی تشخیص داده نشده، بلکه بزرگترین و خطرناکترین منبع آلودگی آبهای زیرزمینی تشخیص داده شد.

در ایران‌زمین، روال کار، بر اصل «دور» ریختن با به‌سخن دیگر، از «**خود**» دور کردن زباله، بود. تا آنجاکه، هر کس و هر خانواده و هر آبادی، تلاش می‌کرد که زباله‌های تولیدی خود را از پیرامون «**خویش**» دور سازد.

تا زمانی‌که خانه‌ها پراکنده و آبادیها دور از یکدیگر بودند، این روش دفع زباله، گرفتاریهای چندانی به‌همراه نداشت. تابش خورشید و دیگر نیروهای پاکساز طبیعی، از پس این‌گونه آلودگیها برمی‌آمد. اما، گرایش به شهرنشینی، چسبیدن خانه‌ها به‌یکدیگر، و همسایه شدن آبادیها، پیدایش نوآبادیها، دگرگونی آمیخت زباله، و افزایش مقدار روزانهٔ زبالهٔ تولیدی، دشواریهایی فراهم کرد، که دیگر نیروهای پاک‌کننده در طبیعت، از پس زدودن آلودگی حاصل، بر نیامدند. شهرها به‌زشتی گرایید، و زیست شهری با بوی زننده و ناخوشایند زباله‌های مانده، و پراکندگی گردهٔ زباله در هوا، ناممکن گشت. اما، این تنها یک روی گرفتاری بود، چون محسوس بود. اما خطر جدی در درازمدت، آلودگی آبهای زیرزمینی و آب آشامیدنی بود، که مانند سایهٔ تهدیدی بر زندگی آیندگان، به‌چشم می‌خورد. زیر فشار پیشروان، اندیشمندان و دست‌اندرکاران خدمات شهری، دارندگان صنایع، وادار شدند که به‌چاره‌جویی بپردازند. رفته‌رفته، کار به‌آنجا کشید، که ریختن و چال کردن زباله و پسمانده‌های شیمیایی خطرزا، درون خاکچالهای عادی هم نامطلوب انگاشته شد، و سرانجام، بنای «خاکچالهای بهداشتی»، همچون مناسبترین روش دفع زباله و پسمانده شهری، پایه‌ریزی شد.

۲. خاکچالهای بهداشتی

اساس طرح خاکچالهای بهداشتی، که این نوشتار برای روشن ساختن آن می‌کوشد، چال کردن هرگونه زباله و پسمانده خطرزا و بی‌خطر، درون زمین است، بی‌آنکه محیطی غیر بهداشتی در شهر و پیرامون آن، فراهم آورده یا آبهای زیرزمینی را آلوده کند. در این فرایند،

omoorepeyman.ir

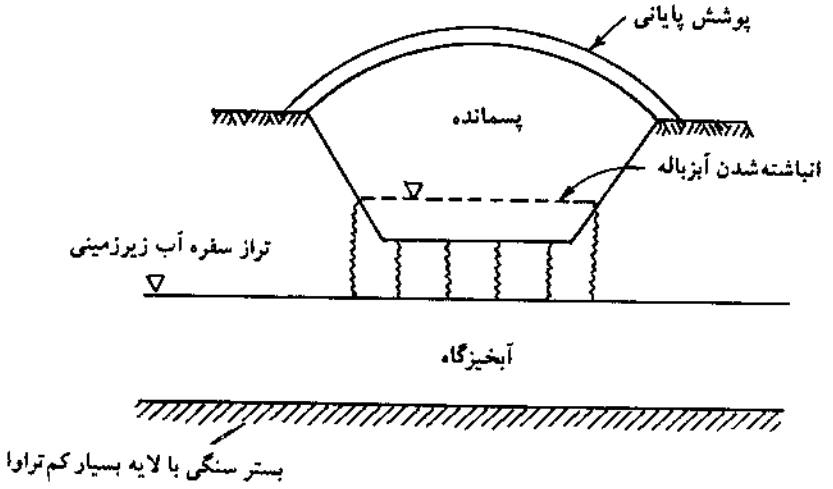
دوگونه برخورد، برای حفاظت آبهای زیرزمینی از آلاینده‌ها و آبزباله‌ها، شکل گرفت:

الف) ساختمان خاکچالهای خودپالا که برای پسمانده‌های بی‌خطر و کم‌حجم مناسب است.

ب) ساختمان خاکچالهایی که برای ریختن هرگونه پسمانده و با هر حجمی آمادگی داشته باشد.

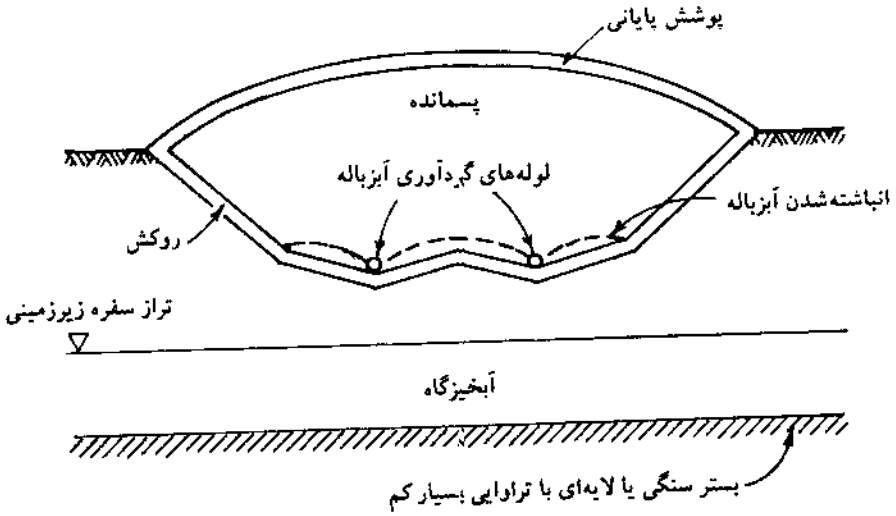
در خاکچالهای خودپالا، چنین فرض شد که منطقهٔ سیرآب نشدهٔ زیرزمین، دارای ضخامتی به‌اندازه بوده و خاکچال دور از زیستگاه مردمان پیرامون شهر است، و بستر سنگی کف خاکچال، نازک نیست. با این چند شرط و اینکه در پیرامون شهر، چاه آبی کنده نشده است، پروانهٔ ساخت خاکچالهای خودپالا، که همراه با نشت آبزباله به‌آبخیزگاه زیرزمینی است، داده شد. چون هماهنگی با همه این خواستها همواره میسر نمی‌شد، بنای خاکچالهای خطرزا، که با نام «خاکچالهای دور بسته» یا «خاکچالهای بهداشتی» شناخته شده‌اند، پدیدار گشت.

طرح و ساختمان خاکچالهای خطرزا، براین پایه استوار شد، که از رخنه و گذر هرگونه آبزباله به‌آبخیزگاه و سفرهٔ آب زیرزمینی، خودداری به‌عمل آید. برای این کار، لازم است، نخست کف خاکچال با روکشهایی ناتراوا پوشانده شده و ترتیبی فراهم آید، که آبزباله گردآوری شده در کف خاکچال، به‌بیرون از کارگاه رانده شود، شکلهای ۱ ـ ۱ و ۱ ـ ۲.

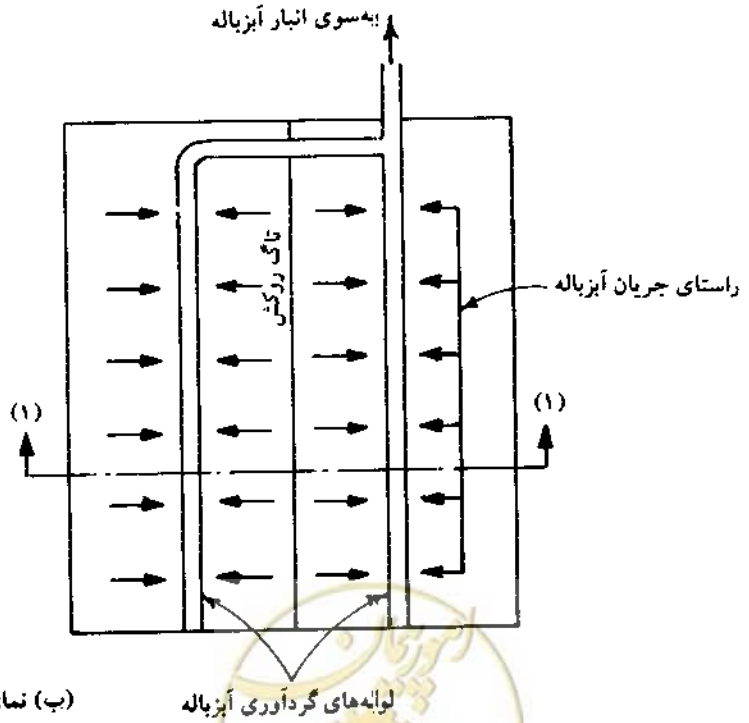


شکل ۱ ـ ۱. خاکچال خودپالا.

omoorepeyman.ir



(الف) ـ برش ۱ ـ ۱

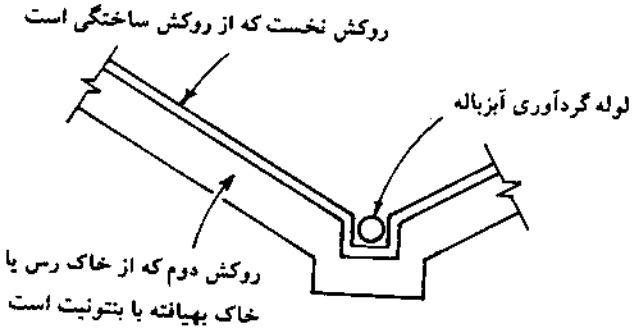


(ب) نمای گسترده

شکل ۱ ـ ۲. خاکچال دوربسته.

omoorepeyman.ir

پژوهشهای بعدی، نشان داد که خودپالایی زباله در درون زمین ـ ولوآنکه خاک آن سیرآب‌نبوده و دارای ضخامت به‌اندازه هم باشد ـ حتمی نیست و ایمنی همه‌جانبه برای پاکیزه ماندن آب زیرزمینی را فراهم نمی‌کند. از این رو، محدودیتهای بیشتری در ساختمان خاکچالهای بی‌خطر پیشنهاد شد. اگر تا چندی پیش، پهن کردن یک لایه روکش در کف خاکچال کافی می‌نمود، آزمونهای کارگاهی نشان داد که همچنان احتمال دارد آبزباله به‌آبخیزگاه و سفره آب زیرزمینی نشت کند و کاربرد دو لایه روکش مناسبتر خواهد بود، شکل ۱ ـ ۳.



شکل ۱ ـ ۳. خاکچال دو روکشه.

۳. چند نکته در برخورد با طرح خاکچال

نخستین خویشکاری مهندس طرح، گرد آوردن همه آگاهیها و یافته‌های پراکنده‌ای است که در شهرداری، بخشهای خدمات و بهسازی شهری، بایگانی شده‌اند. دوم، شناخت سازمانهای گوناگون دولتی و خصوصی، آگاهیهای سودمندی در دست دارند و می‌توان آنها را به‌آسانی و با هزینهٔ کم به‌دست آورد. سوم، شناخت کارفرمایی است، که کار گرداندن طرح خاکچال را بر دوش خواهد گرفت، با یک چنین پیش‌آگاهی است که از آغاز کار می‌توان هماهنگی لازم را برای پیشبرد هر مرحله از طرح، فراهم کرد. چنانچه سازمان امور خاکچال

omoorepeyman.ir

(کارفرما) جدا از سازمان فاضلاب شهر باشد، باید بی آنکه پاسخگویی و مسئولیت هیچ‌یک از دو سازمان خدشه‌دار شود، همکاری و پیوندی میان این دو نهاد فراهم ساخت. آگاهی مهندس طرح از شیوهٔ کار و نیروی درون‌سازمانی کارفرما، و بنیهٔ مالی و فنی آن نیز در انجام مطلوب طرح، ضروری است.

توجه به آیین‌نامه‌های سازمانهای بهداشت، محیط زیست و خدمات شهری، و آگاهی از روند فکری آنها ـ اگر در آستانهٔ نوشتن آن هستند ـ نیز، مهم است. سرانجام، اگر در این نوشتار به «مهندس طرح» که بیشتر از میان مهندسان رشته ساختمان است، تکیه شده است، هرگز نباید همکاری روزانه و ناگسستهٔ زمین‌شناسان، خاک‌شناسان و زمیناب‌شناسان را در طرحهای خاکچال بهداشتی شده، کم‌بها پنداشت.

۴. گفتارهای نوشتار

دوازده گفتار زیر، پایهٔ این دفتراند:

۱ ـ تاریخچهٔ خاکچال، ریختن زباله پسمانده در درون زمین.
۲ ـ گزینش جای خاکچال.
۳ ـ پیدایش آبزباله و گاز در خاکچال، شیوهٔ ارزیابی چندی و چونی آبزباله.
۴ ـ شناخت و رده‌بندی پسمانده‌ها؛ پسماندهٔ خطرزا و بی‌خطر.
۵ ـ خاکچالهای خودپالا، فرایند خودپالایی و شیوهٔ برخورد با آن.
۶ ـ مبانی طرح خاکچالهای دوربسته.
۷ ـ روکشهای گوناگون، آب‌بندی دیواره و کف خاکچال.
۸ ـ بخشهای متشکلهٔ خاکچال.
۹ ـ ساختمان، آزمایش، سنجش و وارسی چگونگی کار بخشهای گوناگون خاکچال.
۱۰ ـ پایش، یا کارنگری خاکچالها.
۱۱ ـ گردانندگی و نگهداری روزانه و درازمدت خاکچال.
۱۲ ـ بررسی مالی، برآورد هزینهٔ ساختمانی، گرداندن و پایش و بستن روی خاکچالهای پُر شده.

omoorepeyman.ir

یک‌بار دیگر یادآور می‌شویم که ساختمان خاکچال، فنی است که همکاری همه‌جانبهٔ گروههای گوناگونی از مهندسان محیط زیست و بهداشت همگانی، شیمی‌دان، ریاضی‌دان، آگاهان از مصالح ساختمانی و نیز آشنایان به‌قانون مالکیت و کارهای حقوقی را، لازم دارد. این فن، پیشینه‌ای دیرینه ندارد. کاری تازه است و آگاهی همگانی از آن کم. از این‌رو، پاسخ به‌همهٔ دشواریهای طرح و گرداندنش به‌گونه‌ای روشن و قطعی، همیشه میسر نیست. پاسخ به‌هر گرفتاری، نیاز به‌بررسی چندجانبه دارد، و هر پاسخی را هم نباید کامل پنداشت.

در پایان، لازم به پافشاری است که سود جستن از خاکچالهای بهداشتی برای دفع زبالهٔ شهری، در سرزمینهای گسترده‌ای چون ایران‌زمین، مناسبترین شیوه است. زیرا، با بودن زمین فراوان پیرامون شهرها، ــ جز در بخش‌های خاصی از این سرزمین که بارندگی بسیار و سفره آب زیرزمینی بالا و شهرها و روستاها به‌یکدیگر پیوسته شده‌اند ــ روی‌آوردن به راه‌حلهای کاربردی در کشورهای کوچک و صنعتی، به‌مانند سوزاندن زباله در کوره‌های زباله‌سوز، یا کود زباله‌سازی را نباید چشم‌بسته و به‌صورت دربست پذیرفت، زیرا که روشهایی بی‌دردسر و اقتصادی برای ما نمی‌توانند باشند.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

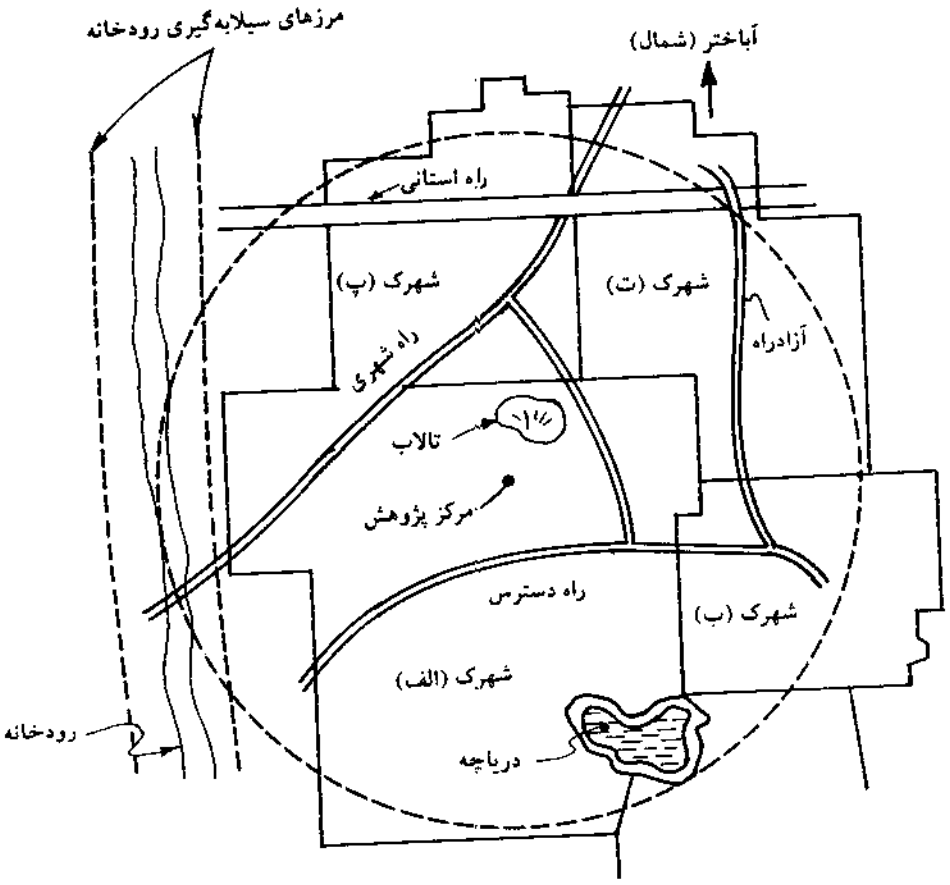
گفتار دوم

گزینش جای خاکچال

۱. شناسایی

جای خاکچال، ضمن آنکه باید از دیدگاه فن زمین‌شناسی پذیرفتنی باشد، نباید ناخشنودی مردم پیرامونش را برانگیزد. نخستین گام در گزینش جای خاکچال شناسایی چند «زمین» است، زمینی که پاسخگوی دو خواست بالا باشد. آنگاه، به بررسی این زمینهای احتمالی در چارچوب دایره‌ای به‌شعاع بیشترین فاصلهٔ بردن زباله تا خاکچال، که «پرتو پژوهش» نامیده می‌شود، می‌پردازند که در پایگرد بررسیها و متناسب با یافته‌های دیگر، می‌شود کمی آن را جابه‌جا کرد. سپس، نقشهٔ راه و جاده‌های شهر، برونشهر و کارخانه‌هایی که باید پسمانده‌شان را به‌خاکچال ببرند، مشخص می‌کنند. در این بررسی، شهر یا کارخانه‌های تولید پسمانده را ــ بسته به‌بزرگی و ظرفیت تولید زبالهٔ هریک ــ در مرکز دایره فرض می‌کنند، شکل ۲ ـ ۱. اگر درون این چارچوب پژوهش، جایی مناسب به‌دست نیاید، به اندازهٔ «دایره پژوهش» می‌افزایند. چنان‌که بیش از یک منبع پسمانده وجود داشته باشد، یا بخواهند زباله چندین شهر نزدیک به‌هم را یک جا گرد آورده و چال کنند، بهتر است کارگاهی را برگزینند که همهٔ پسماندهٔ تولیدکنندگان را دربرگیرد. همزمان با برداشتن این گامهای دفتری، بهتر است که با همهٔ سازمانهای دست‌اندرکار خدمات شهری، شهرداریها و

omoorepeyman.ir



شکل ۲ ـ ۱. «پرتو پژوهش» برای گزینش جای خاکچال.

دیگر تولیدکنندگان پسمانده، به‌گفت و شنود نشسته و نه تنها آنان را از جاهای ممکن برای ساختمان خاکچال آگاه سازند، بلکه به‌نظرخواهی در آن زمینه نیز بپردازند. همکاری ناگسستنی شهرداریها با مهندسان طرح، بسیار پرارزش و مهم است، تا از روز نخست، کار به‌درستی و با روالی تأییدشده پیش برود. اگر سازمانهایی در آستانهٔ نوشتن آیین‌نامه‌های

omoorepeyman.ir

خاکچال بهداشتی هستند، بهتر است پیش‌نویس‌های آنان وارسی و در صورت لزوم، طرح با آن آیین‌نامه‌ها هماهنگ گردد. با در نظر گرفتن این نکته که بهتر است جای خاکچال، کنار آبادیها یا کنار راه و جاده‌های اصلی باشد، انجام بررسیهای زیر، برای یافتن مناسبترین کارگاه پیشنهاد می‌شود:

۲. گردآوری یافته‌ها و آگاهیها

نخستین گام برای بررسی در چارچوب «پرتو پژوهش»، گردآوری نقشه‌های ترازنما، نوع خاکهای گوناگون زیرزمینی، نقشهٔ راهها و جاده‌ها، به‌ویژه، نقشهٔ شهر باگسترش بیست سال آینده است. در این وهله از بررسی، بهتر است آگاهی بیشتری از نوع ماده‌های وازده، پسمانده، یا زبالهٔ شهری و مقدار روزانهٔ آنها نیز فراهم آورد.

۲ـ۱. نقشه‌های ترازنما

این نقشه‌ها، نمودار پستی و بلندی زمین کارگاه و نشانگر جهت جریان آبهای بارندگی، جای آبرفتها، نهرها و زهکشهاست. در این نقشه‌ها، چه بساکه جای تالابها نیز ــ که جای پرندگان به‌هنگام کوچیدن موسمی آنهاست ــ نشان داده شده باشد. با در دست داشتن این نقشه‌ها، می‌توان «زمین» هایی راکه در مسیر جریان طبیعی آبهای بارندگی و مسیلها نیستند، مشخص کرده و از همان آغاز کار بررسی و از گزینش زمینهایی که گرد آمدن آب در آنها بر افزایش آبهای زیرزمینی منطقه کمک می‌کند، دوری گزید.

۲ـ۲. نقشه‌های خاک‌شناسی

نقشه‌های خاک‌شناسی که معمولاً برای کارهای کشاورزی تهیه می‌شود، نشان‌دهندهٔ نوع خاک در نزدیکی سطح زمین است، و از این‌رو، در بررسی‌های مربوط به‌طرح خاکچالهای خودپالا، سودمنداند.

۲ـ۳. نقشه‌های «زمین»

این نقشه‌ها، نشان‌دهندهٔ مرزبندی و محدودیتهایی است که از سوی دولت، در استفاده از

omoorepeyman.ir

زمینهای شهری وضع شده است. چه‌بسا که زمین دلخواه بر پایهٔ بررسیهای نخستین، زمینهای جنگلکاری و کشاورزی، با گردشگاه همگانی قلمداد شده باشد، و از همان بدو کار به‌کنار نهاده شود.

۲ ـ ۴. نقشه‌های راهها و جاده‌ها

این نقشه‌ها، مسیر راه، جاده، راه‌آهن و فرودگاهها را نشان می‌دهد. با بررسی آنها می‌توان کارگاهی را برگزید که برخوردی با این‌گونه تسهیلات همگانی به‌وجود نیاورد و نیز در جایی قرار گیرد که به ساختمان جاده‌های دیگری جز جادهٔ دسترسی به‌خاکچال، نیازی نباشد.

با در دست داشتن این نقشه‌ها، می‌توان فاصلهٔ حمل خاک‌رس مورد نیاز در خاکچال را دانست، و هزینه‌های بهره‌برداری از خاکچال را پیش‌بینی کرد. در این بررسیهاست که می‌توان طرحهای دیگر آبادانی شهری را، با طرح ساختمان خاکچال، هماهنگ کرده جاده‌ای را پهن‌تر نمود، یا تغییر مسیر داد تا دسترسی خودروها و آمدوشد آنها به‌کارگاه، آسانتر انجام پذیرد.

۲ ـ ۵. نقشه‌های آبرسانی

نقشه‌های آبرسانی و لوله‌کشیهای آن، به‌طور معمول، یکجا فراهم نشده است، اما می‌شود برای «زمین»های در دست بررسی، یافته‌ها را پیش هم نهاد و مطمئن شد که فراهم آوردن آب برای نیازمندیهای خاکچال، دشوار نیست. این‌گونه نقشه‌ها، به‌طور معمول، جای چاههای همگانی و خصوصی آب، ظرفیت آبدهی، مقدار و نوسان مصرف آب از هر چاه را نشان می‌دهد. «زمین» خاکچال، دست‌کم ۴۰۰ متر دورتر از نزدیکترین منبع آب، در نظر گرفته می‌شود.

۲ ـ ۶. نقشه‌های دشت و زمینهای سیلاب‌گیر

این نقشه‌ها، نشان‌دهندهٔ زمینهای پیرامون شهر است که احتمال سیلاب‌گیری آنها در صد سال آینده، وجود دارد. باید در گزینش جای خاکچال، از این‌گونه زمینها دوری جست و در مورد دفع پسمانده‌های خطرزا، کارگاه خاکچال باید در چنان زمینی باشد، که سیلاب

omoorepeyman.ir

احتمالی پانصد ساله هم، آن را فرا نگیرد.

۲ـ۷. نقشه‌های زمین‌شناسی

این نقشه‌ها، چگونگی لایه‌های خاک و چینه‌بندیهای درون زمین را روشن می‌کند. از این‌رو، برای گزینش برداشتگاه خاک‌رس و به‌ویژه آگاهی از میزان اثر یخبندانها بر برداشتگاههای خاک رس در سرزمینهای سردسیر، سودمند است.

۲ـ۸. عکسهای هوایی

چه‌بسا برای زمینهای دردست بررسی، چنین نقشه‌هایی فراهم نشده باشد. در این‌صورت، برای کاستن هزینهٔ تهیهٔ عکسهای هوایی، بهتر است «زمین»های محتمل را نشان کرده، و برداشتن عکسهای هوایی آن مناطق را همگام با نقشه‌برداری زمینی انجام داد. در این نقشه‌ها، به‌طور معمول، جای برکه، مسیل، نهر و آبرفتها نیز، نشان داده می‌شود.

۲ـ۹. چگونگی و نوع پسمانده

نخستین گام در شناخت کیفیت پسمانده، پی بردن به‌خطرزا بودن یا بی‌خطر بودن زباله و پسمانده‌ها است، زیرا، چال کردن این دوگونه پسمانده، یکسان انجام نمی‌گیرد. پسمانده‌ای مانند زبالهٔ شهری، ممکن است بی‌خطر باشد، اما با پسمانده‌های صنعتی بی‌خطر، در یک رده به‌شمار آورده نشود. زیرا زبالهٔ شهری، بسیار گوناگون، درهم آمیخته و ناهمگن است، در حالی‌که پسمانده‌های صنعتی، یکدست‌تر است و یا آمیخته‌ای از دو یا سه‌گونه پسماندهٔ مشخص است. از این‌روست که رده‌بندی زباله و پسمانده، در گزینش جا و طرح خاکچال، اهمیت پیدا می‌کند.

۲ـ۱۰. مقدار پسمانده

برآورد حجم پسمانده‌های صنعتی بی‌خطر و پسمانده‌های خطرزا، بر پایهٔ گزارشهای دردست از دیگر کارگاههای همانند، آسان است. برای کارخانه‌های دردست ساختمان نیز، می‌توان با بررسی مقدار پسماندهٔ کارخانه‌های مشابه، به برآوردی پذیرفتنی رسید. اما،

omoorepeyman.ir

برآورد حجم زبالهٔ شهری، به‌آسانی انجام‌پذیر نیست. زیرا، مقدار آن از شهری به‌شهر دیگر، و از کشوری به‌کشور دیگر تفاوت دارد. برای شهرهای آمریکا، مقدار زبالهٔ تولیدی سرانه در روز، ۱ تا ۲ کیلوگرم (۶۵۰ تا ۸۱۵ کیلوگرم در یک متر مکعب) و برای شهرهای نوبنیاد، این مقدار، که شامل زباله‌های ساختمانی هم می‌شود، به‌بیش از ۳ کیلوگرم در روز می‌رسد. با برآورد شمار مردم شهر در دورهٔ طرح خاکچال، می‌توان ظرفیت خاکچال دلخواه را حدس زد.

۲ـ۱۱. حجم خاکچال

با دانستن مقدار زباله و خاکی که روی لایه‌های پسمانده ریخته می‌شود، می‌توان حجم خاکچال را با توجه به‌اینکه هنگام چال کردن زباله شهری، پس از پایان کار روزانه، روی زباله‌های چال‌شده را با خاک، به‌نسبت ۱ به ۴ تا ۱ به ۵، می‌پوشانند، محاسبه کرد.

۲ـ۱۲. فراهم آوردن ابزار کار خاکچالها

گرچه فراهم آوردن ابزار موردنیاز، برای بهره‌برداری از خاکچال، در انجام بررسیهای نخستین لازم نیست، اما پیشنهاد می‌شود که از همان آغاز کار، امکان خرید و دستیابی به‌آنها، در نظر گرفته شود. در مورد شهرهایی که لجنِ به‌دست آمده از تصفیهٔ فاضلاب شهری، در خاکچال ریخته می‌شود، داشتن بارکشهای ویژه‌ای موردنیاز است که به‌هنگام بردن لجن از تصفیه‌خانه شهر تا خاکچال، راهها و جاده‌ها را با آبِ لجن آلوده نگرداند.

۲ـ۱۳. بازیابی و سوزاندن زباله

روش سوزاندن همه، یا بخشی از زبالهٔ گردآمده ــ که در برخی از کشورها، سوزاندن زباله ممنوع شده است ــ کاری است که از همان آغاز بررسی، باید مورد توجه باشد. باید هشیار بود که بازیابی از زباله، در سرزمینهای پهناور، از شهرهای دور از یکدیگر، یا در مناطقی از جهان که دسترسی به‌کود شیمیایی ارزان فراهم است، از دیدگاه فنی و اقتصادی، ممکن است روش درستی نباشد. به‌ویژه آنکه، کود زباله، مواد ازته و فسفاته چندانی ندارد. همیشه

omoorepeyman.ir

باید به‌خاطر داشت، که اساس طرحهای دفع زباله، برای حفظ آبهای زیرزمینی، تأمین بهداشت و پاکیزگی محیط زیست مردم و شهروندان است و نه فراهم آوردن کود از زباله.

۲ـ۱۴. بهره‌جویی از خاکچالهای موجود

در شهرهایی که دارای خاکچال هستند، گاه به‌جای ساختمان یک خاکچال نو، گسترش و نوسازی خاکچال موجود، ارزانتر تمام می‌شود. هزینه‌های نهفته در ساختمان خاکچال نو، مانند هزینه‌های نگهداری، بهره‌برداری، نمونه‌برداری و پایش آبهای زیرزمینی، برای یک یا دو کارگاه، تفاوت بسیار دارد. بهتر است همهٔ خاکچالهای یک منطقه، روی یک نقشه نشان داده شود، تا هنگام ناچاری و پایان نپذیرفتن به‌هنگام خاکچال دردست ساختمان، امکانات استفاده از مناسبترین خاکچالهای موجود، فراهم شده باشد.

۲ـ۱۵. پیش‌بینی بودجه

ساختمان خاکچال پُرهزینه است. پس از همان آغاز کار، باید بودجهٔ لازم و منبع تأمین آن، برای فراهم آوردن طرح، ساختمان، گرداندن و پایش خاکچال، مشخص گردد. باید هزینه هر وهله از کار، پیش از دست‌زدن به‌هر بخش از کار، در نظر گرفته شود. بازماندن و وقفه در میانهٔ اجرای طرح، نه تنها در پیشرفت کار خدشه وارد می‌کند، بلکه از سرگرفتن دوبارهٔ کار مقدار بسیار زیادی بر هزینه‌های پیش‌بینی شده می‌افزاید.

۳. ویژگیهای خاکچال

بهتر است جای خاکچال دور از منابع طبیعی آب، مانند برکه، دریاچه، رودخانه، چاههای آب، تالاب یا دشتهای سیلاب‌گیر، و نیز، جاده‌های همگانی، شاهراهها، راه‌آهن و فرودگاهها انتخاب شود. افزون بر این، برای پاک نگهداشتن آبهای زیرزمینی و آبهای روان از آلودگیهای ممکن، بهتر است خاکچال را در پایین‌دست این‌گونه منابع و با در نظر گرفتن فاصله‌های زیر، برگزید:

omoorepeyman.ir

۳ـ۱. منابع طبیعی آب

خاکچال نباید در فاصله‌ای کمتر از ۳۰۰ متر از دریاچه، یا برکه، یا هرگونه آب‌بند و سد، یا در فاصله‌ای کمتر از ۱۰۰ متر از رودخانه یا نهر ــ به‌ویژه اگر رودخانه برای کشتیرانی به‌کار رود ــ ساخته شود. چنانچه فراهم آوردن چنین فاصله‌ای با دشواری روبرو شود، با انجام کارهای ساختمانی ویژه‌ای، می‌توان این فاصله را تا به ۳۰ متر، کاهش داد.

۳ـ۲. زمینهای سیلاب‌گیر

خاکچال را نباید به‌جز هنگام ناچاری، در زمینی که احتمال سیل صدساله در آن هست، ساخت. در چنین حالتی، بهتر است به‌ساختن پشته‌های خاکی در کنارهٔ نهر پرداخت، تا از ورود سیل به‌زمین خاکچال، جلوگیری شود. اما هرگز نباید زمین خاکچال را در زمینهای سیلاب‌گیر کنار رودخانه، بنا کرد.

۳ـ۳. جاده‌ها و بزرگراهها

زمین خاکچال، دست‌کم باید ۳۰۰ متر از حریم جاده‌ها و بزرگراهها، دور باشد. بهتر است میان جاده و خاکچال، پشته‌های خاکی ساخته و روی آن را درختکاری کرد تا جاده و چشم‌انداز پیرامون آن، به‌زشتی نگراید.

۳ـ۴. گردشگاههای همگانی

زمین خاکچال، باید دست‌کم ۳۰۰ متر از گردشگاهها فاصله داشته باشد، و با برپا کردن چپرهای بلند و نصبِ در، برای آمد و شد، از نزدیک شدن مردم به‌کارگاه خاکچال، جلوگیری نمود.

۳ـ۵. شکارگاهها و زیستگاههای پرندگان

باید از ساختن خاکچال پیرامون شکارگاهها و زیستگاههای پرندگان خودداری ورزید، تا جان آنان به‌خطر نیافتد و نیز، از گسترش آلودگیهای خاکچال به‌آبادیهای نزدیک، پیشگیری به‌عمل آید.

omoorepeyman.ir

۳ـ۶. تالابها

خاکچال را نباید در تالابهایی بنا کرد، که از دیدگاه سازمانهای گوناگون و در کشورهای مختلف، یکسان تعریف نشده‌اند.

۳ـ۷. فرودگاهها

برای پیشگیری از نزدیک شدن پرندگانی که همیشه روی کارگاه خاکچال، در پی خوردنی به‌پروازاند، باید میان کارگاه خاکچال و فرودگاه، دست‌کم ۳ کیلومتر فاصله باشد.

۳ـ۸. چاههای آب

برای پرهیز از هرگونه آلودگی آب چاهها، باید میان خاکچال و چاههای آب شهری، دست‌کم ۴۰۰ متر فاصله باشد. اگر چاههای آب در پایین‌دست باشند، دوراندیشی بیشتری لازم است.

۴. مردم و طرح خاکچال

برای آگاهی همگانی، به‌ویژه مردم نزدیک به‌خاکچال، بهتر است از همان آغاز کار، نشانی «زمین» های دردست بررسی را دراختیار آنان گذاشت. بالا بردن آگاهی مردم از سودمندیهای طرح خاکچال و گرفتاریهای ناشی از آلودگیهای احتمالی آن، بسیار مهم است.

پذیرش مردم از برنامه‌های بهزیستی شهری، همان اندازه پراهمیت است، که بررسیهای فنی و اقتصادی آن. زیرا، ساختمان و بهره‌برداری از خاکچال، با سر و صدای آمدوشد خودروها، گرد و غبار شلوغی و کاهش ارزش زمین و ساختمانهای پیرامون آن، همراه است. بنابراین، ناخشنودی مردم از اجرای چنین طرحهایی، چندان هم بی‌پایه نیست.

۵. فهرست‌بندی «زمین» های دردست بررسی

برپایهٔ آنچه یاد شد، بهتر است زمینهای احتمالی برای ساختمان خاکچال، مرزبندی و مشخص شده، نقشهٔ آنها دراختیار همگان و به‌ویژه دارندگان زمینهای همجوار، گذاشته

omoorepeyman.ir

شود. روشن کردن طرح و نوشتن مفاهیم آن به‌زبانی ساده، بسیار مهم است، تا مردم خود را با مبانی طرح، همراه و شریک بدانند و خود نیز راههای بهتری پیشنهاد نمایند، و اطلاعاتی را مطرح کنند، که چه بسا مهندسان، از آن آگاه نباشند. این شیوهٔ برخورد با طرح، همیشه یاری‌رسان است. شناخت فنی زمین کارگاه، اصل دیگری از کار است که سرانجام، بر آن پایه می‌توان برخی از «زمین»ها را کنار گذاشت و از شمار زمینهای دردست بررسی کاست. با در نظر گرفتن اینکه، «زمین» دردست بررسی، ممکن است، صاحبان زیادی داشته باشد، باید از گرفتاریهای حقوقی نیز آگاهی داشت تا خرید و فراهم کردن «زمین» با دشواری برخورد نکند.

در طول دوران انجام این بررسیها، لازم است مهندس طرح سازمانهای مربوطه و شهرداری را از بررسیهای انجام‌شده آگاه کند تا هنگام ارائهٔ گزارش، برخورد بازدارنده‌ای از پیشرفت کار پیش نیاید.

٦. گزینش قطعی زمین خاکچال

شاید در آغاز کار، بیش از ده قطعه «زمین» در نظر گرفته شود، اما تنها دو یا سه قطعه «زمین»، به‌همهٔ خواستهای فنی، مالی و پذیرش همگانی، پاسخگو می‌شود. پس از انجام این وهله از کار و محدود کردن شمار زمینها، باید به‌بررسی فنی زمینهای به‌جا مانده پرداخت؛ و نیز، گزینش برداشتگاه یا برداشتگاههای خاک‌رس را، برای پوشش روزانهٔ پسمانده را هم آغاز کرد.

٦ـ١. شناخت فنی زمین

منظور از شناخت فنی زمین خاکچال، آگاهی از چگونگی لایه‌ها و چینه‌بندی خاک و تراز آب زیرزمینی کارگاه است. برای پرداختن به‌این بخش از بررسی، گامهای زیر برداشته می‌شود:

بررسی لایهٔ زیرین زمین کارگاه : با نمونه‌برداری از خاک زیرزمین، می‌توان به‌چگونگی لایه‌بندی زمین کارگاه پی برد. اگرچه ویژگیهای مکانیکی خاک، یعنی یکپارچگی و ایستایی

omoorepeyman.ir

آن، اساس بررسی در شناخت لایه‌های زیرزمین نیست، اما مطالعهٔ یکپارچگی لایه‌های رسی پُر از مواد آلی، یا خاکهایی که گمان ریزش آنها می‌رود، بسیار مهم است. نکتهٔ مهم دیگر در شناخت فنی خاک، دانستن میزان تراوایی آزمایشگاهی و تراوایی کارگاهی لایه‌های خاک زیرزمین است. در طرحهای بزرگ، باید تراوایی افقی و عمودی از نمونه‌های دست‌نخورده از خاک را هم به‌دست آورد. این نسبت، برای خاکهای رس گوناگون، رقمی کمتر از ۷ است، اما برای خاکهای کائولینی تا به ۲۰ و در برخی از خاکهای رس با دانه‌بندی کاملاً افقی، ممکن است تا به ۱۰۰ هم برسد.

از دیگر بررسیهای فنی خاک در طرحهای خاکچال، چندمورد زیر، اهمیت بیشتری دارند:

الف) حد آتربرگ (Atterberg) برای خاکهای ریزدانه.

ب) دانه‌بندی و چگونگی پخش دانه‌ها.

ج) وجود شکستگی در لایه‌های رسی.

د) کلفتی هر لایه.

ه) ژرفای بستر سنگی.

و) ویژگیهای بستر سنگی.

ز) مقدار نم طبیعی خاک و درجه سیرآبی لایه رسی.

دو مورد آخر، برای آگاهی از سطح آب زیرزمینی در لایه‌های خاک رس، جا و تراز ایستابه زیرزمینی ــ که با کارگذاری چاههای پایش آبهای زیرزمینی عملی می‌شود ــ مهم است. بودن خاک‌شناس و زمیناب‌شناس، هنگام انجام این‌گونه بررسیهای کارگاهی، ضروری است. از دیگر کارهای این مرحله، فراهم آوردن برنامهٔ گمانه‌زنی، با همهٔ جزییات آن است. یادداشت‌برداری از دیده‌ها و شنیده‌ها و تهیهٔ گزارش روزانه کار، باید جدی تلقی شده، اهمیت آن همواره به‌کارکنان گوشزد گردد و انجامش از آنان خواسته شود.

شمار نمونه‌های خاکبرداری و گمانه‌زنی لازم، که به‌درستی لایه‌های خاک و سطح سفره آب زیرزمینی را مشخص می‌کند، در طرحهای گوناگون یکسان نیست، اما برای راهنمایی، به‌پیشنهادهای زیر توجه شود:

۱) شمار گمانه‌ها در سطح کارگاه خاکچال، باید چنان باشد که دست‌کم تا ۲۵٪ بیش از سطح کارگاه را دربر گیرد.

omoorepeyman.ir

۲) برای ۲ هکتار نخست از زمین خاکچال، ۵ گمانه و از آن پس برای هر هکتار از زمین کارگاه، ۲ گمانه لازم است، که باید همهٔ سطح کارگاه را دربر گیرد.

۳) ژرفای گمانه‌ها، دست‌کم باید تا به ۷/۵ متر زیر پی خاکچال برسد.

این گمانه‌ها برای شناخت نوع و چگونگی خاک و آگاهی از ژرفای بستر سنگی و آبخیزگاه است. اگر ژرفای بستر سنگی و آبخیزگاه زیاد باشد، بهتر است دست‌کم دو گمانه را تا ۲ متر، درون آبخیزگاه و بستر سنگی ادامه داد.

از آنجا که رساندن ابزار و ماشینهای گمانه‌زنی به کارگاه پرهزینه است، باید برنامهٔ کار چنان چیده شود که نیازی به‌باز گرداندن دوبارهٔ این ابزار به کارگاه نباشد.

۶ـ۲. بررسی برداشتگاههای خاک

گرچه برای خاکچالهای خودپالا، خاک رس روزانهٔ چندانی لازم نیست، اما برای خاکچالهای مربوط به‌پسمانده‌های خطرزا، فراهم کردن خاک رس لازم، پرهزینه است. از این‌رو، باید از آغاز کار برداشتگاه یا برداشتگاههای گوناگون خاک رس را شناسایی کرد و اگر ساختمان زهکش هم لازم باشد، برداشتگاه ماسه نیز در مد نظر قرار گیرد. ویژگیهای زیر برای خاک مورد نیاز پیشنهاد می‌شود:

۶ـ۲ـ۱. خاک رس

خاک رس را برای لایهٔ نخست، یا در خاکچالهای دوروکشه، برای لایهٔ دوم نیز به‌کار می‌برند. چالهای آزمایش و گمانه‌های زده شده در کارگاه، جای خاک رس، گستردگی آن و اینکه لایه‌ها افقی هستند یا عمودی، مشخص می‌کند، و به‌شناخت برداشتگاه خاک رس و مقدار خاک برداشتی ممکن، کمک می‌نماید. بهتر است، ۵ چال آزمایشی و ۵ گمانه برای هر دو هکتار نخست، و ۲ چال و ۲ گمانه برای هر هکتار اضافی از زمین کارگاه، زده شود به‌گونه‌ای که همه سطح کارگاه را، همسان دربر گیرد. نمونه‌های برداشتی، باید نمودار لایه‌های زیرزمینی و چگونگی رده‌بندی خاک باشد. از این‌رو، بهتر است دیده‌ها و شنیده‌ها، در گزارشهای روزانه یادداشت شود، که گاهی در آینده، می‌تواند مشکل‌گشا شود. چنانچه ضخامت لایه رسی زیرزمین کارگاه، کمتر از ۱/۵ متر باشد، از برداشت آن چشم می‌پوشند.

omoorepeyman.ir

سپس، منحنی دانه‌بندی خاک رسی را، که گمان می‌رود برداشت خواهد شد، ترسیم کرده و حد آتربرگ را برای دست‌کم ۲ تا ۳ نمونه از لایهٔ رسی تعیین می‌کنند.

خاک رس درجا کوبیده‌ای که تراوایی آن، ۱×۱۰^{-۷} سانتیمتر بر ثانیه و کمتر باشد، خاکی دلخواه است، اما از دید راهنمایی در به‌دست آوردن کمترین تراوایی خاک، مشخصات زیر پیشنهاد می‌شود: حد آبگونی ۲۰ تا ۳۰ درصد، نمایهٔ خمیری ۱۰ تا ۲۰ درصد، دانه‌های ۰/۰۷۴ میلیمتری یا کمتر (الک ۲۰۰)، ۵۰ درصد یا بیشتر، خاک رس ۰/۰۰۲ میلیمتری یا ریزتر، ۲۵ درصد یا بیشتر. با این ویژگیها، خاکی که منحنی دانه‌بندی‌اش (S وارونه) باشد، به‌آسانی کوبیده شده و کمترین تراوایی را به‌دست می‌دهد. خاک با رس زیاد و دانه‌بندی نایکنواخت، به‌آسانی کوبیده نمی‌شود و هر اندازه هم که کوبیده شود، کمترین تراوایی از آن، حاصل نمی‌گردد.

برای به‌دست آوردن منحنی اصلاحی پروکتور، که پنج نقطه از منحنی را دربر گیرد، بهتر است پنج نمونه برای چهار هکتار نخست، و یک نمونه برای هر دو هکتار دیگر، درنظر گرفته شود. پس، برای چهار هکتار نخست پنج منحنی اصلاحی پروکتور، و برای هر دو هکتار دیگر از برداشتگاه خاک، یک منحنی پروکتور به‌دست خواهد آمد.

مطالعهٔ پیوند میان کوبیدن، مقدار نم به‌هنگام کوبیدن، و تراوایی لایه‌های خاک رس که از نو کوبیده می‌شود، بسیار مهم است. برای این کار، بهتر است که تراوایی نمونه‌های پروکتورهای اصلاحی بررسی شده برپایه آن حدود از تغییرات تراوایی، که متناسب با مقدار نمهای گوناگون است (در رابطه با مقدار کوبیدن) مشخص شود. پژوهشهای انجام شده، گویای آن است که خاک خیس‌تر از نم مطلوب، تراوایی کمتری را به‌دست می‌دهد، تا خاکی که کمتر از نم مطلوب خیس باشد. خاک خیس‌تر از مقدار نم مطلوب، ورزپذیری و سرشتن بهتری را برای خاک فراهم می‌آورد.

۶ـ۲ـ۲. ماسه

بیشترین مقدار تراوایی (۱×۱۰^{-۲} تا ۱×۱۰^{-۳} سانتیمتر بر ثانیه) را از ماسهٔ شستهٔ زبردانه، با حداکثر ۵ درصد از دانه‌های زیر ۰/۰۷۴ میلیمتر (الک ۲۰۰)، به‌دست می‌آید. شمار گمانه و چالهای آزمایشی، همان است که در بالا، برای خاک رس آورده شد. اگر ضخامت لایه

omoorepeyman.ir

ماسه‌ای کمتر از ۱/۵ متر باشد، بهتر است از برداشتن آن چشم‌پوشی شود. برای انجام دو گونه آزمایش لازم از ماسه، دو یا سه نمونه از هر چال یا گمانه برداشته شده و هر نمونه به‌طور جدا آزمایش می‌شود، تا چگونگی دانه‌بندی و مقدار تراوایی آن برای ۸۰ تا ۹۰ درصد تراکم نسبی، روشن گردد. ناگفته نماند که تراوایی ماسه شسته، ارتباط چندانی با کوبیدن آن ندارد.

۶ـ۲ـ۳. خاک لای‌دار

۶۰ تا ۹۰ سانتیمتر خاک لای‌دار را، روی پوشش پایانی خاکچال که از جنس رس است، می‌ریزند، تا از یخ‌زدگی، خشک شدن و ترک خوردن آن، جلوگیری شود. شمار چال و گمانه برای دانستن وضع برداشتگاه خاک لای‌دار، همان است که برای برداشتگاه خاک‌رس گفته شد.

الف) روخاک . آخرین لایه خاکی روی پوشش پایانی خاکچال را، روخاک می‌گویند که پر از مواد آلی است. معمول است که در آغاز کار ساختمانی، خاک رویهٔ زمین طبیعی را پس زده و برای کاربرد روی پوشش پایانی، در کارگاه انبار می‌کنند. اگر چنین خاکی یافت نشود، یا به‌اندازه نباشد، باید برداشتگاه چنین خاکی نیز، در آغاز کار، بررسی شود. رایزنی با مهندسان کشاورزی، برای بهبودی و افزایش توان خاک و دانستن مقدار اسید خاک که با آمیختن با خاکهای دیگر میسر می‌گردد، شیوه‌ای پسندیده است.

ب) شبکه گردآوری آبزباله و روکشهای ساختگی . بهتر است به‌هنگام بررسیهای نخستین با سازندگان لوله و سازندگان روکشهای گوناگون ساختگی (ماشینی)، به‌گفتگو نشست و از ساخته‌ها و فرآورده‌هایی که بر سازندگان آن روشن است و در آستانهٔ آوردن به‌بازار، یا در برنامه‌های آینده آنان است، پیش‌آگاهی یافت.

۷. گزارش بررسیهای نخستین

هدف از بررسی‌های نخستین، آگاهی از مناسب بودن کارگاهی است که برای ساختمان

omoorepeyman.ir

خاکچال شهر، یا چال کردن پسمانده‌های ویژه، پیش‌بینی شده است. این گزارش، باید در هماهنگی با خواستهای کارفرما باشد و از نظر فنی و برخی از گرفتاریهای حقوقی در به‌دست آوردن زمین یا زمینهای لازم، پیش‌بینی‌های ممکن را خاطرنشان کند. برخی دیگر از نکته‌هایی که در این‌گونه گزارشها گنجانده می‌شوند در زیر یاد شده است.

۷ـ۱. ویژگیهای فنی خاک

گزارش نخستین، باید شرحی کامل از کارگاه خاکچال، نقشه بستر سنگی و ژرفای آن، چگونگی توزیع بخشهای دست نخورده و نامتراکم، و ترازنمای سطح زمین را ارائه دهد. خطهای تراز در نقشه تراز نما، بهتر است ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری باشد.

۷ـ۲. هیدرولوژی

بررسیهای هیدرولوژی، باید گویای ژرفای آب زیرزمینی، جهت جریان آب زیرزمینی، شیب هیدرولیکی افقی و عمودی آب، بودن هرگونه تقسیم، بُره و بخش شدن آب زیرزمینی و ژرفای سودمند آبخیزگاه باشد. برای دست یافتن به‌چنین آگاهی از زیرزمین، از چاههای بازدید که کنده یا کارگذاری می‌گردند، استفاده می‌شود. اگر سازمانهای دست‌اندرکار شمارش چاهها را در آیین‌نامه نیاورده باشند، پیشنهادهای زیر، در این زمینه سودمند است:

ـ برای دو هکتار نخست، دو چاه تا سفره آب زیرزمینی لازم است. دست‌کم در ۲۵ درصد از محل سفره آب زیرزمینی، باید چاه دوم را کار گذارد، تا بتوان پیزومتر عمودی را بررسی کرد. چاهها و پیزومترها باید به‌درستی کارگذاری شوند. به‌این معنی که از دانه‌های ریز و خرده خاکهای حاصل از سوراخ کردن زمین و جز اینها، پاک شوند و دیواره شکاف‌دار فلزی چاه نیز، از این‌گونه مصالح ریزدانه زدوده شده باشد تا اطمینان حاصل شود که آب به‌آسانی به‌درون چاه کشانده می‌شود. چنین کاری، نیاز به‌تلمبه‌زنی دارد و دست‌کم، دو تا سه برابر حجم آب چاه را باید تلمبه کرد. با این‌کار، سطح آب زیرزمینی برای مدتی، ایستا و یک تراز نمی‌ماند. برگشت آب به‌تراز نخست، در خاک رس، در بیشترین زمان و در زمینهای ماسه‌ای، در کوتاهترین زمان، رخ می‌دهد. نکته دیگر، نوسانهای سطح آب زیرزمینی در طول سال، یعنی همان نوسانهای موسمی است که با گذشت زمان تغییر می‌کند. پس، بهتر

omoorepeyman.ir

است تراز آب زیرزمینی را در طول سال، اندازه‌گیری کرد، تا نوسانهای موسمی آب و بالاترین تراز سطح آن، دانسته شود.

کیفیت آب زیرزمینی، باید پیش از ریختن و چال کردن پسمانده در خاکچال، دانسته شود. برای انجام آزمایش کیفی آب، می‌توان از آب چاه و پیزومتر نمونه‌برداری کرد و آزمایشهای لازم را انجام داد. شمارش نمونه‌ها، بهتر است دست‌کم چهار و یا از هر چاه نمونه‌ای برداشته شود.

۷ـ۳. اثر ساختمان خاکچال بر محیط زیست

بررسی اثر ساختمان خاکچال در محیط زیست پیرامون‌اش، مهم است. خاکچال، می‌تواند آثار ناخوشایندی بر جانوران، گیاهان و رستنیها و آبهای سطحی و زیرزمینی گذارده و هوای منطقه را نیز، آلوده کند. در این باره، لازم است مهندس طرح همیشه با کارفرما و سازمانهای دست‌اندرکار، در پی یافتن مناسبترین راههای اجرایی باشند.

۷ـ۴. طرح پنداره‌ای خاکچال

مهندس طرح خاکچال، باید طرح دلخواه پنداره‌ای خود را آشکارا به‌همگان نشان دهد. در این زمینه، روشن کردن چگونگی آب زیرین خاکچال، حجم و ظرفیت خاکچال، نوع، چگونگی و کلفتی روکش / روکشهای رسی یا مصنوعی، شبکه گردآوری آبزباله، ترازبندی پایانی کارگاه، پوشش پایانی خاکچال، جهت رانش آبهای سطحی در کارگاه، شیوه پالایش آبزباله (که در تصفیه خانه‌ای در کارگاه، یا بیرون از آن انجام خواهد گرفت)، کاربرد آیندهٔ کارگاه خاکچال پس از پُر شدن و تکمیل پوشش پایانی آن ـ که درختکاری شده و به‌فضای سبز و گردشگاه تبدیل خواهد شد ـ از نکته‌های مهم گزارش مهندس طرح است.

۷ـ۵. برنامه‌های پیش‌بینی‌نشده

گزارش، باید پیش‌بینی‌هایی را که در آغاز کار دور از ذهن می‌نماید، اما احتمال رویداد آنها وجود دارد، یادآوری کرده و رهنمود دهد. برای مثال، اگر آب زیرزمینی در گسترهٔ کارگاه، به هر دلیلی آلوده شد، چه راه یا راههایی برای بازیابی آن میسر است. این‌گونه پیش‌بینی‌ها،

omoorepeyman.ir

اگرچه برای خاکچالهای کوچک ضروری نیست، اما برای خاکچالهای بزرگ، با پسمانده‌های گوناگون بی‌خطر و خطرزا، بسیار مهم است. زیرا، دیده شده است برای کارگاهی که از همه نظر مناسب بوده، به‌این نتیجه رسیده‌اند که به‌رغم کاربرد روکش ماشینی و کوششهای فنی دیگر، باز هم از آلودگی آبهای زیرزمینی، نمی‌توان پیشگیری نمود و ناچار، جای کارگاه را عوض می‌کنند یا از روکش دولا یا روکش ساختگی با کیفیتی برتر، بهره می‌گیرند، که البته بسیار پُرهزینه است.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

گفتار سوم

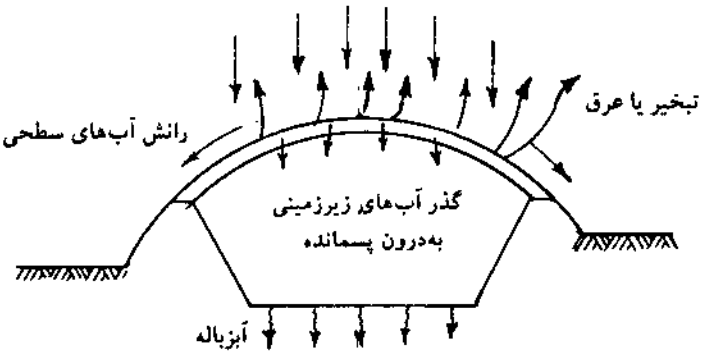
پیدایش آبزباله و گاز

۱. شناسایی

هدف از این گفتار شناساندن آبزباله و گاز حاصل از پسمانده و چگونگی بستگی آنها به‌طرح خاکچال است. آگاهی از چندی و چونی آبزباله در دوران بهره‌برداری از خاکچال و پس از بسته شدن روی آن، در گرداندن خاکچال، شیوهٔ تصفیه و دفع آبزباله اثر می‌گذارد. از اینرو، باید شناختی خوب از آن داشت.

آبزباله در خاکچال، در اثر خروج آب یا مایعهای دیگر از درون پسمانده و زباله، یا فشرده شدن زباله زیر سنگینی خود، به‌وجود می‌آید. آبزباله آلوده بوده و دارای مواد محلول و شناور گوناگونی است. فروشدن آبهای بارندگی و آب شدن برف در پوشش خاکچال، به‌هنگام رخنه و گذر از پسمانده، واکنشهای فیزیکی و شیمیایی پدید می‌آورد. این مایع آبگون با آبزبالهٔ ناشی از سنگینی و در هم فشردگی پسمانده فروتر رفته و به‌سفرهٔ آب زیرزمینی رسیده، آن را آلوده می‌سازد، شکل ۳ ـ ۱. افزودن بر آلودگیهای یادشده، جابه‌جا شدن میکروبهای گوناگون نیز برفرآیند پوسیدگی زباله‌های شهری و بر کیفیت آبزباله اثر می‌گذارد. از زباله‌شهری، گاز متان، اکسیدکربن، آمونیاک و گازهایی مانند هیدورژن سولفوره، در اثر کنش و واکنشهای میکروبی، متصاعد می‌شود. این گازها، در آب حل می‌شوند و

omoorepeyman.ir



شکل ۳ ـ ۱. چگونگی پیدایش آبزباله.

موجب واکنشهای دیگری می‌گردند. سپس، با آب و مایه‌های آبگون دیگر در آمیخته و ترکیبهای دیگری را پدید می‌آورند. به‌طوری‌که، اکسید کربن در ترکیب با آب، اسید کربنیک ایجاد می‌کند که خود برخی از ماده‌های کانی را حل کرده و ترکیبهای دیگری به‌دست می‌دهد. کنش و واکنشهای شیمیایی ـ بسته به‌چگونگی و نوع پسمانده ـ آمیخته‌های شیمیایی گوناگونی را پدید می‌آورد که باید از آنها آگاه بود. فراموش نشود که اگر از گذر آب از درون زباله جلوگیری شود، باز کمی آبگون آلوده، در اثر واکنشهای بیولوژیکی و شیمیایی حاصل می‌شود که آبزباله به‌شمار می‌آید و خانچال را باید متناسب با آثارآن، طرح و بنا کرد.

۱ ـ ۲. اثر پدیده‌های گوناگون در چگونگی آبزباله

پدیده‌های زیر، در کیفیت آبزباله مؤثراند:

۱ ـ ۳. ترکیب‌بندی مواد وازده

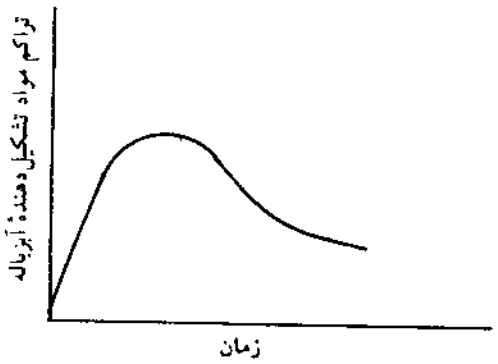
تغییر در ترکیب مواد وازده در زباله شهری، بیش از پسمانده‌های صنعتی است و چون میزان تغییر کیفی مواد پوسیدنی بیش از مواد ناپوسیدنی است، کیفیت آبزبالهٔ آشغالهای شهری، متنوع‌تر می‌شود.

۱ ـ ۴. زمان

کیفیت آبزباله، با گذشت زمان دگرگونه می‌شود، به‌طوری‌که غلظت آبزباله در سالهای

omoorepeyman.ir

نخست بهره‌برداری، از غلظت آن در سالهای بعدی بیشتر است. افت و خیز در چگونگی آبزباله، آن‌گونه که در شکل ۳ ـ ۲ نشان داده شده، یکنواخت نیست، زیرا، همهٔ مواد آلاینده همزمان با هم به‌بیشترین غلظت خود نمی‌رسند.



شکل ۳ ـ ۲. نمودار دگرشدن کیفیت آبزباله باگذشت زمان.

۱ ـ ۵. گرمی و سردی هوا

گرما و سرما، در نمو باکتریها و واکنشهای شیمیایی مؤثر است و در کیفیت آبزبالهٔ هر خاکچالی، اثر می‌گذارد. سرما و یخبندان، ممکن است برخی از یسمانده‌ها و آبزباله را منجمد کند و از پاره‌ای واکنشهای درونی، جلوگیری به‌عمل آورد. اگرچه گزارشهای دردست، نشان می‌دهد که در سخت‌ترین سرما نیز، تنها گوشه‌هایی از خاکچال، یخ می‌بندد.

۱ ـ ۶. مقدار نم پسمانده

مقدار نم پسمانده در پیدایش مواد شیمیایی درون آبزباله، مؤثر است. از این‌رو، کیفیت آبزباله مناطق پر باران با آبزباله مناطق خشک، یکسان نیست.

۱ ـ ۷. اکسیژن موجود

بودن اکسیژن در پسمانده‌ها، به‌ویژه در پسمانده‌های پوسیدنی مهم است. مواد شیمیایی که

omoorepeyman.ir

در اثر کنش و واکنش باکتریهای هوازی به‌وجود می‌آید، با آنچه در اثر باکتریهای بی‌هوازی حاصل می‌شود، یکی نیست. با ریختن زباله و پوشش روزانه و هفتگی خاکچال با خاک، از رخنه هوا به‌درون پسمانده کاسته شده و مقدار اکسیژن کم می‌شود. بنابراین، خود به‌خود شرایط بی‌هوایی و جنبش باکتریهای بی‌هوازی پدید می‌آید و هرچه ژرفای پسمانده بیشتر باشد، چالش باکتریهای بی‌هوازی، محسوستر می‌گردد.

۲. پدیده‌های مؤثر در مقدار آبزباله

پدیده‌های زیر، در مقدار آبزباله تولیدی اثر می‌گذارد:

۲ـ۱. بارش

مقدار بارش باران و برف بر روی خاکچال، اثر مستقیم بر مقدار آبزباله تولیدی دارد.

۲ـ۲. بالا آمدن آبهای زیرزمینی

با بالا بودن تراز سفره آب زیرزمینی، چون کف شالوده خاکچال زیر سطح سفره آب زیرزمینی نهاده می‌شود، آب زیرزمینی به‌سوی پسمانده کشانده شده و مقدار آبزباله افزایش می‌یابد.

۲ـ۳. مقدار آبزباله و ماده‌های وازده

فشار ناشی از سنگینی پسمانده و گذر آب از آن، سبب افزایش آبزباله می‌شود. پسمانده‌های سیرآب‌نشده، آب را تا رسیدن به‌حد سیرآبی ـ که در اصطلاح «ظرفیت خیسی کارگاهی» گفته می‌شود ـ به‌خود می‌کشاند. از این‌رو، پسمانده خشک، آبزباله کمتری تولید می‌کند. در برخی از موارد، آب از لابلای آشغال، بی‌آنکه آشغالها را شسته و مواد شیمیایی را در خود فرو کشاند، روان می‌شود. در این حالت، مقدار جذب آبزباله، کمتر از آن است که در آزمایشگاه تعیین می‌شود. در شهرهایی که لجن تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری را در خاکچال می‌ریزند، مقدار آبزباله بیشتر است.

omoorepeyman.ir

۲ـ۴. طرح پوشش پایانی

با پوشاندن روی خاکچال و تکمیل پوشش پایانی، رفته‌رفته، مقدار آبزباله هم به‌دو دلیل زیر، کاهش می‌یابد:

- رویش رستنیها روی پوشش پایانی و فراکشیدن آبهای درون خاکچال، و نیز تبخیر و تعرق، از آب درون خاکچال می‌کاهد.
- آبهای بارندگی به‌سوی مجاری گردآوری آبهای سطحی در کارگاه روان شده و از گستره خاکچال دور می‌گردد. از این‌رو، همان‌گونه که خواهد آمد طرح درست پوشش پایانی خاکچال، بسیار پر اهمیت است.

۳. حجم آبزباله

حجم آبزباله تولیدی بستگی به‌مقدار بارندگی دارد. از آنجا که برآورد مقدار بارش کار ساده‌ای نیست، آگاهی از حجم آبزباله نیز به‌سادگی انجام نمی‌پذیرد. چون آبزباله حاصل، در طرح شبکه گردآوری آبزباله، فاصله لوله‌ها، محاسبه انبار آبزباله و شیوه تصفیه آبزباله (که در کارگاه خاکچال صورت می‌گیرد یا به تصفیه‌خانه شهر برده می‌شود)، اثر می‌گذارد و برآورد درست از مقدار آن، مهم است. در زیر، شیوه برآورد حجم آبزباله تولیدی در زمان بهره‌برداری و پس از بسته شدن خاکچال، آورده می‌شود.

۳ـ۱. مقدار آبزباله تولیدی پیش از بستن روی خاکچال

گفته شد که بیشتر آبزباله، با فروشدن آبهای بارندگی و فشردگی و بیرون آمدن آبگونها از روزنه‌های آشغال ریخته‌شده در خاکچال، به‌دست می‌آید. منبع دیگر تولید آبزباله، از هم پاشیدگی پسمانده‌های پوسیدنی است که موجب آزاد شدن آب و دیگر آبگونها می‌گردد. آزمونهای در دست، نشان می‌دهد که مقدار آبزباله ناشی از پوسیدن و از هم فرو پاشیدن پسمانده، با اینکه به‌چهار سانتیمتر به‌ازای هر متر بلندی پسمانده می‌رسد، چشم پوشیدنی است. برای کاستن از مقدار آبزباله، شبکهٔ گردآوری آبهای سطحی در کارگاه خاکچال را چنان پیش‌بینی می‌کنند که آبهای سطحی از خاکچال دور شود. به‌طور کلی، حجم آبزباله را

omoorepeyman.ir

پیش از بستن روی خاکچال، در صورتی‌که نخواهند از ساختن مدل و روش تجربی سود جویند، از رابطهٔ زیر که در کارهای هیدرولوژی به‌کار می‌رود، به‌دست می‌آورند:

$$L_V = S + P - E - FC$$

در این رابطه:

L_V= حجم آبزباله پیش از بستن روی خاکچال.

S= حجم آب / آبگون ناشی از فشرده شدن پسمانده.

P= مقدار بارندگی.

E= حجم آب / آبگون از دست رفته در اثر تبخیر.

FC= ظرفیت کارگاهی پسمانده.

گمان زدن درست مقدار FC ، E و S دشوار است، اما با آزمودن و بررسیهای هم‌جانبه، رقمهایی را می‌شود پذیرفت. از موارد دیگری که در مقدار آبزباله اثر می‌گذارد، چند مورد زیر نام‌بردنی است:

الف) آبزباله ناشی از فشرده شدن پسمانده

با ریختن لجن به‌دست آمده از تصفیهٔ فاضلاب شهری در خاکچال، آبی که روزنه‌های لجن را پر کرده ــ در اثر درهم‌فشردگی لجن و سنگینی لایه‌های زباله ــ بیرون می‌زند. بیرون‌زدگی آب با فشرده شدن و جا افتادن لجن رخ می‌دهد و هر دو مرحله فشردگی، یعنی تراکم نخستین و تراکم دوم، ممکن است، رخ دهد. تراکم دوم برای پسمانده‌های پوسیدنی بیشتر رخ می‌دهد، که خود بخشی ناشی از خزش بافتهای پوسته‌ای و بخشی در اثر واکنش میکروبی مواد آلی موجود در پسمانده‌هاست. با وجود این، چون کل حجم آبزباله در تراکم دوم چندان نیست، به‌مقدار آبزبالهٔ مرحله نخستین بسنده می‌شود، که برآوردی پذیرفتنی برای تهیه طرح خاکچال است.

برای به‌دست آوردن آبزبالهٔ حاصل از ریختن لجن در خاکچال، شیوه‌های گوناگونی، از جمله روش آزمایشگاهی زیر، به‌کار می‌رود:

لجن را در قالب پروکتور ریخته و بر آن فشاری همسنگ بیشترین وزن لجن در خاکچال، وارد می‌کنند. فشار را چندین روز ثابت نگهداشته و میزان نشست لجن را

omoorepeyman.ir

یادداشت می‌کنند. فرض آن است که همهٔ نشست در اثر درهم‌رفتگی و جمع شدن روزنه‌ها و به‌سخن دیگر، بیرون شدن آب لجن از درون منفذهای لجن به‌دست می‌آید. با چنین فرضی، برآورد آزمایشگاهی آبزباله را به‌دست آورده و در طرح خاکچال به‌کار می‌گیرند. نباید با دستگاههای مکانیکی، به لجن فشاری بیش از آنچه در خاکچال خواهد بود، وارد کرد، زیرا آبزبالهٔ بیشتری بیرون می‌زند که گمراه‌کننده است و پیامد آن، پرهزینه شدن بیهودهٔ طرح.

ب) کاهش آبزباله در اثر تبخیر

خیسی ناشی از بارش در خاکچال، پدیدهٔ تبخیر را به‌وجود می‌آورد، که مقدار آن، به‌گرمای محیط، تندی وزش باد، تغییر فشار بخار شدن میان سطح تبخیر و هوا، چگالی آبگونی که تبخیر می‌شود و فشار جو بستگی دارد. در این‌باره، آگاهیهای زیر سودمند است:

- با افزایش ۱٪ چگالی آبگون، ۱٪ کاهش در میزان تبخیر گزارش شده است.
- خاک، گرایش به‌خود کشاندن مولکولهای آب دارد که با میزان نم و دیگر مشخصات خاک بستگی دارد.
- میزان تبخیر از خاک سیرآب‌نشده، در چارچوب تغییرات میزان نم خاک، یکسان به‌جای می‌ماند، اما اگر لایه‌های خاک نازک باشد (۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر)، تبخیر ادامه می‌یابد تا به‌نقطهٔ پژمردگی و پلاسیده شدن برسد (پژمردگی هنگامی روی می‌دهد که نم خاک به‌اندازه‌ای کاهش یابد، که آب کافی برای زنده نگهداشتن سلولهای گیاهی به‌آنها نرسد).
- میزان تبخیر برای خاکهای سیرآب، صد درصد و برای خاکهای خشک، صفر درصد انگاشته شده و برای خاک در ژرفای زیاد، تبخیر را به‌شمار نمی‌آورند.

برای اندازه‌گیری تبخیر از سطح آب، از تشت آهنی گالوانیزهٔ رنگ‌نزده استفاده می‌کنند. اندازه تشت را در آمریکا ۴ فوت و به‌بلندی ۱۰ اینچ درنظر گرفته و آن را در ۱۲ اینچی از روی زمین، روی چهارپایه‌ای چوبی کار می‌گذارند. میزان تبخیر اندازه‌گیری شده را در ضریبی که آن را «ضریب تشت» می‌نامند و برابر است با ۰/۶۷ ـ ۰/۸۱ ، ضرب می‌کنند. از آنجا که این رقم بیشتر گویای تبخیر از برکه و دریاچه است، بهتر است اندازهٔ تبخیر برای

omoorepeyman.ir

خاکچال، که همیشه در شرایط سیرآبی کامل نیست، در درازمدت انجام گیرد.

ج) کاهش آبزباله در اثر خاصیت در خودفروکشی پسمانده

پسمانده می‌تواند کمی از نم آب را پیش از گذر آب از روزنه‌هایش، در خود فرود کشد. این در خودفروکشی، تا هنگامی ادامه دارد که پسمانده به‌خیسی کامل نرسیده و با افزایش بارش، آبهای فرورفته در خاکچال، به‌صورت آبزباله ظاهر نشده است. بنابر تعریف، ظرفیت «خیسی کارگاهی» برای هر پسمانده، حداکثر نمی است که پسمانده در مقابله با کشش نیروی ثقل می‌تواند دارا باشد، بی‌آنکه آب یا آبگون، از آن به‌پایین جاری شود. مقدار آب در خودفروکشی پسمانده‌ها یکسان نیست و چون در خاکچال پسمانده‌های گوناگون و ناهمگون ریخته می‌شود، برآورد درست این شناسه دشوار است. نکتهٔ دیگر در این زمینه، امکان باز شدن باریکه‌راههایی از میان توده‌های روی‌هم انباشته از پسمانده است، که باز ناشی از ناهمگونی پسمانده‌هاست. بر پایهٔ بررسیهای انجام شده و با دانستن نوع و مشخصات پسمانده، می‌توان ظرفیت «خیسی کارگاهی» را برای پسمانده، برآورد کرد.

بر پایهٔ یافته‌های دردست، میانگین ظرفیت خیسی آشغال شهری را می‌توان برابر ۳۲ سانتیمتر بر مترمکعب و میزان نم اولیه را ۱۲ سانتیمتر بر مترمکعب در نظر گرفت. به‌این ترتیب، آشغالهای شهری می‌تواند به‌طور متوسط تا ۲۰ سانتیمتر نم اضافی را در خود فرو کشد. البته، با راه باریکه باز کردن و گریز آب از نقبها، ظرفیت خیسی آشغال به‌رقم یادشده در بالا، نمی‌رسد. برای لجن ریخته‌شده در خاکچال، چون کاملاً خیس است، در محاسبهٔ آبزباله رقمی برای آب در خود فروکشیدن وارد نمی‌کنند. در مورد پسماندهٔ کوره‌ها و قالب‌سازی، که پسماندهٔ آنها ماسه‌دار و پوسیده‌شدنی نیست، ظرفیت خیسی کارگاهی پسمانده را نادیده می‌انگارند. با فراهم آوردن برنامه‌ای در ریختن و پخش لایه‌های گوناگون پسمانده‌ها، می‌توان میزان خیسی را افزوده و به‌این‌ترتیب، از حجم آبزباله کاست.

۳ـ۲. مقدار آبزباله پس از بستن خاکچال

با بستن روی خاکچال، آبی که به‌پسمانده می‌رسد، تبدیل به‌آبزباله می‌شود. برای برآورد آبزباله از این بابت، روشهای زیر به‌کار گرفته می‌شود: روش توازن آب، مدل کامپیوتری در

omoorepeyman.ir

ارتباط با روش توازن آب، روش آزمون مدلهای ریاضی و اندازه‌گیری مستقیم نشتآب.

۳ ـ ۲ ـ ۱. روش توازن آب

این روش بر رابطهٔ زیر استوار است:

$$L'V=P-ET-R-\Delta S$$

$L'V$ = حجم آبزباله، پس از بستن روی خاکچال

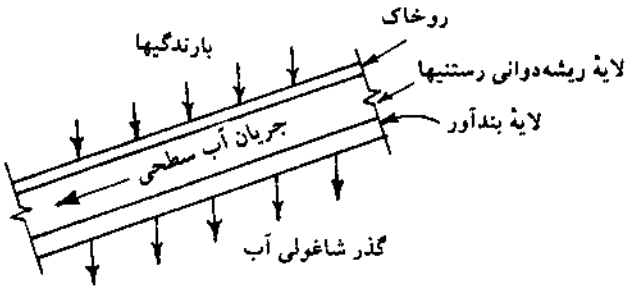
P = حجم بارندگی

ET = حجم بخار ـ عرق

R = حجم آب سطحی جاری

ΔS = حجم نمآب انبارشده در خاک

به‌هنگام بارش روی پوشش پایانی خاکچال، بخشی از آب سطحی (R) به‌بیرون از سطح خاکچال رانده می‌شود، بخشی در روییدن گیاهان به‌کار می‌رود و بازماندهٔ آن، از رویهٔ خاکچال به‌درون نشت می‌کند و در خاک به‌جای می‌ماند، شکل ۳ ـ ۳. این روش، برای خاکچالهای با خاک پرتراوا است. خاکچالهایی که پوشش پایانی آنها خاک رس یا روکشهای ماشینی است، از مقدار نشتآب، بسیار کاسته می‌شود.



شکل ۳ ـ ۳. سهم‌بندی بارندگی در گذر از پوشش خاکچال.

omoorepeyman.ir

۳ـ۲ـ۱ـ۱. بخار ـ عرق

بخارآب، سبب کاهش آب سطحی خاک (بند ۴ـ۳ـ۱) شده و عرق کردن با کشیده شدن آب به‌سوی ریشهٔ رستنیها و سپس پس‌دادن آن، رخ می‌دهد. اندازه‌گیری جداگانه این دو پدیده دشوار است، از این‌رو، این دو پدیده را با کاربرد دو روش زیر، یکجا اندازه‌گیری می‌کنند:

الف) روش آزمونی

میزان بخار ـ عرق، بستگی به‌نوع رستنی و گیاهان پوششی خاکچال دارد، اما با این فرض که رستنیها، همیشه آب مورد نیاز خود را دارا هستند، می‌توان میزان بخار ـ عرق را برابر میزان بخار آب از تشت ــ با منظور داشتن ضریب تبخیر تشت ــ به‌شمار آورد.

ب) شیوه نظری ـ آزمونی

در این‌باره، روشهای گوناگونی پیشنهاد شده است که در اساس، به‌میانگین دما و میانگین نم نسبی ماهیانه کارگاه خاکچال، بستگی دارد. برخی، این رابطه را خطی ندانسته و به‌صورت توانی می‌دانند. آزمایشهای انجام شده، گویای آن است که میزان بخار ـ عرق، به‌جای کارگاه و نوع و ریشه رستنیها بستگی دارد و تا ۴۰۰٪ هم تغییر می‌کند.

۳ـ۲ـ۱ـ۲. آبهای سطحی

روش برآورد آبهای سطحی ناشی از بارش باران، با بارش برف یکسان نیست. باران، در زمانی کوتاه آب سطحی به‌بار می‌آورد، در حالی‌که برف، پس از آب شدن به صورت نشتآب پدیدار می‌شود. در زیر، روشهای اندازه‌گیری هر دو مورد آورده شده است.

الف) برآورد آبهای سطحی، اندازه‌گیری درجا

نخستین گام در این زمینه، مرزبندی و مشخص کردن محدودهٔ اندازه‌گیری آبهای سطحی است. دستگاه اندازه‌گیری را در جوار منطقه مورد آزمایش کار گذارده و در فواصل زمانی مشخص که نباید بیش از یک ساعت باشد، مقدار بارش اندازه‌گیری می‌شود. برای این کار، چند منطقه را با شیب گوناگون و با همان خاک پوشش پایانی و رستنیهای روی آن، درنظر

omoorepeyman.ir

گرفته و آزمایشها را انجام می‌دهند. چون این شیوه پرهزینه است، بهره جستن از روش آزمونی، خواهان بیشتری دارد.

ب) رابطهٔ آزمونی

از میان چند روش، دو شیوهٔ زیر، بیشتر در آمریکا معمول است:

۱ ـ **روش منطقی:** رابطهٔ زیر، گویای روش منطقی است و حداکثر آب سطحی را مشخص می‌کند.

$$R = CIA_S$$

در این رابطه:

C= ضریب بارندگی.

R= مقدار روان آب سطحی ناشی از بارندگی، برحسب لیتر در ثانیه.

I= مقدار بارش یکنواخت، برحسب سانتیمتر در ساعت.

A_S= سطح خاکچال، برحسب هکتار.

نکتهٔ مهم در این رابطه، گزینش درست و مناسب ضریب بارندگی (C) است که بستگی به‌شرایط کارگاه خاکچال دارد. در این روش آزمونی، پیوستگی میان مدت بارندگی با مقدار آب جاری سطحی، خیسی خاک پیش از بارندگی، بسامد بارندگی و میزان تراوایی رویه خاکچال، به‌شمار آورده نمی‌شود.

مثال ۳ ـ ۱

مقدار آب سطحی حاصل را، برای خاکچالی به‌مساحت ۵ هکتار و به‌ازای داده‌های زیر، برآورد نمایید. بارندگی ده‌ساله با شدت بارندگی ۲۴ ساعته، ۶/۵ سانتیمتر در ساعت است، پوشش پایانی خاکچال با لایه‌های زیر: ۳۰ سانتیمتر ماسه روی پسمانده، ۶۰ سانتیمتر خاک رس از نو کوبیده، ۷۵ سانتیمتر ماسه لای‌دار، ۱۵ سانتیمتر رو خاک؛ روی خاکچال به‌خوبی با رستنی پوشیده شده و شیب پوشش پایانی ۲٪ تا ۵٪ است.

بر پایهٔ جدول ۳ ـ ۱، مقدار C برای خاک ماسه‌ای با شیب ۲٪ تا ۷٪، برابر ۴/۱۰، و

omoorepeyman.ir

برای خاک توپر با شیب ۲٪ تا ۷٪، برابر ۶/۰۵ است، که میانگین آن ۵/۰۷۵ می‌شود. بر پایهٔ آنچه رفت، مقدار آب سطحی، برابر با ۱۶۵ لیتر در ثانیه می‌گردد.

جدول ۳ ـ ۱. ضریب بارندگی (C)، برای بسامد ۵ تا ۱۰ سال

زمین کارگاه	ضریب بارندگی (C)	
	آمریکایی	اروپایی
۱ ـ زمین بایر و دست‌نخورده	۰/۱۰ ـ ۰/۳۰	۲/۷۵ ـ ۸/۲۵
۲ ـ چمن، روخاک ماسه‌دار:		
ـ زمین صاف، شیب ۰ ـ ۲٪	۰/۰۵ ـ ۰/۱۰	۱/۳۷ ـ ۲/۷۵
ـ شیب ۲ تا ۷٪	۰/۱۰ ـ ۰/۱۵	۲/۷۵ ـ ۴/۱۰
ـ شیب تندتر از ۷٪	۰/۱۵ ـ ۰/۲۰	۴/۱۰ ـ ۵/۵۰
۳ ـ چمن، روی زمین سخت:		
ـ زمین صاف، شیب ۰ ـ ۲٪	۰/۱۳ ـ ۰/۱۷	۳/۶۰ ـ ۴/۷۰
ـ شیب ۲ تا ۷٪	۰/۱۸ ـ ۰/۲۲	۴/۹۵ ـ ۶/۰۵
ـ شیب تندتر از ۷٪	۰/۲۵ ـ ۰/۳۵	۷/۰۰ ـ ۹/۷۰

ج) روش شمارش منحنی

این شیوه را وزارت کشاورزی آمریکا، بیشتر برای برآورد مقدار آب روان بر زمینهای زیرکشت، به‌کار می‌برد. در این روش، افزون بر حجم آب باران، خاک پوششی روی زمین، چگونگی کاربرد زمین و خیسی زمین پیش از بارندگی نیز، درنظر گرفته می‌شود. میزان خیسی پیش از بارش را، متناسب با موسم سال (دوران خموشی و دوران بالندگی گیاهان) و باران پنج روزه پیشین، به‌سه گروه تقسیم می‌کنند. خاک را نیز، بر پایه امکان جاری شدن آب سطحی به‌روی آن، در چهار گروه رده‌بندی می‌نمایند. به‌این معنی که خاک رس‌دار، بیش از همه زمینها و زمین ماسه‌ای یا شن بوم، کمترین جریان آب سطحی ناشی از بارندگی را سبب می‌گردد. با در نظر گرفتن آنچه آورده شد، کاربرد زمین و پوشش آن را تعیین نموده، آنگاه، با سبک سنگین کردن این یافته‌ها و کاربرد جدولهای دردست، مقدار آب سطحی را برای

omoorepeyman.ir

شهرهای آمریکا، از رابطهٔ زیر، به‌دست می‌آورند:

$$Ri=\frac{\{Wp-۰/۲\,[(۱۰۰۰/CN)-۱۰]\}^{۲}}{Wp+۰/۸\,[(۱۰۰۰/CN)-۱۰]}$$

در این رابطه، Ri مقدار آب سطحی یا روان برحسب اینچ، Wp مقدار بارندگی برحسب اینچ و CN شمارهٔ منحنی است. (Curve Number)

۳ـ۲ـ۱ـ۳. نشتآب پیش از برفاب

در مناطق سردسیر و برف‌گیر، با آب شدن برف، بر مقدار آبزباله افزوده می‌شود، که در آغاز موسم بهار، به‌اوج می‌رسد. اندازهٔ نشتآب، به‌زمین (یخ‌زده یا یخ‌نزده)، دمای هوا و مدت سرما (آب شدن برف بستگی به‌دما دارد که دست‌کم باید یک یا چند روز، بالای صفر باشد)، تندی تابش خورشید یا ابری بودن هوا، بارش همزمان با آب شدن برف (باران بر آب شدن برف می‌افزاید)، بستگی دارد. پس، پدیده‌های گوناگونی بر مقدار برفاب و در نتیجه، نشتآب اثر می‌گذارد و پیش‌بینی مقدار آن را دشوار می‌کند. برای برآورد مقدار آب سطحی ناشی از آب شدن برف، یا نشتآب حاصل، دو روش به‌کار می‌رود: روش «درجه ـ روز» ، و رابطه‌ای که سازمان مهندسان ارتش آمریکا، آن را ارائه کرده است:

الف) روش «درجه ـ روز»

رابطهٔ زیر، برای برآورد مقدار نشتآب ناشی از برفاب، پیشنهاد شده است:

$$SM = K(T - 32)$$

در این رابطه:

SM= مقدار برفاب ممکن و نشتآب ناشی از آن، برحسب اینچ.

K= ضریب ثابت، که به‌حوزهٔ برف‌گیر و پخش آب بستگی دارد.

T= دمای هوا، که بالای ۳۲ درجه فارنهایت است.

(T−32) شمارش «درجه ـ روز»، برای یک روز است. کل نشتآب برآوردشده ناشی از برفاب، نباید بیش از کل آب هم‌سنگ با برف باریده شده باشد (هر واحد آب، هم‌سنگ با ۱۰ واحد برف است).

omoorepeyman.ir

مثال ۳ ـ ۲

مقدار نشتآب ناشی از بارش ۱۸ اینچ برف را در موسم بهار، در صورتی‌که میانگین دمای روزانه در پنج روز، به‌ترتیب ۳۳، ۳۴، ۲۹، ۳۱ و ۳۶ درجه فارنهایت باشد، برآورد نمایید.

بر پایهٔ جدول ۳ ـ ۲، مقدار K=۰/۰۲ است. برای به‌دست آوردن بیشترین مقدار آبزباله، آب سطحی کم و دمای زیر ۳۲ درجه فارنهایت، کنار گذارده می‌شود. پس،

کل نشتآب = ۰/۰۲×[(۳۳−۳۲)+(۳۴−۳۲)+(۳۶−۳۲)]

خواهد بود.

جدول ۳ ـ ۲. ارزش K برای رابطهٔ «درجه ـ روز»، برای طرح پوشش پایانی خاکچال

شمارش نمونه	شرایط حوزه آبگیر	K
۱	منطقه جنگلی به‌نسبت انبوه، با شیب شمالی	۰/۰۴ ـ ۰/۰۶
	منطقه جنگلی به‌نسبت انبوه، با شیب جنوبی	۰/۰۶ ـ ۰/۰۸
۲	با فرض فزونی آب سطحی	۰/۰۳

۳ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۴. انبار شدن نم در خاک

بخشی از نشتآب، درون خاک انبار شده و تنها بخشی از آن به‌کار رویش گیاهان می‌رسد. مقدار آب انبارشده در خاک، از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

S= ظرفیت گیرش آب − نقطهٔ پلاسیدن یا پژمردگی گیاه

ظرفیت انبارشدن نم برای خاک، بستگی به‌نوع، کوبیدگی و کلفتی رویه خاکی پوشش پایانی دارد.

۳ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۵. چند پیشنهاد درباره کاربرد روش توازن آب

پیش از این، دربارهٔ روش برآورد میزان بخار ـ عرق و نم انبارشده در خاک و مقدار آب سطحی ناشی از بارش روزانه سخن رفت. حجم آبزباله را در خاکچال پس از پوشش پایانی می‌توان با کاستن مقدار سه پدیده بالا از کل بارش روزانه، به‌دست آورد. بر پایهٔ آزمونهای کارگاهی و کامپیوتری، چنین نتیجه‌گیری شده که روش برآورد توازن آب، از لغزش بیشتری برخوردار است که به‌بیش از ۴۰٪ حجم پیش‌بینی شده از یافته‌های جوی و آبزباله واقعی خاکچال می‌رسد. آزمونها و گزارشهای دردست از ۱۲۵ مورد (۵ خاکچال و ۲۵ روش

omoorepeyman.ir

محاسبه)، بازگوی آن است که در ۵۴ مورد (۴۲/۴٪) ، آبزباله تولیدی کمتر از مقدار برآورد شده، و در ۷۱ مورد (۵۶/۸٪) ، آبزبالهٔ برآوردشده، بیش از آن بوده که محاسبه نشان داده است. میانگین خطا یا لغزش نیز، در این ۲۵ شیوه محاسبه، به ۸۳٪ تا ۱۵۴۳٪ می‌رسید. با این‌همه ــ و با اینکه مقدار آبزبالهٔ برآوردشده ــ از مقدار واقعی آن بیشتر است، روش توازن آب، بیش از هر روش دیگری برای برآورد مقدار آبزباله به‌کار گرفته می‌شود.

۳ ـ ۲ ـ ۲. مدلهای کامپیوتری همراه با روش توازن آب

برای برآورد مقدار آبزباله، برنامه‌های کامپیوتری فراهم شده که تراوایی پوشش پایانی را نیز در محاسبهٔ مقدار نشتآب به‌درون خاکچال، درنظر می‌گیرد. آزمونهای دردست، گویای آن است که سامانه "HELP" دارای دقتی پذیرفتنی از آبزباله برای خاکچالهای با روکش ماشینی است و بسیار مناسب شناخته شده است.

۳ ـ ۲ ـ ۳. روش آزمونی

رابطهٔ زیر، برای روش آزمونی پیشنهاد شده است:

$$I = \exp\left[(K+\beta_1 Ln W_p) + \beta_2 \left(\frac{W_i}{W_f}\right) + \beta_3 Ln(\gamma_\alpha) + \beta_4 Ln(\alpha) + \beta_5 C_c \right]$$

در این رابطه:

I = گذر آب از پوشش پایانی.

W_p = مقدار بارش (اینچ).

α = شیب خاکچال (درصد).

W_i = درصد نم اولیه خاک رس پوشش پایانی.

W_f = ظرفیت خیسی با نم‌پذیری کارگاهی خاک (درصد).

γ_α = وزن مخصوص خاک (پوند بر فوت‌مکعب).

C_c = ضریب خم‌شدن خاک.

β_1 تا β_5 = ضریبهایی ثابت.

با سنجش رقمهای به‌دست‌آمده از این روش، با یافته‌های کارگاهی و با کاربرد روش توازن آب و نیز، با کاربرد مدل "HELP" می‌توان به‌میزان تراوایی پوشش پایانی خاکچال پی برد.

omoorepeyman.ir

۳ ـ ۲ ـ ۴. روش ریاضی

مدلهای ریاضی نیز برای اندازه‌گیری مقدار آبزباله پیشنهاد شده است که بر نظریه جریان آبگون سیرآب‌نشده استوار است.

۳ ـ ۲ ـ ۵. اندازه‌گیری مستقیم یا بی‌میانجی نشتآب

در بخشهای شمالی سرزمین آمریکا، یافته‌های بسیاری از میانگین تراوایی درازمدت برای خاکهای گوناگون گردآوری شده و دردسترس است. برای نمونه، در ایالت اوهایو، برای خاک لای‌دار آمیخته با خاک حاصلخیز پر از مواد آلی و لای، این مقدار ۱۷٪ (۱۳ ـ ۲۷٪) و میانگین سالیانه تراوایی در ۷ سال، ۱۸٪ گزارش شده است، که ۸۰٪ آن، ناشی از نشتآب در موسم بهار است. پس، برای میانگین تراوایی سالیانه در برآورد مقدار آبزباله در درازمدت، ۲۰٪ رقمی پذیرفتنی است.

۳ ـ ۲ ـ ۶. چکیده پیشنهادها دربارهٔ مقدار آبزباله در درازمدت

بر پایه آنچه پیش از این گفته شد، پیش‌بینی درست مقدار آبزباله پس از بسته‌شدن خاکچال، کاری دشوار است، درحالی‌که دانستن این موضوع، برای گرداندن و نگهداری این‌گونه طرحها به‌ویژه فراهم ساختن بودجه درست برای این دوره از کار، بسیار مهم است. نکته دیگر، سود جستن از تبخیر ـ تعرق رستنیهای روی خاکچال است که البته در سالهای نخست، گیاهان و درختان، چندان رشد نکرده‌اند و از این‌رو، آبزباله افزونتر از سالهای آینده و به‌همان اندازه‌ای است که پیش از پوشش پایانی بوده است. از این‌رو، بودجه گردآوری و تصفیه آبزباله را، باید برای دورهٔ پس از پوشش پایانی نیز فراهم کرد.

۴. ارزیابی کیفیت احتمالی آبزباله

ارزیابی کیفیت آبزباله نیز، بدون دشواری نیست. در این زمینه، دوگونه آزمایش، در «آزمایشگاه» و در «کارگاه»، انجام می‌شود. نتایج به‌دست آمده در این دوگونه آزمایش، بسیار متفاوت از یکدیگراند. چهار نکته زیر، در گامهای نخست شناخت کیفیت آبزباله، مهم است:

الف) خطرزا بودن یا بی‌خطر بودن پسمانده.

omoorepeyman.ir

ب) گزینش مناسبترین طرح خاکچال، با توجه به‌نکته نخست.

ج) ساختمان تصفیه‌خانه آبزباله در کارگاه، یا بردن آبزباله به‌تصفیه‌خانه فاضلاب شهر.

د) برای فراهم آوردن فهرستی از مواد شیمیایی برای برنامه پایش آب زیرزمینی، چون سنجش نتیجهٔ کیفیت آزمایشگاهی آبزباله، با نتایج احتمالی کارگاهی برای یک نوع پسمانده کمتر امکان‌پذیر است، معمولاً به‌بهره‌گیری از نتایج آزمایشگاهی بسنده می‌شود. برای ارزیابی کیفیت آبزباله، سه شیوه به‌کار می‌رود: آزمایش در آزمایشگاه، بررسی کارگاهی کیفیت آبزباله با کاربرد لایسیمتر (Lysimeter)، و کاربرد مدلهای پیشگو. برای پسمانده‌های پوسیدنی که باکتری در فساد آنها نقش بزرگی دارد، روش آزمایشگاهی استفاده نمی‌شود.

۴ ـ ۱. آزمایش در آزمایشگاه

در آزمایشگاه، سه روش معمول است. آزمایش آبشویی، آزمایش استاندارد آبزباله، و روش جداسازی آلاینده‌های زیان‌بار (Extraction Procedure Toxicity Test).

الف) آزمایش آب‌شویی: با آنکه نتایج به‌دست‌آمده در شیوهٔ پیشنهادی (ASTM(D 3987–85 به‌درستی نمایانگر کیفیت آبزباله نیست، این روش در آزمایشگاه به‌کار گرفته می‌شود. در این روش، ۷۰ گرم از پسمانده را با ۱۴۰۰ میلی‌لیتر آب (نسبت ۱ : ۲۰) ـ که در هماهنگی با مشخصات "ASTM D 1195" است ـ در ظرفی به‌حجم ۲ لیتر می‌ریزند (برای نمونه‌هایی‌که گاز تولید می‌کنند، از ظرفهای هواکش‌دار مکانیکی استفاده می‌شود، اما باید به‌خاطر داشت که این‌گونه ابزار در میزان غلظت ترکیبات فرّار که در دست جداسازی است، اثر می‌گذارد)، سپس، آن را در دمای ۱۸ ـ ۲۷ درجه سانتیگراد برای ۱۸ ساعت با هم‌زن مکانیکی ۲۹ دور در دقیقه، به‌هم می‌زنند. آنگاه، تک‌تک ترکیبات نمونه را به‌روال استاندارد آزمایش می‌کنند. نسبت ماده‌های جامد به‌آبکی، و دور موتور هم‌زن، اثری قابل‌توجه بر کیفیت آبزباله می‌گذارد. این روش، برای آزمایش مواد آلی و تک‌ماده‌ای و پسمانده‌های سفت‌شده، مناسب نیست.

ب) آزمایش استاندارد آبزباله: این آزمایش، از دو گروه آزمایش که می‌توانند جایگزین یکدیگر باشند، تشکیل شده است. روش یکم، برای به‌دست آوردن بیشترین میزان مواد

omoorepeyman.ir

آلاینده ممکن، و روش دوم، برای به‌دست آوردن حداکثر غلظت ممکن از مواد آلوده، در آبزباله است. در انجام هر دو آزمایش، می‌توان از آب‌چکه (مقطر)، یا از آبزباله دست ساخت استفاده کرد، که بیشتر برای زباله شهری به‌کار گرفته می‌شود.

ج) آزمایش جداسازی آلاینده‌های زیان‌بار: در این‌شیوه، برای فراهم‌ساختن محیط اسیدی، به‌جای آب، از اسید استفاده می‌شود. این شیوهٔ آزمایش، برای آگاهی از خطرزا بودن پسمانده، و یا برای خاکچالی است که پسماندهٔ صنعتی و زباله‌شهری، یکجا در آن ریخته می‌شود.

برای آشنایی با میزان زیانباری و چگالی آمیخته‌های گوناگون شیمیایی، تنها به‌جدول ۳ ـ ۳، که برای آبزباله شهری است، بسنده می‌شود.

۴ ـ ۲. بررسی آبزباله باکاربرد لایسیمتر

لایسیمترهای چهاربر یا استوانه‌ای را برای آزمایش کیفیت آبزباله، به‌کار می‌گیرند. لایسیمترهای بزرگ به‌درازای ۱۵ ـ ۶۰ متر، پهنای ۶ ـ ۹ متر و ژرفای ۲/۵ ـ ۳ متر است. از آنجا که پسمانده‌ها در زمانی کوتاه تثبیت نمی‌شود، برای بررسیهای درازمدت ۵ ـ ۶ ساله، کاربرد این ابزار، یافته‌های باارزشی به‌دست می‌دهد.

۴ ـ ۳. مدلهای پیشگو

دو روش مدل‌سازی دردست است، یکی برای دانستن ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آبزباله، و دیگری آزمونی است برای یافتن رابطه‌ای که بر پایهٔ آن، بتوان چگالی آبزباله را در رابطه با زمان، حدس زد. این روش، هنوز به‌خوبی گسترش نیافته و کاربرد آن همراه با محدودیتهایی است.

۵. کیفیت آبزباله پسمانده‌های گوناگون بی‌خطر

کیفیت آبزباله پسمانده‌های گوناگون بی‌خطر متفاوت است و از آنجا که کیفیت آبزباله حتی برای یک نوع پسمانده هم یکسان نیست، در طرح خاکچالها، نباید پیش از انجام بررسی، مواد متشکله یا غلظتهای داده شده را به‌کار بست.

omoorepeyman.ir

جدول ۳ ـ ۳. کیفیت آبزباله پسمانده‌های شهری

نام آخشیج یا پارامتر		وزن غلظت (میلی‌گرم بر لیتر یا آنچه آورده شده)
کل مواد جامد محلول	TDS	584–55.000
ویژگی هدایت	Specific conductance	480–72.500 mho/cm
کل مواد جامد متعلق	TSS	2–140.900
اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی	BOD	0–195.000
اکسیژن موردنیاز شیمیایی	COD	6.6–99.000
پ ـ هاش	pH	3.7–8.9 units
قلیائیت کل	Total alkalinity	ND–15.050
سختی	Hardness	0.1–225.000
کلرور	Chloride	2–11.375
کلسیم	Calcium	3.0–2.500
سدیم	Sodium	12–6.010
ازت کل	Total Kjeldahl Nitrogen	2–3.320
آهن	Iron	ND–4.000
پتاسیم	Potassium	ND–3.200
منیزیم	Magnesium	4.0–780
ازت آمونیاکی	Ammonia–Nitrogen	ND–1.200
سولفات	Sulfate	ND–1.850
آلومینیوم	Aluminum	ND–85
روی	Zinc	ND–731
منگنز	Manganese	ND–440
کل مواد فسفری	Total Phosphorus	ND–234
بارون	Boron	0.87–13
باریوم	Barium	ND–12.5
نیکل	Nickel	ND–7.5
ازت نیتراتی	Nitrate–Nitrogen	ND–250
سرب	Lead	ND–14.2
کرم	Chromium	ND–5.6

omoorepeyman.ir

جدول ۳ـ۳. کیفیت آبزباله پسمانده‌های شهری (ادامه)

نام آخشیج یا پارامتر		وزن غلظت (میلی‌گرم بر لیتر یا آنچه آورده شده)
آنتیمونی	Antimony	ND–3.19
مس	Copper	ND–9.0
تالیوم	Thallium	ND–0.78
سیانور	Cyanide	ND–6
آرسنیک	Arsenic	ND–70.2
مولیبدن	Molybdenum	0.01–1.43
قلع	Tin	ND–0.16
ازت نیتریتی	Nitrite–Nitrogen	ND–1.46
سرلنیوم	Selenium	ND–1.85
کادمیوم	Cadmium	ND–0.4
نقره	Silver	ND–1.96
برلیوم	Beryllium	ND–0.36
سیماب (جیوه)	Mercury	ND–3.0
کدورت	Turbidity	Jackson units 40–500

* (ه) ـ نمایانگر نیافتن اثری از مورد در دست آزمایش است

٦. تصفیه آبزباله

آبزباله بسیار آلوده است و به‌هیچ وجه نباید در آبهای طبیعی ریخته شود، زیرا منابع آب آشامیدنی زیر دست را آلوده می‌کند و ماهی و دیگر جانداران را از میان می‌برد. برای تصفیه آبزباله، شیوه‌های تصفیه فاضلاب شهری نیز کاربرد دارد، اما باید به‌نوسان و دگرگونی کیفیت آبزباله در کوتاه‌مدت و درازمدت و نیز، به‌بودن مواد آلی با چگالی بالا، فلزها و دیگر مواد نامطلوب و غلیظ در آبزباله شهری، توجه کرد. در زیر، فهرستی پیشنهادی دربارهٔ تصفیه آبزباله آورده شده است.

الف) آبزباله را به‌ویژه اگر از پسمانده بی‌خطر باشد، می‌شود در کارگاه تصفیه کرده یا

omoorepeyman.ir

به‌تصفیه‌خانه فاضلاب شهر هدایت کرد. برای خاکچال بسیار بزرگ، روش نخست به‌صرفه‌تر است، اما اگر درجه آلودگی خیلی بالا باشد، بهتر است آبزباله را پیش‌تصفیه کرده و سپس به تأسیسات فاضلاب شهری برد.

ب) برای تصفیه آبزباله، ترکیبی از روشهای تصفیه بیولوژیکی و فیزیکی / شیمیایی، به‌کار گرفته می‌شود.

ج) معمول بر آن است که آبزباله با مواد آلی زیاد، با شیوه بیولوژیکی و آبزباله با مواد آلی کم، با روش فیزیکی / شیمیایی تصفیه شود.

د) برای پیشگیری از بار ناگهانی ناشی از یکباره وارد کردن بیش از اندازه مواد آلی به‌تصفیه خانه، بهتر است آبزباله را نخست در مخزن نوسان‌گیر انبار کرده و سپس، خُردخُرد به‌تصفیه‌خانه روان ساخت. در گزینش انبار آبزباله، توجه به‌نوع آبزباله ـ به‌ویژه اگر حجم فاضلاب شهری کم باشد ـ بسیار مهم است.

ه) برای آنکه گردانندگان تصفیه‌خانه شهر بتوانند همواره فاضلاب خروجی را وارسی نموده و در هماهنگی با آیین‌نامه‌ها نگه دارند، باید نوسانهای پیش‌بینی شده از دگرگونی کیفیت آبزباله را در اختیار داشته باشند.

و) از همان آغاز بهره‌برداری از خاکچال، باید تصفیه‌پذیری آبزباله بررسی گردد.

امروزه، آبزباله پسمانده‌های بی‌خطر را در تصفیه‌خانه شهری، و آبزباله پسمانده‌های صنعتی را در تصفیه‌خانه پسابهای صنعتی وارد می‌کنند. با پیش‌بینی ساختمان تصفیه‌خانهٔ جداگانه برای آبزباله، می‌توان آبزباله پیش‌پالایش‌یافته را بدون دشواری به‌تصفیه‌خانه فاضلاب شهری هدایت کرد. در شیوهٔ تصفیه، برگرداندن آبزباله پذیرفتنی است، زیرا از اکسیژن مورد نیاز زیستی و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی می‌کاهد، اما بر تراکم فلزها و کلرور می‌افزاید. اگرچه این شیوه در سالهای نخست بهره‌برداری، نتیجه‌ای دلخواه به‌بار می‌آورد، اما با گذشت زمان چنین نبوده و برای تصفیه آبزباله، مناسب نیست.

پخش و فروبری آبزباله در زمین، به میزان بده و نسبت بده و کیفیت آن به فاضلاب شهری، بستگی دارد. این کار اگرچه از دیدگاه تصفیه آبزباله امکان‌پذیر است، اما برای گیاهان و کشت، زیان‌بار خواهد بود.

omoorepeyman.ir

۷. پیدایش گاز

اگرچه از برخی خاکچالها، مانند خاکچال خاکستر ریخته‌گری، گاز کمی برمی‌خیزد، اما مقدار گاز تولیدی از خاکچال شهری، قابل توجه است و کیفیت آن نیز، به‌نوع پسمانده بستگی دارد. کیفیت گاز برخاسته از آبزباله، در جدول ۳ ـ ۴ آمده است.

جدول ۳ ـ ۴. نموداری از ترکیب گاز خاکچال زباله‌شهری، اگر مقدار پسمانده کمتر از ۰/۳۵ میلیون مترمکعب باشد

نام پارامتر	درصد با تراکم
متان Methane	۳۰-۵۳٪
دی‌اکسیدکربن Carbon dioxide	۳۴-۵۱٪
ازت Nitrogen	۱-۲۱٪
اکسیژن Oxygen	۱-۲٪
بنزن Benzene	۳۲-۰
کلرور وینیل Vinyl chloride	۴۴-۰
تولوئن Toluene	۱۵۰
t-1.2-Dichloroethane	۵۹
$CHCl_3$	۰/۶۹
1.2-Dichloroethane	۱۹
1.1, 1-Trichlorethane	۳/۶
CCl	۰/۰۱۱
Trichloroethane	۱۳
Perchloroethane	۱۹

کیفیت گاز تولیدی، با گذشت زمان چهار مرحلهٔ زیر را می‌گذراند: در هفته‌های نخست، مواد اصلی تشکیل شده، ازت و اکسیژن رفته‌رفته رو به‌کاهش می‌نهد و از سوی دیگر، اکسید کربن به‌سرعت افزایش می‌یابد. در مرحله دوم، درصد هر دو ماده ازت و اکسیژن، کاهش یافته و شرایط چالش باکتریهای بی‌هوازی، افزایش می‌یابد. نشانه این

omoorepeyman.ir

دگرگونی، پیدایش هیدروژن و اکسیدکربن است. در مرحلهٔ سوم، درصد بیشتری از اکسیدکربن و ازت گاز حاصل کاسته شده و چگالی اکسیژن و هیدروژن، کم می‌گردد تا به‌صفر برسد. در این هنگام است که گاز متان پدیدار می‌شود. در مرحله چهارم، مرحله‌ای ثابت و یکنواخت فراهم آمده و درصد ازت، اکسیدکربن و متان، تثبیت می‌شود. چون متان هم پس از رسیدن به‌اوج خود رو به‌کاهش می‌گذارد، دانستن زمان تولید بیشترین میزان، از دیدگاه برنامه‌ریزی برای کاربرد آن، مهم است. میزان گاز به‌دست آمده از پسمانده‌ها، بستگی به‌حجم و مدت ریخته شدن آن در خاکچال دارد. چنانچه لجن فاضلاب شهری یا پسمانده فرآورده‌های کشاورزی در خاکچال ریخته شود، بر میزان گاز برخاستی افزوده می‌گردد. جداسازی فلزها، نپوشاندن روزانه روی زباله‌های ریخته شده با خاک و نریختن لایه‌های میانی خاکی در خاکچال نیز، بر میزان گاز برخاستی اثر گذارده و آن را افزایش می‌دهد. گاز متان به‌دست آمده از خاکچالها، برای هر کیلوگرم زباله در سال، ۱/۲ تا ۷/۵ لیتر گزارش شده است. چنانچه پیدایش گاز برای خاکچالی پیش‌بینی شود، بهتر است از همان آغاز کار، روش گازگیری و تصفیه احتمالی آن فراهم گردد. در این زمینه، نگرش به‌چند نکتهٔ زیر سودمند است:

الف) گاز برخاستی با فشار کم، موجب درهم ریختن و باز شدن روی پوشش پایانی خاکچال نمی‌شود، اما اگر پیش‌بینی می‌شود که در اثر تجزیه و فروپاشی زیستی یا واکنشهای فیزیکی / شیمیایی، گاز زیادی برخواهد خاست، باید در طرح خاکچال، گازگیر پیش‌بینی شود.

ب) گاز برخاستی، با فشار بر گیاهان و رستنیهای روی پوشش پایانی اثر می‌گذارد و سبب پژمردگی و از میان رفتن آنها می‌شود که پیامد آن، آبشُستگی رویه خاکچال است.

ج) گاز برخاستی از خاکچال، زیانبار و چه بسا مسموم‌کننده است. با آگاهی از درصد گاز، چگالی و زیان‌باری آن، می‌توان به‌میزان آلایندگی هوای پیرامون کارگاه پی برده و مطمئن شد که میزان آلایندگی، بیش از آن نشود که در چارچوب آیین‌نامه‌های سازمان محیط زیست آمده است.

د) در گزینش جای خاکچال، مهم است که گاز پراکنده شده در فضا، مردم پیرامون خاکچال را نیازارد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

گفتار چهارم

شناخت و رده‌بندی پسمانده‌ها

۱. شناسایی

پسمانده، آمیخته‌ای از ماده‌های وازده شهروندان و صنایع است که هر یک به‌صورت بَستَگ (جامد)، لجن، آبگون (مایع) یا گاز، پدیدار می‌شود. با گسترش شهرنشینی و دگرگونی زندگی مردم و با صنعتی شدن اجتماع، روز به‌روز بر مقدار پسمانده‌ها افزوده می‌شود.

پسمانده خودبه‌خود در فرآیند دگرگونی، از هم پاشیدگی و پوسیدن، به‌موادی بی‌زیان بدل می‌شود، یا آنکه با تجزیه‌ناپذیر بودن، به‌شکلی زیان‌بخش و خطرزا به‌جای می‌مانند که با انباشته شدن، می‌توانند به‌زندگی انسانها و جانداران دیگر، آسیب رسانند.

بیشتر پسمانده‌ها و ماده‌های وازده، حتی در کشورهای صنعتی، موادی از هم‌پاشیدنی و بی‌خطرانند، به‌طوری که در آمریکا، ۱۰ تا ۱۵٪ پسمانده‌های تولیدی، در جرگه پسمانده‌های خطرزا رده‌بندی شده‌اند. اما باید هشیار بود که این رقمها و آمار، سبب کجروی و ساده انگاشتن گرفتاریهای زیان‌بار ناشی از نادرستی روش دفع پسمانده و زباله شهری نگردد.

پسمانده را می‌توان در خاکچال ریخت، یا روی زمین پخش کرد، یا با کندن چاههای ژرف و ریختن پسمانده‌های آبکی در آن، به‌خورد زمین داد. در آمریکا که کشوری گسترده

omoorepeyman.ir

است، دفع پسمانده در خاکچال، بسیار معمول است، در حالی‌که برای سرزمینهای کوچک با آبادیهای درهم فشرده و پر جمعیت، مانند کشورهای اروپایی، راههای دیگری گزیده شده است، جدول ۴ ـ ۱. با چنین نگرشی، به‌نظر می‌رسد که برای شهرهای ایران زمین، که سرزمینی است پهناور، با زمین فراوان، گسترش صنعتی کم، تولید نسبی کم و پسماندهٔ کم، بهتر آن است که به‌ساختمان خاکچال و خودپالایی پسمانده نظر داشت، تا به‌راههایی که سرمایه‌گذاریهای هنگفت و وابستگیهای دیگر فنی را، به‌همراه دارد.

جدول ۴ ـ ۱. مقدار تولید سالانهٔ پسمانده‌های بی‌خطر در آمریکا و شیوه دفع آن

منبع پسمانده	مقدار پسمانده میلیون تن	شیوه‌های دفع پسمانده*							
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
ـ زباله و پسمانده شهری.	۱۳۳	×	×	×	×				
ـ پسمانده‌های خطرزای خانه‌ها.	۰/۰۰۱ ـ ۰/۱	×				×	×		
ـ لجن فاضلابها (به‌صورت وزن خشک آن)	۸/۴	×	×	×				×	×
ـ لجن تصفیه‌خانه‌های آب.	۰/۲۱ ـ ۰/۸۳	×							
ـ خاکستر کوره‌های زباله شهری (زباله شهری).	۲/۳	×							
ـ پسمانده‌های بی‌خطر صنعتی.	۴۳۰	×							
ـ پسمانده‌های خطرزای کم حجم (کمتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم در ماه).	۰/۶۶	×							
ـ پسمانده‌های ساختمانی و نخاله.	۳۱/۵	×							
ـ پسمانده‌کانهای گوناگون (جز کانهای زغال سنگ).	۱۴۰۰							×	
ـ پسمانده‌کارهای کشاورزی (لیتر در روز).	۱۰۰۰							×	
ـ پسمانده‌های نفت و گاز (لیتر در روز).	۶۲۵۰							×	

* شیوه‌های دفع و دورریزی:

۱) خاکچال بهداشتی؛ ۲) ریختن در دریا و اقیانوس؛ ۳) سوزاندن در کوره؛ ۴) بازیابی؛ ۵) شبکه فاضلاب؛ ۶) انباره‌های سپتیک؛ ۷) برکه / ریختن روی زمین؛ ۸) پخش در زمین.

omoorepeyman.ir

۲. زباله شهری

زباله شهری، آمیخته‌ای ناهمگن از پسمانده است که از خانه‌ها و مراکز داد و ستد گردآوری شده است. ترکیب‌بندی آن، به‌صنعت، بازرگانی و شیوهٔ زندگی مردم بستگی دارد. ضمن آنکه زباله‌شهری، پسمانده‌های خوراکی، باغ و باغچه، کاغذ، پلاستیک، پارچه، خاکستر، چوب و خاکی که روزانه روی زباله چال شده می‌ریزند، نیز شامل می‌شود. پس، با این همه ناهمگونی، نوع و مقدار آمیخته‌ها در زبالهٔ شهری یکسان نیست.

برای شناختی بهتر از درصد ترکیب‌بندی زباله، نیم تا یک تن زباله را به‌دلخواه، برداشته و با روش دستی، از هم جدا می‌کنند. انجام این کار، با چهار تا پنج کارگر خبره، در یک روز، شدنی است. با داشتن چنین برنامه‌ای برای بخشهای گوناگون شهر ــ و در زمانهای مختلف سال ــ شناختی بهتر از درصد آمیخته‌ها، به‌دست می‌آید.

این کار، از نخستین گامهایی است که برای شهرهای ایران‌زمین و برای آن بخش از کشور که آبادیها نزدیک به‌هم هستند، باید برداشته شود. در جدول ۴ ـ ۲، نمونه‌ای از آمیخته‌های زباله شهری چندین شهر از چندین کشور، آورده شده است. همان‌طور که در جدول به‌چشم می‌خورد، در شهرهای صنعتی، نسبت به‌شهرهای کم صنعت، پسماندهٔ مواد خوراکی پوسیدنی، نسبت به‌دیگر مواد متشکل زباله، کمتر است.

۳. پسمانده‌های کانی

در فرایند برون کشیدن فلز، سوختهای طبیعی، خاک رس، کود و ماده‌های شیمیایی از دل زمین، پسمانده‌های کانی، به‌جای می‌مانند. این پسمانده‌ها، همان است که به‌هنگام بهره‌برداری، کنار معدن گردآوری شده و روی هم انباشته می‌گردد. اگر کار به‌ظاهر سادهٔ انبار کردن این مواد وازده به‌درستی انجام نگیرد، پسمانده‌های تلنبارشده سبب آلودگی خاک، هوا و آبهای پیرامون کان می‌گردد. یادآوری می‌شود که با افزایش مقدار بیرون کشیدن ماده‌های کانی، که نیاز انسانها به‌آن روز به‌روز افزایش می‌یابد، کیفیت کانها رفته رفته رو به‌کاستی نهاده و پسماندهٔ بیشتری هم به‌جای می‌ماند که اگرچه خطرزا نیستند، اما آلاینده‌اند. در این زمینه، بیرون آوردن زغال سنگ را می‌توان یادآور شد، که امروزه،

omoorepeyman.ir

جدول ۴ ـ ۲. درصد وزنی آمیختهٔ زباله‌های شهری، در شهرها یا کشورهای گوناگون جهان

آمیخته‌ها	نام کشور یا شهر*												
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
فلز	—	۱	۱	۱	۳	۳	—	۳	—	۵	۱۰	۷	۵
کاغذ، مقوا و جز این‌ها	۱+ ۳۷	۲۵	۵	۴۵	۳۳	۳	۳۸	۱۰	۱+ ۱۴	۲۲	۳۷	۵۴	۳۱
پلاستیک	—	—	۱	۲	—	—	۸	—	—	—	۷	۲	—
لاستیک، چوب و چرم	—	۷	۱	—	۷	۲	۱۲	۴	—	۲ ۳	۶	۲	۴
پارچه و جز این‌ها	—	۳	—	۴	۱۰	—	—	—	—	—	۲	۲	۲
خوراکیها و پسماندهٔ باغچه‌ها	۳ ۴۵	۴۴	۴۵	۲۵	۱۵	۶۰	۱۸	۷۴	۳ ۵۶	۲۰	۲۶	۲۳	۱۳
شیشه	—	۱	۱	۱۱	۱۰	۲	—	۷	—	۶	۱۰	۵	۱۳
مواد ناآلی، فیبردار و پوسته‌دار	۴ ۱۸	۱۹	۴۶	۷	۲۲	۳۰	۲۴	۲	۴ ۳۰	۴۳	۲	۵	۲۹

* نام شهر و کشورهای جهان: ۱) استرالیا؛ ۲) بانکوک؛ ۳) پکن؛ ۴) برکلی (کالیفرنیا)؛ ۵) هنگ‌کنگ؛ ۶) جاکارتا؛ ۷) ژاپن؛ ۸) کره؛ ۹) مدرس (هندوستان)؛ ۱۰) نیویورک؛ ۱۱) آمریکا؛ ۱۲) انگلیس؛ ۱۳) آلمان.

چند نکته برای روشن شدن جدول بالا:

۱) فلزها در جرگه کاغذ آورده شده است؛
۲) تنها چوب را دربرمی‌گیرد؛
۳) چوب و استخوان هم در این جرگه آورده شده است؛
۴) شیشه، پوست نارگیل، هسته و فیبر.

همچنان ادامه داشته و برای فراهم‌کردن هرچه بیشتر نیروی برق، میزان بهره‌گیری از آن فزونی می‌یابد. در فرآیند تولید زغال سنگ، پسمانده‌های دانه درشت ـ به‌هنگام برداشت از کان (۰/۵ میلیمتر) ـ و نیز خاکستر زغال سنگ، به‌جای می‌ماند که به ۱۲ تا ۱۵٪ کل زغال سنگ فرآورده می‌رسد، و باید به‌گونه‌ای دفع شود.

همراه با سنگ فسفات که برای به‌دست آوردن کود شیمیایی از زمین بیرون کشیده

omoorepeyman.ir

می‌شود ــ و در فرآیند تولید، ۷۰٪ به‌صورت رس و ماسه حاصل می‌شود ــ باید جدا شود. جدا شدن ماسه با شسته شدن و ته‌نشینی در حوضچه‌ها آسان و ممکن است، اما رس شناور به‌جای مانده، چه‌بسا که در خاکچال باید چال شود.

۴. پسمانده‌های صنعتی

پسمانده‌های صنعتی در روند فراهم شدن فرآورده‌هایی مانند مواد شیمیایی، خوراکی، نفتی و پالایش نفت، پلاستیک‌سازی و راتیانه، کاغذ، چوب‌بری، بریدن الوار و فرآورده‌های گوناگون دارویی، پدیدار می‌گردند. پسمانده‌های کشاورزی نیز، از پسماندهٔ جانوران، آبیاری و ته‌نشستهای رانش آب بر زمینهای زیر کشت غله و دیگر فرآورده‌ها، و کودهای شیمیایی به‌کار برده شده، به‌بار می‌آیند. این رده از پسمانده‌ها، چه خطرزا باشند و چه بی‌خطر، دارای مواد آلی و ناآلی فراوانی هستند، که اگر هم به‌دور از مواد فلزی باشند، باز باید به‌درستی دفع شوند.

همان‌طور که پیشتر آمد، در آمریکا تا ۱۵٪ از این دست پسمانده‌ها، خطرزا هستند و هر روز با شناخت بیشتری از آلاینده‌ها و بلند بالا شدن فهرست نام آنها، بر مقدارشان افزوده می‌شود.

۴ ـ ۱. رده‌بندی پسمانده‌های خطرزا

آمار چاپ‌شده در آمریکا از پسمانده‌های خطرزا، گویای آن است که ۹۰٪ آبگون هستند، که ۶۰٪ از آنها پایه آلی و ۴۰٪ از آنها آبگونهای غیرآلی دارند. پسمانده‌های خطرزا را در چهار رده زیر، دسته‌بندی می‌کنند:

الف) آبگونهای ناآلی

ب) آبگونهای آلی

ج) مواد آلی

د) مواد لجنی خطرزا، ته‌نشستها و ماده‌های بستگ (جامد)

در بند الف، ماده حل‌کننده‌ها و حل‌شونده‌ها، بیشتر مواد غیرآلی هستند، که در

omoorepeyman.ir

صنایعی مانند آبکاری، به‌صورت کادمیوم و سیانور یافت می‌شوند. در بند ب، حل شونده‌ها بیشتر ریشه کربنی و آمیخته‌های کربن‌دار هستند. در بند ج، مادهٔ حل‌کننده و حل شونده از ماده‌های آلی، مانند رنگهای روغنی و روغن کاربردی برای ابزار و دستگاههای مکانیکی و ماشینها هستند. در بند د، لجن است که در فرآیند آبکشی و گذر از صافی در تصفیه‌خانه‌ها و پالایشگاهها، به‌دست می‌آید. در جدول ۴ ـ ۳ از ماده‌های خطرزا که در صنایع گوناگون پدید می‌آید، نام برده شده است.

جدول ۴ ـ ۳. ماده‌های خطرزای ناشی از صنایع گوناگون

نام صنایع	As	Cd	CH	Cr	Cu	Cn	Pb	Hg	Mo	Se	Zn
ـ باتری‌سازی		×		×	×						
ـ شیمیایی			×	×	×			×	×		
ـ الکتریکی و الکترونیکی			×		×	×	×	×		×	
ـ آبکاری و روکش فلز		×		×	×	×					×
ـ ماده‌های منفجره	×				×		×	×	×		
ـ چرم‌سازی				×					×		
ـ برون آوردن کانیها و فلزها	×	×		×	×	×	×	×		×	×
ـ رنگ و رنگرزی		×		×	×	×	×	×	×	×	
ـ حشره‌کش‌ها	×		×			×	×	×	×		×
ـ مواد نفتی و زغال سنگ	×		×				×				
ـ داروسازی	×							×	×		
ـ چاپ و نسخه‌برداری	×			×	×		×		×	×	
ـ خمیر چوب و کاغذسازی								×	×		
ـ بافندگی و پارچه‌بافی				×	×			×	×		

۵. شناخت و رده‌بندی پسمانده‌ها

پیش از پرداختن به‌طرح خاکچال، باید از ویژگیهای پسمانده، شناختی درست و روشن

omoorepeyman.ir

داشت. همان‌گونه که یاد شد، پسمانده‌ها به‌هیچ وجه، یکسان نیستند و حتی پسماندهٔ یک صنعت خاص هم، در دو جای جدا از یکدیگر، ناهمسانی نشان می‌دهند. دگر شدن فرآیند تولید و نوآوریهای صنعتی، که امروزه پدیده‌ای روز به‌روز شده است، در کیفیت پسمانده‌های صنعتی اثر بسیار گذاشته و باید در بررسیها، همیشه به‌نوآموزی، بازشناسی و ارزیابی پرداخت و بر دانسته‌های خود افزود.

رده‌بندی پسمانده‌های صنعتی، ساده‌تر می‌نماید، زیرا برداشتن نمونه‌ای که نشانگر درستی از آمیختهٔ آن باشد، دشوار نیست، در حالی‌که، انجام آزمایش روی نمونه‌ای که به‌درستی نشانگر زباله شهری باشد، به‌آسانی میسر نیست. از این‌رو، رده‌بندی زباله‌های شهری، به‌آسانی انجام‌پذیر نبوده و همیشه با کمی بدگمانی، همراه است. حتی برای زبالهٔ شهرهای یک کشور، که همانندی اجتماعی و جغرافیایی نزدیک با یکدیگر دارند، لازم است نمونه‌برداری و آزمایشهای جدا از هم انجام گرفته و به‌داشتن آماری از یک شهر، بسنده نشود. حال، با چنین بینشی، به‌شناخت و رده‌بندی پسمانده‌ها پرداخته می‌شود، که برای آشکار ساختن نکته‌های زیر، ضروری هستند:

الف) خطرزا یا بی‌خطر بودن پسمانده.

ب) امکان چال کردن پسمانده.

ج) آمیخته‌های احتمالی آبزبالهٔ پسمانده، که بر گزینش پوشش پایانی و پوشش میانی، طرح تصفیه‌خانه و مهمتر از همه برنامه‌ریزی پایش آبهای زیرزمینی اثر می‌گذارد.

د) حجم پسماندهٔ تولیدی.

ه) شناختن آن بخش از ویژگیهای فیزیکی پسمانده، که در طرح درست خاکچال لازم است.

و) شناخت آن بخش از ویژگیهای فیزیکی پسمانده، که برای گرداندن و بهره‌برداری از خاکچال ضروری است.

ز) شناخت کارهای ایمنی احتیاطی برای گردانندگان، بازرسان و کارکنان خاکچال.

ح) شناخت پسمانده‌هایی که در فرایند بازیابی سبب کاهش کل پسمانده گردآوری شده، می‌گردد.

omoorepeyman.ir

برای آشنایی با ویژگی آمیخته زباله‌های شهری، جدول ۴ ـ ۴ که برای شهرهای آمریکا فراهم شده است، آورده می‌شود.

جدول ۴ ـ ۴. افت و خیز ترکیبهای اصلی زباله شهری در آمریکا

شماره نمونه	ترکیبهای اصلی	درصد زیر، زیری (وزن تر)
۱	پسماندهٔ خوراکی	۴/۴ ـ ۱۵/۳
۲	پسماندهٔ درختکاری و باغ	۱۲/۵ ـ ۲۴/۲
۳	فرآورده‌های شیشه‌ای	۶/۵ ـ ۱۰/۹
۴	فلزها (آهن و آلومینیوم)	۴/۰ ـ ۹/۰
۵	نم و خیسی (رطوبت)	۲۷/۱ ـ ۳۵/۰
۶	دیگر ماده‌های سوختنی	۱/۶ ـ ۱۲/۱
۷	دیگر ماده‌های نسوختنی	۱/۸ ـ ۱۱/۱
۸	کاغذ	۴۱/۶ ـ ۵۳/۵
۹	پلاستیک	۰/۷۶ ـ ۵/۷

٦. نکته‌هایی چند، از ویژگیهای پسمانده

نخستین گام برای شناخت ویژگیهای هر پسمانده، بررسی روند پیدایش آن است. باید نمودار جابه‌جایی مواد را در فرآیند تولید هر فرآورده‌ای تهیه کرده و پسمانده‌های مختلفی را که قرار است در خاکچال ریخته شود، شماره‌بندی نمود، تا شناسایی ویژگیهای پسمانده، آسانتر انجام گیرد. باید همیشه به‌یاد سپرد، که از دیدگاه طرح خاکچال، فرآیند بازیابی آن‌چنان پراهمیت نیست، که شناخت پسمانده‌هایی که در خاکچال ریخته خواهد شد مهم است. آگاهی از ماده‌های خام و ماده‌های شیمیایی به‌کار رفته در ساخت فرآورده‌های صنعتی راهنمایی سودمند برای حدس مواد متشکل پسمانده‌های احتمالی است.

٦ ـ ١. روش نمونه‌برداری

در فرآیند تولید، تنها مشخص کردن نقاط نمونه‌برداری کافی نیست. باید حجم نمونه، بسامد برداشت و ابزار نمونه‌برداری را که متناسب با نوع و یکنواخت بودن یا نبودن پسمانده‌های

omoorepeyman.ir

گوناگون است، روشن ساخت. در زیر، فهرستی از برخی آزمایشهای استاندارد، آورده شده است:

۱ ـ استاندارد ASTM, D140-70 ، برای مواد آبگون با نوچی بسیار بالا.

۲ ـ استاندارد ASTM, D346-75 ، برای پسماندهٔ گردگون.

۳ ـ استاندارد ASTM, D420-69 ، برای خاک و پسمانده‌های سنگی.

۴ ـ استاندارد ASTM, 1452-65 ، برای پسمانده‌های خاک‌گون.

۵ ـ استاندارد ASTM, 2234-76 ، برای پسمانده‌های خاکسترگون.

همان‌طور که یادشد، پسمانده‌ها بسیار گوناگون بوده و حتی زبالهٔ یک شهر هم، در موسم چهارگانهٔ سال، یکسان نمی‌ماند. برای مثال، در کارخانهٔ کاغذسازی نیز بسته به‌مواد شیمیایی به‌کار رفته برای تولید کاغذهای رنگی با رنگهای گوناگون، یا در تولید روزانه و هفتگی نوع پسمانده در تغییر است. با شناخت و آشنایی از این دگرشدگی، بهتر می‌توان دربارهٔ بسامد نمونه‌برداری‌ها تصمیم گرفت. ضمن آنکه، چون تک نمونه‌ها، نتیجهٔ درستی از همه ویژگیهای پسمانده به‌دست نمی‌دهند، نمونه‌های آمیخته، مطلوبتر است. اگر دو یا چندگونه پسمانده، همزمان با یکدیگر در خاک‌چال ریخته شوند، نمونه‌برداری از هر پسمانده، باید متناسب با حجم یا وزن یکایک آنها انجام گیرد (لجن فاضلاب شهری از دیدگاه نمونه‌برداری، جزو ماده‌های آبگون نوچ است).

۶ ـ ۲. آزمایشهای شیمیایی

آزمایشهای پذیرفته‌شدهٔ شیمیایی، در فرآیند تولید پسمانده، به‌شرح زیر است:

الف) آزمایش کلی شیمیایی، برای آگاهی از ساختار و مواد متشکل پسمانده است و هدف آن است که بتوان تا ۹۹/۹۹٪ کل مواد متشکل اولیهٔ پسمانده را، با وزن کردن نمونه مشخص کرد. دستور کار این آزمایشها را فدراسیون کنترل آبهای آلوده آمریکا، در سال ۱۹۸۱، با شماره‌های "ASTM D-2795-84", "E-886-82" ، به‌نگارش درآورده است. با آگاهی از موادخام به‌کار رفته، آزمایشها را بهتر می‌توان فهرست‌بندی کرد. در جدولهای (۴-۲) و (۴-۳)، عناصری را که باید بازشناخت و در جدول (۴ ـ ۴)،

omoorepeyman.ir

فهرستی از ترکیبهای گوناگون برای پسمانده‌های مختلف آورده شده است. این فهرستها را نباید کامل پنداشت و باید هر بار متناسب با بررسیها و شناخت پسمانده، از فهرست یاد شده کاسته و یا بر آن افزود. آزمایشهای کلی شیمیایی، دارای افزونه‌ها و کاستی‌هایی است، که در زیر آورده شده است.

۱ ـ چون در وارسی و کنترل این آزمایش، عوامل دگرشونده کمترین میزان ممکن است، منابع لغزش نیز، کمترین است.

۲ ـ آزمایش کلی شیمیایی، تنها راه شناخت آلودگی احتمالی پسمانده‌های ناپایدار است.

۳ ـ آزمایش کلی شیمیایی، در عمل کل آلودگی را نشان می‌دهد.

۴ ـ یافته‌های این آزمایش، برای سنجیدن پسمانده‌های گوناگون با یکدیگر و سنجش آنها با ماده‌های طبیعی است.

۵ ـ آزمایش کلی شیمیایی، برای کمک به‌فراهم کردن مبانی بررسی و رده‌بندی ترکیبهای آبزباله است.

کاستیهای آزمایش کلی نیز، چنین است:

۱ ـ گرچه هدف از این آزمایش شناخت کامل همه عناصر پسمانده است، اما در بسیاری از موارد، ۹۹/۹۹٪ شناخت از ترکیب پسمانده حاصل نمی‌شود.

۲ ـ شیوه آزمایش چنان است که به‌درستی نمایانگر خاکچال نیست، تا آنجا که چگالی ترکیبهای آبزبالهٔ حاصل، به‌ندرت با چگالی مواد متشکل پسمانده هم‌سنگ است.

ب) پیش از گزینش مایع مورد استفاده برای آزمایش، باید شرایط ریختن پسمانده را در خاکچال، بررسی کرد. برای خاکچالهای تک‌پسمانده‌ای، شیوهٔ آزمایش آبشویی مناسب است و برای شست‌وشو می‌شود آب به‌کار برد. اما اگر چندین ماده در خاکچال ریخته شود، بهتر است به‌جای آبشویی، اسیدشویی نمود، یا آنکه از آبزبالهٔ دست‌ساخت سود جست. فهرست آزمایشها، مانند آزمایشهای کلی است، مگر آن بخش از عناصر که در آزمایش کلی، درصد بسیار کمی را تشکیل داده و در آزمایش

omoorepeyman.ir

آبشویی (بند ۴ ـ ۱) ، به‌صورت محلول در نمی‌آیند. در این‌حال، بهتر است این‌گونه عناصر را از فهرست مواد شیمیایی مورد آزمایش، کنار نهاد.

۶ ـ ۳. آزمایشهای فیزیکی

از جمله کارهای مهندس طرح، گزینش فهرستی از آزمایشهای فیزیکی برای آگاهی از ویژگیهای زیر است: ۱) وزن واحد حجم مواد کوبیده شده؛ ۲) جرم مخصوص؛ ۳) چگونگی پخش اندازه‌های مواد متشکل؛ ۴) تراوایی؛ ۵) تراکم یا درهم فشردگی یا حد آتربرگ و ایستایی، که شامل یافتن زاویه مالش داخلی، یا گیراگیری (التصاق) مواد است.

از میان ویژگیهای بالا، دانستن وزن واحد حجم پسماندهٔ کوبیده شده همیشه موردنیاز است، تا برپایه آن بتوان هزینهٔ ریختن زباله در خاکچال را برآورد کرد، بر پایهٔ آن نرخها را تعیین نموده و از صنایع و شهروندان پول دریافت کرد. آزمایش آتربرگ یا آزمایش جرم مخصوص، همیشه لازم نیست و آزمایشهای استاندارد خاک را می‌توان برای این مورد هم گسترش داد. گرفتاری هنگامی است که در پسمانده، لجن یا مواد پوسیدنی ریخته شود. دربارهٔ زباله‌شهری نیز، گرفتاری دارای ابعاد دیگری است، زیرا مواد متشکله‌اش بسیار گوناگون و ناهمگن است و تا به‌امروز هم هیچ آزمایش استانداردی برای این‌گونه پسمانده‌ها، نوشته نشده است.

۷. پسمانده‌های خطرزا

نخستین گام پیش از برنامه‌ریزی انجام آزمایشها، آگاهی از خطرزا بودن یا بی‌خطر بودن پسمانده است. خطرزایی پسمانده به‌درستی تعریف‌پذیر نیست و هر کشوری شناسه‌ای از فهرست موادی که آنها را در جرگه پسمانده‌های خطرزا قرار می‌دهد، ارائه کرده است. امروزه، در آمریکا همه پسمانده‌های جامد را که دارای آمیخته‌های خطرزا است، در جرگهٔ پسماندهٔ خطرزا به‌شمار می‌آورند، مگراینکه تولیدکنندگان جز این را ثابت کنند.

پایهٔ شناخت پسمانده‌های خطرزا، چنین است: آیا پسماندهٔ موردنظر، در جرگه پسمانده‌های خطرزا آورده شده است یا نه (پسمانده‌های رادیو آکتیو، جدا بوده و جزو

omoorepeyman.ir

پسمانده‌های خطرزا به‌شمار آورده نمی‌شود[۱]. اگر نام پسمانده در فهرست پسمانده‌های خطرزا نباشد، به‌بررسی زیر می‌پردازند:

۷ـ۱. ویژگیها

چهار ویژگی زیر، در شناخت خطرزا بودن پسمانده (جز پسمانده‌های عفونی که در این بحثها گنجانده نشده است)، به‌کار می‌رود:

الف) زنگ‌زدگی، خورندگی . پسماندهٔ آبدار با pH کمتر از ۲ یا بیشتر از ۲/۵ را که بتواند فولاد کربن‌دار یا کربن ۰/۲٪ را در درجه حرارت ۵۵ درجه سانتیگراد و با شدت ۶/۳۵ میلیمتر یا بیشتر بخورد، در جرگه پسمانده‌های خطرزا به‌شمار آورده‌اند.

ب) زیانباری (EP Toxicity). این آزمایش‌را هنوزهم برای‌پسمانده انجام می‌دهند، اما همان‌طور که گفته شد، رفته‌رفته آزمایش TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure) جای این آزمایش را می‌گیرد. اگر افشره جدا شده دارای چگالی بیشتر یا برابر با آنچه در جدول زیر آمده است باشد، آنگونه پسمانده را در جرگه پسماندهٔ خطرزا به‌شمار می‌آورند.

ج) آتش‌زایی . اگر پسمانده از محلولی جز آب تشکیل شده و دارای کمتر از ۲۴٪ حجمی الکل و نقطهٔ آتش‌زایی ۶۰ درجه سانتیگراد، یا مطابق با آزمایشهای (ASTM D-93-79) یا (ASTMD-93-80) باشد، آن پسمانده را آتش‌زا به‌شمار می‌آورند. پسمانده‌هایی را که آبکی نیستند، اما در فشار جو و دمای صفر درجه سانتیگراد، یا در شرایط اصطکاک، یا جذب رطوبت، یا تغییر یکباره شیمیایی سبب بروز آتش شود، در جرگه پسمانده‌های آتش‌زا به‌شمار آورده و آن را بر پایهٔ ASTM D-332 آزمایش می‌کنند.

د) واکنشداری . پسمانده‌ای که بی‌ثبات بوده و به‌ویژه در تماس با آب تغییر ناگهانی از خود بروز دهد، پسمانده واکنشدار می‌نامند. این‌گونه پسمانده‌ها، با آمیختن با آب، تندرستی مردمان و پاکی محیط زیست را به‌خطر می‌اندازد.

omoorepeyman.ir

۸. محدودیت ریختن پسمانده‌های خطرزا در خاکچال

بهتر است پسمانده‌های خطرزا پیش از تصفیه، در خاکچال ریخته نشود. یکی از آسیبهای احتمالی چنین کاری، از میان رفتن روکشهای خاکچال است. البته، با انجام چند آزمایش، می‌توان به‌سازگاری یا ناسازگاری پسمانده و روکش پی برد. پسمانده‌هایی راکه در تماس با آب یا با پسمانده‌های درون خاکچال، یا با پسمانده‌هایی که نقطه آتش‌زایی بالای ۶۰ درجه سانتیگراد دارند، دودهای زیانبار و مسموم‌کننده ایجاد می‌کنند، نباید در خاکچال ریخت و پیشنهاد می‌شود که از ریختن پسمانده‌های زیر نیز، در خاکچالها خودداری شود:

الف) پسمانده‌های دارای درصد بالایی از مواد فرّار.
ب) پسماندهٔ گیاهان خوشبو یا ترکیبهای هالوژن‌دار (ترکیبهای کلر، فلوئور، برم و ید).
ج) پسمانده با درصد بالایی از فلزهایی، مانند آرسنیک، کادمیوم، سرب، جیوه و سلنیوم.
د) پسمانده با درصد بالایی از سیانور و سولفور.
ه) پسمانده‌های خطرزای گَردگون پیرامون کارگاه خاکچال که موجب گرفتاری می‌شوند.
و) مواد کاربردی در پوشش پایانی خاکچال، که دارای تاب برشی کم است و هنگام پوشاندن خاکچال درهم می‌شکند.
ز) پسمانده‌های آبکی و پر آب، که بر مقدار آبزباله می‌افزاید.

۹. آزمایش پسمانده‌های بی‌خطر

همان‌طور که پیش از این گفته شد، شناخت کامل ویژگیهای پسمانده، شامل دانستن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن است. برای پسمانده‌های بی‌خطر، به‌آزمایش آبشویی و برخی آزمایشهای فیزیکی، بسنده می‌شود، اما بهتر است که آزمایش زیان‌باری (Ep Toxicity) انجام شود.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

گفتار پنجم

خاکچالهای خودپالا

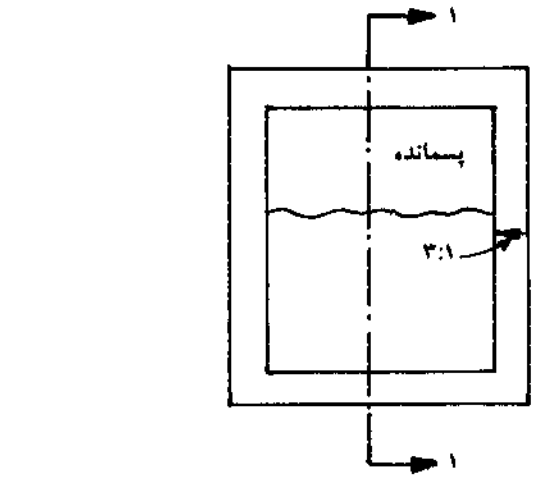
۱. شناسایی

خاکچالهای خودپالا، بر این فرآیند استواراند که آبزبالهٔ تراویده از کف خاکچال، به‌وسیلهٔ لایه خاکی سیرآب نشدهٔ زیر بستر خاکچال، و نیز گذر از منطقه آبخیز (آبخیزگاه) خودپالایی می‌یابد. اما امروزه، لایه خاک سیراب‌نشده زیر خاکچال را پاک‌کنندهٔ کامل مواد آلاینده به‌شمار نمی‌آورند و آن را تصفیه‌کننده طبیعی کامل نمی‌دانند. با این برداشت نو، جز پسمانده‌های بی‌خطر هیچ‌گونه پسمانده‌ای، مگر با تدابیری که از آن سخن خواهد رفت، در خاکچال ریخته نمی‌شود. گزارشهای در دست، گویای آن است که حتی خاکچالهای کوچک با ظرفیت ۴۰۰۰۰ متر مکعب نیز اگر به‌درستی ساخته نشوند، بر آبهای زیرزمینی اثری ناخواسته به‌جای می‌گذارند. این بدگمانی به‌خاکچالهای خودپالا، وسواس در نگهداری بهداشتی آبهای زیرزمینی، در برخی ایالتهای آمریکا و در کشور آلمان، تا بدان حد است که دیگر پروانه ساختمان خاکچالهای خودپالا، هر اندازه هم که کوچک باشند، صادر نمی‌شود.

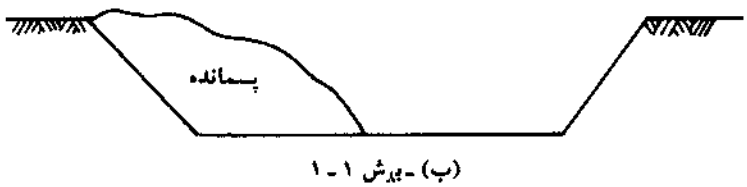
در ساخت و بهره‌برداری از خاکچالهای خودپالا، دو شیوه به‌کار گرفته می‌شود: گودال گسترده، و گودال باریکه یا کندک. در شیوه نخست، همه سطح تا تراز کف را گودبرداری می‌کنند و ریختن پسمانده را از یک‌سو آغاز می‌کنند. در شیوه دوم، هر باریکه‌ای جدا

omoorepeyman.ir

خاکبرداری شده، پسمانده‌ها را در آن ریخته و رویش را می‌پوشانند، شکل ۵ ـ ۱ و ۵ ـ ۲. زمین مورد نیاز در شیوه گسترده کمتر است، اما چون به‌هنگام بارندگی همهٔ سطح پسمانده خیس می‌شود، آبزبالهٔ بیشتر و باکیفیتی بدتر تولید می‌شود. از این‌رو، گزینش هر یک از این دو شیوه، بستگی به‌ارزش زمین دارد.



(الف) ـ نمای گسترده

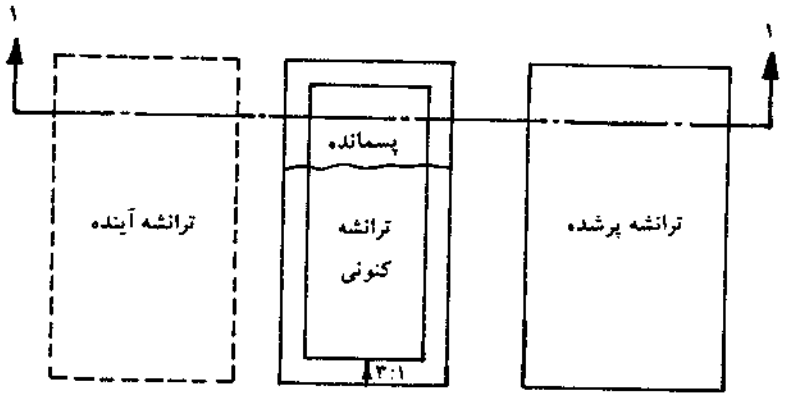


(ب) ـ برش ۱ ـ ۱

شکل ۵ ـ ۱. خاکچال خودپالا با گودال گسترده.

روش سومی نیز هست که به‌زمین کمتری نیاز دارد و آبزباله کمتری هم تولید می‌شود، شکل ۵ ـ ۳. در این شیوه، کندن خاکچال از یک‌سو انجام می‌گیرد و ضمن پیشرفت کار، بخش پرشده خاکچال را که به تراز بالا و قطعی رسیده است، پوشش پایانی می‌کنند و بستر خاکچال را هم شیب‌دار ساخته و شیب آن را در جهت خاکبرداری در نظر می‌گیرند. برای

omoorepeyman.ir



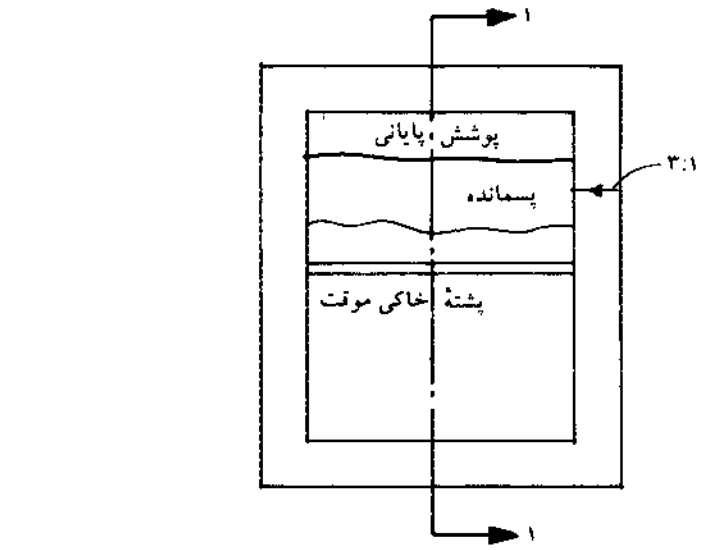
(الف) ـ نمای گسترده

(ب) ـ برش ۱ ـ ۱

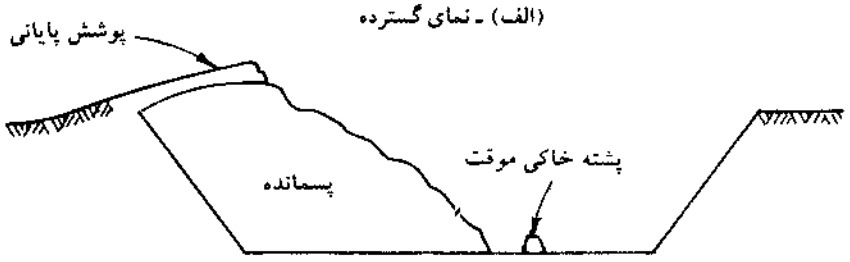
شکل ۵ ـ ۲. خاکچال خودپالای باریکه‌ای.

جلوگیری از آلودگی آب داخل گودال که در تماس با پسمانده قرار می‌گیرد، با تلمبه آب را تخلیه می‌کنند. برای این کار، در فاصله‌ای مناسب از بر گودال و در درازای آن، پشتهٔ خاکی موقت به بلندی ۶۰ تا ۹۰ سانتیمتر ساخته می‌شود. باید مطمئن بود که کارکنان خاکچال، به‌خوبی از سمت ریختن پسمانده، آگاه باشند و همیشه پسمانده را در درازای گودال گسترده بریزند تا از هرگونه آلودگی آب جلوگیری شود. بی‌دقتی در این‌کار، سبب می‌گردد که آبهای ناآلوده‌ای هم که در تماس با پسمانده نیست، آلوده شده و در نتیجه آبهای سطحی پیرامون خاکچال نیز، در اثر تلمبه‌زنی آلوده گردد. اگر شبکه گردآوری آبهای سطحی در کارگاه وجود داشته باشد، با اجازه سازمانهای دست‌اندرکار، می‌توان آبهای درون گودال گسترده را در آن سوی پشته خاکی، در شبکهٔ آب باران ریخت.

omoorepeyman.ir



(الف) ـ نمای گسترده



(ب) ـ برش ۱ ـ ۱

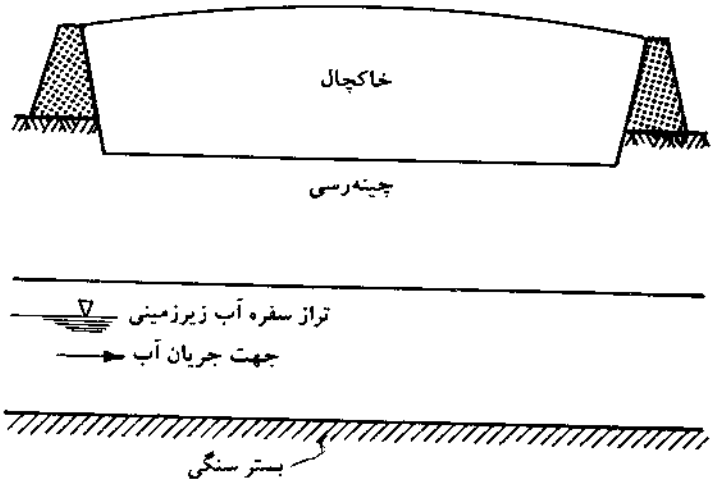
شکل ۵ ـ ۳. شیوه چال کردن پسمانده در خاکچال.

گودال گسترده، بیشتر برای ریختن پسمانده روزانه، با حجم زیاد، به‌کار می‌رود، درحالی‌که روش گودال باریکه (کندک) برای چال کردن پسمانده‌های با حجم کم، در زمانی کوتاه و با بسامدی بلند (شش ماه تا یک‌سال) مناسب است.

۲. فرآیند خودپالایی

همان‌گونه که در شکل ۵ـ۴ نشان داده شده‌است، زیربستر خاکچال، لایه‌ای از خاک‌رس است

omoorepeyman.ir



شکل ۵ ـ ۴. چینه‌بندی آرمانی زمین در خاکچال خودپالا.

(خاک ML یا ML-CL، براساس سامانهٔ رده‌بندی خاک (Unified Soil Classificaion System)، که روی لایهٔ آبخیز ماسه‌ای قرار دارد. بستر سنگی زیر آبخیزگاه ماسه‌ای، باید بسیار ژرف باشد (۱۵ ـ ۱۸ متر یا بیشتر زیر سفره آب زیرزمینی). در یک چنین خاکچالی، خودپالایی در دو مرحله انجام می‌گیرد: نخست درگذر آبزباله از لایه‌های ماسه‌ای و سپس خودپالایی آبزباله در آبخیزگاه زیرزمینی.

۳. ابزار خودپالایی

منظور از خودپالایی یا تصفیه طبیعی، کاهش تراکم پدیده‌های تشکیل‌دهندهٔ آبزباله تا حدمجاز (پذیرفتنی) آنهاست. بر پایهٔ تعریف بالا، شش‌گونه ابزارهٔ خودپالایی را می‌توان نام برد.

۳ـ۱. کشش پوسته‌ای

پوسته نازک رویهٔ هر چیز، مولکول گاز، محلول آبگون یا جامدی را که در تماس با آن قرار

omoorepeyman.ir

گیرد، به‌سوی خود می‌کشد (کشش دیگری نیز هست که سبب در خود فروکشیدن می‌گردد، اما با کشش بالا یکی نیست، که بعد، از آن سخن خواهد رفت). هر ذره خاک رس، توانایی آن را دارد که مولکولهای آب، یا هر آبگونی را به‌سوی خود بکشاند. این ویژگی یعنی کشش پوسته‌ای، با واکنش جابه‌جایی یونها یکی نیست، اما چنان همانند است که برخی هر دو را یکی می‌انگارند. آنچه از دیدگاه طرح خاکچال پراهمیت است، کشش پوسته‌ای است که سبب کاهش کل مواد جامد محلول در آبزباله می‌شود و در فرآیند خودپالایی سودمند است؛ در حالی‌که واکنش جابه‌جایی یونها، سبب چنین کاهشی نشده و تنها موجب تغییر نوع یونهای آبزباله‌ای می‌گردد که از لایه خاکی سیرآب نشده، نشت کرده است. کشش پوسته‌ای، بستگی به‌میزان pH دارد و با آزمونهایی نه چندان آسان، می‌توان به‌ظرفیت کشش پوسته‌ای هر خاک رسی پی برد.

۳ـ۲. فراکشی زیستی

پدیده‌های زندهٔ بسیار ریز، آبزباله را به‌سوی خود کشیده و با شکستن مواد تشکیل‌دهندهٔ آن، سبب خودپالایی می‌شوند. این فرآیند، به‌ویژه در آغاز مراحل نخستین خودپالایی، بسیار کارساز است. آنچه رخ می‌دهد، چنین است:

الف) پسمانده‌های کربن‌دار درهم می‌شکنند.

ب) کربن دی اکسید تولیدشده و در پی آن، اسید کربنیک پدیدار می‌گردد.

ج) آنگاه، چند گونه اسید آلی به‌دست می‌آید.

د) اکسیژن موجود مصرف شده و با کاسته شدن میزان آن، محیط زیست برای پیدایی باکتریهای بی‌هوازی پدیدار می‌گردد.

ه) واکنش جابه‌جایی یون در فلزها، خود را نشان می‌دهد.

و) اکسیده شدن و کاهش ترکیبهای ناآلی، فراهم می‌شود.

ز) سیانور با دگرگون شدن، به‌ازت معدنی تبدیل شده، کاهش ازت ترکیبها (ازت‌زدایی) آغاز می‌شود و گاز ازت حاصل می‌گردد.

ح) متیل‌شدگی برخی فلزها و شبه‌فلزها ظاهر می‌شود.

ط) آمیخته‌های پیچیده آلی، پدیدار می‌شود که با ترکیبهای آبزباله، واکنشهای دیگری را

omoorepeyman.ir

فراهم می‌آورد.

ی) برخی از موادآلی زندهٔ ریز و درشت، پدید می‌آید که روی آنها، مواد تشکیل‌دهندهٔ آبزباله، فرو کشانده می‌شود.

ک) مواد آلی ریز دانهٔ وازده‌ای پدیدار می‌شود، که می‌تواند روزنه‌های خاک را پر کرده و از تراوایی خاک بکاهد.

ترکیبهای آلی پیچیده در آبزباله شهری، بسیاری از پسمانده‌های فلزی را در شرایط هوازی، بی‌جنبش و ته‌نشین می‌سازد. اما در شرایط بی‌هوازی و اسیدی، خودپالایی مواد فلزی در اثر میکروبها، کمتر انجام می‌گیرد، به‌ویژه اگر pH تا به ۳ و کمتر از آن کاهش یابد.

فراکشی زیستی برای پسمانده‌های پوسیدنی، در وهله نخست ناشی از عملکرد باکتریهای بی‌هوازی است. تولید متان، بهترین نشانه فعالیت زیستی باکتریهای بی‌هوازی است که در آغاز کار، زیادتر تولید شده و رفته رفته تولید آن فروکش می‌کند. تولید متان، بستگی به‌مقدار مواد پوسیدنی و پوسیده شدن موادآلی ریزدانه در آن دارد، که آن هم خود در پیوند با بودن مواد غذایی در زباله است. چکیده یافته‌ها و آگاهیها، نشانگر این است که فراکشی زیستی، در خودپالایی نقش مهمی دارد، اما میزان اثر آن ناشناخته مانده است.

۳ـ۳. جابه‌جا شدن کاتیون و آنیون

جابه‌جایی کاتیون و آنیونی که به‌طور عمده در رابطه با دانه‌های معدنی رس انجام می‌گیرد، جابه‌جا شدن یک یون با یون دیگر است، بی‌آنکه ساختار معدنی آن، دگرگون شود. میزان جابه‌جایی آنیون، با کاهش میزان pH خاک افزایش می‌یابد و پایین بودن پایه اسیدی (pH)، در خودپالایی مواد آلی اثر خوبی دارد.

۳ـ۴. آبکی‌سازی

در این شیوه، غلظت مواد تشکیل‌دهندهٔ آبزباله، کاهش می‌یابد. بهره‌وری از این روش، بستگی به‌آن دارد که آلودگی آبهای زیرزمینی، بالاتر از میزان مجاز نباشد. از آنجا که کلرورها، نیتراتها و مواد سولفاته که در زباله شهری یافت می‌شوند، در اثر خودپالایی خاک از میان نمی‌روند، با آگاهی از غلظت مجاز این‌گونه پدیده‌ها در آبخیزگاه، می‌توان شیوه

omoorepeyman.ir

آبکی‌سازی را به‌کار بست یا به‌کنار نهاد. برای حفظ آبهای زیرزمینی پایین‌دست، بهتر است میان خاکچال و نزدیکترین چاه آب آشامیدنی، ۳۵۰ تا ۴۰۰ متر فاصله پیش‌بینی شود.

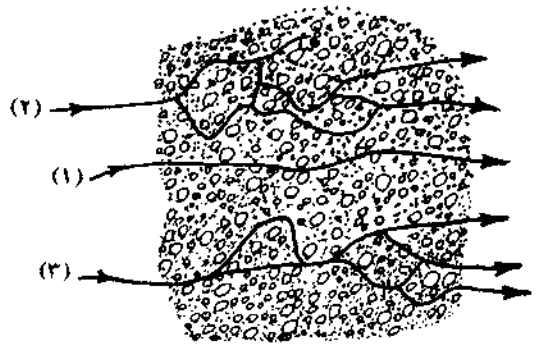
عامل اصلی مؤثر در شیوه آبکی کردن، اختلاف چگالی آب زیرزمینی و آبزباله است. ضمن آنکه عوامل دیگری مانند سرعت جریان آب زیرزمینی، سرعت ورود آبزباله، خاصیت پراکنده شدن مواد تشکیل دهندهٔ آبزباله در آب زیرزمینی، و سرانجام لایه‌بندی خاک بستر و پی شالودهٔ خاکچال نیز، در پدیده آبکی شدن مؤثر هستند. همه این عوامل را در کارگاه می‌توان حدس زد و به‌دست آورد، اما حدس درست‌تر، از راه مدل‌سازی به‌دست می‌آید. چون کاربرد خاکچالهای خودکفا تنها در شهرهای کوچک پذیرفته شده است، و از سوی دیگر این‌گونه شهرها، کمتر توانایی مالی برای تأمین بودجه مدل‌سازی و انجام این‌گونه بررسیها دارند، از این‌رو اجرای چنین طرحهایی هنگامی میسر است که بودجه‌بندی در مقیاس کشوری انجام شود و سرمایه لازم، دراختیار شهرهای کوچک نیز قرار گیرد.

۳ـ۵. افشاندگی و پراکندگی

منظور از افشاندگی، افشان‌شدن همه سویه تا حد هدر رفتن آبگون است، در حالی‌که پراکندگی، پخش شدن همه جانبه از یک کانون ثابت است. این دو ابزاره، آبزبالهٔ درون سفره آب زیرزمینی را آبکی‌تر می‌کند. زیرا، آبزباله دارای مواد متشکلی است با چگالی متفاوت با آب، و همین امر، سبب پراکندگی و پخش شدن آبزباله تا رسیدن به‌توازن کیفی با پیرامون خود می‌شود. پس اگر پراکندگی در اساس پدیده‌ای فیزیکی /شیمیایی است، افشاندگی پدیده‌ای مکانیکی است و از این‌رو، هم در جهت افقی و هم در جهت عمودی، رخ می‌دهد. افشاندگی افقی، در جهت جریان آب یا آبگون رخ داده و از هر روزنه بازتری راهی برای پخش به‌وجود می‌آید. برای آبزباله‌ای که در نقطه ۲ یا ۳، شکل ۵ـ۵ وارد می‌گردد، پیشرفت جریان کندتر از آبزباله‌ای است که از نقطه ۱ وارد می‌شود.

افشاندگی عمودی، در جهت عمود بر جریان رخ می‌دهد و پیامدش شکسته شدن و چندشاخگی ناشی از برخورد آب/آبگون، با ذرات جامدی است که در آبخیزگاه وجود دارد. این انگاره، کاربری بیشتری برای ته‌نشست‌های ماسه‌ای و شنی دارد، در حالی‌که برای خاک رس ترک نخورده، افشاندگی عمودی روی نمی‌دهد.

omoorepeyman.ir



شکل ۵ ـ ۵. چگونگی خزش و پراکندگی آلاینده‌ها در درون خاک زمین.

۳ـ۶. صافی‌سازی

صافی‌سازی، ابزاره‌ای است که در اثر آن ترکیبهای آبزباله از دیدگاه فیزیکی، گیر می‌افتد. به‌این معنی که مواد جامد ته‌نشین شدنی و شناور در آبزباله، همان‌گونه که در اثر نیروی وزن ماسه و شن و مواد جامد در تصفیه خانه آب رخ می‌دهد، در لابلای ساختار روزنه‌ای خاک از جریان باز می‌مانند. میزان صاف‌شدگی آبزباله، بستگی به‌شیب هیدرولیکی آبزباله و اندازه روزنه‌ها دارد، اما چون صاف‌شدن یک‌بار رخ می‌دهد، بازدهی خیلی چشمگیر نیست و از این‌رو در طرح خاکچالها، کنار نهاده شده است.

۳ـ۷. ته‌نشینی

با دگرگونی عناصر شیمیایی محلول در هر آبگونی، مواد ته‌نشین شدنی، بلورگونه شده، چگالی آنها از حد محلول بودن فزونی یافته و ته‌نشینی رخ می‌دهد. این پدیده، بستگی به‌عوامل گوناگونی مانند جنس و تراکم یونها دارد، که این خود به‌دما، پایه قلیایی یا اسیدی (pH) و چگالی مواد محلول بستگی دارد. در جدول ۵ ـ ۱ چکیده‌ای از اثر پدیده‌های گوناگون خودپالایی آورده شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۵ ـ ۱. اثر تک‌تک ابزاره‌های خودپالایی

نام ابزاره	اثر ابزاره
ـ کشش پوسته‌ای	در صورتی‌که دگرگونی pH زیاد نباشد، جابه‌جایی نیست
ـ فراکشی زیستی	جابه‌جایی موقت است
ـ جابه‌جا شدن کاتیون و آنیون	آمیخته‌ها بی‌جنبش‌اند، اما آبکی شدن برخی از پدیده‌ها، میزان غلظت را افزایش می‌دهد
ـ آبکی شدن	کم شدن غلظت
ـ صافی شدن	بی‌جنبشی
ـ ته‌نشینی	در بیشتر موارد بی‌جنبشی است؛ دگرشدن pH و EH اثر بسیاری دارد

۴. تأثیر پدیده‌های گوناگون، در فرآیند خودپالایی

سرعت جریان آبزباله و درجه سیرآبی خاک، دو عاملی هستند که در تغییر کیفی مشهود در طبیعت، نقش دارند. در زیر اشاره‌ای به‌این دو عامل شده است.

۴ ـ ۱. سرعت جریان آبزباله

فرآیند خودپالایی، تا حد زیادی بستگی به‌سرعت جریان آبزباله دارد. واکنش جنبشی بر چهار ابزاره از پنج ابزارهٔ کشش پوسته‌ای، یعنی فراکشی زیستی، جابه‌جا شدن کاتیونی و آنیونی و سرانجام، ته‌نشینی، اثر می‌گذارد. از آنجا که آگاهی از این بابت کم است، فرض براین است که جریان آبزباله، چنان آرام و کُند رخ می‌دهد، که همه ابزاره‌ها در خودپالایی تأثیر دارند.

۴ ـ ۲. درجه سیرآبی منطقه سیرآب‌نشده

درجه سیرآبی خاک، در فراکشی زیستی اثری محسوس دارد و در ته‌نشینی تا حدی مؤثر است. سیرآبی بیشتر خاک، به‌معنای کاستی اکسیژن لازم موجود برای واکنش زیستی است، که سرانجام به‌رشد باکتریهای بی‌هوازی منجر می‌گردد. از آنجا که منطقه سیرآب‌نشده، همیشه ممکن است سیرآب گردد، بهتر است که تنها در چنین شرایطی به‌خودپالایی ناشی از فراکشی زیستی توجه شود.

omoorepeyman.ir

۴ـ۳. مواد آلی و ناآلی در خاک‌رس، و بافت خاکی

خاک رس‌دار، با نسبتی به‌مراتب بیشتر از رس معدنی، بر کشش پوسته‌ای، ته‌نشینی، و فراکشی زیستی، اثر می‌گذارد. رویه مواد آلی، ضمن آنکه منبع انرژی برای موجودات زنده ذره‌بینی است، کشش پوسته‌ای نیز، فراهم می‌کند. مواد ناآلی، مانند اکسیدها یا هیدراکسیدهای آهن، آلومینیوم و منگنز، در فرآیند ته‌نشینی شرکت می‌کند و به‌مقدار pH آبزباله ـ خاک، اثر می‌گذارد. بافت خاکی هم بر روند صافی‌شدن مؤثر است و باید افزود که در شرایط گوناگون کارگاهی، یک یا چند پدیده یادشده، نقش اصلی را در مهار و کنترل جریان خودپالایی دارند.

۴ـ۴. چینه‌بندی خاک

چگونگی قرارگرفتن لایه‌های خاک به‌روی هم (ماسه، لای و رس)، اثری فراوان در فرایند خودپالایی دارد. دست یافتن به‌مناسبترین چینه‌بندی خاک از دیدگاه خودپالایی، شکل ۵ـ۴ ناممکن است و هر کارگاهی لایه‌بندی خاص خود را دارد. اشاره به‌چند نکتهٔ زیر، برای روشن شدن این گفت‌وگو، ضروری می‌نماید:

الف) چنانچه زیر خاکچال در دست طرح، لایه رسی نباشد، باید به‌ساختن پی کندساز پرداخت تا جریان آب را کُند کرده و به‌این ترتیب، کار منطقه سیرآب‌نشده، در زمین انجام گیرد.

ب) ممکن است در حالت نقب‌زنی، گذرآب از شکافهای زمین ــ بی‌آنکه با خاک منطقه سیرآب‌نشده تماس حاصل کند ــ روی دهد و موجب گریز آبزباله از خاک شود.

ج) ناهمگونی ناشی از دگرگونیهای جوی، چه‌بسا در بستر سنگی زیرزمین، کوهواره‌هایی به‌بار آورده باشد. در این صورت، باید از ساختمان خاکچال خودپالا بر روی چنین بستری، دوری گزید.

د) پایین بودن تراوایی منطقهٔ سیرآب‌نشده (۱×۱۰^{-۷} سانتیمتر بر ثانیه یا کمتر) تراوش درست آبزباله را دشوار می‌کند و احتمال جمع‌شدن آبزباله را در گوشه و کنار منطقه و نشت آن را، سبب می‌شود. از این‌رو، نباید به‌ساختن خاکچال خودپالا در این‌گونه زمینها پرداخت.

omoorepeyman.ir

هـ) ضخامت لایه‌بندی خاک در آبکی‌شدن آبزباله اثر می‌گذارد، پس اگر ضخامت آبخیزگاه زیر لایه خاکی، به‌اندازهٔ مناسب نباشد، جریان آبکی شدن آبزباله، به‌درستی انجام نمی‌پذیرد.

و) چگونگی لایه‌بندی خاک، همچنین بر شکل خوشهٔ آلودگی درون خاک، که ناشی از سرعت جریان آبزباله به‌سوی آب زیرزمینی است، اثر می‌گذارد و سرعت جریان آب زیرزمینی نیز در شکل این خوشه‌ها، اثر دارد.

۵. ابزاره خودپالایی، برای آلاینده‌های شیمیایی

امروزه در بازار آمریکا، ۶۶۰۰۰ ماده شیمیایی دردسترس است و در جهان، ۴۵۰۰۰ گونه از آن داد و ستد می‌گردد. برآوردی از نوآوریها در زمینهٔ شیمی، گویای آن است که هر ساله، ۱۰۰۰ ماده شیمیایی نو، ساخته می‌شود و به‌فهرست امروزی این ماده‌ها افزوده می‌گردد. این در حالی است، که بررسی مدونی از ابزارهٔ خودپالایی برای همه مواد شیمیایی، فراهم نشده است. در بخش زیر، نگاهی به‌ابزاره خودپالایی خاک و آب زیرزمینی در رابطه با مواد شیمیایی گوناگون ــ که به‌طور معمول، در آبزباله پسمانده‌های بی‌خطر یافت می‌شود ــ ارائه شده است. چون پسمانده‌های زیانبار را در خاکچالهای خودپالا نمی‌ریزند، در زیر به‌آن دسته از مواد پرداخته نمی‌شود.

۵ـ۱. آلومینیوم

بیشتر آلومینیوم، در فرآیند خودپالایی ته‌نشین می‌گردد. در حالی که، آلومینیوم در محیط اسیدی کاملاً حل شونده است، در محیط توازن قلیایی و اسیدی، آلومینیوم به‌آسانی ترکیب اکسیدی نامحلول، هیدرواکسید و سیلیکات، تولید می‌کند. جابه‌جا شدن آلومینیوم در محیط رسی، به‌کندی صورت می‌گیرد.

۵ـ۲. آمونیوم

برای آمونیوم که ترکیبی ازته با ریشه NH_4 است، خودپالایی به‌صورت تبادل کاتیونی یا

omoorepeyman.ir

فراکشی زیستی رخ می‌دهد. در حالت دوم، آمونیوم تبدیل به‌نیترات یا ترکیبات آلی ازُته می‌شود. این واکنشها، چه بسا به محلول یا گاز آمونیاک یا سایر فرآورده‌های دیگر ازُته، منجر می‌شوند. فرآیند ازُته‌شدن که پیدایش نیترات و نمکهای ازت‌دار است، دوگامه بوده و افزون براثر باکتریهایی خاص در این فرآیند، فراوانی آمونیوم، اکسیژن لازم که همواره کمبود آن محتمل است، نم و دمای ۳۰ درجه سانتیگراد و محیطی با pH حدود ۸/۵، در انجام بهتر این واکنشها، اثر می‌گذارد. جابه‌جا شدن آمونیوم در خاک رس‌دار، نیمه کند است.

۵ـ۳. آرسنیک

خودپالایی آرسنیک در اثر ته‌نشینی و کشش پوسته‌ای رخ می‌دهد. در شرایط هوازی، آرسنیک با آهن، آلومینیوم، کلسیم و دیگر فلزها ترکیبهای آرسناتی تولید می‌کند که تا اندازهٔ کمی حل‌شدنی است. بیشترین مقدار آرسنات را که می‌شود از آبزباله خارج کرد، در pH میان ۴ تا ۶ است و از میان بردن آبزباله در pH میان ۳ تا ۹، بهتر رخ می‌دهد. جابه‌جایی آرسنیک در خاک رس‌دار، خیلی کند نیست.

۵ـ۴. باریوم

در فرآیند خودپالایی، در اثر کشش پوسته‌ای، تبادل یونی و ته‌نشینی، از مقدار باریوم کاسته می‌شود. با بودن آهک در خاک، باریوم به‌صورت کربنات باریوم ته‌نشین می‌شود و چون ماده‌ای بسیار کم حل شدنی است، در نتیجه به‌آسانی خودپالایی می‌یابد. جابه‌جا شدن باریوم در خاک رس‌دار، کند است.

۵ـ۵. بریلیوم

بیشتر خودپالایی بریلیوم، در اثر ته‌نشینی و تبادل کاتیونی رخ می‌دهد. بریلیوم در pH پایین به‌خوبی در خاک جابه‌جا می‌شود، اما جابه‌جا شدن آن در خاک رس‌دار، کند است.

۵ـ۶. بُر

بخش زیادی از خودپالایی بُر، در اثر کشش پوسته‌ای روی می‌دهد و بودن آلومینیوم و آهن دوظرفیتی، در این فرآیند مؤثر است. مقدار جابه‌جا شدن بُر در خاک رس‌دار، بالا است.

omoorepeyman.ir

۵ـ۷. کادمیوم

خودپالایی کادمیوم، ناشی از کشش پوسته‌ای و ته‌نشینی است. کشش پوسته‌ای مواد کلوییدی، سبب چنین واکنشی بوده و pH مهمترین پدیده در مهار خودپالایی است. سنگ آهک (کربنات کلسیم)، می‌تواند مانعی میان پسمانده و خاک گردیده و خودپالایی بیشتری در رابطه با کادمیوم فراهم آورد. ولی کاربرد سنگ آهک در خاکچالهای خودپالا، از میزان تراوایی کاسته و سبب فراهم نشدن خاکچالی با خودپالایی دلخواه می‌شود.

۵ـ۸. کلسیم

خودپالایی کلسیم، از راه ته‌نشینی و تبادل کاتیونی است. در محیط قلیایی، کربنات به‌دست می‌آید که به‌آسانی ته‌نشین می‌گردد. گریز کلسیم از خاک، بیشتر ناشی از تبادل نمکهای سدیم، پتاسیم، آمونیوم و منیزیوم موجود در آبزباله است، که سبب افزایش سختی آب زیرزمینی می‌شود.

۵ـ۹. اکسیژن موردنیاز شیمیایی

COD یعنی نیاز شیمیایی اکسیژن، نشانهٔ بودن گروهی از ترکیبها، مانند مولکولهای مواد آلی، در آن است. برخی از آنها، مانند محلول دی کرمات پتاسیم و اسید سولفوریک، در اثر جوشاندن اکسیده می‌شوند. مهمترین ابزاره خودپالایی COD، در اثر فراکشی زیستی است که اکسید سولفور (SO_4) و متان، حاصل آن است. در خاکچالهای زباله شهری، با نبودن هوا، تجزیه مواد به‌کندی پیش می‌رود و تولید اسیدی را در پی دارد. خاک ریزدانه برای خودپالایی مؤثرتر است، زیرا سطح تماس زیادتری را فراهم آورده و آمیزش محلول با مواد جامد را افزایش می‌دهد.

۵ـ۱۰. کلر

کلر، با خاک پالایش نمی‌یابد، اما جابه‌جا شدن آن در هر شرایطی، به‌خوبی رخ می‌دهد.

۵ـ۱۱. کرومیوم

ابزاره خودپالایی کرومیوم ته‌نشینی، تبادل کاتیونی و کشش پوسته‌ای در خاک است. تراکم

omoorepeyman.ir

کرومیوم در خاک، در اثر کشش پوسته‌ای مواد آلی، رس کانی و هیدراکسیدهای آهن، منگنز و آلومینیوم کاهش یافته و اثر pH، بستگی به‌ظرفیت کرومیوم (شش ظرفیتی، یا سه ظرفیتی) دارد. در خاکهای با بافت زبردانه و با روزنهٔ کمتر، خودپالایی کمتر از خاک با بافت ریزدانه رخ می‌دهد.

۵ـ۱۲. مس

خودپالایی مس، ناشی از کشش پوسته‌ای، تبادل یونها و ته‌نشینی است و میزان آن، بستگی به‌نوع رس و میزان pH خاک دارد، که مهمترین عامل مهارکننده برای ازمیان‌رفتن مس است. هیدرواکسید آهن و منگنز و بودن رس زیاد هم در خودپالایی مس اثر گذارده و در pH نزدیک به‌خنثی، خودپالایی مس فزونی می‌گیرد. جابه‌جا شدن مس در خاک رس‌دار، کند است.

۵ـ۱۳. سیانور

تنها ابزاره خودپالایی سیانور، کشش پوسته‌ای است. سیانور در خاک رس‌دار، به‌خوبی جابه‌جا می‌شود.

۵ـ۱۴. فلوئور

خودپالایی فلوئور در خاک، در اثر تبادل آنیونی است. جابه‌جا شدن فلوئور در خاک رس‌دار، به‌آسانی روی می‌دهد.

۵ـ۱۵. آهن

ته‌نشینی، تبادل کاتیونی، کشش پوسته‌ای و همچنین فراکشی زیستی، در خودپالایی آهن اثر می‌گذارد. جابه‌جا شدن آهن در خاک رس، نیمه کند و کند است.

۵ـ۱۶. سرب

خودپالایی سرب، ناشی از ته‌نشینی، کشش پوسته‌ای و تبادل کاتیونی است و در خاک رس‌دار، با افزایش میزان pH از ۵ تا ۶، خودپالایی سرب بالا می‌رود. در خاکچالهای زباله

omoorepeyman.ir

شهری که شرایط بی‌هوایی رخ می‌دهد، سرب خاصیت جابه‌جایی بیشتری پیدا می‌کند. جابه‌جا شدن سرب در خاک رس‌دار، به‌کندی روی می‌دهد.

۵ـ۱۷. منیزیوم

دو ابزاره ته‌نشینی و تبادل کاتیونی، سبب اصلی خودپالایی منیزیوم‌اند. منیزیم در خاک رس‌دار، خودپالایی نسبتاً خوبی دارد.

۵ـ۱۸. منگنز

دو ابزاره ته‌نشینی و تبادل کاتیونی، در خودپالایی منگنز اثر می‌گذارند. منگنز در خاک رس‌دار، به‌خوبی جابه‌جا می‌شود.

۵ـ۱۹. سیماب (جیوه)

سیماب در اثر کشش پوسته‌ای و ته‌نشینی، خودپالایی یافته و برخی از واکنشها سبب افزایش خاصیت گریز این آخشیج می‌شود. سیماب در خاک رس با کشش پوسته‌ای، اکسید آهن، مواد آلی و مواد کلوییدی پالایش می‌یابد و هرچه بر شرایط قلیایی افزوده شود، این خاصیت خودپالایی فزونی می‌گیرد. رویهم‌رفته، سیماب درخاک، به‌خوبی جابه‌جا می‌گردد.

۵ـ۲۰. نیکل

خودپالایی نیکل، در اثر دو ابزارهٔ ته‌نشینی و کشش پوسته‌ای رخ می‌دهد. نیکل در خاک رس‌دار، جابه‌جایی چندانی ندارد.

۵ـ۲۱. نیترات

نیتراتها، در اثر ابزارهٔ فراکشی زیستی پالایش می‌یابند، که خود نیاز به‌شرایطی دارد که از جنب و جوش باکتریهای بی‌هوازی کاسته نشود و منابع کربن‌دار هم فراهم باشد. نیتراتها به‌خوبی در خاک جابه‌جا می‌شوند.

omoorepeyman.ir

۵ـ۲۲. پتاسیم

دو ابزاره خودپالایی مؤثر، بر پتاسیم تەنشینی و تبادل کاتیونی است. خودپالایی پتاسیم، در خاک رس بسیار زیاد است و در خاک رس‌دار، نسبتاً خوب جابه‌جا می‌شود.

۵ـ۲۳. سلنیوم

تەنشینی و تبادل کاتیونی دوابزاره خودپالایی برای سلنیوم است. سلنیوم در خاک بیشتر به‌صورت آنیون ناآلی است که همراه با آهن، کلسیم و سدیم، بروز می‌کند. جابه‌جا شدن سلنیوم در خاک رس‌دار، به‌نسبت خوب انجام می‌گیرد.

۵ـ۲۴. سیلیس

خودپالایی سیلیس در اثر تەنشینی آن است. در خاک به‌نسبت خوب جابه‌جا می‌شود و هرچه خاک قلیایی‌تر باشد، جابه‌جایی بهتر انجام می‌گیرد.

۵ـ۲۵. سدیم

تبادل کاتیونی ابزاره، عمده خودپالایی سدیم است و تمام سدیم را می‌تواند از میان ببرد.

۵ـ۲۶. سولفات

خودپالایی سولفات، در اثر تبادل آنیونی است. سولفات فرآورده‌ای ناشی از واکنش پدیده‌های زنده ذره‌بینی است و از مواد سولفیتی و سولفور آزاد با بودن باکتریهای هوازی که نیاز به‌اکسیژن دارند، در محیطی با pH پایین و گرمای ۳۰ درجه سانتیگراد نیز، حاصل می‌شود. از آنجا که سولفاتها آنیون هستند، جابه‌جا شدن آنها در خاک آسان است.

۵ـ۲۷. ویروسها

زیست ویروسها در خاک، به‌میزان نم خاک، دما، pH و بودن ماده خوراکی، بستگی دارد. عامل اصلی از میان رفتن ویروسهای آبزباله، pH پایین، رس‌دار بودن خاک و پیدایش کاتیونهاست. جابه‌جا شدن ویروسها در خاک رس‌دار، به‌کندی روی می‌دهد.

omoorepeyman.ir

۵ـ۲۸. مواد آلی فرّار و آمیخته‌های گریزنده آلی

این مواد، از آمیخته‌های آلی هستند که در گرما و فشار عادی، گریزنده می‌شوند. دو ابزاره فراکشی زیستی و آبکی‌سازی، سبب خودپالایی آنهاست. تراکم این مواد در آبهای زیرزمینی، پیرامون خاکچالهای خودپالای کوچک، زیاد است.

۵ـ۲۹. روی

در اثر کشش پوسته‌ای، تبادل کاتیونی و ته‌نشینی، خودپالایی برای روی رخ می‌دهد و با افزایش pH، سرعت خودپالایی روی از ۲ به ۸ فزونی می‌گیرد. ته‌نشینی روی با آنیونهای گوناگون همچون سولفور، فسفات، کربنات، و سیلیکات، مشاهده شده است. نوع خاک رس هم در این خودپالایی بی‌اثر نیست و شرایط قلیایی، بر مقدار آن می‌افزاید. جابه‌جا شدن روی در خاک رس‌دار، به‌کندی انجام می‌گیرد.

۵ـ۳۰. چکیده گفته‌ها

در بالا، خودپالایی ۲۹ آخشیج شیمیایی که در آبزباله‌های خاکچال یافت می‌شود آورد شده که جدول ۵ـ۲، خلاصه‌ای از این گفته‌هاست. نکته‌های دیگر در این زمینه، چنین‌اند:

الف) بیشتر فلزها در خاک رس‌دار، به‌خوبی خودپالایی می‌یابند.

ب) مواد غیر فلز، در خاک رس‌دار خیلی خودپالا نیستند.

ج) در خاک رس، برای مواد نیتراتی، سولفاتی، مواد آلی فرّار و اکسیژن نیازه شیمیایی، باید انتظار خودپالایی بسیار کمی داشت.

د) کلرورها، در خاک خودپالایی نیافته و تنها ابزارهٔ مؤثر بر آن، آبکی شدن است.

۶. روش برخورد با طرح خاکچال

با بودن موجودات زنده ذره‌بینی در آبزبالهٔ خاکچالهای بی‌خطر، به‌دشواری می‌توان در آزمایشگاه آبزباله‌ای همانند فراهم ساخت و به سخن دیگر، آمیخته‌ای دقیق از آبزباله در دست داشت که با گذشت زمان در خاکچال تولید خواهد شد. از این‌رو، تحلیل چگونگی درست و همه‌جانبه از واکنشهای شیمیایی میان آبزباله و خاک، پیش از اجرای طرح میسر نمی‌شود. پس آنچه شدنی است، روشی به نسبت کیفی است که بر پایهٔ بخشهای ۳ و ۵ از

omoorepeyman.ir

این گفتار، استوار است. برای روشن شدن مطلب، نکته‌های زیر که گامهای اصلی طرح درست خاکچال را روشن می‌کند، آورده می‌شود.

الف) فهرستی از آمیخته‌های آبزباله شهری با غلظت قابل ملاحظه تهیه و بر پایه آن، کل ترکیباتی که در درازای عمر خاکچال انتظار می‌رود، برآورد شود.

ب) اثر ابزاره‌های خودپالایی ترکیبهای آبزباله را که از غلظتی بالا برخوردارند، و اثر همه‌جانبه آبزباله بر آب زیرزمینی، مشخص شود.

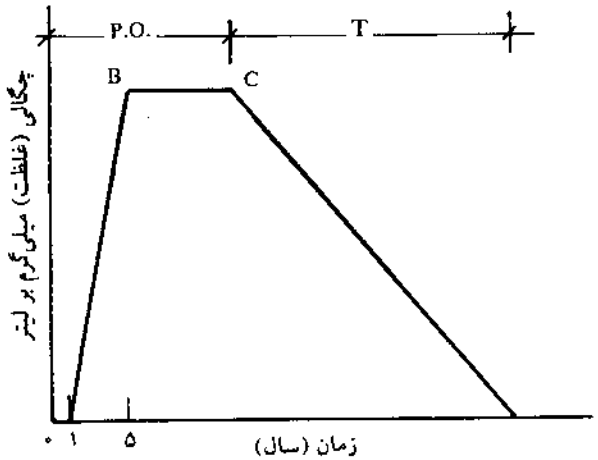
ج) حجم خاک منطقه سیرآب نشده که در فرآیند خودپالایی مؤثر است، محاسبه شود.

د) به‌آبکی شدن ترکیبهای آبزباله در آبخیزگاه زیرزمینی، توجه شود.

٦ـ١. آخشیج‌های اصلی آبزباله

آلاینده‌های اصلی خاکچال زباله شهری، شامل مس، سرب، آهن، آمونیم، پتاسیم، سدیم، منیزیم، نیترات، کلرور، و سولفات و میزان COD, BOD است.

ترکیبات شیمیایی و غلظت آنها در آبزباله، دارای محدودهٔ تغییر گسترده‌ای است. این دگرگشتن، ناشی از ترکیب مواد وازده، عمر خاکچال و شرایط جوی است. بر پایه نمودار ۵ـ۶ می‌توان کل هر پدیده شیمیایی را، مانند آمونیوم، پتاسیم، سدیم و منیزیم، محاسبه کرد. در این شکل، زمان (PO) نشانه دوره‌ای از آغاز کار خاکچال تا تکمیل پوشش پایانی و بسته شدن روی خاکچال است و به‌ازای (PO)، بیش از ۵ سال نقطه C و B روی‌هم می‌افتد. زمان



شکل ۵ـ٦. نموداری از چگونگی دگرشدن چگالی ماده تشکیل‌دهندهٔ آبزباله با گذشت زمان.

omoorepeyman.ir

T، دوره پس از پوشش پایانی است که مقدار تراکم آبزباله طی آن چنان کاهش می‌یابد، که دیگر برای محیط زیست نگرانی نیست. در بخش ۵، کاربرد این نمودار آورده شده است.

٦ـ۲. ابزاره خودپالایی مواد آلاینده و بیشینه اثر آبزباله

در مرحله نخست خودپالایی، پنج ابزارهٔ کشش پوسته‌ای، فراکشی زیستی، تبادل کاتیونی، و ته‌نشینی در لایه رسی نقش دارند. در گام دوم از خودپالایی، که در آبخیزگاه ماسه‌ای رخ می‌دهد، گرچه هر پنج ابزاره نامبرده مؤثر هستند، اما ابزاره ششم که آبکی‌سازی آبزباله است، نقش مؤثرتری پیدا می‌کند.

در گام نخست از خودپالایی که در منطقه سیرآب‌نشده رخ می‌دهد، pH آبزباله تقریباً خنثی و خودپالایی موادی چون مس، روی، آمونیوم، آهن، منیزیم، پتاسیم، و سدیم، انجام می‌پذیرد. آمونیوم، منیزیم و پتاسیم، تبادل کاتیونی یافته، سبب می‌شوند که کلسیم شسته و زدوده شود، که پیامد آن، سنگین شدن آب زیرزمینی است. در جریان آبکی شدن، اکسیژن نیازه زیستی و شیمیایی، نیتراتها، کلرورها، و سولفاتها، خودپالایی می‌یابند.

٦ـ۳. حجم خاک درگیر در فرآیند خودپالایی

با چشم‌پوشی از افزایش ارتفاع فشاری آبزباله در مورد زباله شهری، حجم خاکی که درگیر در فرآیند خودپالایی می‌شود، از پیوستار زیر به‌دست می‌آید:

$$V_S = R \times A \times H$$

در این پیوستار:

V_S = حجم خاک درگیر در خودپالایی (متر مکعب).

R = عامل کاهش اثر خودپالایی ناشی از بافت خاک ($\frac{1}{1/2}$ و $\frac{1}{1/3}$ تغییر می‌کند).

A = سطح خاک خاکچال (متر مربع).

H = میانگین ژرفای منطقه سیرآب‌نشده، زیر خاکچال (متر) است.

میزان V_S به‌دست آمده از این پیوستار، با اینکه دست‌بالاست، اما پذیرفتنی است.

٦ـ۴. آبکی‌شدن آلاینده‌ها

گرچه ابزاره آبکی‌سازی از کل آلاینده‌ها نمی‌کاهد، اما سبب کاهش تراکم آنها می‌شود. با

omoorepeyman.ir

گذر آبزباله از منطقه سیرآب‌نشده به‌سفره آب زیرزمینی، با تفاوتی که چگالی آن با آب دارد ـ در اثر افشانگی و پخش مواد ـ از غلظت‌شان کاسته می‌شود. این آلاینده‌های خوشه‌ای، شکلی هندسی دارند و بر پایه یافته‌های آزمایشگاهی و کارگاهی، فراهم می‌شوند. در شکل ۵ ـ ۷ آنچه خط چین است نمونه‌ای احتمالی از شکل خوشه‌ای آلاینده‌هاست. اگر فرآیند آبکی‌سازی مداوم و همیشگی فرض شود، سطحی که با خوشه پیشنهادی تداخل یافته است، در جهت افقی، فاصله‌ای به‌شرح زیر را دربر می‌گیرد:

$$A_i=[(L_1+X_1)\tan\theta_1+X_2\tan\theta_2]\times[L_1+2(X_1+L_2)\tan\theta_3+2X_2\tan\theta_4]$$

در این پیوستار:

A_i= سطحی است که در برخورد با آب زیرزمینی بر آبکی‌شدن آلاینده‌ها اثر می‌گذارد (متر مربع).

X_1 و X_2= فاصلهٔ افقی است که در شکل ۵ ـ ۷، نشان داده شده است (متر).

L_1= اندازهٔ خاکچال به‌موازات جریان آب زیرزمینی است (متر).

L_2= اندازهٔ خاکچال در جهت عمود بر جریان آب زیرزمینی است (متر).

θ_1 تا θ_4= با زاویه‌های دور گشتگی است (درجه).

۶ـ۵. روش طرح

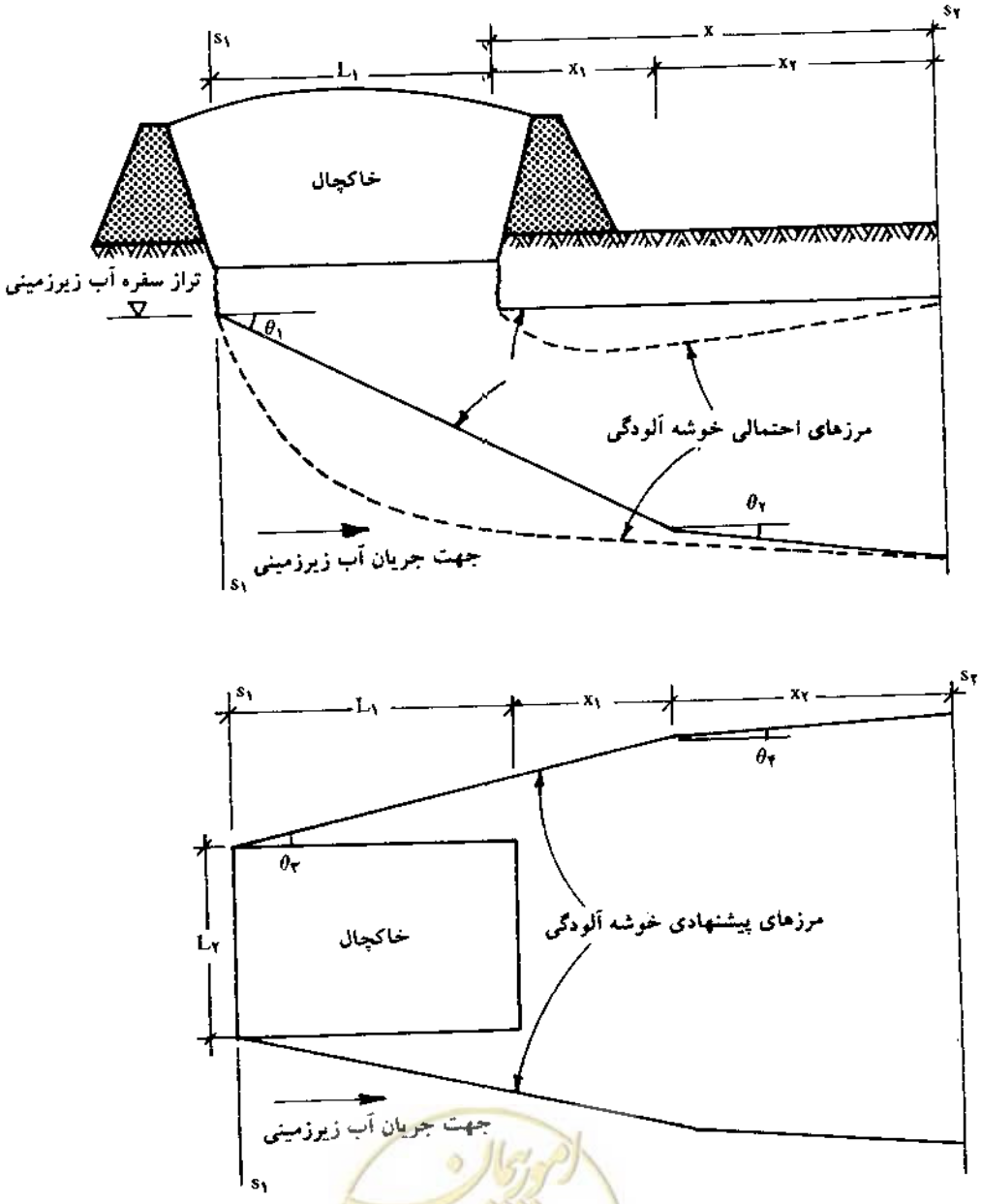
روش زیر، برای طرح خاکچال خودپالا در کارگاهی به‌شکل ۵ ـ ۴ کاربرد دارد.

الف) سه فلز مس، سرب و روی از فلزهای سنگین هستند که اگر مقدار آنها در آبزباله کم باشد، در محیط رسی ته‌نشین می‌شوند.

ب) خودپالایی آهن در محیط رسی چندان چشمگیر نیست، از این‌رو می‌توان فرض کرد که حداکثر ۵۰٪ غلظت در آبخیزگاه ماسه‌ای، آبکی می‌گردد.

ج) آمونیم، منیزیم و سدیم، باگذر از تبادل کاتیونی در گام نخست خودپالایی، سبب افزایش سنگینی آب می‌شود. در این مورد، باید مطمئن شد که حجم کافی از رس دردسترس است. با فراهم بودن ظرفیت تبادل کاتیونی و سنگینی برون نشت (شامل سنگینی آبزباله و افزایش سنگینی در اثر تبادل کاتیونی آلاینده‌ها)، می‌شود فرآیند آبکی‌سازی را بررسی کرد.

omoorepeyman.ir



شکل ۵ ـ ۷. پیکرهٔ هندسی خوشهٔ آلودگی در خاکچالهای خودپالا.

omoorepeyman.ir

د) اکسیژن نیازه شیمیایی و زیستی نیترات، کلرور و سولفات، تنها راه آبکی شدن است و چون در دراز مدت خودپالایی می‌یابد، باید بیشترین غلظت آنها را برای ابزاره آبکی شدن بررسی کرد.

اندازهٔ خاکچال را باید چنان برگزید که غلظت آلاینده‌ها در آب زیرزمینی، در فاصله ۳۰۰ متری از خاکچال، بیش از مقدار پذیرفتنی (مجاز) نباشد.

مثال ۵ ـ ۱

اندازه خاکچالی ۱۰۰ متر به موازات جریان آب زیرزمینی (L_1) و ۱۵۰ متر در جهت عمود بر جریان (L_2) است. منطقه سیرآب‌نشده خاک رس‌دار با ظرفیت تبادل کاتیونی (mEq) ۳۰ به‌ازای ۱۰۰ گرم خاک و ضخامت آن ۶ متر است. حجم پسمانده ۶۰۰۰۰ متر مکعب ارزیابی شده، عمر خاکچال ۱۰ سال و بیشترین غلظت آلاینده‌ها در آبزباله و آب بالادست خاکچال به‌شرح جدول ۵ ـ ۳ است.

جدول ۵ ـ ۳. بیشترین غلظت برخی از آلاینده‌ها در آبزباله و آب زیرزمینی

شماره نمونه	ترکیبات آلاینده	در آبزباله (میلیگرم برلیتر)	در آب بالادست پیش از آمیختگی (میلیگرم برلیتر)
۱	آمونیوم	۲۰۰/۰۰	۰/۰۰
۲	اکسیژن نیازه زیستی پنج روزه (BOD)	۵۰۰۰/۰۰	۰/۰۰
۳	کلرور	۵۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰
۴	اکسیژن نیازه شیمیایی COD	۱۲۰۰۰/۰۰	۰/۰۰
۵	مس	۰/۵۰	۰/۰۱
۶	سختی(کربنات‌کلسیم)	۴۰۰۰/۰۰	۵۰/۰۰
۷	آهن	۲۰۰/۰۰	۰/۰۳
۸	سرب	۰/۲۰	۰/۰۰۵
۹	منیزیم	۱۵۰/۰۰	۰/۰۰
۱۰	پتاسیم	۲۰۰/۰۰	۰/۰۰
۱۱	سدیم	۳۰۰/۰۰	۰/۰۰
۱۲	سولفات	۳۰۰/۰۰	۵۰/۰۰

omoorepeyman.ir

در این کارگاه، سرعت جریان آب زیرزمینی در منطقه ماسه‌ای ۱×۱۰^{-۱} متر در روز، $R=۱:۱/۲$، $T=۱۵$ سال، وزن‌مخصوص خاک ۱/۹ گرم بر سانتیمتر مکعب، $\theta_۱=۵$، $\theta_۲=۳$، $\theta_۳=۲/۵$، $\theta_۴=۱$ بوده و $X_۱=۶۰$ متر و $X_۲=۱۰۰$ متر و بارش سالیانه ۷۵ سانتیمتر فرض شده است.

جابه‌جایی کاتیونی را برپایه پیوستار ۵ ـ ۱، این‌گونه می‌توان محاسبه کرد:

$$V_S=(\frac{۱}{۱/۲})\times۱۰۰\times۱۵۰\times۶=۷/۵\times۱۰^{۴}$$ متر مکعب

$$=(۷/۵\times۱۰^{۴})\times(۱/۹\times۱۰^{۶})=۱/۴۲۵\times۱۰^{۱۱}$$ وزن خاک

$$=(۱/۴۲۵\times۱۰^{۱۱})\times(۳۰/۱۰۰)=۴۲/۷۵\times۱۰^{۹}\ mEq$$ ظرفیت تبادل کاتیونی

۷. چکیده گفتار و چند پیشنهاد

بر پایهٔ آنچه آورده شد، می‌توان گفت که تحلیل کیفی کاملی از خاکچالهای خودپالا امکان‌پذیر نیست. همه اقلام نامبرده در زیر، مانند مقدار کمی و کیفی آبزباله، آمیخته‌های شیمیایی خاک و بر پایهٔ آن، ظرفیت خودپالایی خاک در منطقه سیرآب نشده، شکل خوشه آلودگی و از آن طریق، ظرفیت آبکی ساختن آبخیزگاه، یک به‌یک باید در کارگاه بررسی و مشخص شود. با چنین گستردگی در تعیین پدیده‌های گوناگون، به‌سادگی نمی‌شود اندازه درستی از پسمانده را که بتوان با اطمینان در خاکچالی از نوع خودپالا ریخت، مشخص کرد. با این همه، برپایه یافته‌های دردست، برای زباله شهری بیشترین ظرفیت خاکچال خودپالا را ۳۵ تا ۴۰ هزار متر مکعب دانسته‌اند. برای پسمانده‌های دیگر که نپوسیدنی باشند، می‌شود حجم بیشتری برای خاکچال در نظر گرفت. نکتهٔ دیگر در خاکچالهای خودپالا تغییر یافتن کیفیت آب زیرزمینی در پایین‌دست (در جهت شیب هیدرولیکی) است که بدون توجه به‌حجم پسماندهٔ چال شده رخ می‌دهد. در این زمینه، باید افزود که ضخامت منطقهٔ سیرآب‌نشده هر اندازه که باشد، اثری بر آب زیرزمینی ندارد. سختی نشتآب آمیخته، همیشه بیش از سختی خود آبزباله است و برخی از آمیخته‌های آبزباله (مانند کلرور، نیترات و مواد آلی)، درگذر از منطقه سیرآب‌نشده خودپالایی نمی‌یابد. از این‌رو، این مواد متشکله سبب کاهش کیفیت آب پایین‌دست در مقایسه با کیفیت آب بالادست می‌شوند.

omoorepeyman.ir

گفتار ششم

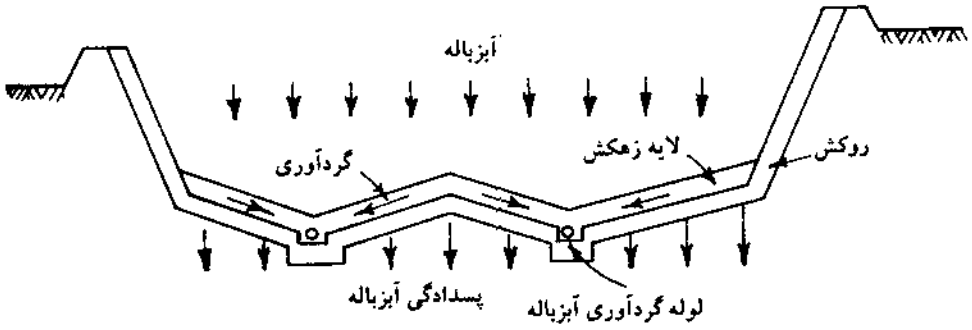
خاکچالهای دوربسته یا روکش‌دار

۱. شناسایی

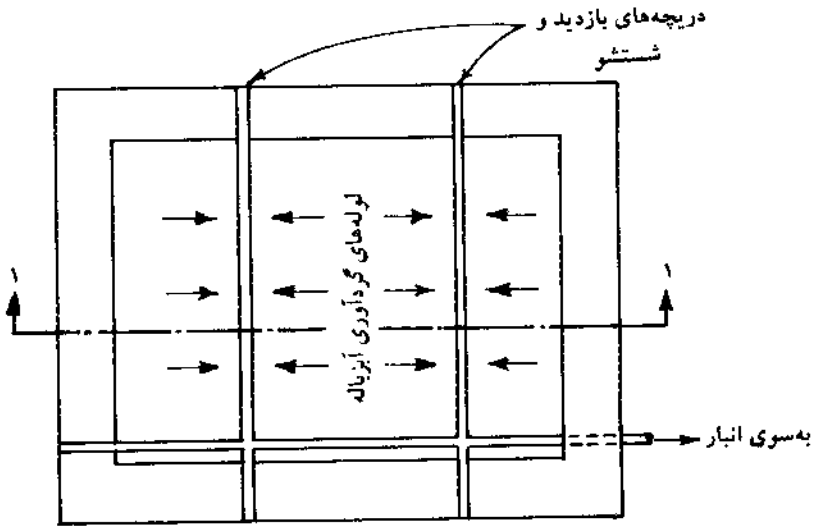
پایه طرح خاکچالهای دوربسته، در محدود کردن گذر آبزباله به‌آبخیزگاه (لایه آبخیز) و در نتیجه کاهش مقدار آلودگی آب زیرزمینی است. برای تأمین چنین منظوری، بستر خاکچال را با لایه‌های خاک رس یا روکش ساختگی پوشانده و با گذاردن لوله در کف خاکچال، آبزباله را جمع کرده و در نتیجه، از گذر آن به‌سفره آب زیرزمینی جلوگیری می‌شود، شکل ۶ - ۱. نخستین گام در این راه، شناخت و به‌سخن دیگر، تعریف «سفره آب زیرزمینی» است، تا مشخص شود که از آلوده شدن کدام آب باید جلوگیری شود. شناسه پذیرفته شده از سفرهٔ آب زیرزمینی، چنین است:

«آب زیرزمینی، آبی است که از درون زمین می‌توان بیرون کشید و به‌کار برد». برخی هم می‌گویند: «آب زیرزمینی آبی است که در زیر زمین و در لابلای چینه‌های خاک سیرآب شنی یا سنگی زیرزمین یافت می‌شود». در شناخت نخست، تنها حفاظت آبخیزگاه کافی است، در حالی‌که برپایه شناخت دوم، افزون بر آبخیزگاه باید لایه‌های رسوبی (نهشت) خاک رس سیرآب شده و نیز، آب غوطه‌ور زیرزمینی یعنی ایستابه را (آبی که یکجا گردآوری و تلمبه نتوان کرد)، از آلودگی حفظ کرد. چنانچه دیده می‌شود، این دو شناخت و

omoorepeyman.ir



(الف)



(ب) ـ نمای گسترده

شکل ٦ ـ ۱. خاکچال دوربسته یک روکشه.

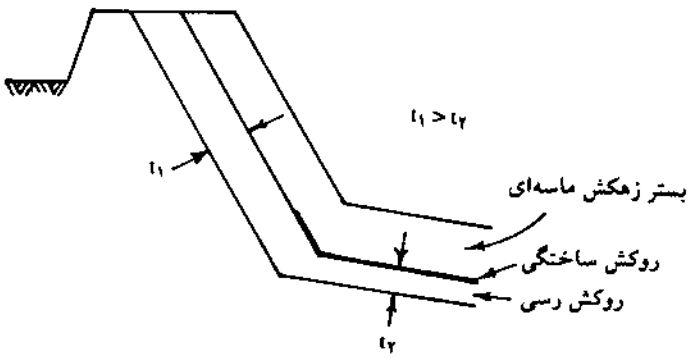
تعریف گوناگون، دومبنای طرح جدا از هم به‌دست داده و بر چگونگی پایش دگرگونیهای کمی و کیفی آب زیرزمینی به‌هنگام بهره‌برداری و پس از تکمیل پوشش پایانی و بستن خاکچال نیز، اثر می‌گذارد. پس، نخستین گام، همسخن شدن مهندسان طرح و سازمانهای دست‌اندرکار در شناخت از آب زیرزمینی است.

omoorepeyman.ir

۲. خاکچالهای یک روکشه

خاکچالها را با خاک رس یا روکش ماشینی پوشش می‌دهند، شکل ۶ ـ ۱. در حالی‌که روکش رسی به‌سادگی آسیب‌پذیر نیست، کاربرد روکش ساختگی که برای کاهش نشت و پسدادگی (Leakage) آبزباله از خاکچال است، دارای مشکلاتی است، زیرا هنگام پهن کردن آن، همیشه احتمال آسیب‌پذیری روکش هست. در خاکچالهایی که لجن فاضلاب شهری ریخته می‌شود، می‌توان از روکش ساختگی سود جست، اما باید از آمد و شد ابزار کار و خودروها بر روی روکش، خودداری ورزید. برای پخش لجن روی خاکچال، برخی «دراگلاین» را مناسبتر می‌دانند، زیرا می‌توان لجن را با دلوچه‌های آن برداشته و در فاصله‌ای دور، روی روکش خاکچال ریخت. گاهی نیز برای حفاظت بیشتر، هر دوگونه روکش را با هم به‌کار می‌برند، شکل ۶ ـ ۲.

پسدادگی آبزباله از روکش رسی چندان نبوده و با گذشت زمان و کاهش تراوایی روکش، مقدار آن کمتر می‌شود. در مورد روکش ماشینی، پسدادگی در اصل ناشی از آسیب یافتن روکش به‌هنگام پهن کردن آن است. پس، وارسی و پایش روکش به‌هنگام پهن کردن و بهره‌برداری آن، بسیار مهم است و باید پینه‌زنی و ترمیم جای آسیب یافته، در پی هر آسیبی، بی‌درنگ انجام پذیرد.

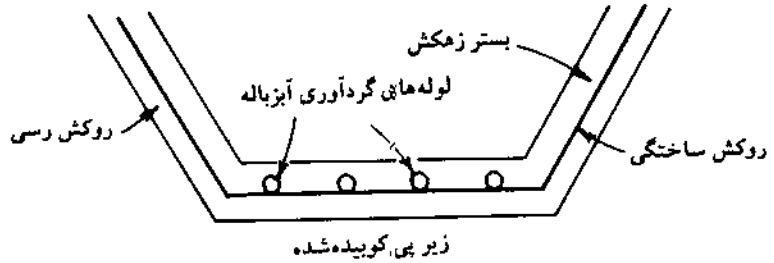


شکل ٦ ـ ٢. پیکره‌ای از خاکچال دوربسته با روکش رسی و روکش ساختگی.

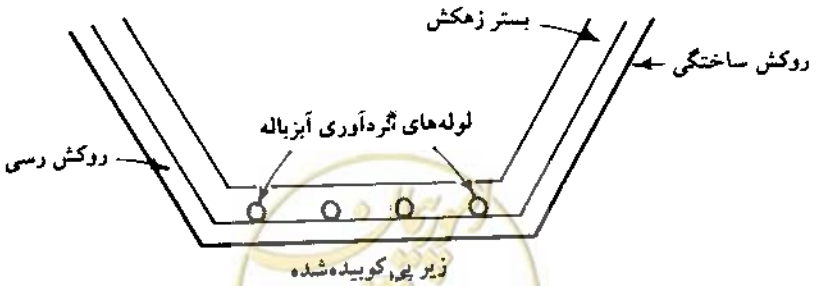
omoorepeyman.ir

۳. خاکچالهای دو روکشه

برای آب‌بندی کامل خاکچال، از دو لایه روکش و یک یا دو شبکه گردآوری آبزباله، استفاده می‌شود، شکلهای ۶ ـ ۳ تا ۶ ـ ۷. اگر یکی از دو روکش، رسی و دیگری ساختگی باشد، باید بسیار مواظب بود که هنگام ساختمان روکش رسی، که نیاز به‌کوبیده شدن دارد، آسیبی به‌روکش ساختگی وارد نشود، شکل ۶ ـ ۴. ساختن شبکه دوم آبزباله، بیشتر برای خاکچالهایی است که پسمانده‌های ریخته شده در آن، به‌شدت خطرزا است و حفظ آب زیرزمینی منطقه بسیار پر اهمیت است. باید دانست که با کم بودن ارتفاع فشاری آبزباله، مقدار کمی از آن در شبکه دوم گرد می‌آید. دیگر آنکه، شیب جریان آبزباله ــ که ناشی از شیب هیدرولیکی سطح آبزباله است ــ به‌سوی شبکه است و شیب روکش تأثیر چندانی در

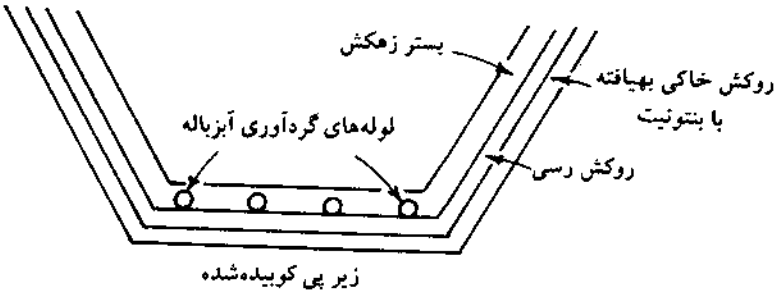


شکل ٦ ـ ۳. خاکچال دوروکشه با «یک» شبکه گردآوری آبزباله؛ گرته یکم.

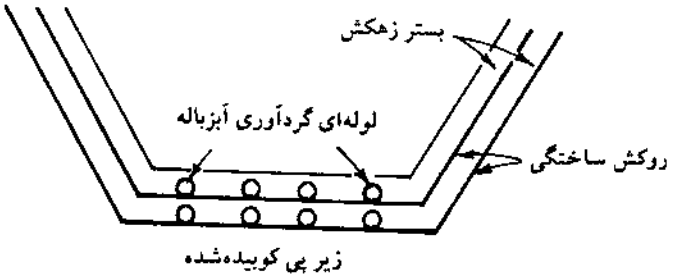


شکل ٦ ـ ۴. خاکچال دوروکشه با «یک» شبکه گردآوری آبزباله؛ گرته دوم.

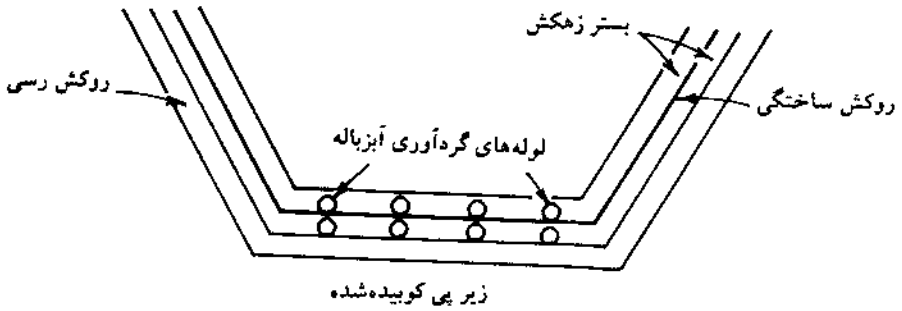
omoorepeyman.ir



شکل ٦ ـ ۵. خاکچال دوروکشه با «یک» شبکه گردآوری آبزباله؛ گرته سوم.



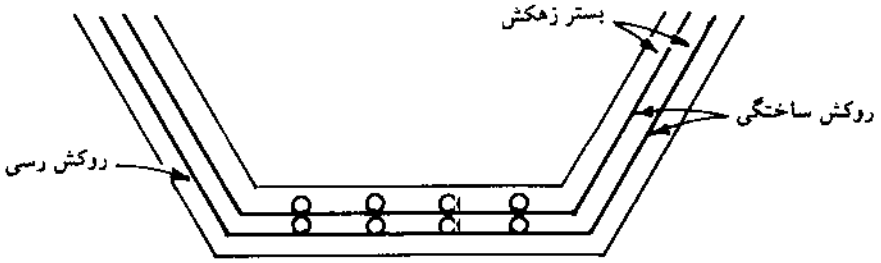
شکل ٦ ـ ٦. خاکچال دوروکشه با «دو» شبکه گردآوری آبزباله؛ گرته یکم.



شکل ٦ ـ ۷. خاکچال دوروکشه با «دو» شبکه گردآوری آبزباله؛ گرته دوم.

omoorepeyman.ir

کشانده شدن آبزباله به‌نقطهٔ گردآوری ندارد. آنچه دوباره باید گوشزد شود، آسیب‌پذیری روکش است که در خاکچالهای دو روکشه، احتمال آن افزایش می‌یابد. از این‌رو، چنانچه ساختمان خاکچال دوربسته کامل درنظر باشد، طرحی مانند شکل ۶ ـ ۸ مناسب است. چنانچه بخواهند ضخامت روکش رسی را تا ۹۰ سانتیمتر بکاهند، کاربرد یک لایه خاک اصلاحی با بنتونیت به‌مثابه زیرپی، توصیه می‌شود.



شکل ٦ ـ ۸. خاکچال دوربسته چند روکشه با دو شبکه گردآوری آبزباله.

۴. مبانی گزینش روکش

گزینش روکش خاکچال بستگی به‌نوع پسمانده دارد که با آبزباله سازگار باشد و به‌سخن دیگر، بر روکش اثر نگذارده و آن را نفرساید. اگر روکش دولایه درنظر گرفته شده باشد، سازگاری و تاب روکش نخستین مهمتر است. اگر روکش نخست ساختگی باشد و از ابزارهای مکانیکی سنگین ـ به‌ویژه در بهره‌برداری از خاکچال زباله‌شهری سود برند ـ زهکش خاکچال را ضخیمتر درنظر گرفته و نهایت دقت در پخش و ساختمان زهکش، به‌کار می‌رود. ریختن ۱/۲ متر از نخستین پسمانده بر خاکچال، باید به‌آرامی انجام گیرد تا موجب جابه‌جایی نشود.

۵. چند نکته دربارهٔ ضخامت لایه روکش

افزایش ضخامت روکش، از ترک خوردن و مقدار تراوایی آن کاسته و به‌این ترتیب از کاهش

omoorepeyman.ir

تاب روکش ساختگی در اثر فروسایی ناشی از تابش پرتو فرابنفش، جلوگیری می‌کند. ضخامت چنین روکشهایی را ۱/۵ تا ۲/۰ میلیمتر (۶۰ ـ ۸۰ میل mil)، درنظر می‌گیرند. افزون بر این، چون باید از تاب روکش در مقابله با آبزباله هم مطمئن بود، برای دست یافتن به‌مناسبترین ضخامت برای روکش، آزمایشهایی را که نام برده خواهد شد، انجام می‌دهند.

اندازهٔ ضخامت روکش رسی، بیشتر در پیوند با دشواریهای ساختمانی آن است، چه در آب و هوای بسیار سرد و یخبندان ـ و چه بسیار خشک ـ آسیب‌پذیراند و با ترک و شکاف برداشتن، تراوایی آن افزایش می‌یابد. با آنکه ضخامت ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتر برای به‌دست آوردن روکشی با تراوایی کم کافی می‌نماید، اما چون در سال نخست بهره‌برداری از خاکچال، بخش زبرین این رویه در معرض پدیده‌های آسیب‌زای طبیعی قرار می‌گیرد ـ که گاه این اثر بر ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر بخش زبرین هم مشاهده شده است ـ از این رو، ضخامت روکش رسی را ۱/۲ تا ۱/۵ متر در نظر می‌گیرند، تا پس از فروسایی بخش زبرین یادشده، همچنان لایه‌ای از روکش رسی به‌ضخامت ۶۰ تا ۹۰ سانتیمتری با تراوایی کم، برجای ماند. چنین تدبیری، حفاظت بیشتری را برای روکش در برابر چین‌خوردگی، چاک خوردگی و ناهمگونیهای دیگر، فراهم می‌آورد.

۶. سهم‌بندی آبزباله و شیوه پخش و جریان آن

آبزباله از درون پسمانده در جهت عمود بر روی لایه‌های چال‌شده، از پسمانده گذر می‌کند و تا زمانی که به‌لایه کم‌تراوا نرسد، از رانش باز نمی‌ماند. آبزباله در برخورد با روکش، روی سطح آن کُپه کُپه جمع می‌شود، قسمتی از آن با جریان جانبی به‌سوی شبکه آبزباله رانده شده و بهری دیگر شاغول‌وار از روکش رد می‌شود. بخشی از آبزباله تولیدی را که جریان جانبی دارد، «بهر زهکشی» و بخشی از آن که جریان عمودی داشته و از روکش رد می‌شود، «بهر پسدادگی» نامند. برای دانستن میزان این دو بهر از آبزباله، مدلهای گوناگونی برپایه جریان یکنواخت و نایکنواخت طرح و ساخته شده، که از آنگونه یکی با نام سازنده‌اش وانگ (Wong، سال ۱۹۷۷) شهرت یافته است. مدل وانگ بر این استوار است که آبزباله روی تاوه‌ای همزمان با شکل گرفتن آن درست‌شده و در توازی با رویه روکش جمع

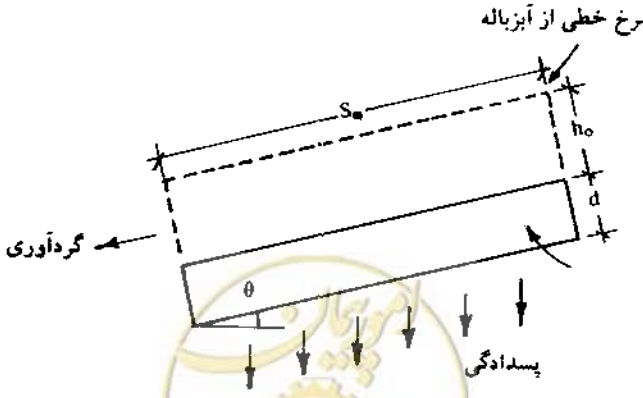
omoorepeyman.ir

می‌گردد. مقدار آبزباله گردآوری شده، بستگی به‌سرعت جریان آن روی همین تاوه آبزباله دارد که روی روکش تشکیل می‌شود، شکل ۶ ـ ۹. در زمان t، مقدار آبزباله سیرآب شده روی روکش V را می‌شود از پیوستار زیر به‌دست آورد:

$$V=S\ h\ \mathrm{Cos}\ \theta$$

در این‌پیوستار، S درازای تاوه آبی در زمان t، h ضخامت تاوه آب در زمان t، θ، شیب روکش است. از آنجا که این نوشتار از نخستین گامهای برداشته شده برای آشنایی مهندسان ایرانی با فن خاکچال به‌شمار می‌رود، از آوردن گفتگوهای پیچیده و انگاره‌ای دربارهٔ مدلها و پیوستارهای دیگر خودداری می‌کنیم.

نکتهٔ مهم دیگر، پیوستگی آبزباله با مقدار بارش است. چون بخشی از بارش، روی خاکچال بخار شده و بخشی در پسمانده فروکشیده می‌شود، حجم آبزباله حاصل، همیشه کمتر از مقدار بارش روی خاکچال است. دیگر آنکه، چون در مناطق سردسیر برفهای زمستانی در بهار آب می‌شود، در محاسبه حجم آن باید به‌این مطلب توجه داشت. بر پایهٔ آنچه گفته شد، مقدار آبزباله هنگام بهره‌برداری از خاکچال، به‌سه پدیده: بخار شدن، فروکشیدگی و انباشته شدن برف روی پوشش، بستگی پیدا می‌کند. اگر بتوان اثر این سه پدیده را در مقدار آبزباله برای یک‌سال بهره‌برداری از خاکچال به‌دست آورد، می‌شود آن یافته‌ها را تعمیم داده و برای طرح خاکچالهای مشابه، به‌کار بست. نکتهٔ دیگر، ضخامت بستر زهکش است که بستگی به‌بیشترین عمق آبزباله در بالاترین نقطه h در یک‌سال داشته و باید



شکل ٦ ـ ۹. شکل هندسی مدل سهم‌بندی وانگ Wong از آبزباله.

omoorepeyman.ir

آن‌چنان باشد که همیشه کپه آبزباله را در سراسر سال، دربر گیرد. در این باره، شیوه‌هایی برای تعیین مقدار روزانه آبزباله و ارتفاع h فراهم آمده است که به‌فاصلهٔ لوله‌های شبکه آبزباله، تراوایی بستر زهکش و روکش، و نیز ضخامت و شیب روکش، بستگی دارد.

آگاهی از بیشترین مقدار آبزباله از دیدگاه طرح و بنای تصفیه‌خانهٔ آبزباله در کارگاه ــ یا بیرون بردن و ریختن آن در تصفیه‌خانه فاضلاب شهر ــ بسیار مهم است. در نبود چنین آماری، پیشنهادهای زیر سودمند است:

الف) ضخامت روکش رسی: ۱ ـ ۱/۵ متر با تراوایی ۱×۱۰^{-۷} سانتیمتر بر ثانیه (یا کمتر).

ب) فاصلهٔ لوله‌ها: ۱۵ ـ ۳۰ متر.

ج) قطر لوله‌ها: دست‌کم ۱۵ سانتیمتر.

د) شیب روکش: ۲٪ ـ ۴٪.

هـ) ضخامت بستر و زهکش: ۱۲ ـ ۳۰ سانتیمتر.

۷. طرح خاکچالهایی که بسترشان پایین‌تر از تراز سفره آب زیرزمینی است

در این حالت، کف بستر خاکچال، همیشه باید بالاتر از بیشترین تراز موسمی سفره آب زیرزمینی باشد. برحسب اینکه زیرپی تماماً رسی یا ماسه‌ای باشد، نحوه برخورد با طرح خاکچال متفاوت است. اگر زیرپی رسی هم باشد، باز ساختمان روکش رسی را باید ضروری دانست، زیرا ممکن است در لابلای خاک رس زیرپی، رگه‌های ماسه‌ای یا شکافهای عمودی یا افقی پدیدار شوند، که هنگام بررسیهای خاکشناسی زیرزمین آشکار نشده باشند. آزمونهای دردست، گویای این واقعیت است که چنانچه آزمایشهای تراوایی در کارگاه با حوصله لازم انجام نگیرد، این‌گونه گرفتاریها به‌درستی مشخص نمی‌شود و آب پسدادگی بیش از اندازه‌ای از لابلای شکافها و درزها رخ می‌دهد. با روکش کردن زیرسازی خاکچال، می‌شود مطمئن شد که مقدار پسدادگی آبزباله در این‌گونه خاکچالها، از حد مورد نظر تجاوز نخواهد کرد.

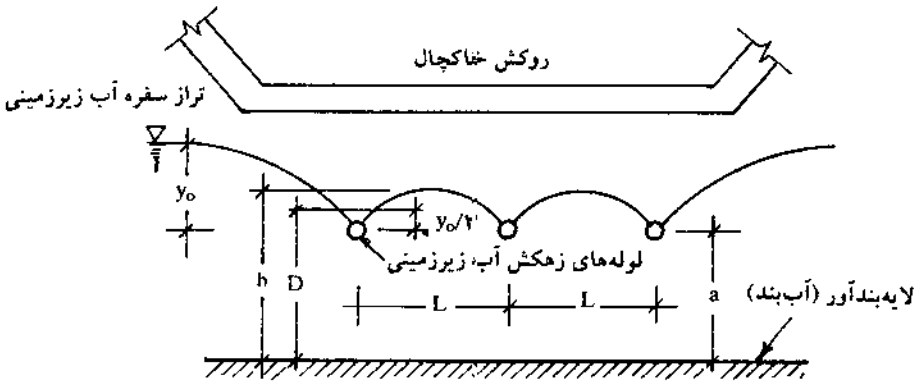
در زمینهای ماسه‌ای، با آبکشی از زمین ــ یا با به‌کار بردن ابزار آبکش دایمی ــ سطح

omoorepeyman.ir

سفرهٔ آب زیرزمینی را پایین نگه می‌دارند، شکل ۶ ـ ۱۰. چنانچه از شیوه آبکشی دایمی استفاده شود، باید مطمئن بود که همواره سوراخ لوله‌های آبکش باز است و دست‌کم سالی یک‌بار آنها را وارسی کرد. در برخی موارد با طرح تراز پی خاکچال، در سطحی بالاتر، از بنای شبکه آبکشی که کاری پُردردسر و پُرهزینه است، اجتناب می‌شود. فاصلهٔ لوله‌های آبکش را از یکدیگر، بر پایهٔ پیوستار زیر که در اصل، برای زهکشی زمینهای کشاورزی فراهم شده تعیین می‌کنند.

$$L^2 = \frac{4K(b^2 - a^2)}{Q_d}$$

در این پیوستار، L فاصله لوله‌های زهکش (متر)، K میزان هدایت الکتریکی (متر در روز)، a فاصله میان لوله‌ها و لایه آب‌بند (متر)، b بیشترین فاصله پذیرفتنی میان تراز آب زیرزمینی و لایه آب‌بند (متر)، Q_d میزان پُر شدن آب (مترمکعب در مترمربع در روز) است.



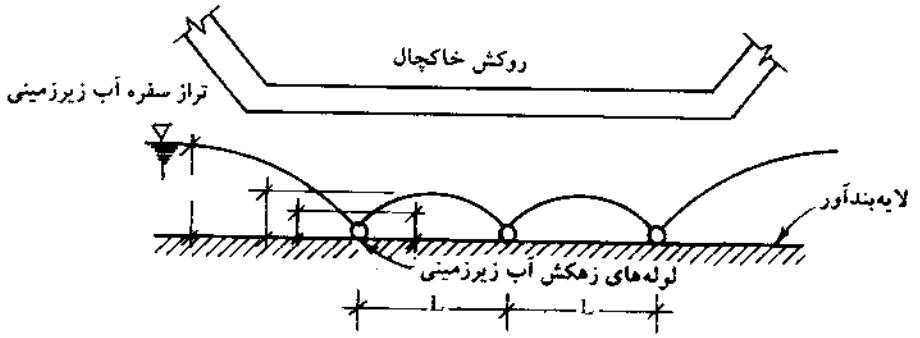
شکل ٦ ـ ١٠. پیکرهٔ هندسی طرح سامانه آبکشی آب زیرزمینی: لوله‌ها بالای لایه بندآوراند.

چون مقدار آبزباله‌ای که وارد آب زیرزمینی می‌گردد بسیار ناچیز است، برای شبکه آبکش، $Q=K_i$ بوده، از این‌رو پیوستار بالا چنین نوشته می‌شود:

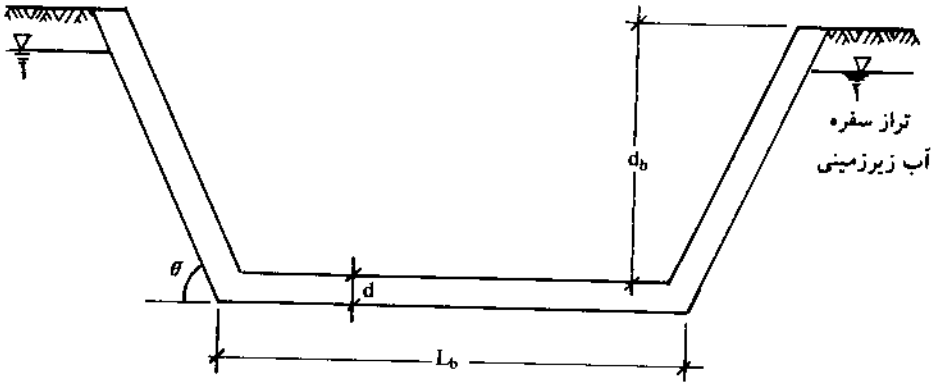
$$L^2 = \frac{4(b^2 - a^2)}{i}$$

کاربرد پیوستار بالا، برای هنگامی است که لوله‌های آبکش در بالای لایهٔ نفوذپذیر

omoorepeyman.ir



شکل ٦ ـ ١١. پیکرهٔ هندسی طرح سامانه آبکشی آب زیرزمینی: لوله‌ها روی لایه بندآوراند.

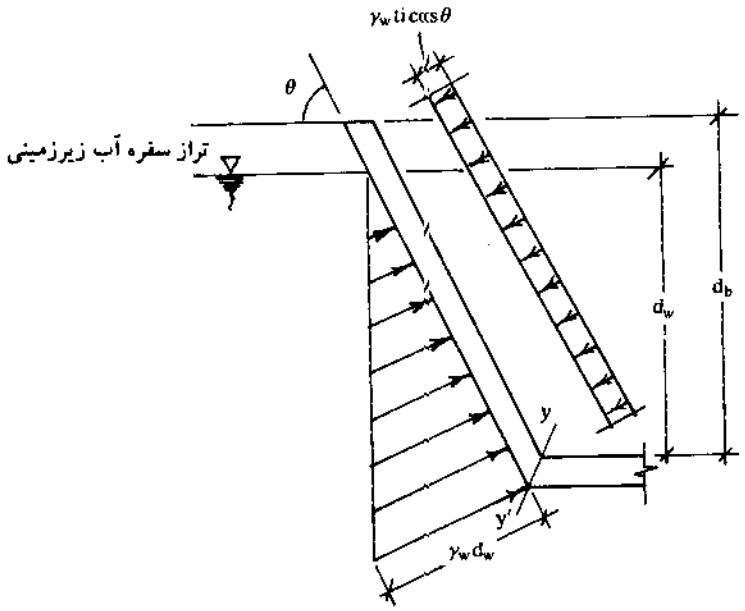


شکل ٦ ـ ١٢. وضع احتمالی گسیختگی در روکش.

کارگذاری شوند، شکل ۶ ـ ۱۰. اگر لوله‌ها را روی لایه نفوذپذیر کار بگذارند، اندازهٔ a صفر می‌شود، شکل ۶ ـ ۱۳. بر پایهٔ آزمایشهای دردست، بهتر است که در پیوستار بالا ضریب کاهشی همسنگ با ۰/۸ تا ۰/۹ درنظر گرفته و فاصله‌ها را با این نسبت کاهش داد. در مواردی که لوله‌ها روی لایه آب‌بند کارگذاری شده باشند، بده از لوله‌ها را از پیوستار زیر به‌دست می‌آورند:

$$q_r = \frac{۲\pi K Y_o D}{۸۶/۴۰۰\ L}$$

omoorepeyman.ir



شکل ٦ ـ ۱۳. نمودار نیروهای وارده در گسیختگی کناری روکش.

اگر لوله‌ها روی لایه آب‌بند کارگذاری شده باشند، از پیوستار زیر سود می‌جویند.

$$q_0 = \frac{4KH^2}{8664/00\ L}$$

در این پیوستارها، q_r و q_0، مقدار آب ورودی از دو سمت زهکش در واحد درازای آبکش، Y_0 یا H، بیشترین ارتفاع تراز سفره آب زیرزمینی از کف لوله، K میانگین هدایت هیدرولیکی خاک میان بیشترین تراز سفره آب زیرزمینی از لایه آب‌بند یا زهکش در روز، D میانگین عمق جریان آب و برابر (d=y/2) بوده و L فاصلهٔ لوله‌ها از یکدیگر است.

کل آب بیرون آمده از لوله، با ضرب کردن q_r یا q_0 در کل درازای لوله‌ها به‌دست می‌آید و قطر آن که به‌هر حال نباید کمتر از ۱۰ سانتیمتر باشد، با کاربرد پیوستار مانینگ، محاسبه می‌گردد. برای روشن شدن گفته‌های بالا، مثال زیر که برپایه اندازه‌های انگلیسی است، آورده می‌شود.

omoorepeyman.ir

مثال ۶ ـ ۱

شبکه آبکشی زیرزمینی خاکچال راکه خاک آن دارای K برابر ۲/۸۳ فوت در روز (۱×۱۰^{-۳} سانتیمتر در ثانیه) و شیب ۰/۱ است به‌دست آورید. بیشترین تراز مجاز برای سفره آب زیرزمینی ۱۰ فوت بالای لایه آب‌بند، ارتفاع کف لوله ۵ فوت بالای لایه آب‌بند و در ازای هر لولهٔ پلاستیکی ۱۰۰۰۰ فوت با شیب ۱٪ و ضریب زبری n=۰/۰۱۵ است.

بر پایه پیوستار بالا:

$$L^{۲}=\frac{۴(b-a)^{۲}}{i}$$

$$L^{۲}=\frac{۴(۱۰^{۲}-۵^{۲})}{۰/۱}=۵۵ \text{ فوت}$$

با کاربرد ضریب کاهش برابر ۰/۸، L=۴۴ فوت و از پیوستار زیر:

$$q_r=\frac{۲_۹KY_۰D}{۸۶۴۰۰\,L}$$

$$D=۵+\frac{۵}{۲}=۷/۵ \text{ فوت}$$

$$q_r=\frac{۲\pi\times۲/۸۳\times۵\times۷/۵}{۸۶۴۰۰\times۴}=۰/۰۰۰۱۷ \text{ فوت مکعب / فوت ـ ثانیه}$$

و به‌این ترتیب، کل بده برابر:

$$\frac{۰/۰۰۰۱۷}{۲}\times۱۰۰۰=۰/۰۹$$

فوت ـ ثانیه / فوت مکعب می‌شود.

چنانچه قطر لوله ۴ اینچ و با جریان پر فرض شود:

$$V=\frac{۱/۴۸۶}{۰/۰۱۵}\times\left(\frac{۴}{۲\times۱۲}\right)^{\frac{۲}{۳}}\times(۰/۰۱)^{\frac{۱}{۲}}=۳ \text{ فوت / ثانیه}$$

و ظرفیت چنین لوله‌ای با جریان پر برابر:

$$۳\times\pi\left(\frac{۲}{۱۲}\right)^{۲}=۰/۲۶ \text{ فوت مکعب / ثانیه}$$

می‌شود که بیشتر از کل بده است.

omoorepeyman.ir

۷ـ۱. بررسی ترک‌خوردگی در روکش کف

از جمله دلایل ترک‌خوردگی روکش کف، پدیده‌های زیراند:

الف) گسیختگی برشی

ب) گسیختگی خمشی

ج) گسیختگی برشی، ناشی از سوراخ شدن براثر فشار ناشی از ارتفاع فشاری آب است، که سبب خستگی و کشش می‌گردد. این فشار، که برابر مقاومت روکش است ــ و آن را ارتفاع بحرانی می‌نامند ــ از دو بخش تشکیل شده است: یکی در برگیرنده ایستایی برشی یا خمشی روکش رسی است، دیگری دربرگیرندهٔ نسبت وزن خاک به آب است. آزمونهای دردست، گویای آن است که خستگی خمشی بالا، بیشترین عامل گسیختگی است. پیوستار زیر ارتفاع بحرانی (h) را نشان می‌دهد:

$$h_b = \frac{۴}{۳} \times \frac{K_b Cu}{\gamma_w} \left(\frac{d}{L_b}\right)^۲ + \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \times d$$

در این‌پیوستار، Cu واحد ایستایی برشی خاک‌رس، K_b شمره‌ای ثابت (نزدیک به ۰/۲۵)، γ_w وزن واحد حجم آب، γ_s وزن واحد حجم خاک، d ضخامت لایه روکش، و L_b درازای کف خاکچال است. بر پایهٔ آزمونهای در دست ــ و از دیدگاه طرح ــ می‌توان از بخش نخست پیوستار بالا چشم‌پوشی کرد.

۷ـ۲. گسیختگی روکش کناری

گسیختگی روکش کناری خاکچال در زیر سفره آب زیرزمینی، در اثر فشار آرتزین در درز ماسه‌ای رخ می‌دهد. در زیر، نخست به گسیختگی در برش (Y−Y) پرداخته می‌شود که ناشی از گسیختگی برشی و گسیختگی خمشی است. در این مورد هم، ارتفاع بحرانی آب روی روکش را، می‌توان دو بخش کرد: یکی دربرگیرنده ایستایی برشی یا خمشی خاک رس و دیگری دربرگیرنده نسبت واحد وزن مخصوص خاک و آب است. آزمونهای در دست، گویای آن است که تنش برشی زیاد بیش از هر عامل دیگری سبب گسیختگی احتمالی و گویای ارتفاع بحرانی آب برای گسیختگی برشی در برش Y−Y است:

$$C_{dw} = \sqrt{\frac{۲C_b d \sin^۲\theta}{\gamma_w} + \frac{\gamma_s}{\gamma_w}} \sin^۲\theta d_b$$

omoorepeyman.ir

در این پیوستار، C_{dw} عمق بحرانی سفرهٔ آب روی روکش، d عمق بالای روکش کف از سطح زمین، و دیگر عناصر همان است که پیشتر آورده شده است.

مثال ۶ ـ ۲

امکان ترک خوردن خاکچال چهارگوشی را که برای آن شبکهٔ آبکش درنظر گرفته شده و دارای اندازه‌های زیر است، به‌دست آورید: Cu برابر ۷۵۰۰ کیلوگرم بر متر مربع، L_d برابر ۵۰ متر، d_b برابر ۵ متر، d_w برابر ۳ متر، d برابر ۱/۵ متر، θ برابر ۱۸/۴ درجه، وزن مخصوص پسمانده یا γ_w برابر ۸۱۶ کیلوگرم بر متر مکعب، و وزن مخصوص خاک، γ_s برابر ۱۶۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب است.

نخست، گسیختگی در کف لایه نفوذناپذیر وارسی می‌شود. ارتفاع بحرانی برای روکش کف برابر است با:

$$(۱۶۵۰+۱۰۰۰)\times ۱/۵=۲/۵ \quad \text{متر}$$

از آنجا که ارتفاع تراز سفرهٔ آب زیرزمینی برابر $d+d_w=(۱/۵+۳)=۴/۵$ متر و بالاتر از کف لایهٔ آب‌بند است، گسیختگی هنگامی ممکن است رخ دهد که آبکشی بی‌درنگ با پایان یافتن کار ساختمانی، قطع شود. برای جلوگیری از چنین رویدادی بهتر است پیش از آنکه شبکهٔ آبکشی از کار انداخته شود، خاکچال را تا ارتفاع مناسبی با پسمانده پر کرد.

ارتفاعی از آب که باید با ریختن پسمانده توازن یابد، برابر:

$$۴/۵-۲/۵=۲ \quad \text{متر}$$

است و ارتفاع همسنگ از پسمانده که باید در خاکچال ریخته شود برابر است با:

$$(۲\times ۱۰۰۰):۸۱۶=۲/۴۵ \quad \text{متر}$$

پس برای جلوگیری از گسیختگی لایهٔ آب‌بند، دست‌کم باید ۲/۴۵ متر پسمانده در همهٔ سطح کف روکش‌شده ریخته و سپس شبکهٔ آبکشی را متوقف کرد. راه دیگر افزایش ضخامت لایهٔ آب‌بند است.

حال به‌بررسی گسیختگی کناری لایهٔ بندآور پرداخته می‌شود، که در برش $Y-Y$، به‌شرح زیر است:

$$C_{dw}=\sqrt{\frac{۲\times ۷۵۰۰\times ۱/۵\times \sin^۲(۱۸/۴)}{۱۰^۳}+\frac{۸۱۶\times ۱/۵\times ۵\times \sin^۲(۱۸/۴)}{۱۰^۳}}=۱/۶۸\,\text{m}$$

omoorepeyman.ir

پس چنانچه شبکه آبکشی را بی‌درنگ، با پایان گرفتن کار ساختمانی روکش خاموش کنند، گسیختگی در خاکچال و در برش Y–Y ، رخ خواهد داد. برای پیشگیری از این گسیختگی، یا باید روکش را در امتداد گوشه (برش Y–Y)، ضخیمتر در نظر گرفت یا پیش از آنکه سامانهٔ آبکش از کار انداخته شود، پسمانده تا ارتفاعی که لازم است، روی لایه انباشته شود. به‌طور معمول، ضخیمتر کردن گوشه را ترجیح می‌دهند که بر تاب برشی روکش نیز می‌افزاید.

اجرای نادرست کار ساختمانی نیز سبب گسیختگی کف و روکش کناری خاکچال می‌گردد. پس بهتر است همواره مهندسانی کارآزموده به‌وارسی کار گمارده شوند که در دستیابی به کیفیت دلخواه سختگیری نشان داده و راهنمایی نمونه برای دیگر کارکنان باشند.

۸. خاکچالهای خودپالا و خاکچالهای دوربسته

در سنجش این دو شیوه چال کردن، مهندس طرح باید به‌افزونه‌ها و کاستیهای هر دو روش توجه کند و هر کدام را که از دیدگاه فنی و مالی مناسبتر است، برگزیند. نخستین گام در این راه، رایزنی با سازمانهای دست‌اندرکار و آگاهی از خواست و روش برخورد آنها با این دو شیوه است. در زیر، برخی از نکته‌های سودمند که جنبهٔ عمومی دارد آورده شده است:

الف) خاکچالهای خودپالا را برای پسمانده‌های بی‌خطر و با حجم روزانه کم می‌سازند، زیرا بنای خاکچالهای دوربسته گران و پرهزینه، و همراه با گرفتاریهای دیگری است.

ب) روکش کردن تنها بخشی از دیواره و کف خاکچال در سالهای نخست و ادامه آن با گسترش خاکچال، از دیدگاه اجرایی و اقتصادی به‌صلاح نیست و بهتر است همه کارگاه یکجا و یکباره روکش شود ــ اگرچه آن بخش از روکش که بهره‌برداری از آن در سالهای نخست انجام نمی‌گیرد، در اثر تابش خورشید و دیگر پدیده‌های جوی مانند باد و برف، فرسودگی می‌یابد.

ج) اگر پسمانده تنها در بخش کوچکی از خاکچال دوربسته ریخته شود، همه بارش روی سطح خاکچال، به‌سوی شبکه آبزباله روان می‌شود ــ گرچه مقدار آلودگی نسبی‌اش پایین است، اما الزاماً همهٔ زبالهٔ گردآورده شده، باید تصفیه گردد.

omoorepeyman.ir

د) خاکچال خودپالا، برای پسمانده با حجم زیاد مناسب نیست، زیرا در این صورت، گریزی از آلودگی آبهای زیرزمینی نیست. اگرچه خاکچال خودپالا اثری ناچیز بر محیط زیست به‌جای می‌گذارد، اما خاکچال دوربسته نه تنها بر زمین و کارگاه خاکچال اثری نامطلوب دارد، بلکه بر برداشتگاه ماسه و خاک رس (به‌ویژه اگر روکش رسی گزیده شده باشد) نیز، اثر می‌گذارد و پایشی پیوسته لازم دارد که پرهزینه است.

ه) نکتهٔ دیگر، نیاز به‌نیروی انسانی بیشتر، ابزار اجرایی موردنیاز و بهره‌برداری و نگهداری از خاکچال دوربسته، نسبت به‌خاکچالهای خودپالاست.

و) اگر از یکسان ماندن کیفیت پسمانده با حجم زیاد، اطمینان حاصل می‌شد، سود بردن از خاکچال خودپالا و کاستن از هزینه‌ها، ضمن آنکه آب زیرزمینی هم از آلودگی مصون می‌ماند، میسر می‌گشت. اما، کمتر مهندس طراحی در این‌گونه تصمیم‌گیری‌ها ــ ولو آنکه سازمانهای دست‌اندرکار به‌چنین طرحهایی روی خوش نشان دهند ــ پای پیش نهاده و به‌پاسخگویی‌های آینده تن درمی‌دهد.

چکیده سخن آنکه در هر موردی، مهندس طرح باید با سبک سنگین کردن جنبه‌های گوناگون فنی و اقتصادی منطقه‌ای، به‌داوری نشسته و مناسبترین شیوه را برگزیند. اگر طراح به‌کارش پایبند باشد با پافشاری بر طرح پیشنهادی خود، همکاری و همراهی دیگران را هم به‌دست خواهد آورد. چنانچه حجم پسماندهٔ روزانه کم باشد و آیین‌نامه، ریختن پسمانده را در خاکچال خودپالا نادرست بداند، ممکن است به‌جای ساختن خاکچال دوربسته کوچک، پسمانده را با کامیونهای حفاظت‌شده، به‌نزدیکترین خاکچال دوربسته شهر نزدیک حمل کرده و در آنجا چال کرد، که هم بهداشتی‌تر و هم به‌صرفه‌تر است.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

گفتار هفتم

روکشها

۱. شناسایی

روکش و پوشش پایانی خاکچال بر سه‌گونه است: خاک رس، روکشهای ساختگی (ماشینی) و روکش با خاک اصلاح شده. در هر طرحی باید امکان‌کاربرد هر یک از این سه‌گونه روکش، و افزونه‌ها و کاستیهای آنها، همراه با بررسیهای فنی و هزینه‌های انجام هر یک را بررسی کرده و مناسبترین را برگزید.

۲. خاک‌رس

روکش خاکچالهای بی‌خطر، بیشتر خاک رس است، اما شناسایی خاک رس، خود بحث برانگیز است. برخی رس را خاکی با دانه‌های ریز تا به‌قطر کمتر از ۰/۰۰۲ میلیمتر تعریف می‌کنند و برخی آن را خاکی با دانه‌هایی برابر یا ریزتر از ۰/۰۰۵ میلیمتر می‌دانند. در دو سامانهٔ "Unified Classification System" و "The International Classification System" و همچنین در سامانهٔ MIT (MIT Classification System)، خاک رس را دانه‌هایی با قطری برابر یا کمتر از ۰/۰۰۲ میلیمتر شناخته‌اند. رده‌بندی MIT (برای‌خاک) که ساده‌تر است

omoorepeyman.ir

چنین است:

- ماسه: ۰/۰۶ تا ۲ میلیمتر.
- لای: ۰/۰۶ تا ۰/۰۰۲ میلیمتر.
- رس: ۰/۰۰۲ میلیمتر و ریزتر.

در این نوشتار، هرگاه از خاک رس نام برده می‌شود، منظور همان دانه‌بندی به‌قطر ۰/۰۰۲ میلیمتر و ریزتر است.

فراهم آوردن منحنی دانه‌بندی برای دست یافتن به‌کمترین تراوایی از روکش خاکی کوبیده شده لازم است. آزمونهای در دست، گویای آن است که منحنی "S" وارونه، مناسبترین تراوایی را برای خاک به‌دست می‌دهد.

۲ـ۱. تاثیر روکش دولایی

آگاهی از نقش الکتریکی دولا بودن روکش خاک رس، در چگونگی واکنش و مهارکردن آن مهم است. سطح دانه‌های رس، به‌طور معمول بار الکتریکی منفی اضافی دارد و فضای میان دو دانه رس، دارای کاتیون (یونهای با بار مثبت) و آنیون (یونهای با بار منفی) است. میزان تراکم کاتیون در نزدیکی بار منفی سطح خاک رس، زیاد است و در نتیجه با افزایش فاصله رو به‌کاهش می‌نهد. سطح خاک رس را که دارای بار الکتریکی منفی است، با مایعی که در جوار آن است، جمعاً روکش دولای افشان نامند. ضخامت این دولا (T_h)، از پیوستار زیر، به‌دست می‌آید:

$$T_h=\left(\frac{DKT}{8\pi n_\circ 4^2\gamma^2}\right)^{1/2}$$

در این پیوستار، D ضریب ثابت دی‌الکتریک، K^2 ضریب بولتزمن، T دمای مطلق (در سامانه کلوین)، $n_\circ$ تراکم یونها، ۴ واحد بار الکتریکی و γ ظرفیت یونها است.

پیوستار بالا، گویای آن است که ضخامت روکش دولا، به‌طور معکوس متناسب با ظرفیت یونها و به‌توان دو از تراکم یونهاست و متناسب با دما و ضریب دی‌الکتریک افزایش می‌یابد. از این پیوستار، نتایج زیر نیز به‌دست می‌آید:

الف) ری کردن خاک رس، تا حدودی بستگی به‌تراکم الکترولیت درون روکش دولایی دارد.

omoorepeyman.ir

ب) افزایش میزان کمی از کاتیونهای دو یا سه ظرفیتی به‌سامانه تک‌ظرفیتی دولایی، اثری عمده بر ویژگیهای فیزیکی خاک رس می‌گذارد.

ج) ضخامت روکش دولایی، گرایش به‌کم و زیاد شدن را مهار کرده و بر فشار ری کردن رس هم اثر می‌گذارد.

د) کاهش ضخامت روکش دولایی، سبب درهم شدگی و انقباض خاک رس می‌شود. این نکته در مورد خاکچال مهم است، زیرا ضریب دی‌الکتریک آبزباله و آب زیرزمینی یکی نیست.

ه) اثر دما بر دولایی بودن را به‌آسانی نمی‌توان پیش‌بینی کرد، چون ضریب دی‌الکتریک نیز بستگی به‌دما دارد. برای آب، تغییر میزان D×T چندان نبوده و برای دمای از صفر تا شصت درجه سانتیگراد، تغییر ضخامت دولایی در اثر تغییر دما قابل توجه نیست.

۲ـ۲. تأثیر آخشیج‌های گوناگون بر ویژگیهای خاک رس

ویژگیهای مکانیکی خاک رس بستگی به‌چندین پدیده مؤثر در یکدیگر دارد، مانند درصد ماده‌های بلور نشده بی‌شکل، کاتیونهای فروکشیده شده، چگونگی پخش و شکل دانه‌ها، آمیخته‌های کانی، آمیختهٔ شیمیایی مایع رخنه‌کننده، بافت خاک و درجه سیرآبی با کاربرد نظریه‌های شیمی ـ فیزیک. می‌توان به‌تأثیر پدیده‌های یادشده در ویژگیهای کمّی خاک، تا اندازه‌ای پی برد، اما پیش‌بینی کیفی آن، به‌دشواری میسر است.

بررسی تأثیر مواد آلی و ناآلی بر میزان تراوایی خاک رس، نشان می‌دهد که آبگونهای آلی، اثری بر تراوایی خاک ندارد اما آبگونهای ناآلی، سبب دگرگونی تراوایی خاک رس می‌شود. بر پایهٔ آزمونهای در دست، برای روکش کردن خاکچالهای خطرزا، بهتر است از کاربرد خاک رس پرهیز شود.

۲ـ۳. اثر کوبیدن خاک رس بر میزان تراوایی

کوبیدن خاک رس به‌هنگام ساختمان روکش، سبب دگرگونی بافت خاکی و تغییر ویژگی مکانیکی و به‌ویژه تراوایی آن می‌گردد. خاکی که دارای بافت پراکنده و روزنه‌های بازتر و پیچ و خم بیشتر است، میزان تراوایی را افزایش می‌دهد. پیوستار زیر که برای ماسه پیشنهاد

omoorepeyman.ir

شده، اگر چه برای بررسی تراوایی خاک رس کافی نیست، اما گویای مطلب است. بر پایهٔ این پیوستار، میزان تراوایی خاک سیرآب شده چنین است:

$$K = \frac{1}{K_0 T_f^2 S_0^2} \left(\frac{e^3}{1+e} \right) \left(\frac{\gamma}{\mu} \right)$$

در این پیوستار، K میزان تراوایی خاک، K_0 ضریب شکل روزنه‌های خاک، T_f ضریب پیچ و خم (Tortuosity Factor)، S_0 سطح مخصوص دانه‌های خاک به‌ازای واحد حجم آن، e نسبت پوچی (Void Ratio) خاک، γ واحد وزن مایع تراوش شده، و μ میزان گرانروی آبگون تراونده است. برداشتهای زیر، از پیوستار بالا به‌دست می‌آید:

الف) تراوایی با کاهش نسبت پوچی کاسته می‌شود.
ب) تراوایی متناسب با نسبت واحد وزن و گرانروی مایع تراونده است.
ج) تراوایی با افزایش پیچ و خم کاسته می‌شود.
د) تراوایی با افزایش سطح مخصوص کاهش می‌یابد.

دانه‌های خاک رس با کوبیدن درهم رفته و به‌صورت کلوخه‌هایی کوچک در می‌آید، که دوباره درهم آمیخته و کلوخه‌های بزرگتری را تشکیل می‌دهد. اندازه روزنه‌ها در درون هر یک از این کلوخه‌ها، کمتر از اندازهٔ فضایی است که میان دو کلوخه پدیدار می‌شود. افزون بر این روزنه‌ها، دوگونه روزنه دیگر که چاک و شکاف باشد، به‌طور طبیعی در خاک رس پدید می‌آید که بزرگترین عامل گذر آبگون است و باید به‌هنگام کوبیدن خاک رس کوشش شود که از چاک خوردن و ترک‌خوردگی آن پرهیز گردد. از عواملی که بر بافت خاک رس کوبیده شده اثر می‌گذارد، مقدار آب هنگام کوبیدن، شیوه کوبیدن و کوششی که در این کار اعمال می‌شود، اندازه کلوخه و میزان چفت و بست لایه‌ها را می‌توان نام برد.

از آنجا که با افزایش میزان پیچ و خم و کاهش اندازه روزنه‌ها، پراکندگی و پخش رشته‌های خاک زیادتر می‌شود، پس هدف از کوبیدن خاک، فراهم کردن بافتهای پخش و جدا از هم است. سرشتن و ورز دادن خاک هنگام کوبیدن آن، سبب فزونی تغییرشکل برشی و در نتیجه، درهم شکستن و پراکنده شدن بافتهای یکپارچه شده از هم است. مقدار آب هنگام کوبیدن، و شیوه کوبیدن نیز، در قرار گرفتن دوباره دانه‌های رس مؤثر است و در میزان

omoorepeyman.ir

تراوایی، اثر می‌گذارد. بر پایهٔ آنچه گفته شد، بهترین ابزار کوبش خاک رس، غلتکهای پاچه‌بزی هستند که کوبیدن و ورز دادن خاک را یکجا فراهم می‌آورند.

۲ـ۴. اثر اندازه کلوخه، بر تراوایی خاک رس

پیش کوبیدگی کلوخه‌ها، بر سازه رس کوبیده شده و در نتیجه بر تراوایی رس، اثر می‌گذارد. آزمونهای در دست، گویای آن است که مرز آبگونگی (Liquid Limit) خاک رس با خشک‌شدن و آب‌پاشی دوباره خاک، دگرگونی یافته و به‌حالت نخستین بر نمی‌گردد. پس بهتر است تا آنجا که ممکن است، خیسی طبیعی خاک را نگهداشته و زمانی کافی برای خیساندن خاک در کارگاه، درنظر گرفته شود.

۲ـ۵. اثر پدیده‌های طبیعی بر خاک رس

دو پدیده مؤثر در تراوایی خاک رس، چاک خوردن ناشی از خشک‌شدن و دیگری فروسایی حاصل از یخزدگی و وارفتن یخ است.

الف) ترک ناشی از خشک شدن (Desiccation Cracks). با پایان یافتن کار ساختمانی، روکش خاک رس کوبیده شده در معرض خشک‌شدن قرار گرفته و چه‌بسا ترکهایی در روکش رخ می‌دهد. آزمایشهای انجام شده در آزمایشگاه، گویای آن است که تراوایی نمونه‌های ترک خورده، رو به‌افزایش می‌نهد. عمق این ترکها و چاک خوردگیها، به ۳۰ سانتیمتر هم می‌رسد که اثر آن بر خاکچال، اجتناب‌ناپذیر است. این‌گونه ترکها، در اساس با جمع‌شدن و مچاله گشتن خاک همراه است و از این‌رو، خاکهای با مرز آبگونگی بالا، گرایش بیشتری با مچاله شدن دارند. میزان مچاله شدن (Sr) را از پیوستار زیر به‌دست می‌آورند:

$$S_r = \frac{V_i - V_f}{V_i}$$

در این پیوستار، V_i حجم نخستین نمونه پیش از خشک‌شدن و V_f حجم پایانی نمونه پس از خشک شدن است. آزمایشهای استاندارد، مرز مچالگی (Shrinkage Limit) را برای یافتن این دو حجم به‌کار می‌بندند. جدول ۷ـ۱، گروه‌بندی خاک را بر پایه مچاله شدن آن نشان می‌دهد. اگرچه خاک خوب کمتر مچاله می‌شود، اما از دیدگاه ساختمانی بسیار

omoorepeyman.ir

جدول ۷ ـ ۱. برتریها و کاستیهای روکشهای گوناگون ماشینی

شماره	نام روکش	برتریها و کاستیها
۱	Butyl rubber	ـ پرتو فرابنفش (U.V.) خورشید بر آن اثر می‌گذارد. تاب خوبی در برابر پرتو اُزون (Ozone Ray) و دیگر پدیده‌های جوی نشان می‌دهد. ـ در گرمای کم یا زیاد کاربرد خوبی دارد. ـ در جوار آب ری نمی‌کند. ـ نسبت به‌هیدروکربنها، تاب کمی نشان می‌دهد. ـ درزبندی آن، همراه با دشواری است.
۲	Chlorinated Rolyethylene (CPE)	ـ زیر بارهای وارده، ایستایی نشان می‌دهد. ـ به‌پرتو فرابنفش و اُزون و دیگر پدیده‌های جوی، تاب نشان می‌دهد. ـ در گرمای کم کاربردی خوب دارد. ـ ایستایی خوبی به‌ماده‌های شیمیایی، اسید و چربی نشان می‌دهد. ـ به‌آسانی درزپذیر است اما درز به‌دست آمده کیفیتی بالا و دلخواه ندارد.
۳	Chlorosulfonated Rolyethylene	ـ تابی خوب به‌پرتو فرابنفش و اُزون و دیگر پدیده‌های جوی دارد. ـ در گرمای پایین کاربردی خوب دارد. ـ ایستایی خوبی به‌ماده‌های شیمیایی، اسید و ماده‌های روغنی نشان می‌دهد. ـ تاب رویارویی با باکتری را دارد. ـ زیر بارهای وارده، ایستایی کمی دارد. ـ درزبندی با دشواری انجام می‌گیرد.

omoorepeyman.ir

جدول ۷ ـ ۱. برتریها و کاستیهای روکشهای گوناگون ماشینی (ادامه)

شماره	نام روکش	برتریها و کاستیها
۴	Ethylene – Propylene Rubber (EPDM)	ـ تابی خوب به‌پرتو فرابنفش، اُزون و دیگر پدیده‌های جوی دارد. ـ زیر بار، ایستایی خوبی نشان می‌دهد. ـ آب را در خود کم فرو می‌کشد. ـ تابی کم نسبت به‌روغنها، هیدروکربن و دیگر حلالها نشان می‌دهد. درزبندی آن از کیفیتی پایین، برخوردار است.
۵	Low – Density and High – Density Polyethtelene (LDPE AND HDPE)	ـ تابی خوب به‌بیشتر ماده‌های شیمیایی نشان می‌دهد. ـ در گرمای کم، کاربردی خوب دارد. ـ زیر بار، ایستایی خوبی نشان داده و از درزبندی نیکویی برخوردار است. ـ تاب سوراخ شدن آن کم است.
۶	Polyvynyl Chloride (PVC)	ـ کاربردی بسیار خوب دارد. ـ به‌آسانی درزپذیر است. ـ تابی کم به‌پرتو فرابنفش، اُزون، سولفیت و پدیده‌های جوی دارد. ـ در گرمای کم یا زیاد، کاربرد آن همراه با دشواری است.

اساسی است که با پایان یافتن کار ساختمانی، روکش را از گزند خشک‌شدن بیش از اندازه دور داشته و آب‌پاشی روی آن، یکباره کنار گذاشته نشود. ریختن پسمانده و زباله شهری درون خاکچال همان‌طور که پیش از این یاد شد، از پیدایش ترک و شکل گرفتن آن می‌کاهد.

omoorepeyman.ir

ب) یخزدگی و وارفتن یخ . در مناطق بسیار سردسیر که احتمال یخزدگی روکش و آب‌شدن یخ وجود دارد، کیفیت خاک افت می‌کند و موجب فرسایش خاک می‌شود. آزمونهای در دست، گویای آن است که تراوایی خاکهای دارای خاصیت خمیری بالا، در اثر یخزدگی افزایش می‌یابد. چون یخزدگی و رگه‌های یخ، خاک را تبدیل به‌تکه‌های نامنظمی می‌کند، پس باید از افت کیفیت در اثر یخزدگی و وارفتن یخ، جلوگیری کرد. هر اندازه روکش ضخیمتر باشد، خاک، ایستایی و تاب بیشتری در مقابله با هر دو پدیده از خود نشان می‌دهد. خاک با تراوایی‌کم (۱×۱۰^{-۸} سانتیمتر بر ثانیه و کمتر)، با روکش ماشینی همسنگ است.

۲ـ۶. آزمایش تراوایی

یکی از مناسبترین روش‌های اندازه‌گیری تراوایی روکش، اندازه‌گیری و آزمایش روی نمونه‌های دست نخورده است، اما برخی آزمایش درهمشدگی را (Consolidation test) در هماهنگی بیشتر با شرایط کارگاهی می‌انگارند. کاربرد تراواسنج‌های با دیواره نرم و انعطاف‌پذیر که همراه با فشار از پشت است، بر تراواسنج‌های با دیواره ایستا (ثابت)، ترجیح داده می‌شود. در جریان آزمایش، شیب هیدرولیکی، کیفیت شیمیایی آبگون، درجه سیرآبی، و فشار گرداگردی در میزان تراوایی نمونه خاک، اثر می‌گذارد. به‌هر حال، باید در برپا کردن شرایطی همانند کارگاه، کوشید و هنگام آزمایش تراوایی، به‌درجه سیرآبی ۹۰ ـ ۱۰۰٪ دست یافت. فشار گرداگردی کم (جدار بسته) و شیب هیدرولیکی آرام در نزدیکتر شدن به‌شرایط کارگاهی، مؤثر است.

با همه کوشش در کاستن لغزش و خطا در آزمایش، باز هم از برخی لغزش‌های آزمایشگاهی، حتی اگر همه استانداردها رعایت شود، نمی‌توان دوری جست. کاربرد تراواسنج‌های سه‌محوره و آبزباله، به‌مثابه آبگون تراوایی از خاک، در آزمایشگاهها معمول است. چنانچه شمار باکتریها در آبزباله زیاد باشد (در آبزبالهٔ پسمانده‌های پوسیدنی)، زمان زیادی برای انجام آزمایش لازم است و این روش مناسب نیست. امروزه، آمیخته‌های ویژه‌ای در آزمایشگاه فراهم می‌آورند که مناسب ولی گران است. برای به‌دست آوردن آزمایشی با کیفیت خوب و کاهش هزینه، روش زیر را به‌کار می‌برند. آزمایش سه‌محوره با فشار گرداگردی و شیب هیدرولیکی کم را روی ۱۰ تا ۱۵٪ از نمونه‌ها، انجام داده و نتایج

omoorepeyman.ir

به‌دست آمده را با آنچه از آزمایشهای تراوایی استاندارد، با افت ارتفاع به‌دست می‌آید، به‌سنجش می‌نهند. باید سیرآبی هر یک از نمونه‌ها را پیش و پس از آزمایش اندازه‌گیری نمود، چنانچه به‌ازای درجه سیرآبی ۹۰٪ یا بیشتر، نتایج به‌دست آمده از دو گروه نمونه‌ها به‌هم نزدیک باشند، می‌توان نتایج حاصل از آزمایش تراوایی را با افت ارتفاع پذیرفت.

در برخی از طرحهای بزرگ، افزون بر آزمایشهای آزمایشگاهی، دست به‌نشتآب‌سنجی کارگاهی می‌زنند. روش پیشنهادی ASTM، دربارهٔ نشتآب‌سنجی خاک رس چندان مناسب دانسته نشده و به‌تازگی روشهای دیگری هم پیشنهاد شده است که به‌زمان کمتری نیاز دارد و از تبخیر آب به‌هنگام آزمایش ـ که اثری دلخواه‌تر بر نتیجه‌های به‌دست آمده دارد ـ کاسته می‌شود.

۲ـ۷. آزمایش درهم فشردگی

در ساختمان روکش رسی، آگاهی از دوگونه تراکم ضروری است: نخست آزمایش اصلاحی پروکتور برای دانستن تراکم (ASTM D1557–78)، که در آزمایشگاه برای یافتن رابطه حداکثر تراکم و نم مطلوب خاک انجام می‌گیرد. دوم آزمایش تراکم کارگاهی و رطوبت خاک از دیدگاه بررسی و پایش کیفیت است.

الف) آزمایش در آزمایشگاه. پروکتور به‌سال ۱۹۳۳ به‌بررسی پیوستگی میان تراکم و نم خاک پرداخت و از آن پس، این آزمایش به‌نام او شناخته شده و آزمایشی استاندارد گردید. در این آزمایش، سنگینی چکش ۵/۵۰ پوند، افت آزاد ۱۲ اینچ، دهانه قالب ۴ اینچ بوده و آزمایش در سه لایه که هر یک ۲۵ ضربه چکش در کوبیدن آنها به‌کار رفته است، انجام می‌شود. در شیوه آزمایش اصلاحی پروکتور، خاک در پنج لایه در قالب ۴ اینچی و چکش ۱۰ پوندی و افت آزاد ۱۸ اینچ انجام می‌شود که باز هر لایه با ۲۵ ضربه کوبیده می‌شود و تراکم خاک کوبیده شده با اندازه‌گیری وزن چند نمونه کوبیده با نم گوناگون، به‌دست می‌آید. بهترین میزان نم خاک، همان است که بیشترین چگالی تراکم خاک را به‌دست می‌دهد.

ب) آزمایش کارگاهی. دوگونه آزمایش کارگاهی انجام می‌پذیرد، یکم، اندازه‌گیری مستقیم،

omoorepeyman.ir

که با کاربرد مخروط ماسه‌ای یا سیلندری که به‌پیش رانده می‌شود یا با بالون لاستیکی انجام می‌گیرد. دوم، اندازه‌گیری غیرمستقیم که با اندازه‌گیرهای هسته‌ای صورت می‌گیرد.

یکم، روش مستقیم: این‌روش، شامل کندن خاک برای نمونه‌برداری، اندازه‌گیری حجم ترانشه با پر کردن آن با ماسه و به‌دست آوردن وزن خاک خشک نمونه است (ASTM D1556). تراکم خاک خشک، از بخش‌کردن وزن آن برحجم ماسه به‌دست می‌آید. شیوه بالون لاستیکی مانند شیوه یاد شده است، با این تفاوت که ترانشه را به‌جای پر کردن با ماسه، با آب پر می‌کنند و زیرفشاری ثابت اندازه می‌گیرند (ASTM D2176). روش رانش سیلندر، در واقع فروبردن سیلندر یا لوله‌ای بی‌درز و استانداردشده درخاک، سپس بریدن صاف و همبر کردن ته لوله با تراز خاک و وزن کردن خاک درون این لولهٔ بی‌درز است (ASTM D2937). تراکم خشک نمونه با بخش کردن وزن خاک بر حجم لوله بی‌درزی که معلوم‌شده، به‌دست می‌آید. نم خاک نیز با خشکاندن نمونه کارگاهی در کوره روشن می‌شود (ASTM D2216–80). برخی برای انجام این کار، از کوره‌های ریز موج (Microwave) استفاده می‌کنند.

دوم، روش غیرمستقیم (با میانجی): در این روش که اندازه‌گیری تراکم و نم خاک به‌تندی انجام می‌گیرد، از ابزار هسته‌ای با پرتو گاما سود می‌برند (ASTM D2922).

۲ـ۸. مشخصات فنی خاک رس

گزینش خاک رس‌دار در وهله نخست، بر پایهٔ تراوایی خاک از نو کوبیده شده در شرایط کارگاهی صورت می‌گیرد. برای روکش خاکچال، خاک‌رس کوبیده شده با تراوایی پایین (۱×۱۰^{-۷} سانتیمتر بر ثانیه یا کمتر) را برای ۹۰ـ۹۵٪ حداکثر میزان تراکم خشک پروکتور و به‌ازای نم مطلوب، انتخاب می‌کنند. از آنجاکه خاک با مرز آبگونی (LL) بالا، گرایشی بیشتر به‌چاک برداشتن به‌هنگام خشک‌شدن دارد، رس با نمایه خمیری (PI)، یا مرز خمیری (PL) پایین را کمتر به‌کار می‌برند. دیگر آنکه چون خاک با دانه‌بندی خوب و کوبیدن درست، تراوایی کمی می‌یابد، باید در مشخصات فنی خاک، نمایه خمیری، مرز خمیری و کمترین مشخصه از دانه‌بندی را درج کرد. خاک رس ناآلی با خاصیت خمیری میانه، برای روکش خاکچال مناسبترین خاک دانسته شده است، شکل ۷ـ۱. در زیر، برای راهنمایی، نمونه‌ای از مشخصات فنی خاک رس آورده می‌شود:

omoorepeyman.ir

- مرز آبگونی (LL)، برابر یا بیشتر از ۳۰٪.
- نمایه خمیری (PI)، برابر یا بیشتر از ۱۵٪.
- ۵۰٪ یا بیشتر، دانه‌بندی به‌قطر ۰/۰۷۴ میلیمتر و کمتر، (الک ۲۰۰).
- دانه رسی، برابر یا بیشتر از ۲۵٪.

از دیگر مشخصات که باید آورده شود، کمترین درصد کوبیدن (معمولاً ۹۰ تا ۹۵٪ چگالی حداکثر پروکتور بهیافته)، حد آتربرگ و درصد اندازه‌هاست. برای داشتن خاکی با ورز بهتر و تراوایی کمتر، باید کوبیدن آن را به‌ازای نم مطلوب انجام داد. مشخصه دیگر، منحنی دانه‌بندی است که باید به‌شکل S وارونه باشد.

دستیابی به‌خاکی با همه مشخصات دلخواه، همیشه میسر نیست، اما آزمونهای در دست، گویای آن است که خاکی با مشخصات زیر را، می‌شود آنچنان کوبید که روکشی با تراوایی کم به‌دست آورد:

- نمایه خمیری، ۱۰ تا ۱۵٪.
- مرز آبگونی، ۲۵ تا ۳۰٪.
- دانه به‌قطر ۰/۰۷۴ میلیمتر یا کمتر، ۴۰ تا ۵۰٪.
- دانه رسی، به‌مقدار ۱۸ تا ۲۵٪.

۲ ـ ۸ ـ ۱. آزمایش کارگاهی

پیش از پرداختن به‌آزمایش کارگاهی، باید نتایج آزمایشهای آزمایشگاهی را در دست داشت، آنگاه در کارگاه خاک را در لایه‌های ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتری (پیش از کوبیدن)، در دو یا چند رشته پهن کرد و با درصدهای گوناگون نم، کوبید. نمونه‌های خاک دست‌نخورده را بر پایه پیشنهادهای گفتار ۹ ـ ۲ برداشته و روی آنها آزمایش تراوایی را انجام می‌دهند. به‌این ترتیب، میزان نم واقعی و درصد کوبیدگی که تراوایی دلخواه را فراهم کند، برپایه یافته‌های کارگاهی تعیین می‌شود. انجام آزمایش کارگاهی برای همه طرحهای بزرگ، ضروری است.

۳. روکشهای ماشینی

چندین‌گونه ماده «پُلیمِر» ـ که در اثر گرما کِش آمده و باز به‌جای نخست برمی‌گردد ـ در

omoorepeyman.ir

بازار موجود است، که درآمیختگی با دیگر افزودنیها، ترکیبی تازه را که پلاستیکهای دمایی باشند، شکل می‌دهد که، روکش زمبافت، نامیده می‌شود. مولکولهای مواد کِشی یا پلاستیکی، که امروزه با نام پلیمر شناخته می‌شود، بسیار گسترده‌اند. اما آنچه در ویژگیهای پلیمرها اثر می‌گذارد، اندازهٔ مولکولها، چگونگی پخش مولکولهای با اندازه‌های گوناگون در زنجیرهٔ پلیمر و شکل و ساختار تک‌تک مولکولهاست.

اگر چه با کاربرد مواد افزودنی و پلیمری، هزاران جنس گوناگون ساخته شده است، اما تنها شمار کمی از این فرآورده‌ها که با پلیمر اصلی به‌کار رفته، همنام گشته و به‌بازار عرضه شده‌اند. در جدول ۷ ـ ۱، شش پلیمر با افزونه‌ها و کاستیهایی که دارند، برای آگاهی آورده شده‌اند.

۳ ـ ۱. آسیب ناشی از میکروبهای خاک، جوندگان و رستنیها

راتیانه / صمغ (Resin) ، در رویارویی با جانلارهای ذره‌بینی که در برخی پسمانده‌ها یافت می‌شود، تاب نشان می‌دهد، اما افزودنیها چنین نیستند. برای آنها، دو آزمایش "ASTM G–21" و "ASTM G–22" پیشنهاد شده، که هر دو آزمایشهای کوتاه‌مدت‌اند.

حشره‌ها و جونده‌ها نیز، به‌پلاستیک آسیب می‌رسانند. جانوران سُم‌دار، مانند بز کوهی و گوزن نیز سبب پاره شدن روکش می‌شوند. با اینکه ریشه بیشتر رستنیها از روکشهای ماشینی نمی‌گذرد، اما ریشه برخی چمنها از روکش رد می‌شود. از این‌رو، برای پیشگیری از این‌گونه آسیبها، بهتر است پیش از پهن کردن زمبافت، زیر آن سمپاشی شود.

۳ ـ ۲. کارکردن با روکش

هرچه پهن کردن روکش آسانتر انجام گیرد، هزینهٔ کار هم کمتر می‌شود. روکشهای کلفت‌تر از ۱/۵ میلیمتر (۶۰ میل)، نرمشی (Tolerance) بیشتر برای کاربرد در شرایط سخت مناسب‌تراند. اما چون سنگین‌تراند جابه‌جایی آنها نیاز به‌ابزاری ویژه دارد و در جریان درزبندی نیز، ضعیف می‌شوند. روکش ماشینی، چه پیش از پهن کردن و چه هنگام کارگذاری، در معرض دمای هواست و بررسی چسبیدگی آنها از این دیدگاه، ضروری است.

درزپذیری روکش، از دیگر ویژگیهای مهم آن است، که در کارگذاری روکش اثر

omoorepeyman.ir

می‌گذارد. روکشهای کم‌تاب، در جوار مواد شیمیایی، درزبندی خوبی از خود نشان نمی‌دهند. درز باید در درازمدت هم از خود ایستایی نشان دهد و بهتر است پس از ریختن پسمانده روی آن نیز، وارسی شود. مادهٔ حل‌کننده، باید در فرآیند درزبندی از خود سازگاری شیمیایی مطلوبی نشان دهد، چون فرسودگی روکش با گذشت زمان اتفاق می‌افتد. ممکن است از امکان نوکاری و تعمیر آن کاسته شود و درزبندی و پینه زدن روکش نو با روکش به‌کار رفته، به‌دشواری انجام پذیرد. روکشهای دارای "Hypalone"، در نوسان گرما کم‌تاب‌اند و توانایی درزپذیری خود را در همان یک سال نخست، ولو آنکه با لایه خاکی حفاظت شده باشند، از دست می‌دهند.

۳ـ۳. سازگاری روکش ساختگی یا ماشینی، با پسمانده

باید سازگاری روکش، با پسمانده‌ای که در خاکچال ریخته می‌شود بررسی شود. آزمایش سازگاری با فرو بردن نمونه‌ای از روکش، درون آبزباله انجام می‌گیرد، که می‌تواند در هر دو رو یا در یک‌رو، در تماس با آبزباله گذاشته شود. برای این‌کار، تکه‌ای از روکش در تماس با آبزباله را، پس از زمانی که به ۱۲۰ روز می‌رسد، برداشته و به‌آزمایش برخی از ویژگیهای مهم فیزیکی آن می‌پردازند. باید در نظر داشت که میزان لغزش /(خطا) در فرآیند آزمایشها بالاست. نکتهٔ دیگر سازگاری روکش ساختگی، نه با آبزباله و پسمانده، بلکه با خاکی است که در تماس با آن قرار می‌گیرد. پس، بررسی سازگاری روکش با خاک کارگاه هم کاری ضروری است. اکسیدهای فلزی، کلرورها و آمیخته‌های سولفوری و برخی از آمیخته‌های آلی، به‌روکش ساختگی واکنش نشان می‌دهند. pH بالا یا پایین خاک نیز، در فرسودن روکش مؤثر است. آزمایش ASTM D–3083، سازگاری کوتاه‌مدت روکش با خاک زمین کارگاه را، نشان می‌دهد.

۳ـ۴. ویژگیهای ابزاره‌ای روکشها

فهرستی از ویژگیهای ابزاره‌ای روکش و آزمایش متناسب با آن، در جدول ۷ـ۳ فراهم آمده و روش انجام آزمایشها نیز در نوشتارهای ASTM، گردآوری شده است. چون پیش از این، از تاب روکش در تماس با آبزباله سخن رفته بود، در جدول بالا دوباره آورده نشدند.

omoorepeyman.ir

۳ـ۵. پلی اتیلن

با اینکه پلیمرهای گوناگونی در ساختن روکش خاکچال به‌کار می‌رود، اما دو نوع LDPE و HDPE، بر دیگر پلیمرهای موجود در بازار، برتری یافته‌اند. راتیانه یا رزینی که سازندگان لوله‌های پلی‌اتیلن به‌کار می‌برند، بهترین نوع راتیانه برای ساخت روکش شناخته شده است.

۳ـ۶. روکشهای موجود در بازار

سه‌گونه روکش ساختگی زیر، در بازار یافت می‌شود:

الف) روکش تقویت‌نشده. این روکشها را در کارخانه با پیش راندن فشاری یا با گذراندن ماده روکش از دوغلتانهٔ گردان، می‌سازند. پهنای روکش با ساخت فشاری ۱۶ تا ۳۳ فوت (۴/۸۵ تا ۱۰ متر) و ضخامت ۰/۲۵ تا ۲/۴ میلیمتر (۱۰ تا ۹۶ میل) است. در روش دوم، پهنای روکش ۵ تا ۸ فوت (۱/۵ تا ۲/۴ متر) و ضخامت آن، ۰/۲۵ تا ۲/۰ میلیمتر (۱۰ تا ۸۰ میل) است.

ب) *روکش تقویت‌شده*. زمبافت درهم بافته یا درهم نبافته را با آمیخته‌های پلیمری اندود و تقویت می‌کنند. ضخامت و پهنای این‌گونه روکشها، میان ۰/۷۵ تا ۱/۵ میلیمتر (۳۰ تا ۶۰ میل) و پهنای آنها، بستگی به‌پهنای رشته‌های بافتی به‌کار رفته دارد.

ج) *روکش لعابدار*. پهنا و ضخامت روکشهای درهم نبافته که از میان دوغلتان گردان رد می‌کنند، بستگی به‌ضخامت و پهنای روکش ساختگی دارد.

۴. خاک بهیافته و دیگر آمیخته‌های خاکی

سه‌گونه خاک بهیافته در بازار یافت می‌شود که در آمیخته شدن با بنتونیت، اسفالت و سیمان فراهم می‌شود. از میان این سه‌گونه خاک بهیافته، خاک آمیخته با بنتونیت را بیشتر در طرحهای خاکچال به‌کار می‌برند. در این زمینه، دو بحث زیر پیش کشانده شده است:

omoorepeyman.ir

۴ـ۱. آمیخته‌های بی‌بنتونیت

چهارگونه از آمیخته‌ها را برای زمانی بلند (۵۶ ماه) در معرض زباله شهری و آبزباله گذارده و نتایج زیر را به‌دست آورده‌اند:

الف) روکش آسفالتی. روکش اسفالتی، آمیخته‌ای از ۷٪ آسفالت داغ (با درجه نفوذ ۶۰ تا ۷۰) و گرانیت با نسبتی است که بتوان آسفالتی با تراکم به‌ضخامت ۰/۲۵ اینچ فراهم آورد.

ب) اسفالت آبکی. این نوع روکش، آمیخته‌ای داغ از ۹٪ اسفالت (با درجه نفوذ ۶۰ تا ۷۰) با گرانیت به‌نسبتی است که بتوان آسفالتی متراکم به‌ضخامت ۰/۲۵ اینچ فراهم آورد.

ج) اسفالت خاکی. این آمیخته، از ۱۰۰ بهر خاک با ۷ بهر اسفالت آبگون با درجه SC–800 به‌دست می‌آید.

د) خاک سیمانی. این آمیخته، از ۹/۵ بهرخاک، ۵ بهر کائولینیت، ۱۰ بهر سیمان پرتلند و ۸/۵ بهر آب به‌دست می‌آید.

گرچه تراوایی و دیگر ویژگیهای فیزیکی آمیخته‌های اسفالتی رویه خرابی نمی‌گذارد، اما در اثر درخودفروکشی آب و آبزباله، ایستایی فشاری (Compressive Stregth) آنها بیشتر کاهش می‌پذیرد. آمیختهٔ خاک سیمانی، هرچند امکان ترک خوردن دارد، اما ایستایی آن افزوده شده و تراوایی آن کاسته می‌گردد. بررسیهای دردست، کاربرد این‌گونه آمیخته را در خاکچالها و پوششهای پایانی، روا نمی‌دارد، زیرا جز خاک سیمانی، دیگر آمیخته‌ها در معرض آبزباله و پسمانده‌های صنعتی، نتایج مطلوبی به‌بار نیاورده‌اند.

۴ـ۲. خاک بهیافته با بنتونیت

در بسیاری از کارهای ساختمانی از آمیختهٔ خاک و بنتونیت استفاده می‌شود. بنتونیتها، در اساس رس کانی با ویژگی پاک‌کننده، مانند صابون بوده و از گروه Smectite با ساختاری از لایه‌های برهم انباشته با چسبندگی ضعیف و بار الکتریکی بی‌توازنی هستند. از این‌رو، آب

omoorepeyman.ir

به‌آسانی به‌میان لایه‌ها کشانده شده و به ری کردن رس کمک می‌کند.

۴ ـ ۲ ـ ۱. روال آمیختن

آمیختن در کارگاه مرکزی، مناسب‌ترین روش است. ماسه با دانه‌بندی خوب، ۱۵٪ ماسه ۰/۰۷۴ میلیمتری یا کمتر (الک ۲۰۰) را با ۴٪ پودر بنتونیت در می‌آمیزند که فرآورده‌ای با تراوایی کم (۱×۱۰^{-۷} سانتیمتر بر ثانیه و کمتر)، به‌دست می‌دهد. بایسته است که همیشه کیفیت این آمیخته را وارسی کرده و از یکنواختی و درستی درصد بنتونیت آن، مطمئن شد. آزمایش متیلین آبی (ASTM C–837) و آزمایش همسنگ ماسه (ASTM D–2419) برای برآورد میزان بنتونیت آمیخته شده، معمول است.

omoorepeyman.ir

گفتار هشتم

بخشهای گوناگون خاکچال

۱. شناسایی

طراحی درست تمام بخشهای خاکچال، سبب می‌شود که اجرای ساختمانی، گردانندگی، نگهداری و پایش دلخواه آن، در هماهنگی با خواستهای محیط زیست بوده و نیز، کم هزینه باشد. یافتن طرح جزییات هر بخش از خاکچال، کار دشواری نیست، اما گزینش به‌جای آن، که با شرایط شهر در دست بررسی وفق دهد، هنری است که مهندسی آزموده و شایسته را از دیگر مهندسان جدایی می‌بخشد. در زیر، بخشهای گوناگون خاکچال نام برده شده است:

۲. شبکه گردآوری آبزباله

شبکهٔ آبزباله، شامل کندک یا ترانشه، لوله، دریچهٔ دسترسی و شست‌وشو، تلمبه، تلمبه‌خانه و انبار آبزباله بوده و گرفتاریهایی که در آنها رخ می‌دهد، به‌شرح زیر است:

۲ ـ ۱. از کار افتادگی شبکه

شبکهٔ آبزباله، ممکن‌است دراثر بندآمدن لوله، درهم شکستن لوله، یا لغزش در طرح شبکه، از کار بیفتد.

omoorepeyman.ir

الف) بند آمدن لوله . لوله در اثر انباشته شدن ریزدانه‌ها، نمو جانداران ذره‌بینی یا ته‌نشینی مواد شیمیایی، ممکن است بسته شود. ریزدانه‌های درون آبزباله، یا دانه‌های ریز ورودی از ترانشه (به‌ویژه اگر روکش، خاک رس باشد)، رفته رفته درون لوله انباشته می‌گردند. برای کاستن از این‌گونه ته‌نشستها، بهتر است کناره‌های ترانشه، با زمیافت پوشانده شود. در صورتی که روزنه‌های صافی چنان ریز باشد که ۸۵٪ دانه‌های خاک را در خود بگیرد، کشانده شدن خاک به‌درون ترانشه، رخ نمی‌دهد. بند آمدن لوله، در اثر نمو و افزایش جانداران ذره‌بینی در آبزباله، به‌دلیل وجود مواد خوراکی، بالا رفتن چگالی پلی یورومیدها (polyuromids) ، گرما و نم خاک، و نسبت کربن به‌ازت در آبزباله، روی می‌دهد. از علل دیگر بندآمدن لوله، ته‌نشینی شیمیایی است که می‌توان آن را با دگر ساختن pH، تغییر نسبی فشار اکسیدکربن و تبخیر، از میان برد. ته نشست‌های ناشی از فرآیند بیوشیمی با ماده‌های لزجی که انبوهه‌ای از باکتری است، درهم آمیخته و به‌دیواره لوله می‌چسبد. یادآور می‌شود که پلیمرها و افزودنیها، گرایش به از میان بردن جانداران ذره‌بینی دارد و ترک خوردن لوله‌های پلی یوروتان، در اثر نمو جلبکها صورت می‌گیرد.

ب) درهم شکستن لوله . درهم شکستن لوله‌های کم‌تاب درون ترانشه، امری امکان‌پذیر است. لوله‌های پلاستیکی نرم، دراثر انباشته شدن بیشتر مواد ته‌نشین شدنی، بیش از شکستگی، به‌خمیدگی گرایش دارد.

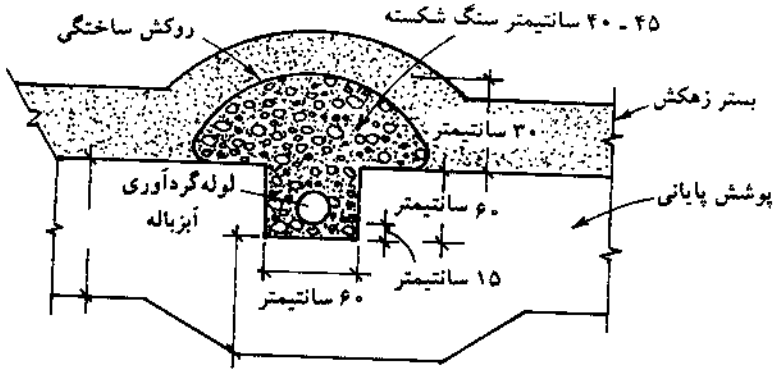
ج) خطا یا لغزش در طرح . چه‌بسا نادرستی در طرح، سبب از کار افتادن شبکه گردآوری آبزباله می‌شود. اگرچه مقدار آبزباله بسیار کم و در مرز ۰/۵ تا ۱/۰ سانتیمتر مکعب در دقیقه است، اما دراثر پاره‌ای رخدادها و گسیختگی در ساختار خاکچال، میزان بده می‌تواند چنان افزایش پیدا کند که اندازهٔ لولهٔ آبزباله، برای رد کردن چنین بده‌ای کافی نباشد و گرفتاری به‌بار آید. از سوی دیگر، گزینش اندازه لوله برای رویارویی با این‌گونه شرایط، شیوه‌ای اقتصادی نیست و مهندس طرح، در عمل به‌چنین کاری دست نمی‌زند. لوله آبزباله چرب در اثر نشست ناهمگون خاک زیر آن، به‌ویژه در کناره‌های خروجی، یا ورودی به‌دریچه‌های شست‌وشو، یا نادرستی جزییات طرح درهم می‌شکند. از این‌رو، باید در طراحی و اجرای

omoorepeyman.ir

یک یک بخشهای تشکیل‌دهندهٔ خاکچال، توجه داشت.

۲ ـ ۲. طرح ترانشه و لوله آبزباله

لوله آبزباله را بیشتر درون ترانشه پر از شن کار می‌گذارند و برای جلوگیری از ورود دانه‌های بسیار ریز از لایه روکش به‌درون ترانشه، دیواره آن را با زمبافت می‌پوشانند، شکل ۸ ـ ۱. همان‌گونه که نشان داده شده، بهتر است ضخامت لایه روکش رسی زیر کف ترانشه را در سراسر آن یکسان در نظر گرفت. نکته‌های مهم دیگر در این زمینه، به‌شرح زیراند:



شکل ۸ ـ ۱. برشی از ترانشه‌گردآوری ساخته شده در درون روکش رسی.

۲ ـ ۲ ـ ۱. ترانشه آبزباله

برای جلوگیری‌از درهم شکستن لوله، درون‌ترانشه را شن پخش می‌کنند تا بار ناشی‌ازکاربرد خاک‌کوب و دیگر ابزار کوبش، به‌طور همگن بر سراسر لوله وارد آید. زمبافت، بهتر است روی شن کشیده شود، یا آنکه ماسه دانه‌بندی شده، به‌منزلهٔ صافی به‌کار برده شود، تا ورود ریزدانه‌های پسمانده به‌درون ترانشه کاهش‌یابد. طرح‌صافی‌خاکی و زمبافت، به‌شرح زیر است:

الف) صافی خاکی. گرچه برخوردهای گوناگونی از طرح صافی دانه‌بندی شده در دست است، اما همهٔ آنها در اصل همانند هستند و دوگونه سنجه در ساخت صافیهای خاکی، خواهان یافته است:

omoorepeyman.ir

سنجه اول: $\frac{D_{15}\ \text{صافی}}{D_{85}\ \text{خاک رویه}} < ۵-۴$

سنجه دوم: $\frac{D_{15}\ \text{صافی}}{D_{15}\ \text{خاک رویه}} > ۵-۴$

در این پیوستارها، D_n اندازه دانه‌هایی است که n% آن از دانه‌های خاک کوچکتر است. سنجه اول برای جلوگیری از ورود خاک روی شن به‌درون صافی، و سنجهٔ دوم برای تأمین هدایت هیدرولیکی لازم، برای صافی است، تا همیشه زهکشی دلخواه فراهم آید.

ب) صافیهای زمبافت (Geotextile Filters). اساس طرح این زمبافتها، سنجیدن ویژگیها و اندازه دانه‌های خاک با «اندازه آشکار روزنه» (Apparent Opening Size=AOS) بافت صافی است که در زیر آمده است:

یکم: برای خاکی که دست‌کم ۵۰٪ دانه‌های آن از الک ۰/۰۷۴ میلیمتر (الک ۲۰۰) بگذرد، میزان AOS بافت صافی، باید درشت‌تر یا برابر ۰/۵۹ میلیمتر (الک شماره ۳۰ استاندارد آمریکا) باشد.

دوم: برای خاکی که کمتر از ۵۰٪ دانه‌های آن از الک ۰/۰۷۴ میلیمتر (الک ۲۰۰) بگذرد، میزان AOS بافت صافی، باید درشت‌تر یا برابر ۰/۲۹۵ میلیمتر (الک شماره ۵۰ استاندارد آمریکا) باشد.

۲ - ۲ - ۲. لوله آبزباله

از آنجا که ممکن است درهم شکستن، بند آمدن و نادرستی در طرح رخ دهد، بهتر است به‌نکته‌های زیر توجه شود:

الف) بند آمدن لوله. برای جلوگیری از پیدایش ته‌نشست‌های ناشی از فرآیندهای شیمیایی و زیستی، بهترین راه تمیز کردن لوله از راه دریچه شست‌وشو است، شکل ۸ - ۲. که برای انجام آن، دو روش معمول است:

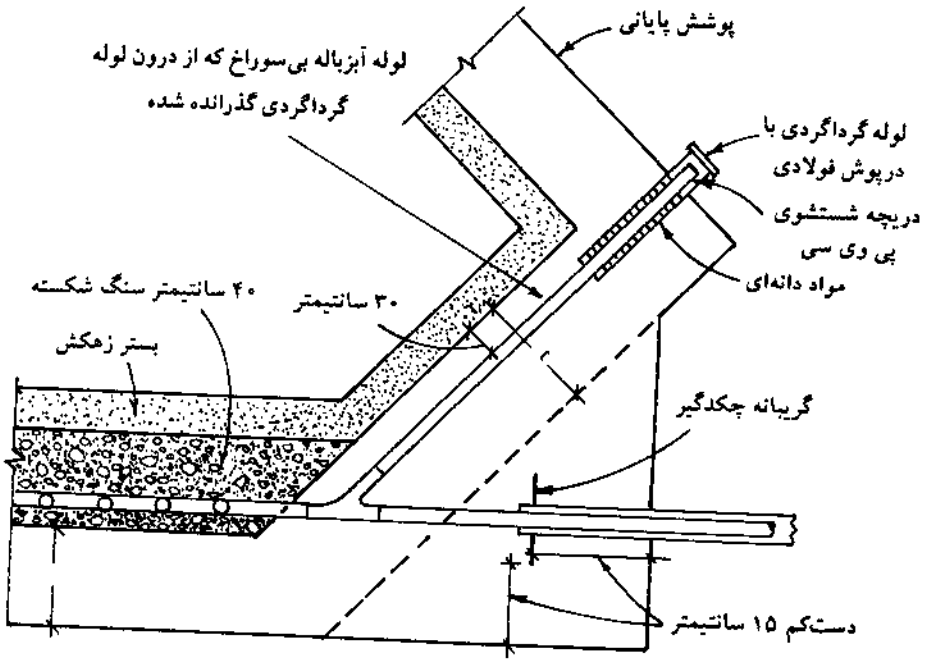
۱) کاربرد ابزار تمیزکننده.

۲) شست‌وشو با آب.

ابزار لوله تمیزکن، همان است که در شبکه‌های فاضلاب شهری هم به‌کار می‌رود، با

omoorepeyman.ir

این تفاوت که آن را برای کاربرد در شبکه آبزباله، هماهنگ می‌کنند. سه‌گونه ابزار تمیزکننده در بازار موجود است: تمیزکن میله‌ای، مفتولی و دلوی یا جامی. میله‌زنی لوله با پس و پیش راندن چندین میلهٔ سختِ بهم پیوسته ـ که به‌شکل رشته درآمده و در پیوندگاهها خم می‌شود ـ انجام می‌گیرد. در نوع مفتولی، تکه سر مفتول را تاب داده، چرخانده و به‌پیش می‌رانند. در هر دو مورد، تکه‌های اتصالی به ته ابزار، تمیز کردن لوله را میسر می‌کند. ولی باید درنظر داشت که با این‌گونه تمیزکن‌ها، نمی‌توان نخاله‌های کنده شده را جز با کاربرد آب فراوان در شستن خط، به‌آسانی از درون لوله به بیرون راند. به‌کار بستن این روش تمیز کردن، هنگامی است که ته‌نشست‌های شیمیایی و زیستی را که به‌دیواره لوله چسبیده و انبوه شده، نتوان با آب پرفشار شست، ضمن آنکه بالا بودن بیش از اندازه فشار آب ممکن است به‌تنه و بند لوله آسیب برساند. از دیدگاه مالی، هر دو شیوه ابزاری و شست‌وشو یکسان است، اما میله‌زنی و کاربرد مفتول ارزانتر از شست‌وشو با آب پر فشار است. ابزار دلوی، بیشتر برای مواردی است که دو دریچه در دو سوی خط لوله پیش‌بینی شده باشد. در این روش، دلو در



شکل ۸ ـ ۲. برشی از دریچه بازدید و شست‌وشو و ریزه‌کاریهای آن.

omoorepeyman.ir

یک جهت کشانده می‌شود و در این جابه‌جا شدن، دهانه جام باز شده ته‌نشستها در آن پر می‌گردد و به‌بیرون آورده می‌شوند.

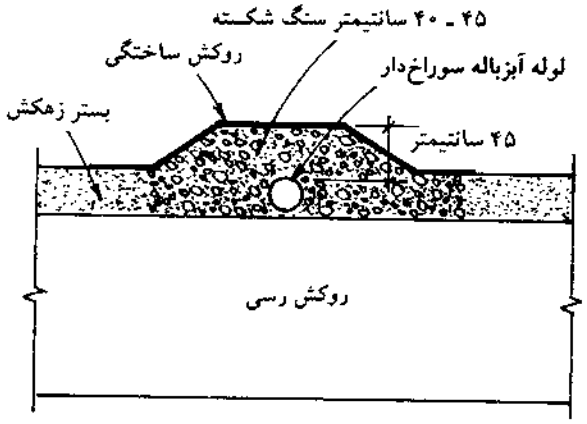
ابزار آبشویی نیز بر دوگونه است: با پرتاب آب (Jetting) و با رانش آب (Flushing). در نوع پرتابی، آب با فشاری که تا ۱۴ اتمسفر می‌رسد، از دهانه افشانه‌ای پرتاب شده و چرخان به‌بیرون فواره می‌زند. چنانچه فشار افشانه کمتر از این اندازه باشد، آب پرتاب‌شده از چرخندگی باز می‌ماند. پیشنهاد می‌شود که برای یافتن بیشترین فشاری که به لایهٔ زهکش هم آسیبی نرساند، در آغاز کار، آزمایش کارگاهی انجام شود. برای کاهش دادن آسیب به‌لایه زهکش، در سالهای نخستین بهره‌برداری از طرح، می‌توان فشاری کمتر از آنچه که خود چرخندگی را فراهم می‌آورد، به‌کار بست. کاربرد این شیوه، پاکسازی آسان است. دسترسی به‌لوله از یک‌سو کافی است و درازای لوله آبزباله زیر شست‌وشو را می‌توان تا ۳۰۰ متر درنظر گرفت.

در روش رانش آب، نخست یک گوی لاستیکی را از لوله رد کرده و سپس آب در لوله رانده می‌شود. گوی درون لوله، جریان آزاد آب را بند می‌آورد و آب ناچار از گرداگرد گوی با فشار راه باز می‌کند و به‌این ترتیب، کار شستن لوله انجام می‌گیرد. مواد کنده‌شده از دیواره را با کاربرد ابزار مکش، از لوله برون می‌کشانند. در این شیوه نیز، اگرچه دسترسی به‌یک سر لوله بس است، اما دسترسی به‌هر دو سر لوله بهتر است.

ب) *درهم شکستن لوله*. لوله گردآوری *آبزباله*، ممکن است هنگام کار ساختمانی یا در دوره گردانندگی، شکسته شود. برای اجرای کار، بهتر است پس از خاکبرداری ترانشه و شیب‌بندی کف آن، لوله را کنار ترانشه ریسه کنند. سپس، به‌آرامی در کف بستر کار گذارند. همواره باید از راندن و یا گذر ابزار سنگین روی لوله، خودداری ورزید.

لوله را همان‌گونه که در شکل ۸ـ۳، نشان داده شده، در کف بستر ترانشه، یا روی کف زهکش نصب می‌کنند. نکتهٔ دیگر، درنظر گرفتن ایستایی لوله، زیر بار وارده است، حتی اگر لوله‌ها از نوع خم‌پذیر باشند. هنگام کار ساختمانی و پس از پایان یافتن کار، باید مطمئن شد که لوله خود استوار به‌جای می‌ماند. پذیرفتن ایستایی برای لوله، به‌این دلیل است که میزان خمش لوله، بیش از ۵٪ می‌گردد. پیوستارهای زیرین را که به‌نام پیوستار آیووا (Iowa)

omoorepeyman.ir



شکل ۸ ـ ۳. کارگذاری لوله گردآوری آبزباله روی روکش رسی.

شناخته شده، برای دانستن میزان ایستایی لوله به‌کار می‌گیرند:

$$\% \frac{\Delta}{D_R} = \frac{DBP(۱۰۰)}{۰/۱۴۹(E/\Delta Y)+۰/۰۱۶\ E'}$$

$$\% \frac{\Delta}{P} = \frac{DBP(۱۰۰)}{[۲E/۳(DR-۱)]^{۳}+۰/۰۱۶\ E'}$$

در این پیوستار، D ضریب دیرپایی خم‌گشتگی (deflection)، B ضریب ثابت بستر لوله، P فشار روی لوله (پوند بر اینچ مربع psi)، Δ میزان خمش، E مدول الاستیسیته (نرمینگی)، E′ مدول واکنش خاک (psi)، DR نسبت اندازه لوله که برابر است با نسبت قطر بیرونی به‌ضخامت دیواره لوله (اینچ)، $F/\Delta Y$ میزان تردی لوله (psi) است. پیوستار ۸ ـ ۳، گامی به‌کار می‌رود که میزان $F/\Delta Y$ مشخص باشد. پیوستار بالا، برای هنگامی است که میزان D دردست باشد. تردی لوله بر پایهٔ استاندارد "ASTM D−2412"، برای لوله‌های خم‌پذیر اندازه گرفته شده و مدول نرمینگی لوله‌ها، بستگی به‌ماده به‌کار رفته در ساخت لوله دارد. در جدول ۸ ـ ۱، برخی دیگر از عوامل یادشده در پیوستارهای بالا آورده شده است. چنانچه ژرفای خاکچال بیش از ۱۰ متر باشد، در گزینش اندازه‌های پیشنهادی، باید دقت بیشتری نشان داد. برای محاسبه تردی لوله، از پیوستار زیر سود می‌جویند:

$$\frac{F}{\quad} = ۰/۵۵۹E(\frac{\quad}{\quad})^{۳}$$

omoorepeyman.ir

در این پیوستار، t ضخامت دیواره لوله (اینچ) و r میانگین شعاع لوله (اینچ) است. برای یافتن میزان تردی لوله‌هایی که با شماره SDR مشخص شده است (مانند SDR 35)، از پیوستار زیر بهره می‌گیرند.

$$\text{تردی لوله} = ۴/۴۷ \frac{E}{(DR-۱)^{۳}}$$

جدول ۸ ـ ۱. افت و خیز (Range) عوامل پیوستارهای بالا

عوامل متغیر	افت و خیز	برخی آگاهیهای دیگر
B	۰/۰۸ ـ ۰/۱	لوله‌ها در بستر شنی یا ماسه‌ای است.
D	۱/۵ ـ ۲/۵	اگر خاک درون ترانشه کوبیده نشده باشد، باید D بزرگتر را به‌کار برد.
E′(psi): برای سنگ شکسته	۱۰۰۰ ـ ۳۰۰۰	اگر خاک درون ترانشه کوبیده نشده باشد، باید D کوچکتر را به‌کار بست.
برای خاک ماسه‌ای و شن گردگوشه	۱۰۰ ـ ۴۰۰	
تردی لوله:		
شماره (Schedule 40)	~ 129	شماره‌ها، برای لوله‌های ۶ اینچی است.
شماره (Schedule 80)	~ 700	
SDR 35	46	
SDR 26	115	

مثال ۸ ـ ۱ (در سامانهٔ اندازه‌گیری آمریکایی)

ایستایی لوله‌های (پی وی سی Schedule 40) ۶ اینچی را در ترانشه‌ای با شن شسته و در شرایط زیر بررسی نمایید: ژرفای خاک‌چال، ۷۰ فوت، نسبت پسمانده به‌خاک، ۱: ۵، ضخامت پوشش پایانی، ۴ فوت، ضخامت زهکش، ۱ فوت، وزن مخصوص پسمانده، ۵۰ پوند بر فوت مکعب، وزن مخصوص خاک، ۱۱۰ پوند بر فوت مکعب، و بیشترین ارتفاع فشاری آبزباله نیز، ۳ فوت برآورد شده است.

omoorepeyman.ir

(فوت) ۱۵ = ۴ + $\frac{۱}{(۵+۱)}$ × (۷۰ − ۴) = پوشش پایانی + ضخامت پوشش روزانه

(پوندبرفوت‌مربع) ۴۶۹/۲ = ۱×۱۱۰ + ۳×۶۲/۴ + ۱۵×۱۱۰ + ۵۰×(۷۰ − ۱۵) = فشاروارددبرلوله

که همسنگ با ۳۲/۶ پوند بر اینچ مربع است.

درصد خم‌گشتگی برابر است با:

$$\% \frac{\Delta}{D_p} = \frac{۲ \times ۰/۰۹ \times ۳۲/۶ \times ۱۰۰}{۰/۱۴۹ \times ۱۲۹ + ۰/۰۶۱ \times ۲۰۰} = ٪۱۸/۶$$

درصد خم‌گشتگی لوله شماره ۸۰ نیز، برابر ۵/۰۳ می‌شود که با درصد مجاز خم‌گشتگی که ۵٪ در نظر می‌گیرند، مناسب است. واحد سازندگان لوله‌های PVC، این درصد را ۷/۵ هم توصیه کرده‌اند. فشار P، بار زنده ناشی از جابه‌جایی خودروها و خاک‌کوب‌ها راکه روی خاکچال درآمد و شد هستند، باید افزود. بیشترین اثر بار زنده به‌هنگام ساختمان نخستین لایه است و از این‌رو بهتر است میزان خم‌گشتگی را به‌ازای فشار خاک‌کوب‌هایی که روی ۳۰ سانتیمتر نخست پسمانده به‌کار گرفته می‌شوند، محاسبه کرد. نباید فراموش کرد که اثر بار زنده روی لوله، رفته رفته با افزایش ژرفای خاکچال، کاهش پیدا می‌کند، می‌توان شماره‌های آورده شده در جدول ۸ ـ ۲ را با ضرب کردن در میزان ژرفا به‌دست آورد، شکل ۸ ـ ۴. در این شکل، WP پهنای چرخ خاک‌کوب است که در تماس با خاک قرار می‌گیرد. q فشار تماس خاک‌کوب و Z ضخامت پسمانده است.

مثال ۸ ـ ۲

به‌ازای q برابر ۲۰ پوند بر اینچ مربع و WP برابر ۱۲ اینچ، کل فشار بر لوله را چنانچه ضخامت نخستین لایه پسمانده ریخته شده ۳۰ سانتیمتر باشد، به‌دست آورید.

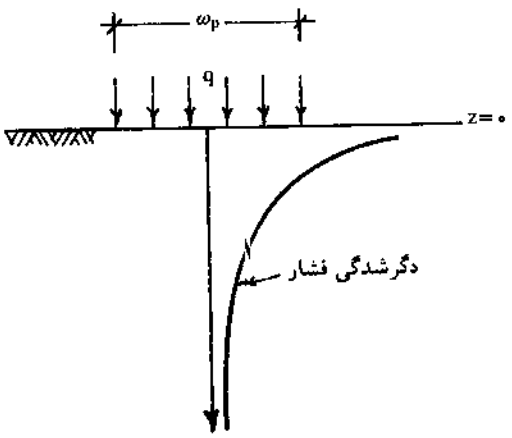
$$\text{پوند بر اینچ مربع } ۳ = \frac{۱ \times ۵۰}{۱۴۴} + \frac{۱ \times ۱۱۰}{۱۴۴} + ۰/۱ \times ۲۰$$

شماره یا ضریب P=۳ را باید به P که در مثال ۸ ـ ۱ آورده شده افزود و بر آن پایه، میزان درصد خم‌گشتگی را برآورد کرد. این کار، به‌ویژه برای لوله‌های با تردی کم معمولی‌تر است.

omoorepeyman.ir

جدول ۸ ـ ۲. ضریب فشاری برای ژرفای گوناگون

ژرفای خاکچال	ضریب فشار
۱ WP	۰/۴
۲ WP	۰/۱
۳ WP	۰/۵۵
۴ WP	۰/۰۳
۵ WP	۰/۰۲
۶ WP	۰/۰۱۵

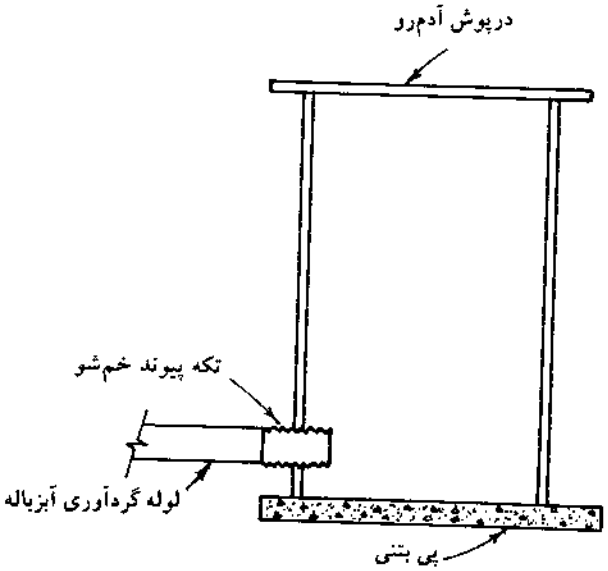


شکل ۸ ـ ۴. دگرشدن فشار نسبت به‌ژرفا زیر بار سطحی.

ج) *نادرستی طرح* . برای رانش ابزار لوله تمیزکن ـ که به‌سادگی به‌همه سوی‌خم نمی‌شوند ـ باید مسیر لوله، صاف یا دارای خم ملایمی باشد. در پیوستن لوله‌های کوچکتر به‌لوله اصلی آبزباله، باید از کاربرد سه‌راه‌های ۹۰ درجه‌ای خودداری کرد و یا از سه‌راه‌های باز گوشه (۱۳۵ درجه) سود جست، یا آنکه آنها را با خمی ملایم به‌هم پیوست.

بهتر است شمار دریچه‌های بازدید و شست‌وشو، در طرح کمترین باشد و در نصب لوله‌های درونشو و برونشو، از اتصالهای خم شو استفاده کرد، شکل ۸ ـ ۵. از آنجا که امکان نشست دریچه‌های شست‌وشو ـ به‌ویژه اگر ژرفای آنها بیش از ۷/۵ متر باشد ـ وجود

omoorepeyman.ir



شکل ۸ ـ ۵. آدم‌روی خاکچال.

دارد، بهتر است در ساختمان این دریچه‌ها به‌جای بتن، از مصالح سبکتر استفاده شود. نکتهٔ دیگر، سوراخ دیوارهٔ لوله‌های گردآوری آبزباله است که پیشنهاد می‌گردد مانند شکل ۸ ـ ۶ بوده و برای دوری از کاهش ایستایی لوله، سوراخها در امتداد کف لوله باشد.

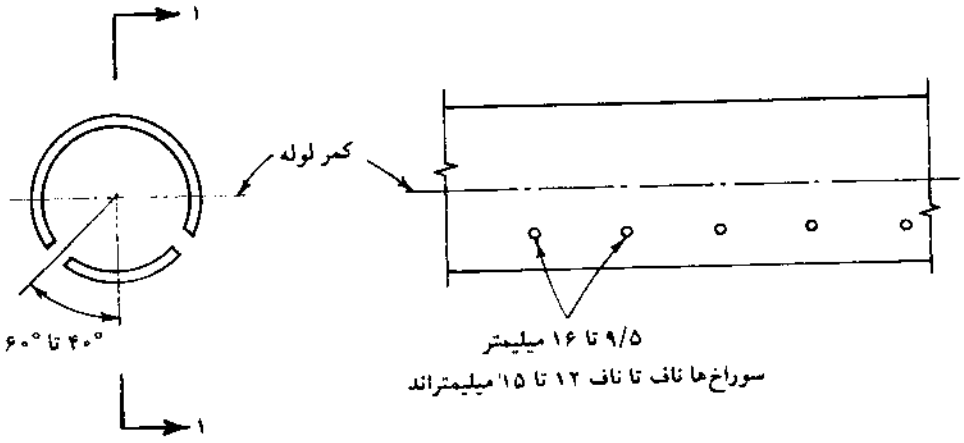
۲ ـ ۳. دریچه شست‌وشوی خط لوله آبزباله

لوله شست‌وشو و پاکسازی آبزباله، در برونشو باید به‌خوبی محافظت شود، شکل ۸ ـ ۶. با ساختن آدم‌روهای بتنی، می‌توان بر میزان اطمینان کار، برای گذر ابزارهای سنگین از روی دریچه‌های شست‌وشو، افزود. بهتر است لوله را در امتداد شیب کناره نصب کرد و اگر لازم است لوله با شیبی تند (۹۰ درجه) کار گذاشته شود، و از زانویی بلند، با خمی آرام سود جست و آن را به لوله آبزباله متصل ساخت.

۲ ـ ۴. تلمبه‌گردآوری آبزباله و تلمبه خانه بالا رسانی

در گزینش تلمبه، باید ظرفیت آن را با درنظر گرفتن اینکه چگالی آبزباله بیش از چگالی آب

omoorepeyman.ir

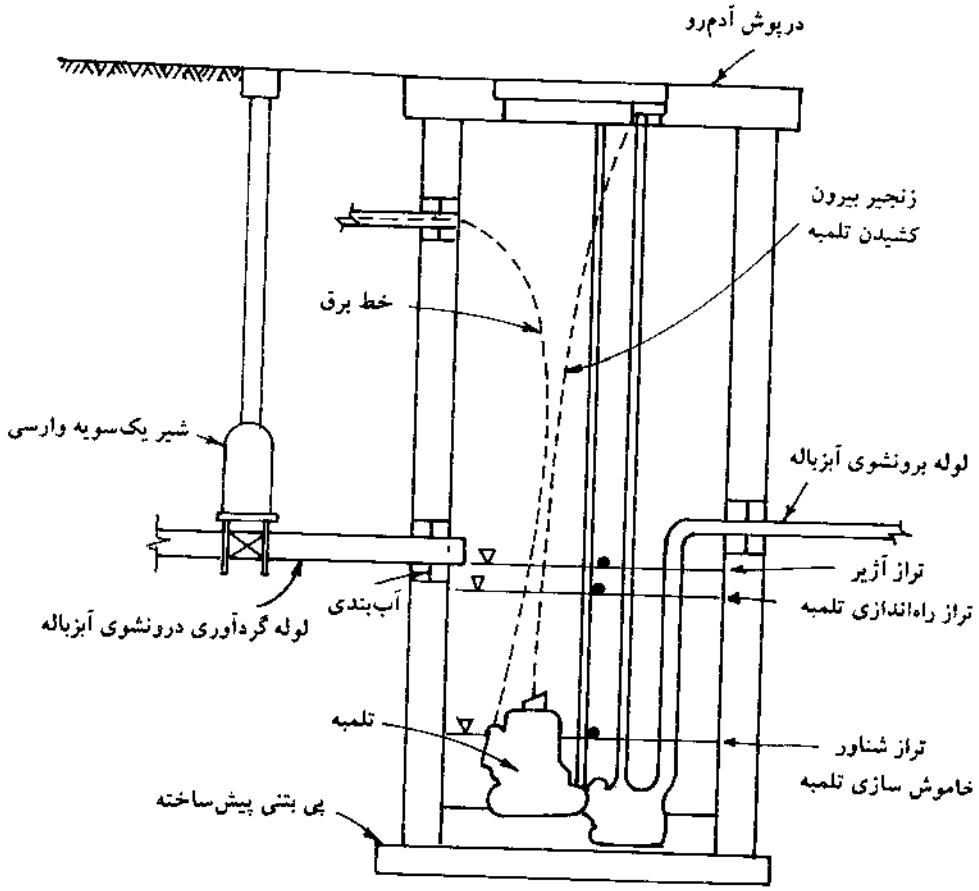


شکل ۸ ـ ۶. سوراخ‌بندی دیوارهٔ لوله گردآوری آبزباله.

است، تثبیت کرد و ارتفاع تلمبه‌زنی و مکش را مشخص ساخت. تلمبه‌خانه آبزباله، مانند شکل ۸ ـ ۷ است و تلمبه‌های مورد استفاده، بیشتر از نوع شناور و خودکار است. پیشنهاد می‌شود که خط تراز راه‌اندازی و از کاراندازی تلمبه، چنان پیش‌بینی شود که تلمبه پس از رسیدن به‌ترازهای یادشده، همچنان تا زمان کوتاهی به‌کار خود ادامه دهد تا به‌این ترتیب، از خاموش و روشن‌شدن پشت سرهم تلمبه پرهیز و از آسیب بر تلمبه، جلوگیری گردد. دگمهٔ خاموش‌کننده، باید دست‌کم ۱۵ سانتیمتر پایین‌تر از تراز لوله درونشو به‌تلمبه‌خانه باشد. تلمبه‌های شناور را روی ریل کار می‌گذارند، تا جابه‌جاکردن آن به‌هنگام نوکاری، نگهداری و بازرسی آسانتر انجام گیرد.

در خاکچالهای بزرگ که تلمبه یدک نیز فراهم می‌شود، روی لوله درونشو، شیری نصب می‌کنند. نگهداری و رسیدگی به‌تلمبه، باید بسامدی و بر پایهٔ برنامه زمانی مشخصی انجام شود. برای حوضچه یا تلمبه خانه بیرون از خاکچال، دیواره آن را با خاک رس یا روکشهای ماشینی می‌پوشانند، تا هرگز آبزباله از آن، به‌زمین بیرون پس نزند. تلمبه خانه‌ها را از درون نیز آب‌بندی می‌کنند. نکتهٔ دیگر، آگاهی از نشست تلمبه‌خانه است، برای بررسی آن، افزون بر سنگینی ساختمان تلمبه‌خانه، باید سنگینی ریل، تلمبه، دریچه، لوله و آبزباله را

omoorepeyman.ir



شکل ۸ ـ ۷. تلمبه‌خانه آبزباله.

هم، به‌درون چاهک تلمبه‌خانه برشمرد.

از آنجا که تولید آبزباله یکنواخت نیست ـ تلمبه همیشه در کار نبوده و گاهی روشن می‌شود ـ پس برای دستیابی به‌بهترین بازده، حجم تلمبه‌خانه باید چنان باشد که تلمبه در هر دور از کار، دست‌کم ۱۲ دقیقه کار کند. برای تأمین این ظرفیت، اندازه چاهک را برابر با مقدار آبزباله ورودی، به‌ازای نیمی از دوره تلمبه‌زنی درنظر می‌گیرند و به‌این ترتیب، ظرفیت انبار آبزباله یا چاهک، از پیوستار زیر برآورد می‌شود:

$$S_c = V_c t$$

omoorepeyman.ir

در این پیوستار، V_c مقدار آبزباله در دقیقه و t، نیمی از دوره تلمبه‌زنی است. میزان تلمبه‌زنی (P_f) نیز، از پیوستار زیر به‌دست می‌آید:

$$P_f = \frac{V_c t + V_c t}{t} = 2V_c \quad \text{(حجم در دقیقه)}$$

بیشترین بده آبزباله را در روز، برای برآورد ظرفیت چاهک و میزان تلمبه‌زنی در نظر می‌گیرند، و بالاترین تراز آبزباله را در چاهک، برای راه‌اندازی تلمبه، ۱۵ سانتیمتر پایین‌تر از تراز کف لوله ورودی، پیش‌بینی می‌کنند. تراز زیرین آبزباله را در چاهک، که در آن تراز، تلمبه خاموش می‌شود، ۶۰ تا ۹۰ سانتیمتر از کف چاهک و فاصله این دو تراز را از یکدیگر (D_f)، ۶۰ تا ۹۰ سانتیمتر پیش‌بینی می‌کنند. سطح برش چاهک تلمبه‌خانه (A_r) را با فرض رقمی برای D_f و ظرفیت انبار چاهک، از پیوستار زیر به‌دست می‌آورند:

$$A_r \times D_f = S_s$$

با آگاهی از ارتفاع تلمبه‌زنی، که اختلاف میان مکش و رسیدن آبزباله به‌نقطهٔ پایان است، می‌شود توان تلمبه را برحسب اسب بخار Break Horse Power (BHP) به‌دست آورد:

$$BHP = \frac{\gamma_l h d P_l}{۵۵۰\ E}$$

در این پیوستار، γ_l چگالی آبزباله (چگالی آبزباله ۱۰ تا ۱۵٪ بیش‌از چگالی آب است) و E بازده تلمبه است. باید ارتفاع مکش و کشش را هنگام گزینش تلمبه‌های شناور، در نظر داشت.

مثال ۸ ـ ۳

چاهک گردی را برای جمع‌آوری آبزباله با بده (V_c) ۱/۲۵ فوت مکعب در دقیقه، دوره تلمبه‌زنی (2t) برابر با ۱۲ دقیقه، D_f برابر با ۱۱ فوت و ارتفاع تلمبه‌زنی (h) برابر با ۱۶ فوت و بازده ۸۰٪، به‌دست آورید.

ظرفیت چاهک = ۱/۲۵×۶=۷/۵ فوت مکعب

برای چاهک به‌قطر d:

$$\frac{\pi d^2}{4} \times ۲ = ۷/۵$$

پس، d=۲/۱ می‌گردد.

omoorepeyman.ir

اگر قطر چاهک ۲ فوت باشد:

(فوت مکعب در دقیقه) ۲/۵=۲×۱/۲۵= میزان تلمبه‌زنی

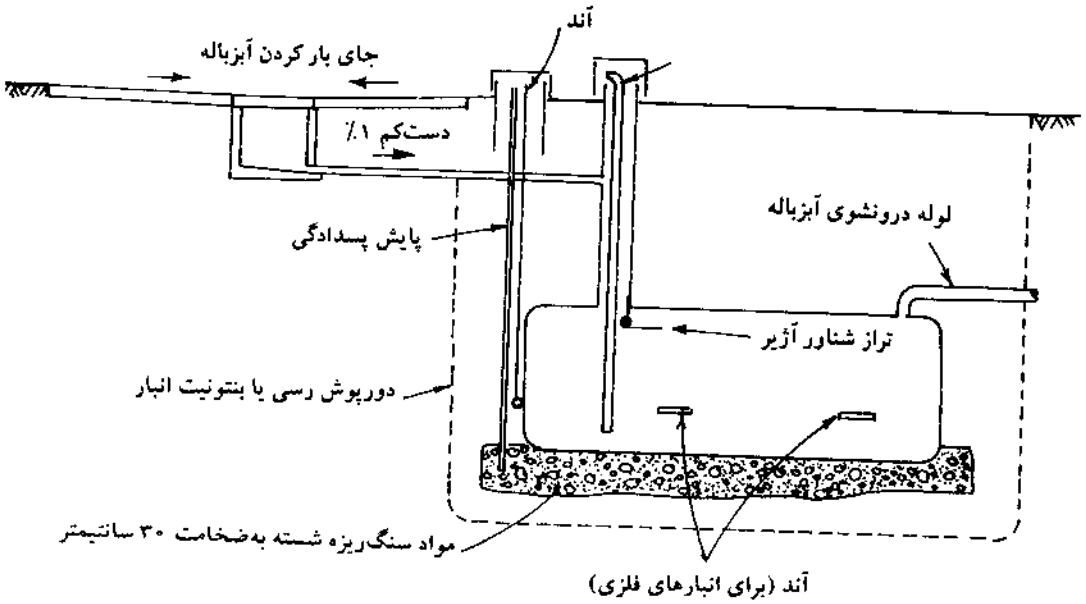
و توان موتور تلمبه برابر می‌شود با:

$$BHP=\frac{۶۲/۴\times۱/۱\times۱۶\times۲/۵}{۵۵۰\times۰/۸}=۶/۲۴ \text{ (اسب بخار)}$$

۲ـ۵. انبار آبزباله

انبار آبزباله، باید چنان باشد که بتواند آبزباله تولیدی یک تا سه روز را هنگام بیشترین تولید موسمی، در خود جای دهد. به‌این ترتیب، حجم انبار بستگی به‌دوره تلمبه‌زنی، شمار تلمبه‌زنی و بیشترین مقدار آبزباله‌ای دارد که به تلمبه‌خانه هدایت می‌گردد.

انبارهای پیش ساختهٔ تک دیواره‌ای و دو دیواره‌ای را می‌توان فراهم کرد. برای پیشگیری از پسدادگی، انبارهای تک دیواره را با رس یا روکش ساختگی چنان دورپوش می‌کنند، که بتوان درون دورپوش را پایید، شکل ۸ـ۸. چاه پایش را که برای وارسی و آگاه

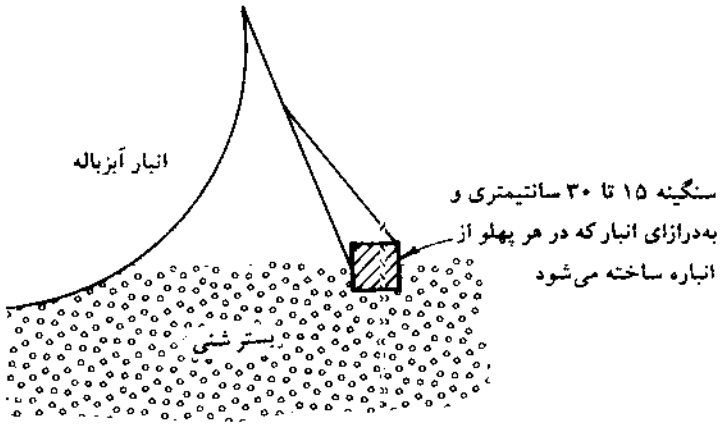


شکل ۸ـ۸. انبار آبزباله.

omoorepeyman.ir

شدن از پسدادگی آبزباله می‌سازند، باید ماهی یک بار سرکشی کرد و از کار ابزار نشت‌یاب، مطمئن شد. ساخت این‌گونه درپوش برای انبارهای دو دیواره‌ای موردی ندارد، هر چند که برخی خواستار پایش فضای میان دو دیواره نیز، هستند.

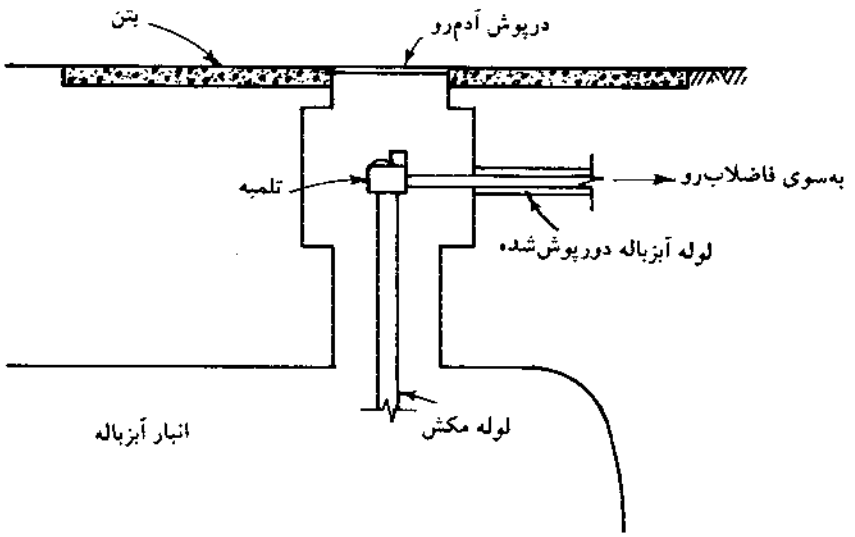
دیواره انبارهای فلزی را با ماده‌هایی مناسب اندود می‌کنند، تا از زنگ‌زدگی و خورندگی ناشی از آبزباله، به‌دور باشد. پیش از کارگذاری انبارهای پیش‌ساخته، آن را زیر فشار آزمایش می‌نمایند تا مطمئن شوند پسدادگی و نشتی رخ نخواهد داد. در پر کردن گرداگرد انبار و کارگذاری آن، نباید شتاب ورزید، زیرا ممکن است باعث آسیب رسیدن به‌دیوارهٔ آن شود. کف انبار را با بتن پی یکی کرده و کوشش می‌شود که این یکپارچگی به‌ویژه اگر سفره آب زیرزمینی بالا و در ترازی فراتر از کف انبار است، به‌خوبی فراهم شود. مهارکردن انبارهایی که در عمق کم اما زیر سطح سفره آب زیرزمینی باشد، کاری مهم است. در شکل ۸ ـ ۹، شیوه‌ای از تسمه‌بندی انبار با فاصله ۱/۸ متری نشان داده شده است.



شکل ۸ ـ ۹. مهار انبار آبزباله با کاربرد سنگین.

خاکبرداری گرداگرد انبار با شن رودخانه‌ای یا سنگ شکسته، ۳ تا ۱۵ میلیمتر پر کرده و دریچه بازدید روی سقف انبار را چنان کار می‌گذارند که به‌درستی در امتداد تلمبه باشد، شکل ۸ ـ ۱۰. نگهداری و پایش تلمبه‌های کارگذاری شده روی ریل، بهتر انجام می‌گیرد، زیرا کشاندن، لغزاندن و جابه‌جا کردن آن آسانتر است. برونشوی تلمبه را درون لوله‌ای دیگر

omoorepeyman.ir



شکل ۸ ـ ۱۰. انبار آبزباله با آدم‌رو و تلمبهٔ بیرون‌ران.

با دهانه بزرگتر کار می‌گذارند، تا جلوگیری بیشتری از بروز آلودگی فراهم شود. نکته دیگر، شیب بتن سطحی است که انبار در آن جای گرفته، که باید به‌سوی انبار باشد تا آبزباله بیرون ریخته هنگام بارکردن و بردن از کارگاه، دوباره به‌انبار روان گردد.

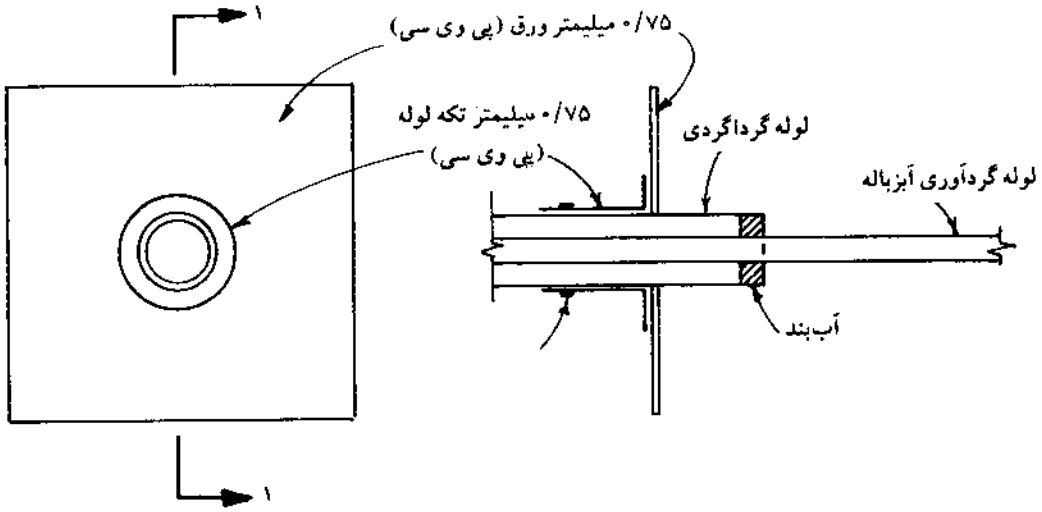
۲ ـ ٦. گریبانه چکه‌گیر

لوله برونشوی آبزباله را از درون گریبانه‌ای می‌گذرانند، تا آبزباله هرگز به‌بیرون راه نداشته باشد، شکل ۸ ـ ۱۱. خاک دور گریبانه، لوله برونشوی آبزباله و ساختمان پشته خاکی را هم دستی می‌کوبند.

۳. بیرون راندن آبهای سطحی از کارگاه خاکچال

برای کاهش مقدار آبزباله تولیدی، باید آبهای سطحی درون و پیرامون خاکچال، گردآوری و

omoorepeyman.ir



شکل ۸ ـ ۱۱. ریزه‌کاریهای گریبانه چکّه‌گیر.

به‌بیرون از کارگاه هدایت شود. چون خاکچالها همیشه کنار آب‌برهای طبیعی ساخته نمی‌شوند، پس باید راههای مناسب و کم هزینه‌ای برای هدایت آبهای سطحی در پیش گرفته شود. توجه به‌چند نکتهٔ زیر، برای گردآوری آبهای سطحی سودمند است.

۳ـ۱. طرح نهرآبه آب باران

طرح نهرآبه‌های آب باران، مانند طرح آبروهای روباز است. چندین نهرآبه در کناره و روی گستره خاکچال ساخته شده و نهرآبه‌های کوچک شاخه‌ای را به‌نهرآبه‌های بزرگ و اصلی، به‌گونه‌ای می‌پیوندند که همه آبهای سطحی کارگاه گردآوری شده و به‌بیرون از کارگاه رانده شود. برآورد بده آب سطحی در هر بخش از خاکچال، مهم است. شیب نهرآبه‌های روی خاکچال را ملایم می‌گیرند تا از شسته شدن و سایش خاک جلوگیری شود. بیشترین شیب ممکن برای نهرآبه‌ها را ۱۰٪ پیشنهاد کرده‌اند. اگرچه نگهداری نهرآبه آسان به‌نظر می‌رسد، اما در دراز مدت، نگهداری آن به‌دور از دشواری نیست.

محاسبهٔ ابعاد نهرآبه، از پیوستار مانینگ (Manning) میسر است.

omoorepeyman.ir

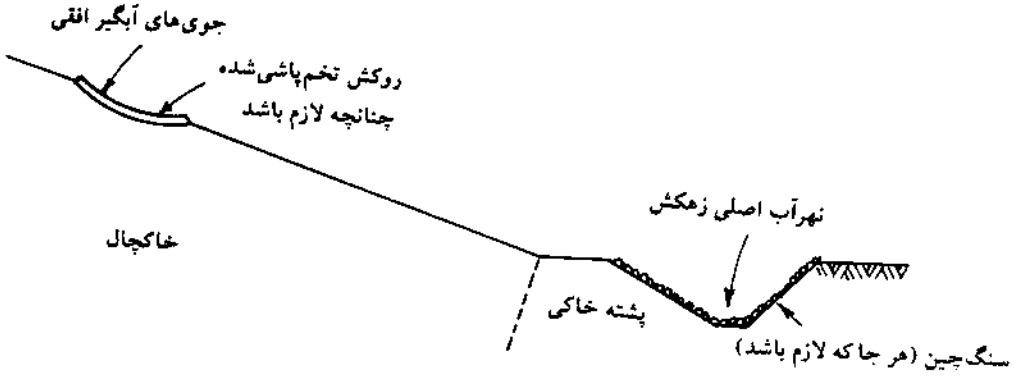
$$V = \frac{۱/۴۸۶}{n_r} r^{۲/۳} S^{۱/۲}$$

در این پیوستار، V سرعت میانگین جریان آب (فوت مکعب در ثانیه)، r پرتو تر شده (فوت)، S شیب خط انرژی (در آبروهای کوچک می‌توان آن را با شیب کف آبرو یکی دانست) و n_r ضریب زبری دیواره آب‌بر است. گزینش درست ضریب زبری و محدود کردن سرعت جریان آب، که سبب شست‌وشوی دیواره و کف نهرآبه می‌شود، به‌آسانی انجام نمی‌گیرد. در جدول ۸ ـ ۳ پیشنهادهای سودمندی در این زمینه برای سالهای نخست بهره‌برداری، شده است.

جدول ۸ ـ ۳. شماره‌های پیشنهادی برای n و V در طرح نهرآبه‌های خاکچال

دگرشو (متغیر)	شماره‌های پیشنهادی	
n_r	در دوره نخست:	۰/۰۲ ـ ۰/۰۳
	در درازمدت:	۰/۱۰ ـ ۰/۱۴
	بیشترین V مجاز (فوت مکعب در ثانیه)	
	دوره‌نخست:	۳ ـ ۵
	درازمدت:	۴ ـ ۵
	رس:	۱/۵ ـ ۲/۵
	ماسه با لایهٔ رسوبی:	

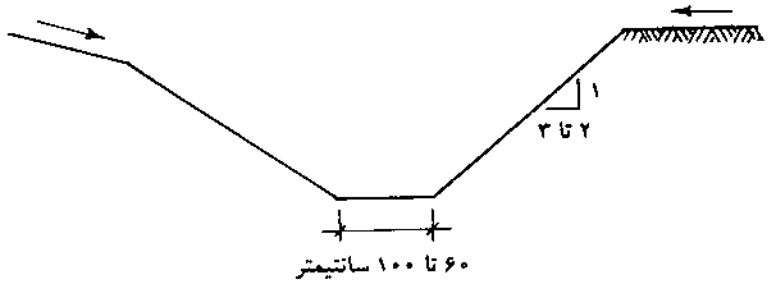
شکلهای ۸ ـ ۱۲ و ۸ ـ ۱۳ برای جلوگیری از سایش و شسته شدن دیواره نهرآبه، آن را سنگ‌چین کرده یا به‌ساختن بندهای سرعت‌شکن دست می‌زنند، شکلهای ۸ـ۱۲ و ۸ـ۱۳.



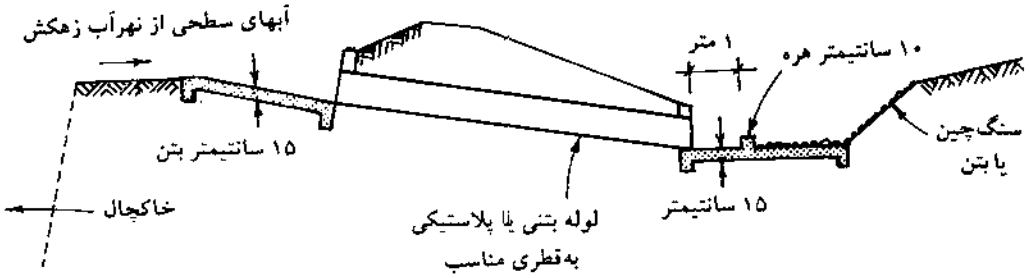
شکل ۸ ـ ۱۲. سامان بیرون راندن آبهای سطحی از خاکچال.

omoorepeyman.ir

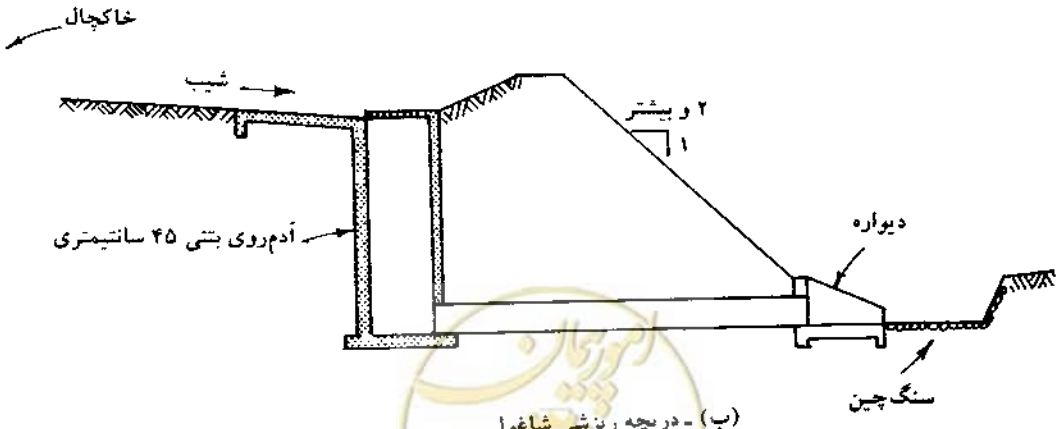
در برخی از خاکچالها، برای گردآوری آبهای سطحی، ساختن آبگیرهای ریزشی لازم است، شکلهای ۸ ـ ۱۴ ـ الف و ۸ ـ ۱۴ ـ ب.



شکل ۸ ـ ۱۳. برشی از نهرابه زهابکشی.



(الف) ـ افقی با شیب ملایم



(ب) ـ دریچه ریزشی شاغولی

شکل ۸ ـ ۱۴. حوضچه آبگیر ریزشی.

omoorepeyman.ir

مثال ۸ ـ ۴

نهرآبه‌ای را برای بده ۵/۸ فوت مکعب در ثانیه طرح کنید.

برای یافتن اندازه‌های نهرآبه، روش «تکرار تایافت» (trial-end-error) ، پیش گرفته شده، شیب کف در محاسبه یکسان، شیب کناره ۱: ۳ و شیب کف ۱٪ درنظر گرفته می‌شود.

یکم) به‌ازای n_r از جدول ۸ ـ ۳ و بر پایهٔ پیوستار مانینگ، اندازه نهرآبه‌ای که بتواند بده بالا را بگذراند برآورد می‌شود.

دوم) سپس، بررسی می‌شود که سرعت جریان به‌دست آمده از حد مجاز، بیشتر نباشد. محاسبات انجام یافته در پس یکدیگر یادداشت می‌شود، جدول ۸ ـ ۴. در طرح درازمدت، بهتر است اندازه نهرآبه چنان باشد که بده‌ای همسنگ ۱/۵ برابر بده درنظر گرفته شده را از خود بگذراند. گودی آب در سراسر نهرآبه یکسان و برابر ۱/۸ فوت فرض شده و لبهٔ آزاد آب را که در درازی نهرآبه رو به‌کاهش است، می‌شود برای نهرآبه‌های شاخه‌ای یکسان دانست.

در نهرآبه‌های اصلی لبهٔ آزاد انتهایی، نباید کمتر از ۸۰٪ لبه آزاد در آغاز آن باشد. (به‌این ترتیب، در مثال بالا، ژرفای تجدیدنظر شده می‌تواند ۱/۰ فوت ـ نه ۱/۸ فوت ـ باشد).

در این مثال، لبه آزاد ۱/۰ فوت، میزان rh به‌ازای ژرفای ۱/۸ فوت، با برش راست گوشه برابر با ۰/۸۵ فوت، V برابر با ۹۵٪ فوت در ثانیه و بده Q برابر با ۹/۲۵ فوت مکعب در ثانیه می‌گردد. از آنجا که ظرفیت این نهرآبه از ۱/۵ برابر بده طرح بیشتر است، پس اندازه‌های گزیده شده پذیرفتنی است.

جدول ۸ ـ ۴. محاسبه تکرار تایافت، برای مثال نهرآبه

تکرار تایافت	ژرفا (فوت)	r_h (فوت)	سرعت فوت برثانیه	بده‌فوت‌مکعب‌برثانیه
۱	۰/۶	۰/۲۹	۲/۶	۲/۸
۲	۰/۸	۰/۳۷	۳/۰۶	۵/۸۷
۳	۱/۸	۰/۴۷	۳/۵۹	۱۰/۷۷
ژرفای نهرآبه: فوت ۱/۸=۰/۸+۱/۰ (لبه آزاد)				

omoorepeyman.ir

۳ـ۲. طرح آبگذر

برای گذر آب از زیر راه و جاده، آب‌گذرهایی را با دهانهٔ گرد یا راست گوشه بنا می‌کنند. دهانهٔ درونشو، برونشو در این آبگذرها، باید به‌آرامی باز و فراخ شود، تا از خورده شدن دیواره کاسته گردد. کاربرد بتن در ساختمان این آبگذرها، مناسبتر از مصالح فلزی است، زیرا هر از چندگاه، نیاز به نوکاری دارد. برخی نیاز به‌آبگذر را برای ۲۰ تا ۳۰ سال از آغاز پوشش پایانی خاکچال دانسته و پیشنهاد می‌کنند که با بسته شدن خاکچال، جاده را بریده و به‌نوکاری و دوباره سازی آبگذر که پرهزینه است، اقدام نشود. اندازه آبگذرها را کمی بزرگتر و بر مبنای جریان پر، و نیمه‌پر، طرح و بنا می‌کنند و جریان آب را از آن، با توجه به‌شکل هندسی ورودی، شیب، اندازه، زبری دیواره، چگونگی درون شدن آب، و شرایط آب در پایین‌دست آبگذر، درنظر می‌گیرند. برای بده، تا ۰/۳ متر مکعب در ثانیه و شیب ۱٪ آبگذرهای دهانه گرد، مناسبتر است.

۳ـ۳. طرح حوضچه آب بارانگیر

برای کاستن ماده‌های ته‌نشین شدنی، پیش از ورود آبهای سطحی به‌آب‌برهای طبیعی، به‌ساختن حوضچه‌های ته‌نشینی می‌پردازند. ته‌نشست‌های کف حوضچه را گاه‌گاه گردآورده و در خاکچال می‌ریزند. بر پایهٔ قانون استوک (Stoke)، سرعت نشست دانه‌ها در حوضچه ته‌نشینی، از پیوستار زیر به‌دست می‌آید:

$$V_S = \frac{g(p_s - p_w)d^2}{18\mu}$$

در این پیوستار، V_s سرعت ته‌نشینی دانه، g شتاب ثقل، p_s وزن مخصوص دانه، p_w چگالی آب، d قطر دانه و μ میزان گرانروی مطلق آب است. در بهترین شرایط، سطح حوضچهٔ A که بتواند همهٔ دانه‌ها را با سرعتی برابر V ته‌نشین سازد، از پیوستار زیر به‌دست می‌آید:

$$A = \frac{Q}{V_s}$$

در این پیوستار، Q میزان بار سطحی یا میزان سرریز از حوضچه است. شرایط یادشده،

omoorepeyman.ir

با رویداد پدیده‌های ریر، به‌هم می‌خورد:

۱) جریان سطحی ناشی از وزش باد.

۲) جریان درون حوضچه‌ای با متفاوت بودن درجه گرمای درون و بیرون حوضچه.

۳) جریان چگالی ناشی‌از دگرگون‌بودن چگالی آب ورودی‌به‌حوضچه، با آب‌درون آن.

۴) جریان موجی‌شکل، که آب ورودی درون حوضچه را فراهم می‌آورد.

افزون بر آنچه گفته شد، سه‌گونه کنش و واکنش هم برای دانه‌ها روی می‌دهد:

۱) افزایش ته‌نشینی با به‌هم چسبیدن و دلمه شدن دانه‌ها به‌یکدیگر.

۲) دیرکرد در ته‌نشینی ناشی از جریان بالا آمدن ذره‌های آب، که با دانه‌ها جانشین می‌گردند.

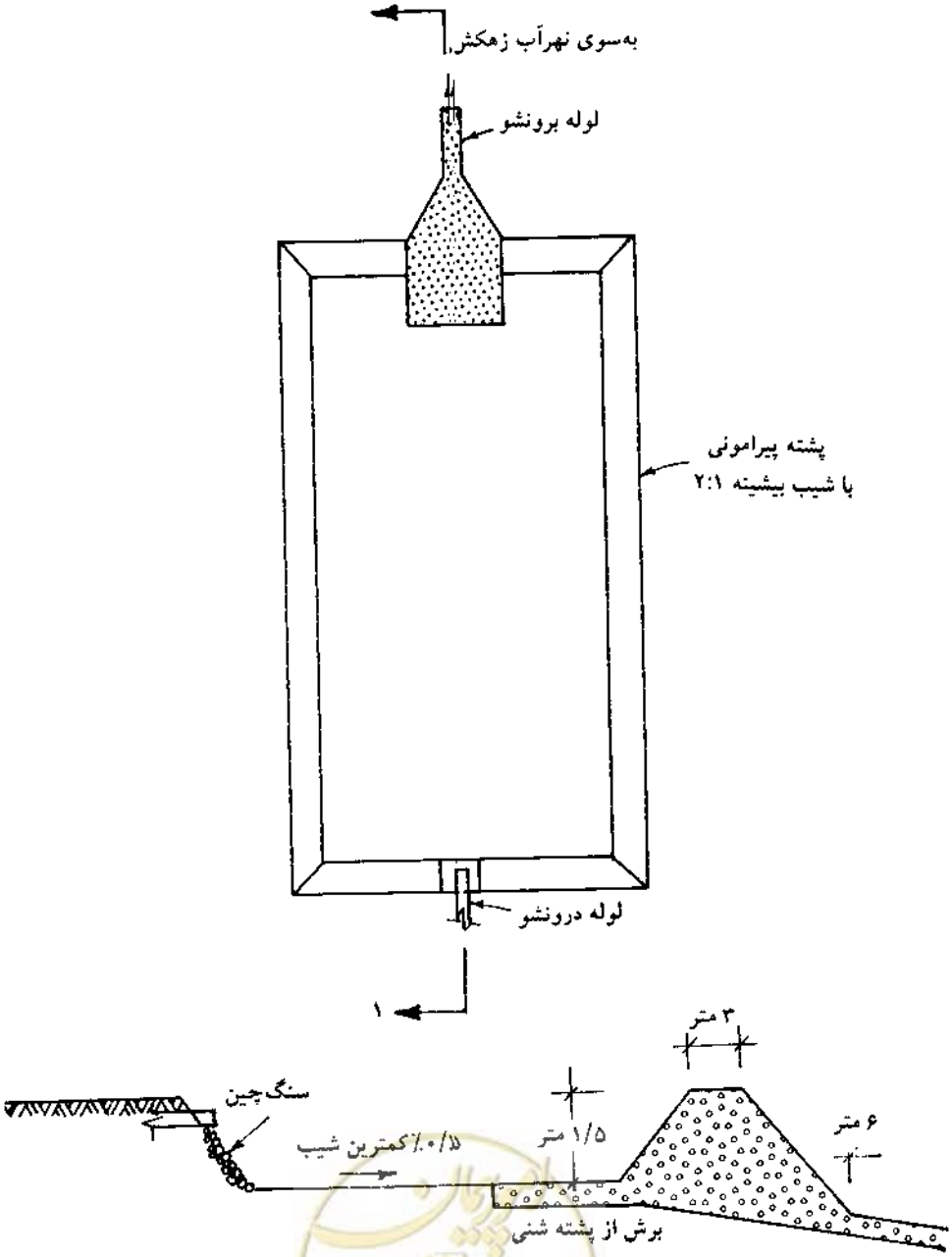
۳) دیرکرد در ته‌نشینی با بالابودن وزن مخصوص ته‌نشست‌ها، در نزدیکی کف حوضچه.

عامل مؤثر دیگر در این زمینه، طرح دهانه درونشو و برونشوی آبگذر است که آن هم در میزان ته‌نشینی مؤثر است. معمولاً، دانه‌های به‌قطر ۱۰۰ ـ ۱۰ هزارم میلیمتر یا بیشتر را می‌توان از آبهای سطحی جدا کرد. در جدول ۸ ـ ۵ سطح لازم برای این حوضچه‌ها به‌ازای بده‌ای برابر با ۱/۰ متر مکعب در ثانیه و دانه‌هایی با اندازه‌های گوناگون، آورده شده است. نکتهٔ دیگر، ژرفای حوضچه‌هاست که اثری کم در بازده آنها دارد، شکل ۸ ـ ۱۵. اندازهٔ دانه‌هایی که در نظر است از آب سطحی گرفته شود، بستگی به‌چگونگی پخش دانه‌ها و مقدار آنها در آب دارد. معمول آن است که دانه‌های ۴۰ هزارم میلیمتر و درشت‌تر را جدا می‌کنند. شکل ۸ ـ ۱۶، اندازهٔ ترانشه و دیگر بخشهای حوضچهٔ آب بارانگیر را نشان می‌دهد.

جدول ۸ ـ ۵. سطح لازم از حوضچه برای ۱/۰۸ متر مکعب در ثانیه

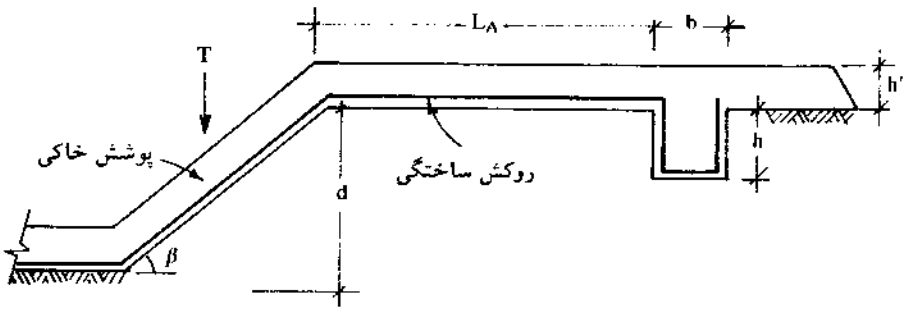
اندازه دانه (میلیمتر)	سطح (متر مربع)
۰/۱ (معادل ۱۰۰μm)	۱۲۵
۰/۰۶	۲۶۳
۰/۰۴	۴۷۶
۰/۰۱	$۶/۷\times۱۰^{۳}$
۰/۰۰۱	$۶/۷\times۱۰^{۵}$

omoorepeyman.ir



شکل ۸ـ۱۵. حوضچه ته‌نشینی با ریزه‌کاریهای آن.

omoorepeyman.ir



شکل ۸ ـ ۱۶. طرح بخشهای گوناگون روکش ساختگی

مثال ۸ ـ ۵

اندازهٔ حوضچه ته‌نشینی را برای جدا کردن دانه‌هایی به‌قطر (μm)۴۰ و درشت‌تر، و بدهٔ بیشینه ۱/۵ مترمکعب در ثانیه را به‌دست آورید.

بر پایهٔ جدول ۸ ـ ۵، سطح لازم برای حوضچه، می‌شود:

(متر مربع) ۷۱۴ = ۱/۵×۴۷۶

با توجه به‌اینکه اگر نسبت درازا به پهنای حوضچه‌های آب بارانگیر را ۲:۱ و گودی حوضچه‌ها را معمولاً ۱/۵ متر در نظر می‌گیرند، درازا به‌پهنا ۲:۱ باشد، پهنای حوضچه‌هایی به‌اندازهٔ ۱۸/۹ متر شده و از این‌رو، حوضچهٔ ۱/۵ × ۱۹ × ۳۸ متری مناسب است.

۴. روکش ساختگی (ماشینی)

در این‌باره، پیشتر گفت‌وگو شد و باید افزود که به‌هنگام هر طرحی بهتر است با سازندگان روکشهای ماشینی گفت‌وگو کرده و از تازه‌ترین دگرگونیهای فیزیکی فرآورده‌های آنان آگاهی یافت.

۴ ـ ۱. طرح ترانشه مهاری

برای گیر انداختن و مهار روکش در امتداد پشتهٔ خاکی، ترانشه را خاکبرداری کرده و سپس

omoorepeyman.ir

روکش را درون آن پهن می‌کنند تا مانند یک مهاری کار کند. اندازهٔ ترانشه، باید چنان باشد که روکش از جای کنده نشود. بیشترین نیروی کششی مجاز از جا کندن F در نقطه A، از پیوستار زیر به‌دست می‌آید:

$$F_r=\delta_y t l$$

در این پیوستار، δ_y حد جاری شدن روکش و t ضخامت روکش است. کل نیروی ایستایی (F_R) را در رویارویی با این نیروی کشش ـ هنگامی که ترانشه با خاک پرشده، اما پوشش خاکی انجام نگرفته است ـ از پیوستار زیر به‌دست می‌آورند (ترانشه پر نشده با خاک را می‌توان با کیسه‌های ماسه‌ای پر کرد):

$$F_R=\delta_s hb\tan\delta+w L_A\tan\delta$$

در این پیوستار، δ_s وزن مخصوص خاک، b پهنای ترانشه، h ژرفای ترانشه δ گوشه مالش میان روکش و خاک و w وزن واحد سطح روکش است. در خاکچال بی‌پسمانده، برای حد جاری شدن روکش آغاز به‌کار نشده، ضریب اطمینانی همسنگ با ۱/۲ تا ۱/۵ برای F_r درنظر گرفته و ترانشه را بر آن پایه طرح می‌کنند. بنابراین، کل نیروی ایستایی در برابر نیروی از جا کندن برای پوشش خاکی (F_{rc}) اعمال شده، در شکل ۸ ـ ۶، برابر است:

$$F_{rc}=\delta_s(h+h')b\tan\delta+(w+\delta_s)L_A\tan\delta$$

معمولاً از w در مقایسه با δ_s چشم‌پوشی کرده و ضریب اطمینان را برای محاسبه ۱/۵ تا ۲ در نظر می‌گیرند.

مثال ۸ ـ ۶

برای ترانشه‌ای که در آن از روکش HDPE ۴۰ میلی (کیلوگرم بر متر ۱۴۴۰=t) استفاده شده است، مهاری لازم را چنانچه ضخامت پوشش خاکی ۶۰ سانتیمتر، وزن مخصوص آن ۱/۷ گرم بر سانتیمتر مکعب، پهنای ترانشه ۱/۶ متر، درازای ۱/۰ متر و ضریب اطمینان ۱/۳=s و δ برابر ۱۸ درجه باشد، طرح کنید.

میزان Frc، از پیوستار بالا چنین می‌گردد:

$$F_{rc}=1/7\times10^3(h+0/6)\times1/2\tan18+1/7\times10^3\times0/6\times\tan18$$

به‌ازای ژرفای ترانشه ۶۰ سانتیمتر و برابر دانستن F_p و F_{rc}، h، برابر ۰/۵۷ متر می‌گردد.

omoorepeyman.ir

۴ـ۲. سنگینی مجاز خودروها

برای جلوگیری از برون کشیدگی، از جا درآمدن، پاره شدن یا کِش آمدن ناخواستهٔ روکش، باید از آمد و شد خودروهای سنگین بر روی روکش، جلوگیری شود و پیش از اجازه آمد و شد خودروها بر روی خاکچال، پوشش خاکی را به‌پایان رسانید. بیشترین سنگینی (T) مجاز برای خودروها، از پیوستار زیر به‌دست می‌آید.

$$T \sin\beta + W \sin\beta = W \cos\beta \tan\delta + F_{rc} + \frac{\delta_y\, t}{FS}$$

در این پیوستار، T سنگینی مجاز خودرو، W کل سنگینی خاک روی شیب برابر $(\delta_s hd/\sin\beta)$= گوشه شیب روکش و FS ضریب اطمینان است.

مثال ۸ـ۷

سنگین‌ترین خودروی مجاز را برای مثال ۸ـ۵، به‌ازای ژرفای ۶ متر و شیب کناره ۳/۵:۱ (β=۱۵/۹ درجه)، به‌دست آورید.

ـ بر پایهٔ پیوستار ۱۸ـ۸، سنگینی خودرو T چنین است:

$$T \sin ۱۵ + ۱/۷\times۱۰^{۳}\times۰/۶\times۶ = ۱/۷\times۱۰^{۳}\times۰/۶\times\left(\frac{۶}{\text{in}\,۱۵/۹}\right)\times\cos ۱۵/۹\times\tan ۱۸ =$$

$$۱/۷\times۱۰^{۳}\times(۰/۶+۰/۶)\times۱/۲\tan ۱۸ = ۱/۷\times۱۰^{۳}\times۱/۶\times۱\times\tan ۱۸ +$$

$$\frac{۱۱۴۰}{۱/۳} = ۱۱/۲۵۳ \text{ کیلوگرم}$$

۴ـ۳. وارسی لغزش پوشش خاکی

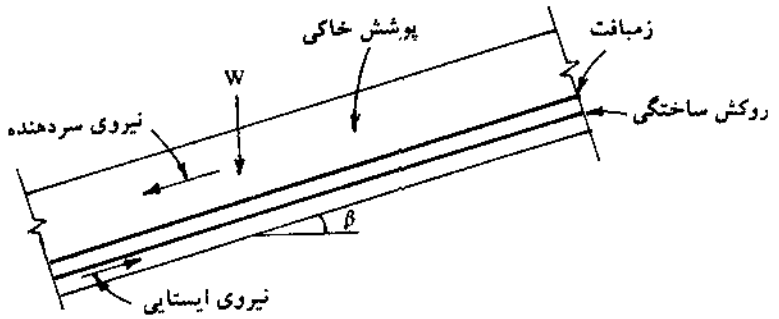
چنانچه با پهن کردن روکش ساختگی تماس و مالش لازم به‌دست نیاید، پوشش خاکی ممکن است در جهت شیبی که دارد، به‌پایین لغزیده شود. برای جلوگیری از این رویداد و حفاظت روکش، در برخی خاکچالها در زیر یا روی روکش، از زمبافت استفاده می‌کنند. در این حالت، زاویه مالش میان روکش و زمبافت ـ که معمولاً دارای زاویهٔ مالش کمتر است ـ یا کمترین زاویه مالش میان مصالح را در طرح منظور می‌دارند. بررسیهای در دست، گویای این‌است که زاویه میان خاک و روکش ۱۷ تا ۲۷ درجه، و میان خاک و زمبافت ۲۳ تا ۳۰ درجه

omoorepeyman.ir

و میان زمبافت و روکش ساختگی ۶ تا ۲۳ درجه است. آزمونهای در دست نشان می‌دهد که زاویهٔ مالش، بستگی به‌نوع مصالح کاربردی دارد و گرچه زاویه مالش برای خاک با روکش و خاک با زمبافت نزدیک به‌هم هستند، اما زاویهٔ مالش میان این دو جنس ساخته شده کم است و برای نوع HDPE، کمترین است. در نبود یافته‌ها، می‌توان شمارهای پیشنهادی زیر را برای پوشش ماسه‌ای و HDPE به‌کار بست. زاویه مالش میان خاک و روکش ساختگی برابر ۱۷ درجه و میان خاک و زمبافت ۲۳ تا ۲۵ درجه (بسته به‌جنس زمبافت)، و زاویه مالش میان روکش و زمبافت ۶ تا ۸ درجه است.

ضریب اطمینان برای خطا یا لغزش و سُر خوردن خاک (FS)، از پیوستار زیر به‌دست می‌آید، شکل ۸ ـ ۱۷:

$$FS = \frac{W\cos\beta \times \tan\delta}{W\sin\beta} = \frac{\tan\delta}{\tan\beta}$$



شکل ۸ ـ ۱۷. گرته نیروهای وارده در طرح روکش ساختگی.

مثال ۸ ـ ۸

ضریب اطمینان مناسب برای پیشگیری از لغزش ۶۰ سانتیمتر پوشش خاکی روی زمبافت را در صورتی‌که زمبافت روی روکش از نوع HDPE گسترده شده باشد، پیدا کنید:

- سنگینی ویژگان خاک ۱/۶ گرم بر سانتیمتر مکعب، شیب روکش ۱۸/۴ درجه، گوشه‌های مالش زمبافت با زمین ۲۳ درجه، میان خاک و روکش ۱۸ درجه و میان روکش و

omoorepeyman.ir

زمبافت برابر ۱۰ درجه فرض می‌گردد.

ـ در این حالت، زمبافت بیشتر در معرض لغزش روی روکش بوده و نتیجه:

$$FS=\tan ۱۰/\tan ۱۸/۴=۰/۵۳$$

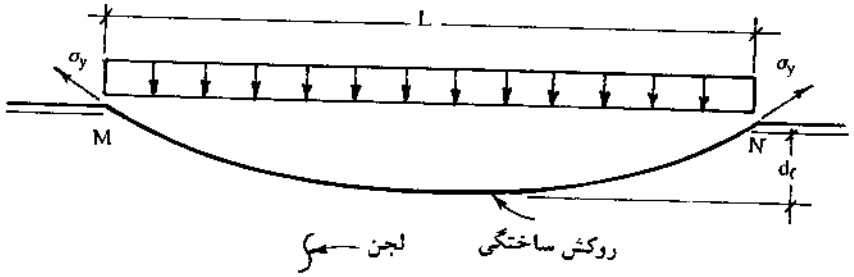
برای جلوگیری از گسیختگی و لغزش، بهتر است شیب روکش را به ۵:۱ کاهش داد، از کاربرد زمبافت دوری گزید؛ و شیب را به ۳/۵:۱ کاهش داد. دراین‌صورت، $\frac{\tan ۱۵/۹}{\tan ۱۸}=۱/۱$ می‌شود.

طرح ترانشه مهاری را چنان پیش‌بینی می‌کنند که بیش از کشش ناشی از زمبافت به‌ازای $\delta=۱۰$ باشد. پس لازم است ایستایی زمبافت و روکش ساختگی نیز، بررسی گردد. پیوستار یاد شده را با فرض $T=۰$ و $FS=۱$ می‌شود برای یافتن میزان کشش، و طرح ترانشه مهاری به‌کار بست.

۴ـ۴. نشست نابرابر

نامیزانی و نشست نابرابر را برای پوشش خاکچال، به‌درستی نمی‌توان پیش‌بینی کرد. در مورد روکشهای ساختگی که از ماده‌های بسیار خم‌پذیر نباشند، کششی که در اثر خمیدگی پدید می‌آید، تا حدودی کمتر از آن است که از پیوستارهای یادشده حاصل می‌شود که برای بیشترین شکم‌دادگی در مفتول، به‌کار می‌بندند. شکل مفتول زیر بار یکنواخت سهمی بوده و بیشترین کشش در دو نقطه M و N، از شکل ۸ـ۱۸ رخ می‌دهد.

$$\delta_y=H(۱+۱۶\,S_r^{۲})^{۱/۲}$$



شکل ۸ـ۱۸. گرته نیروهای وارده در شکمدادگی روکش ساختگی.

omoorepeyman.ir

که در آن:

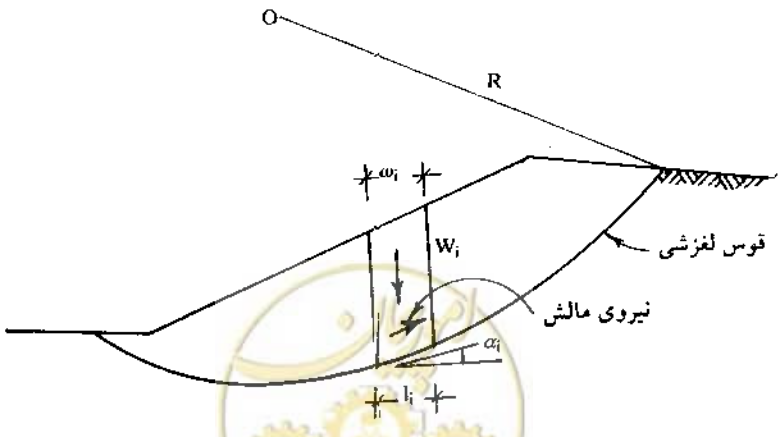
$$H = \frac{(W+\bar{q}_s)h\ L^2}{\wedge\ d_f}$$

در این پیوستار، S_r نسبت افتادگی برابر با d_f/L یعنی پرتو شکمدادگی و d_f بیشترین شکمدادگی ممکن است.

پیوستار بالا را برای برآورد اندازه مجاز گودافتادگی به‌کار می‌گیرند و اگر آن را در دست داشته باشند، می‌شود δ_v را برآورد کرد.

۵. طرح پشته خاکی

پشته خاکی گرداگرد خاکچال، باید پایدار باشد. در بیشتر محاسبه‌ها، گسیختگی را در امتداد قوس دایره‌ای درنظر می‌گیرند و پشتهٔ درون این قوس را به بُرّه‌هایی بخش بخش کرده و تعادل آن را بررسی می‌کنند، شکل ۸ ـ ۱۹. بلندی پشته، آب و هوای کارگاه، گوشه مالش درونی و گیراگیری (التصاق)، از عوامل مؤثر در این باره‌اند. وزن مخصوص خاک پشته نیز، در پایداری شیب کناری آن اثر می‌گذارد. در سرزمینهای زمین لرزه‌خیز، لازم است اثر زمین لرزه هم بر پایداری سازهٔ پشته، بررسی گردد. گزینش شیبی برابر ۲/۵:۱ ـ ۲ ، برای شیب کناری پشته با خاک شن‌دار و با بلندی ۳ تا ۴ متر، مناسب است.



شکل ۸ ـ ۱۹. ریخت هندسی و نیروها در شیوه بررسی بره‌ای.

omoorepeyman.ir

پشته، باید از دیدگاه سایش دراثر باد و آب هم نگهداری شود. تندی بارندگی، درازای پشته در امتداد شیب، تندی شیب، رستنیهای روی پشته و نوع خاک، در سایش پشته اثر می‌گذارند. سایش خاک بی‌پوشش با شیب ۱ عمودی: ۳ افقی، به‌مراتب بیش از سایش به‌ازای شیب ۴:۱ است. برای کاستن درازای شیب پشته که بیش از ۲ متر نشود، ساختن پشته‌های افقی خاکی، به‌ویژه ساختن جویهای زهکش، راه حلی مناسب است. اگر رویش رستنیها از سایش می‌کاهد، اما یخزدگی و آب‌شدن، سبب فرسایش و بدشدن خاک گشته و با نروییدن رستنی، اثر یخزدگی و آب شدن فزونی می‌یابد. برای جلوگیری از سایش خاک، بهتر است شیب پشته را کمتر از آنچه در محاسبات به‌دست می‌آید، درنظر گرفت. شیب ۱ عمودی: ۳ افقی، برای پشته‌هایی به‌بلندی ۳ تا ۴ متر و برای خاک شنی، به‌اندازه است.

٦. پایداری شیب پسمانده

تندی شیب پسمانده نیز، باید ارزیابی گردد. دشواری اصلی در این ارزیابی، آگاهی از پدیده‌های مؤثر در ایستایی برشی پسمانده است که پایداری شیب را فراهم می‌آورد. برای پسمانده‌های همگن، می‌توان با انجام آزمایشهای استاندارد، C را به‌دست آورد. اما این آزمایشها، به‌دلیل زیر، چندان کاربردی ندارند:

۱) هنگام آزمایش برخی از پسمانده‌های لجنی (چون کاغذسازی)، گاز برخاسته و بر نتیجه آزمایش اثر می‌گذارد.

۲) پسمانده‌های پوسیدنی با گذشت زمان روی به‌زوال می‌نهد که با دگرشدن ایستایی برشی پسمانده همراه است.

۳) نمونهٔ گرفته‌شده از پسمانده‌های بسیار ناهمگن، مانند زباله شهری، ویژگیهای پسمانده را به‌درستی نمی‌رساند.

۴) کوبیدن پسمانده در آزمایشگاه، دشوار است.

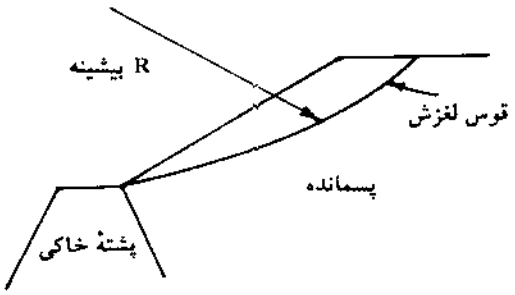
از آنجا که بیشتر پسمانده‌ها ناهمگن هستند، نکته‌های یادشده در بخش ۸ - ۴ را نمی‌توان به‌کار بست و این خود، بررسی میزان پایداری شیب پسمانده را دشوار می‌کند. کنار هم نهادن بررسیهای نظری و کارگاهی برای یافتن تندی شیب پسمانده، که پایداری آن را

omoorepeyman.ir

تضمین کند، راهی مناسب است. در این مورد، ضریب اطمینان را به ۱/۵ تا ۲ افزایش داده، میزان ϕ' و C' را کاهش می‌دهند و سپس، به‌محاسبهٔ زاویه شیب پایدار می‌پردازند. باید توجه شود که سراسر قوس دایره‌ای، تنها لغزش پسمانده را دربرگرفته و هیچ بخش دیگری از پشته را شامل نمی‌شود، شکل ۸ ـ ۲۰. در محاسبهٔ میزان ایستایی‌های برشی، ϕ' و C' را که در آزمایشگاه به‌دست آمده، ۱۵ تا ۲۵٪ کاهش می‌دهند.

شیبهای زیر، برای دست یافتن به‌پایداری پشته، مطلوب است:

- زباله شهری، ۱ عمودی: ۳ افقی تا ۱ عمودی: ۴ افقی.
- پسمانده‌های لجنی با دست‌کم ۴۰٪ مواد جامد، ۱ عمودی: ۸ افقی.
- پسمانده ماسه ریخته‌گری، ۱ عمودی: ۳ افقی تا ۱ عمودی: ۴ افقی.
- لجن خاکستر تصفیه شده، ۱ عمودی: ۷ افقی تا ۱ عمودی: ۶ افقی.

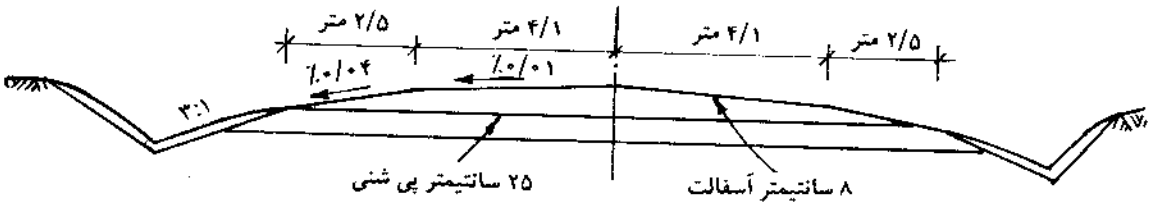


شکل ۸ ـ ۲۰. قوس لغزش بیشینهٔ مجاز در بررسی شیب پسمانده.

۷. طرح راههای دسترسی

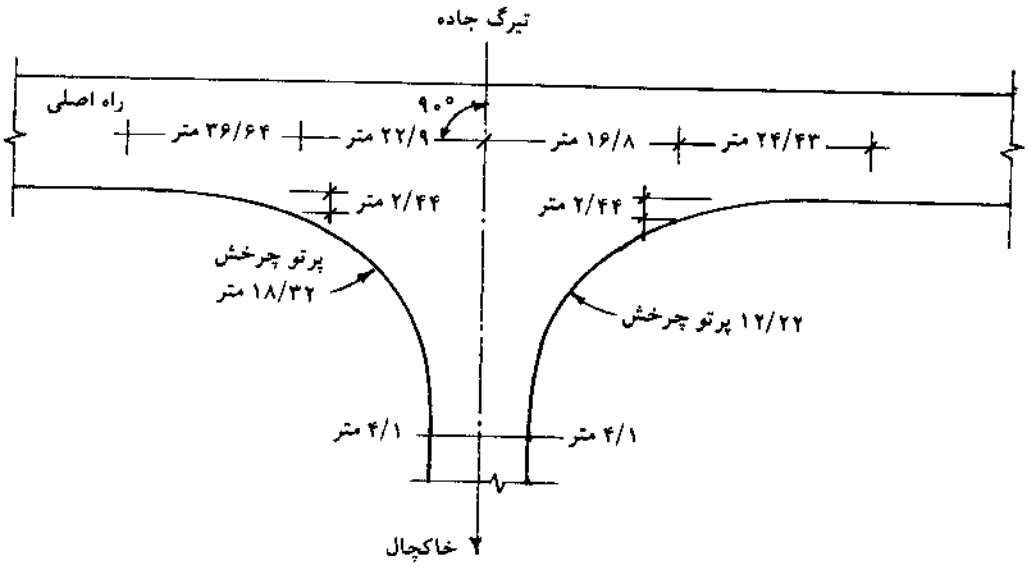
برای کاهش گرفتاریهای اجرایی، بهره‌برداری و نگهداری از خاکچال، ساختمان راههای اصلی و دسترسی به‌درون و بیرون از کارگاه، بسیار مهم است، تا به‌آسانی و بی‌آنکه خودرویی از کار بازماند، آشغالها جابه‌جا شود، شکل ۸ ـ ۲۱. طرح سازه راه و شکل هندسی راههای بیرون از کارگاه نیز، کاری جدی است. فاصله مناسب میان راهها در برخورد با یکدیگر، به‌هم رسیدن جاده‌ها و خروجیها از بزرگراهها و جاده‌های اصلی نیز، کاری

omoorepeyman.ir



شکل ۸ ـ ۲۱. برشی از طرح سازهٔ جاده دسترسی در خاکچال.

اساسی است. از آنجا که آمد و شد زباله‌کش‌ها در درونشو و برونشوی کارگاه با شتاب و تندی انجام نمی‌گیرد، طرحهای موردنظر چندان پیچیده نیستند، شکل ۸ ـ ۲۲. نکتهٔ مهم دیگر، کارگذاردن نشانه‌های گوناگون برای آگاهی و راهنمایی خودروهای سنگین در مسیر جاده اصلی و ورودی به‌خاکچال است. باید از پراکندگی و پخش شدن پسمانده و زباله روی راهها و جاده‌ها پرهیز شود، زیرا پسمانده‌ها با چسبیدن به زباله‌کش‌ها و آشغال‌برها جابه‌جا شده و گسترهٔ بیشتری را آلوده می‌کند. در خاکچالهای خطرزا، باید چرخهای خودروها



شکل ۸ ـ ۲۲. ریخت هندسی راه درونشو به‌خاکچال.

omoorepeyman.ir

شسته و تمیز شود. یکی از راههای معمول و پسندیده، ساختن دست‌اندازهای کوچک پی‌درپی بر سر راه خودروها، یا ریختن شن روی جاده، در محل خروجی کارگاه است. در نقشه‌های سازه جاده‌های دسترسی، ضخامت پی‌راه، دانه‌بندی زیرپی و نوع روسازی سطح جاده نشان داده می‌شود.

روسازی نرم برای راههای دسترسی، مناسبتر است و ضخامت آن (t)، از پیوستار بوزینسک به‌دست می‌آید:

$$t_p=\left[\sqrt{\left(\frac{3A_t\,mn}{2\pi E_s\Delta}\right)^2-a^2}\right]\left[\sqrt[3]{\left(\frac{E_s}{E_p}\right)}\right]$$

در این پیوستار، A_t کل سنگینی خودرو، m ضریب آمد و شد خودروها، n ضریب سیرآبی، E_s مدول الاستیسیته بستر جاده، Δ، میزان خمیدگی مجاز (= ۰/۱ اینچ)، a شعاع تماس چرخ، E_p مدول الاستیسیته روسازی‌یا رویه زبردانه است. اگر چنانچه‌شمارهای آزمونی‌دردست نباشد، می‌توان ارزشهای پیشنهادی‌زیر را از سیستم آمریکایی‌در طرح جاده‌ها به‌کارگرفت، m=۰/۵، n=۰/۵، میانگین بارش سالانه ۱۵ ـ ۱۹/۵ اینچ و ۱/۰ برای بارشی برابر با ۴۰ تا ۵۰ اینچ. بر میزان n برای هر ۵ اینچ افزایش بارندگی، ۰/۱ می‌افزایند (پس، برای میانگین بارش‌سالانه ۲۰ تا ۲۴/۵ اینچ، n=۰/۶ می‌شود). برای شن، E_s=۵۰۰۰ (پوند بر اینچ مربع)، برای خاک رس E_p=۱۵۰۰، و ۱۵۰۰ (پوند بر اینچ مربع)، و a=۶ اینچ است.

اگر از مصالح خرده سنگی درشت دانه که در پی به‌کار می‌رود، برای ساخت گسترهٔ قیری استفاده کنند، ضخامت مصالح درشت‌دانه پی را از پیوستار زیر به‌دست می‌آورند:

$$t_b=(t_p-t_s)\sqrt[3]{\frac{E_p}{E_b}}$$

در این پیوستار، t_b ضخامت رویه فرسایش‌پذیر (معمولاً ۵ ـ ۱۵ سانتیمتر) و E_b مدول الاستیسیته مصالح پی است. نمونه‌ای از برش راههای دسترسی بیرون از خاکچال در شکل ۸ ـ ۲۱ و طرح هندسی آن در شکل ۸ ـ ۲۲، نشان داده شده است.

مثال ۸ ـ ۹

برای منطقه‌ای با بارش سالانه ۳۰ تا ۳۴/۵ اینچ و خود روی تک چرخه‌ای با سنگینی

omoorepeyman.ir

۲۰۰۰۰ پوند، راه دسترسی را طرح کنید. مدول الاستیسیته شن درشت دانه پی E_s= ۵۰۰۰ پوند بر اینچ مربع و برای بستر رسی راه، ۵۰۰ پوند بر اینچ مربع است. بر پایهٔ پیوستار پیشین:

$$t_p = \left[\sqrt{\left(\frac{۳\times۲۰۰۰\times۰/۵\times۰/۸}{۲\times۵۰۰\times۰/۱}\right)^{۲} - ۶^{۲}}\right]\left[\sqrt[۳]{\left(\frac{۵۰۰}{۱۵۰۰}\right)}\right] = ۱۱/۵$$

پس، ۱۱/۵ اینچ گسترهٔ قیری، روی بستر رسی راه بس است.

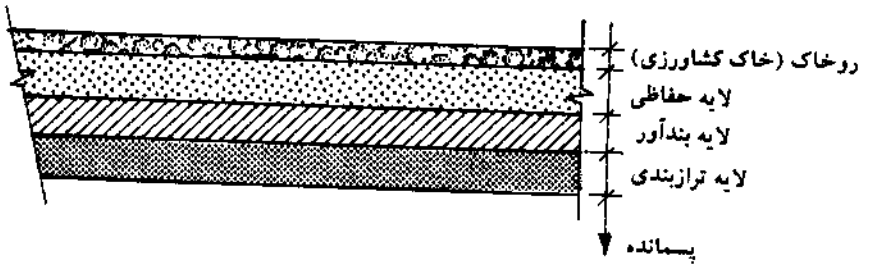
با افزایش ۲ اینچ رویه و ۶ اینچ پی شنی، ضخامت مصالح درشت‌دانه بستر راه بر پایهٔ پیوستار یادشده چنین است:

ضخامت شن درشت دانه پی = $(۲ - ۱۱/۵)\sqrt[۳]{\frac{۱۵۰۰}{۵۰۰۰}} = ۱۳/۷$ اینچ

در نتیجه، ضخامت بستر جاده، برابر است با: $(۶ - ۱۳/۷)\sqrt[۳]{\frac{۱۵۰۰}{۵۰۰}} = ۱۱$ اینچ شده و به‌این ترتیب، برش راه شامل ۲ اینچ رویه، ۶ اینچ پی شنی و ۱۱ اینچ بستر راه می‌شود.

۸. طرح پوشش پایانی

ساختن پوشش پایانی در خاکچالها، برای کاستن هرچه بیشتر گذر آب سطحی به‌درون آن است. این پوشش چندلایه‌ای است، شکل ۸ـ۲۳ و هر لایه برای کاری است. لایهٔ ترازبندی برای فراهم ساختن سطح پایداری است که روی آن بتوان لایهٔ کم‌تراوایی ساخت و در ضمن، گازگیری را آسانتر کرد. ضخامت این لایه نخستین که از مصالح دانه‌ای است، بستگی به‌پایداری پسمانده و شیوه گردآوری گازهای برخاسته دارد و بین ۱۵ تا ۶۰ سانتیمتر، گزیده



شکل ۸ ـ ۲۳. لایه‌های گوناگون پوشش روی خاکچال.

omoorepeyman.ir

می‌شود. سپس، لایه آب‌بند است که برای جلوگیری از نشت و گذر آب بوده و در ساختمان آن از خاک رس یا روکش ساختگی استفاده می‌شود. روی این لایه، سومین لایه را که لایهٔ حفاظتی می‌نامند، بنا می‌کنند تا روکش را از یخزدگی و وارفتن یخ و نیز، خشک‌شدگی و چاک برداشتن به دور داشته و برای ریشه دوانیدن رستنیها نیز به‌کار می‌رود. ضخامت این لایه ۳۰ تا ۱۰۵ سانتیمتر، بسته به‌موقعیت کارگاه است و با اینکه این لایه سبب افزایش نشت پوشش پایانی می‌شود، اما بخشی ضروری از طرح خاکچال است. سرانجام، روخاک به‌ضخامت ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر است که برای رویش رستنیهاست. در پنج سال نخست از ساختمان پوشش پایانی، بهتر است لایه روخاک را با افزایش آهک و کود و مواد غذایی، پرتوانتر کرد تا رویش رستنیها به‌خوبی انجام گیرد. رویش این رستنیها، نه تنها به پایداری پوشش می‌افزاید، بلکه از سایش خاک کاسته و در اثر تبخیر دوگانهٔ ناشی از هوا و گیاه، از میزان نشت می‌کاهد.

۸ـ۱. لایهٔ آب‌بند با رس یا خاک بهیافته

ضخامت این لایه، بستگی به‌امکان کاهش تراوایی و کاستن از گذر آب دارد. بر پایهٔ اصول مکانیک خاک، با لایه‌ای به‌ضخامت کم نیز چنین خواسته‌ای را می‌شود برآورد، اما از دیدگاه ساختمانی به‌ضخامت بیشتری نیاز است. کمترین ضخامت ممکن برای لایه آب‌بند رسی ۶۰ سانتیمتر و برای خاک بهبود یافته با بنتونیت ۳۰ سانتیمتر است. هرچه این لایه ضخیمتر باشد، از میزان نشت و گذر آب کاسته می‌شود، اما هزینه کار افزایش پیدا می‌کند. برخی برای کاستن گذر دانه‌های ریز از لایه رسی به‌درون لایه درشت دانه‌تر، زیر آن از یک لایه صافی ــ به‌ویژه اگر ضخامت لایهٔ بندآور کم و حدود ۳۰ سانتیمتر باشد ــ با مشخصات بخش ۱ ـ ۱، سود می‌برند. راه دیگر برای دستیابی به‌این هدف، پهن کردن زمبافت روی لایهٔ نخستین است.

۸ـ۲. کاربرد روکش ساختگی به‌جای لایه آب‌بند

کمترین ضخامت روکش ساختگی یک میلیمتر (۴۰ میل) است، اما روکشهای ۱/۵ تا ۲ میلیمتری (۶۰ تا ۸۰ میل) مناسبتر است. هنگام پهن کردن این روکشها برای گازگیری، که پس

omoorepeyman.ir

از آن انجام می‌گیرد، لازم است جاسازی پیش‌بینی شود. بهتر است میان لایه دوم و لایه آب‌بند و روکش ساختگی از زمبافت استفاده نشود، زیرا سُر خوردن لایه بندآور را سبب می‌شود. چنانچه خاک به‌کار رفته در ساختن لایه حفاظ، دارای دانهٔ ۶ میلیمتری و درشت‌تر، به‌مقداری زیاد باشد، کاربرد زمبافت توصیه می‌شود. در آن صورت باید از شیب کناری کاسته یا از روکشهای مخصوص با ضریب مالش بالا استفاده کرد.

۹. طرح سامانه گازگیری

از سرآغاز کار طرح، باید در گزینش یکی از دو شیوه بیرون کشیدن گاز، یعنی گازکشی با دمنده یا گازکشی بی‌دمنده تصمیم‌گیری شود. برخلاف باور برخی، به‌سادگی نمی‌توان گازکش بی‌دمنده را با پیوستن لوله‌های گردآوری و کار گذاردن دمنده‌ای در ته لوله اصلی به‌سامانه گازکشی یا دمنده، تبدیل کرد. با کندن چاههای ژرف گازکشی در گستره خاکچال و در فاصله‌های مناسب، می‌توان به‌بیرون کشاندن گاز از درون خاکچال، دست یافت. بررسی و توجه به‌نکته‌های زیر، دربارهٔ دو سامانه یادشده لازم است:

۱) *طرح خاکچال* : جابه‌جایی گاز از خاکچالهای خودپالا، معمولاً بیشتر از خاکچالهای دوربسته است.

۲) *نوع و چگونگی خاک گرداگرد خاکچال*: جابه‌جا شدن گاز در خاک شنی بیشتر و آسانتر از جابه‌جایی آن در خاک رس است.

۳) *فاصله خاکچال از انبار و خانه‌ها* : گاز خاکچال تا فاصله ۱۵۰ متری و گاه بیشتر پخش می‌شود. از این‌رو، باید تا فاصله ۳۰۰ متری از خاکچال، همیشه میزان گاز متان تولیدی را پایید و اندازه‌گیری کرد و مطمئن شد که آسیبی برای باشندگان پیرامون خاکچال فراهم نکند.

۴) *امکان استفاده از خاکچال در آینده.*

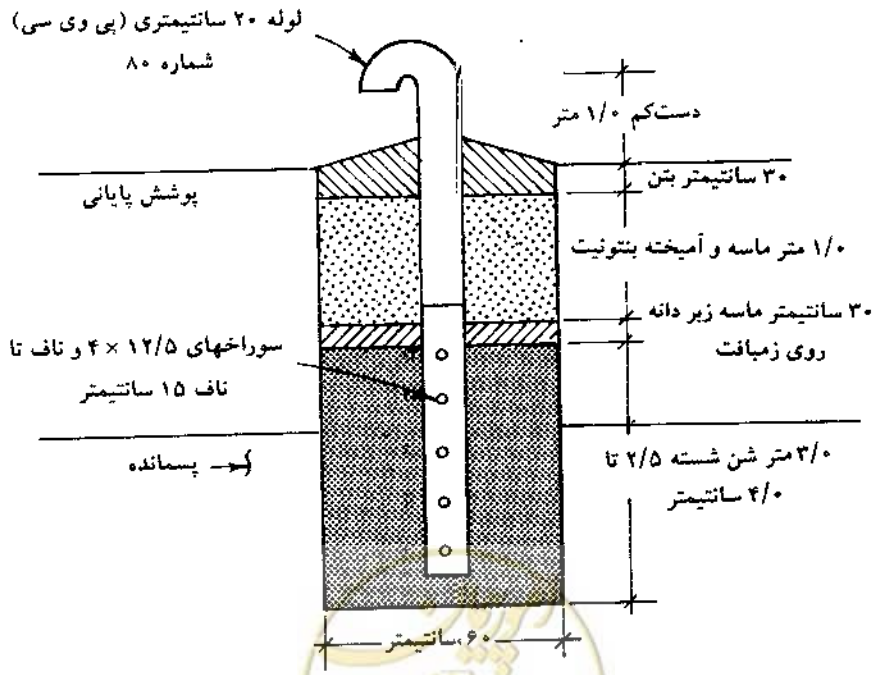
omoorepeyman.ir

۵) آگاهی از آیین نامه‌ها و گفتگو میان سازمانهای دست اندرکار.

۶) بررسی همه‌جانبهٔ گاز برخاستی که بستگی به‌چگونگی کیفیت پسمانده دارد.

۹ ـ ۱. گازکشی بی‌دمنده

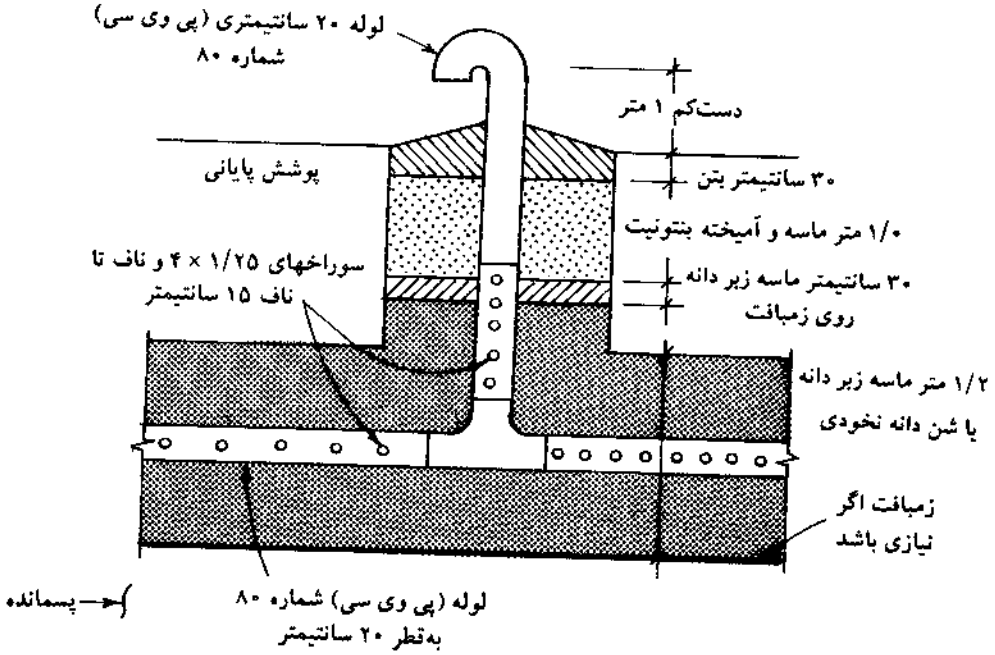
در خاکچالهایی که تولید گاز کم و جابه‌جایی برای آن در بیرون از کارگاه پیش‌بینی نمی‌شود، سامانه گازگیری بی‌دمنده خواستار بیشتری دارد. در اساس، این‌گونه سامانه برای خاکچالهای شهری کوچک (تا ۴۰۰۰۰ متر مکعب) و خاکچالهای دوربسته شهری با پسمانده‌ای جز زباله شهری، مناسبتر است. این سامانه، متشکل از گازگیرهای جدا از یکدیگر، مانند شکل ۸ ـ ۲۴ است. برای طرح این سامانه، هیچ روش مشخصی برای شمار گازگیرها در دست نیست، اما برای هر ۱۰۰۰ متر مکعب پسمانده، یک گازکش، کافی به‌نظر



شکل ۸ ـ ۲۴. برشی از گازکش بی‌دمندهٔ جدا از هم.

omoorepeyman.ir

می‌رسد. در برخی از کارگاهها، این گازکش‌های جدا از هم را با لوله سوراخداری که در بستری هموار کار گذارده می‌شود، به‌یکدیگر می‌پیوندند، شکل ۸ ـ ۲۵.



شکل ۸ ـ ۲۵. برشی از گازکش بی‌دمندهٔ به‌هم‌پیوسته.

۹ ـ ۲. گازکش با دمنده

گازکشی با دمنده، مجموعه‌ای از چاههای گازکشی پیوسته به‌یکدیگر، با یک لوله جمع‌کننده اصلی است، که به‌دمنده‌ای متصل شده است. گاز به‌دست آمده، به‌مثابه سوخت به‌نقاط مصرف یا به‌گازسوزی که در کارگاه فراهم آمده است، هدایت می‌شود. ممکن است گاز را پیش از سوزاندن در هوای آزاد رها کرد. در این زمینه، بررسی چند نکتهٔ زیر، ضروری است:

۹ ـ ۲ ـ ۱. آمیخت شیمیایی گاز

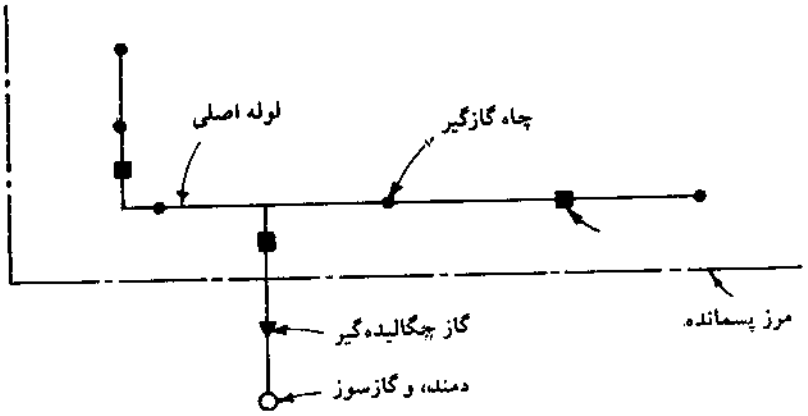
چنانچه گاز دارای مواد آلاینده هوا، مانند کلرور وینیل (Vinyl Chloride)، یا بنزن

omoorepeyman.ir

(Benzen) باشد، آن را می‌سوزانند، اما اگر بری از این‌گونه مواد باشد، ممکن است رها ساختن گاز در فضای آزاد، با آگاهی سازمانهای دست اندرکار، کاری شدنی گردد.

۹ـ۲ـ۲. جای خاکچال

چنانچه خاکچال درون‌شهر، یا در نزدیکی آن باشد، گردآوری و سوزاندن گاز خاکچال ضروری است، به‌ویژه آنکه بوی متان می‌تواند برای مردم پیرامون کارگاه، آزاردهنده باشد. در شکل ۸ـ۲۶، طرح چیدن سامانه گازکشی با دمنده و بخشهای تشکیل‌دهندهٔ آن، نشان داده‌شده است.

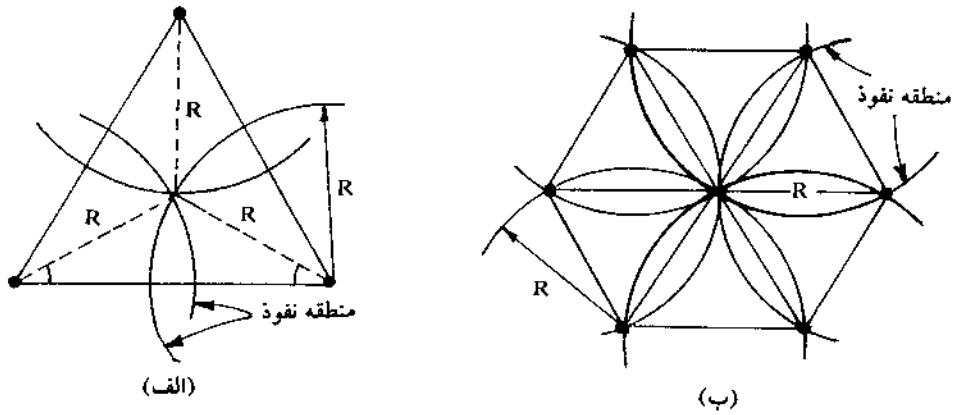


شکل ۸ـ۲۶. طرح چیدن گازکش با دمنده.

الف) چاه گازگیری (جدا کردن گاز) . برای دستیابی به‌بهترین بازده در گرفتن گاز از خاکچالها، فاصله چاههای گازگیر از یکدیگر مهم است و باید چنان باشد که منطقه عمل یکدیگر را به‌خوبی بپوشانند. برای ۲۷٪ پوشش، چاههای گازگیر را در گوشه‌های سه پهلو برابر، که درازای هر پهلوی آن، ۱/۷۳ R است، کار می‌گذارند، شکل ۸ـ۲۷ـالف. پوشش ۱۰۰٪ را می‌توان با کار گذاردن چاههای گازگیر در گوشه‌های شش‌پهلو با پهلوهایی برابر با R ، تأمین کرد، آرایهٔ چهار پهلو نیز پوششی برابر ۶۰٪ را فراهم می‌کند. فاصله چاههای گازگیر از پیوستار زیر، به‌دست می‌آید:

$$\text{فاصلهٔ چاههای گازگیر} = (۲-Q/۱۰۰)R$$

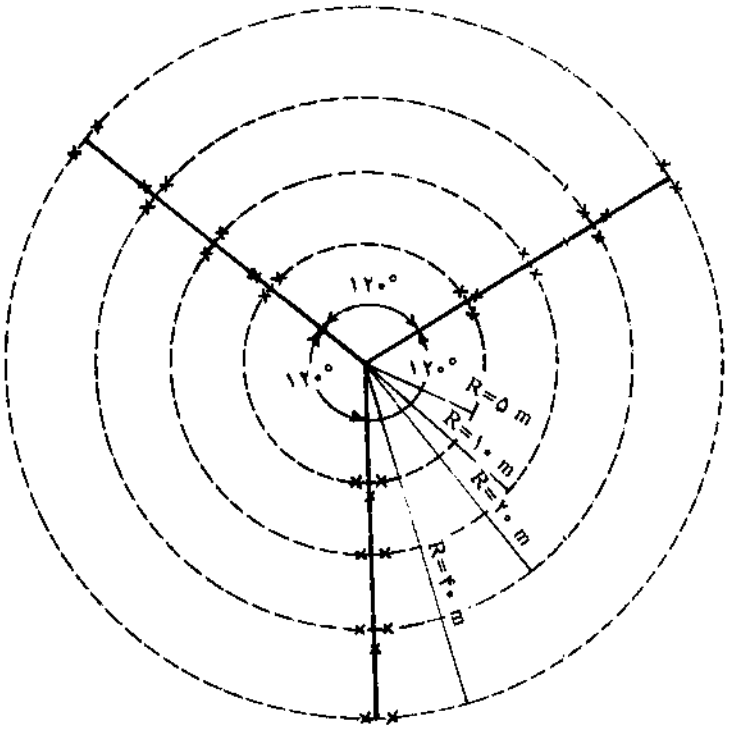
omoorepeyman.ir



شکل ۸ ـ ۲۷. آرایهٔ جادادن چاههای گازگیر، برای روی هم پوشاندن کامل یکدیگر. الف) آرایه سه پهلو؛ ب) آرایه شش پهلو؛ نقطه‌های پررنگ نشانگر جای چاههای گازگیر هستند.

در این پیوستار R پرتو نفوذ چاه گازگیر و Q میزان پوشش مورد نیاز است. آزمونهای در دست نشان می‌دهد که بهتر است میله‌های گازسنج در فاصله‌ای معین و یکسان از چاه گازگیر و در همه گستره خاکچال نصب شود، شکل ۸ ـ ۲۸. با انجام آزمایش کوتاه‌مدت و بلندمدت، طرح با بازدهٔ مناسبی فراهم شدنی است. آزمایشهای دراز مدت، مناسبترین طرح را با بازدهی بالا فراهم می‌کند و آزمایش کوتاه‌مدت گازگیری (۴۸ ساعت تا چند روز)، برای به‌حداقل رسانیدن میزان جابه‌جایی گاز خاکچال است. اما شرایط آزمایش، بلندمدت است که همسانی بیشتری با شرایط طرح دارد. چاههای گازگیر را که معمولاً ۷۰ تا ۸۰٪ بخش پایینی آن سوراخدار است، در ۸۰ تا ۹۰٪ ضخامت پسمانده فرو می‌کنند. این چاهها، نخست باید دست‌کم ۴۸ ساعت تلمبه‌زنی شوند و سپس، فشار همه میله‌های بازرسی را برای ۳ روز پی در پی پایید. میله‌های گازسنج نزدیکتر به‌چاه گازگیر بیشترین فشار منفی را نشان داده و با دورشدن از چاه گازگیر، این فشار به‌شدت افت می‌کند. پرتو نفوذ را که فشار در آن حیطه، نزدیک به‌صفر است، برابر با ۴۵ متر می‌گیرند. اگر ارتفاع فشاری آبزباله خیلی بالا، یعنی ۱/۲ متر یا بیشتر باشد، چاه گازگیری را به‌گونه‌ای طرح و مجهز می‌کنند که جداسازی آبزباله، به‌سادگی انجام‌پذیر باشد. شکل ۸ ـ ۲۹ جزییات چاههای گازگیر را نشان می‌دهد.

omoorepeyman.ir



×× سه میله بازرسی، یک میله در ۰/۲ و ۰/۵ و ۰/۸ قطر

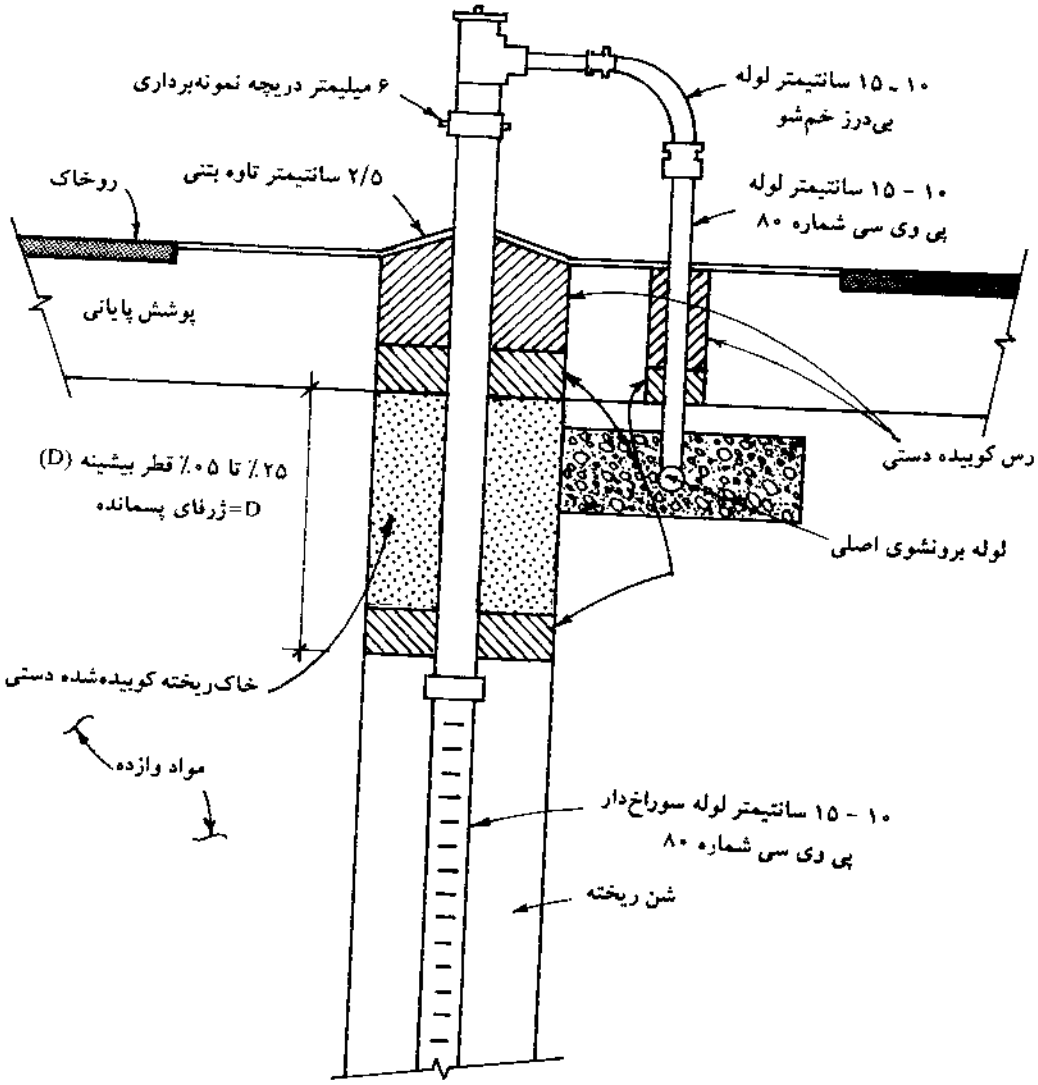
×× دو میله بازرسی، یک میله در ۰/۲ و ۰/۸ قطر

شکل ۸ ـ ۲۸. چاههای گازگیر و ریخت میله‌های بازرسی کنار هم، برای شناخت پرتو نفوذ.

ب) *لوله اصلی* . اتصال چاه گازگیر به‌دمنده، با لوله‌های پلاستیکی به‌قطر ۱۵ تا ۲۰ انجام گرفته و با افزایش قطر لوله، می‌توان میزان افت ناشی از مالش را کاهش داد. این لوله‌ها را در بستر ترانشه که زیرسازی شنی دارد کار می‌گذارند، شکل ۸ ـ ۳۰. لوله‌های اصلی که از PVC یا HDPE است، نباید سوراخدار باشد، زیرا افت فشار ناشی از سوراخها زیاد است و در نتیجه، درحالی‌که چندان افزایشی در حجم گاز به‌دست آمده روی نمی‌دهد، باید دمنده‌های با ظرفیت خیلی بالا به‌کار برد.

ج) **دمنده** . دمنده را کمی بالاتر از ارتفاع نقطه پایانی لوله اصلی و روی سکویی که دارای سرپناه است، نصب می‌کنند، تا به‌چگالیدن و چکیدن گاز کمک کند. اندازه دمنده بر پایه کل

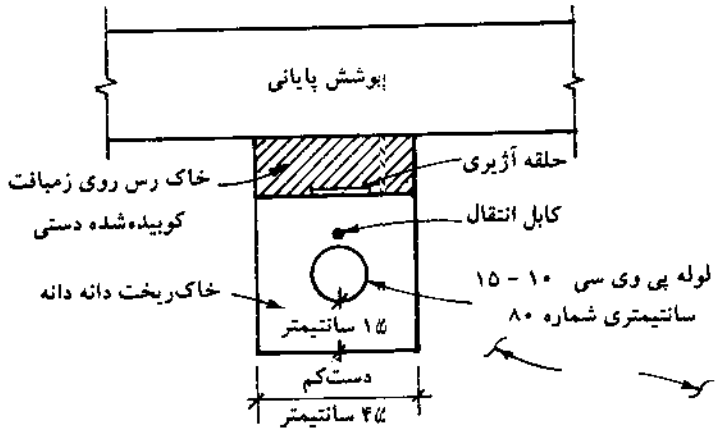
omoorepeyman.ir



شکل ۸ ـ ۲۹. برشی از چاه‌گازگیر و ریزه‌کاریهای آن.

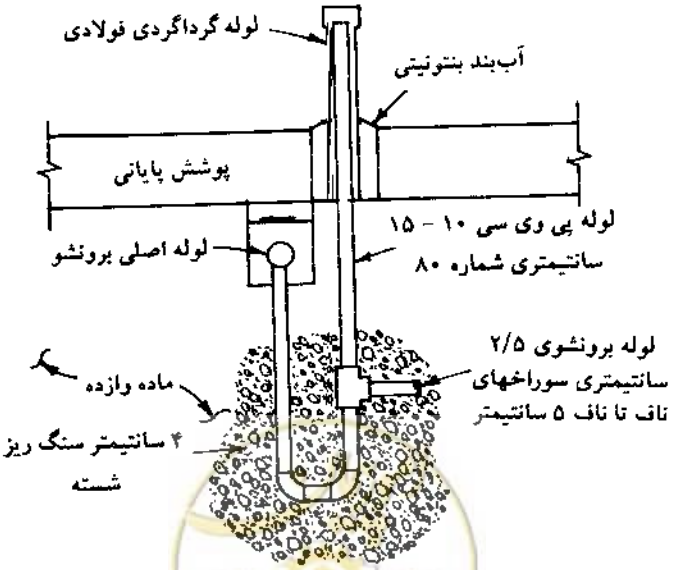
ارتفاع منفی و میزان گازی که گرفته می‌شود طراحی می‌گردد. برای موتورهای با نیروی بیشتر از ۵ اسب بخار، کاربرد برق سه‌فاز پیشنهاد شده و چنانچه در کارگاه چنین تسهیلاتی فراهم نباشد، در آن صورت، دمنده‌ها را با توانی کمتر از ۵ اسب برمی‌گزینند.

omoorepeyman.ir



شکل ۸ ـ ۳۰. برشی از ترانشه و لوله اصلی گازگیر.

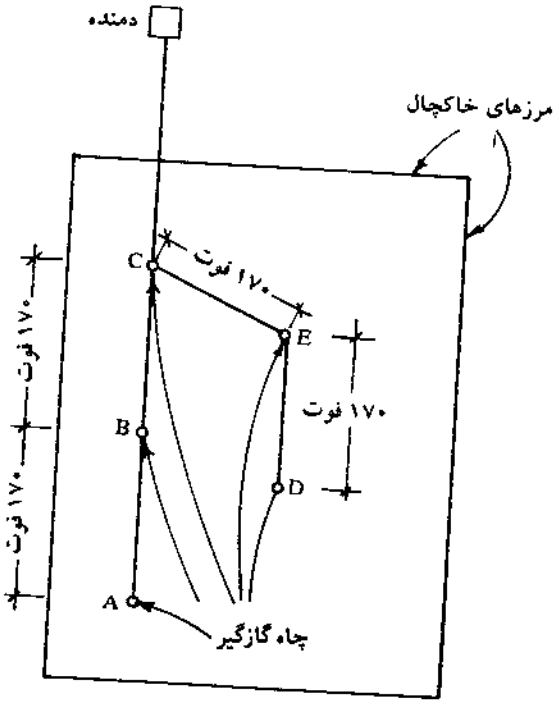
د) ***بیرون راندن گاز چگالیده***. گاز خاکچال سیرآب است و با کاسته شدن گرمای آن به‌هنگام گذر از درون لوله اصلی، می‌چگالد. باید این گاز چگالیده را گردآورده و با سود بردن از چکه‌گیر ـ به‌فاصلهٔ ۱۵۰ تا ۳۰۰ متر از یکدیگر ـ بیرون آورد. گاز چگالیده گردآوری شده را یا از نو در خاکچال وارد می‌کنند یا برای کاربرد بعدی به‌تصفیه خانه گاز می‌برند، شکل ۸ ـ ۳۱.



شکل ۸ ـ ۳۱. برشی از چکه‌گیر پایه‌دار.

omoorepeyman.ir

هـ) گازسوز. گاز خاکچال، چه بسا آن اندازه متان داشته باشد که با روشن کردن آن آغاز به‌سوختن کند. اما برای سوختن کامل ماده‌های خطرزا و آلایندهٔ هوا، کاربرد گازسوز، بخشی اساسی از طرح خاکچال است. هنگام گردانیدن و بهره‌برداری از طرح، باید دما و زمان ماندگاری، چنان گزیده شود که این‌گونه مواد به‌خوبی بسوزد. دمای ۸۱۵ تا ۹۰۰ درجه سانتیگراد (۱۵۰۰ تا ۱۶۵۰ درجه فارنهایت) و زمان ماندگاری ۰/۳ تا ۰/۵ ثانیه، برای گازسوزها پیشنهاد شده است. در کارگذاری گازسوز روی خط گاز نیز، از شعله‌گیر استفاده می‌شود که از برگشت شعله به‌دمنده جلوگیری شود.



شکل ۸ ـ ۳۲. چیدن سامانه گازکش با دمنده در مثال ۸ ـ ۹.

مثال ۸ ـ ۱۰

برای خاکچالی به‌حجم ۳۰۰۰۰ تن پسمانده (هر تن آمریکایی برابر با ۲۰۰۰ پوند است) که در آن از لوله‌های HDPE مانند شکل ۸ ـ ۳۲، استفاده شده است، گازگیری با دمنده را با

omoorepeyman.ir

این فرض که از همه چاهها به‌یک اندازه و سالانه ۰/۳ فوت مکعب، به‌ازای هر پوند پسمانده تولید شده و دست‌کم فشار منفی‌ای برابر با ۲ اینچ ستون آب، همیشه در دورترین چاه نیز فراهم آورده شود، طرح نمایید.

(فوت‌مکعب‌در روز) ۴۹/۳۱۵ = $\frac{۳۰۰۰۰ \times ۲۰۰۰ \times ۰/۳}{۳۶۵}$ =کل حجم‌گاز تولیدی روزانه

با در نظر گرفتن شمار رینولد:

$$\text{شمار رینولد} = \frac{D_i V \rho_g}{\mu}$$

که در آن:

D_i= قطر درونی لوله = ۵/۷ اینچ = ۰/۴۷۵ فوت است.

V= سرعت جریان = ۰/۵۸ فوت بر ثانیه

ρ_g= چگالی گاز = ۰/۰۸۰۸ × ۱/۰۵ = ۰/۰۸۴۸۴ فوت مکعب بر پوند

μ_g= گرنرچی (Viscosity) گاز = ۰/۰۴۹۳ پوند بر فوت در ساعت

در این مثال، میزان ρ_g و μ_g بر پایه وزن مولکولی گاز برابر ۳۰ و وزن مخصوص ۱/۰۵ برآورد شده است، اما برای طرحهای بزرگتر، باید یافته‌های آزمایشگاهی را به‌کار بست.

نکتهٔ دیگر، ضریب زبری مانینگ (Manning)، مربوط به‌لوله و شمار رینولدز است. برای لوله‌های پلاستیکی، میزان زبری (r_f) برابر با ۰/۰۰۰۰۰۵ را به‌کار بسته و به‌این ترتیب، (rf)/d=۰/۰۰۰۰۰۵=۰/۰۰۰۱ می‌گردد. افت فشار نیز از پیوستار زیر به‌دست می‌آید:

$$\Delta_p = \frac{۳۲\ \rho_{lg}\ f\ LP\ q^۲}{\pi^۲ g_c\ D_i^۵}$$

در این پیوستار، f ضریب زبری مانینگ، LP درازای لوله (فوت)، q بده (فوت در ثانیه)، g ضریب ثابت و برابر با ۳۲/۱۷، و D_i قطر درونی لوله (۰/۴۷۵ فوت) است. افت فشار در هر یک از پیوستهای لوله و شیر را با آگاهی از سرعت و پدیده افت فشار مالشی (K) محاسبه می‌کنند. میزان K برای پیوستهای گوناگون لوله چنین است: زانویی ۴۵ درجه (۰/۳۵)، زانوی ۹۰ درجه (۰/۷۵)، سه‌راهی (۱/۰)، شیر کشویی نیمه‌باز (۴/۵). افت در این اتصالها، از پیوستار زیر محاسبه می‌شود و در جدول ۸ـ۶ نیز، آورده شده است:

$$\Delta_p = \rho_g\ K\ \frac{V^۲}{۲\ g}$$

omoorepeyman.ir

در این پیوستار، V سرعت جریان درون لوله (فوت بر ثانیه) و g ضریب ثابت کشش زمین است. افت فشار در هر یک از چاههای گازگیر را نیز، از پیوستار زیر به‌دست می‌آورند:

$$\Delta P_W = \frac{\mu_g F_g D_f}{2 K_g g}\left[R^2 \ln\left(\frac{R}{r_w}\right) + \frac{\gamma^2 W}{2} - \frac{R^2}{2}\right]$$

جدول ۸ـ۶. افت فشار در بخشهای گوناگون لوله اصلی و پیوستها (اتصالها)

بخشهای لوله	افت فشار (پوند بر اینچ مربع)
DE	۰/۰۰۰۰۶
EC	۰/۰۰۰۱۹
AB	۰/۰۰۰۰۶
BC	۰/۰۰۰۱۹
CF	۰/۰۰۰۹۴
زانویی در E	۰/۰۰۰۳۹۷
زانویی در C	۰/۰۱۵۹

در این پیوستار، μ_g گرنرچی گاز برابر $8/14\times10^{-6}$ پوند بر فوت ـ ثانیه (۰/۰۲۹۳ پوند بر فوت ـ ساعت) F_g میزان گاز تولیدی 9×10^{-9} فوت مکعب‌بر پوند برثانیه (۰/۳ فوت مکعب بر پوند بر سال)، D_f چگالی پسمانده ۳۷/۰۳ پوند برفوت‌مکعب (۱۰۰۰ پوند بر یارد مکعب)، K_g تراوایی نمایی پسمانده $1/08\times10^{-10}$ برابر تراوایی μ/ρ_W که برابر است با 1×10^{-7} سانتیمتر مربع یا $1/08\times10^{-10}$ فوت مربع، R برابر ۱۰۰ فوت و r_w که پرتو چاه‌گیر برای جداکردن گاز است، برابر با ۲ فوت فرض می‌شود. با گذاردن رقمهای بالا در پیوستار پیشین میزان:

$\Delta P_w = ۰/۰۹۳$ (اینچ مربع /پوند)

کل افت فشار در پنج چاه برابر: (پوند بر اینچ مربع) $۵\times۰/۰۹۳ = ۰/۴۶۵$

و کل افت فشار برابر: (پوند بر اینچ مربع) $۰/۴۶۵ + ۰/۰۲۱۳۱ = ۰/۴۸۳۱$

می‌گردد. معمول است که فشار منفی حداقلی برابر ۲ اینچ آب (۰/۰۷۲۲ پوند بر اینچ مربع)

omoorepeyman.ir

در لوله اصلی حفظ شود، که در این صورت:

اینچ مربع / پوند ۰/۵۵۸۳۱ = ۰/۰۷۲۲ + ۰/۴۸۶۳۱ = کل فشار مکش لازم

شده و توان موتور مکش برابر:

$$\text{اسب بخار } ۰/۰۸ = \frac{\text{بده (فوت مکعب بر ثانیه)} \times \text{فشار (پوند بر فوت مربع)}}{۵۵۰}$$

و به‌ازای بازده ۰/۸۰ توان موتور برق برابر: ۰/۱۰ = $\frac{۰/۰۸}{۰/۸۰}$ (اسب بخار) می‌گردد.

با در دست داشتن بده، افت فشار، قطر، دور چرخ‌گردان و اندازهٔ لوله برونشو، می‌توان تلمبه مکشی مناسب را برگزید، اما بهتر است همیشه تلمبه‌ای با نیروی بیشتر به‌کار گرفته شود، تا ناآگاهیهای ممکن در طرح، سرشکن گردد. بهتر است دمنده را بزرگتر برگزید تا کاهشی که در روند بهره‌برداری با گذشت زمان، و با بالا رفتن چگالی گاز در اثر سیرآب شدن و اثر سرمای هوا در بازده کار روی می‌دهد، سرشکن گردد.

و) پایش کار. پس از کارگذاری سامانه گازکش دمنده، چگونگی کار آن را وارسی می‌کنند که همانند طرح باشد. میزان فشار و آمیخت گاز را در هر یک از چاههای گازگیر و همچنین میله‌های گازسنج را هفت روز پس از تنظیم کار سامانه، در گستره خاکچال، دست‌کم دوبار در روز، و دو تا سه روز پی در پی، پاییده و یادداشت بر می‌دارند. دهانه شیرهای گازگیر باید چنان باز و تنظیم شود که در دورترین چاه هم بتوان به‌فشار طرح شده دست یافت. هرگونه گرفتگی، بندآمدن یا پس‌زدگی گاز در لولهٔ اصلی، یا کار نادرست شیرهای چاههای گازگیر و دستگاه دمنده را، با پایش سامانه می‌توان پیدا کرد.

۱۰. برگرداندن خاکچالهای خودپالای موجود به‌خاکچالهای دوربسته

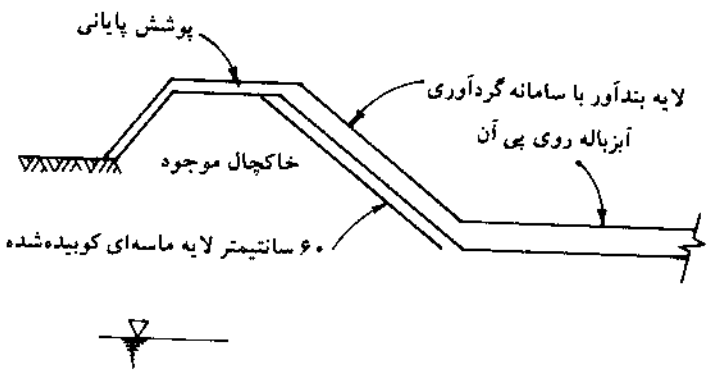
گرچه این مطلب برای کشورهایی است که از زمانی پیش دست به‌ساختمان خاکچال زده‌اند، اما آگاهی از اصول آن در روشن شدن بحث، دور از فایده نیست. نخستین گام در برگردانی خاکچال خودپالا به‌خاکچال دوربسته، بررسی آب زیرزمینی و آگاهی از آلودگی یا ناآلودگی آن است. اساس برگرداندن این خاکچالها، هماهنگ کردن آنها با آیین نامه‌های نو نوشته و

omoorepeyman.ir

دوری گزیدن از آلودگی احتمالی آبهای زیرزمینی پیرامون وزیر دست است. برگردان و از نو جورکردن را نباید با بهسازی یکی دانست. بهسازی، هنگامی صورت می‌گیرد که آلودگی در آبهای زیرزمینی به‌چشم می‌خورد، یا رویداد آن بسیار محتمل باشد. در حالی‌که از نوجور کردن یا برگرداندن خاکچال، همیشه میسر نیست، زیرا زمین کارگاه، باید از دید زمین‌شناس و زمیناب‌شناس، مناسب باشد و با ساختمان شبکه گردآوری آبزباله در کف و ساختمان شبکه گردآوری پیرامونی آبزباله، همراه باشد.

۱۰ ـ ۱. شبکه گردآوری آبزباله در کف

چنانچه بخش بزرگی از خاکچال استفاده نشده باشد، می‌توان شبکه آبزباله را ساخته و سپس آن بخش از خاکچال که پیش از این استفاده شده است، با لایه آب‌بند، پوشانید، شکل ۸ ـ ۳۳. لایهٔ شنی کوبیده به‌ضخامت ۶۰ ـ ۹۰ سانتیمتر، با تراکم نسبی ۸۵٪، درون خاکچال پایداری و حفاظ لازم را فراهم می‌کند. برای به‌دست آوردن ایستایی بیشتر، زیر این لایه آب‌بند را یک لایه شنی به‌ضخامت ۳۰ سانتیمتر ریخته و می‌کوبند. باید به‌یاد سپرد و مطمئن بود که تراز سفرهٔ آب زیرزمینی، پایین‌تر از لایهٔ زیرپی (Subbase) بخش تازه‌ساز خاکچال‌باشد.



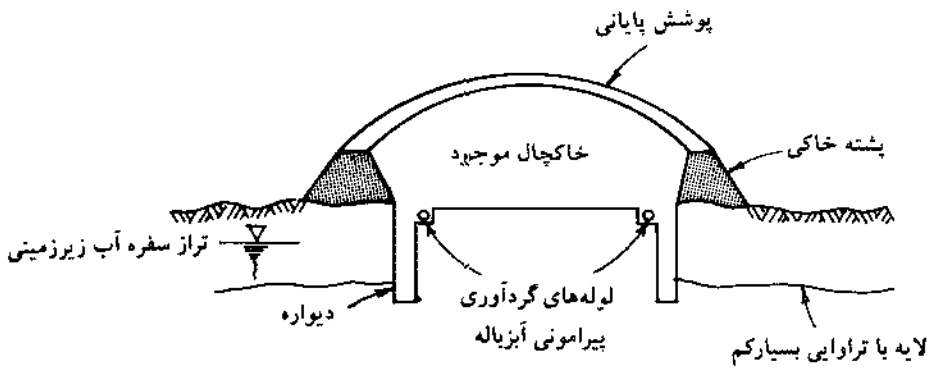
شکل ۸ ـ ۳۳. از نو جورسازی خاکچالی نیمه پر باکارگذاری شبکه آبزباله در کف.

۱۰ ـ ۲. شبکه آبزباله پیرامونی

چنانچه از همهٔ گسترهٔ خاکچال استفاده شده و لایهٔ کم‌تراوای نه‌چندان گودی در زیرزمین

omoorepeyman.ir

خاکچال موجود باشد، همان‌گونه که در شکل ۸ ـ ۳۴ نموده شده، می‌توان شبکهٔ آبزباله پیرامونی را ساخت. دیوار آب‌بند، باید دست‌کم ۹۰ سانتیمتر زیر لایهٔ کم‌تراوا ریشه داشته و لولهٔ آبزباله درون این بخش از دیوار آب‌بند، کار گذاشته می‌شود. برای بیرون کشیدن آبزباله از خاکچال، از تلمبه‌های شناور استفاده می‌شود.



شکل ۸ ـ ۳۴. از نو جورسازی خاکچال موجود با دو شبکه گردآوری پیرامونی آبزباله.

omoorepeyman.ir

گفتار نهم

ساختمان خاکچال

۱. شناسایی

این گفتار، دربارهٔ شیوهٔ ساخت، آزمایش، سنجش کیفیت روکش و پوشش پایانی است. در گفتار گذشته، جزییات بخشهای گوناگون خاکچال روشن شد، اما نکتهٔ دیگر مهم گزینش مصالح کاربردی، وارسی، سرکشی و اطمینان از کیفیت کار در سراسر دورهٔ اجرایی است، که در زیر بدان پرداخته می‌شود.

۲. ساختمان لایه زیرپی

در ساختمان خاکچال، زمینی که روکش روی آن پهن می‌گردد، زیرپی نامیده می‌شود. صاف و هموار بودن و کوبیده شدن زیرپی، برای ساختمان بی‌دردسر روکش بسیار مهم است. اگر زیرپی کوبیده نشود، کوبیدن لایه‌های خاکی اول و دوم تا رسیدن به تراکم ۹۰ تا ۹۵٪ پروکتور بهیافته، با دشواری میسر می‌شود. زیرپی را به‌همان میزان تراکم روکش رسی و اگر لایه زیرپی ماسه‌ای باشد، تا رسیدن به ۸۰ تا ۸۵٪ تراکم نسبی می‌کوبند. در مورد مصالح درشت دانه، تراکم پروکتور نسبت به‌میزان نم، صدق نمی‌کند (ASTM D698-78)، پس باید درصد

omoorepeyman.ir

نسبی و آزمایش نسبی تراکم (ASTM D-253-83)، مشخص شود.

اندازه‌گیری تراکم، در هر گوشه از چارخانگ و در فاصلهٔ ۳۰ متری از یکدیگر، انجام می‌گیرد، اما می‌توان چارخانگ را بسته به‌نوع پسمانده و ویژگیهای خاک و توانایی و اطمینان از پیمانکار، کوچکتر یا بزرگتر درنظر گرفت. برای کوبیدن خاک ماسه‌ای، از غلتکهای لرزان سود می‌جویند، اما اگر ماسه پیش از غلتک زدن متراکم باشد، لرزانیدن سبب سستی آن می‌شود. بهتر است پیش از گزینش خاک‌کوب، تراکم در جای ماسه را وارسی کرده و از شیوه‌های استاندارد مانند مخروط ماسه‌ای، استفاده شود. هنگام بررسی و طرح کارگاه خاکچال، ویژگی تراکم و برگشت به‌خود لایه زیرپی را درنظر می‌گیرند، این ویژگی لایه زیرپی، برای خاک رس مهمتر از ماسه است. برپایه آزمونهای دردست، بیشترین فشار بار اضافی در خاکچالها، به‌صورت بار به‌روی پسمانده‌های خطرزا، از ۳/۸ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (۷۵۷۵ پوند بر فوت مربع)، فراتر نمی‌رود، اما باید نشست لایه زیرپی، در زیر چنین باری وارسی شود. چنانچه لایه زیرپی رسی یا لایه‌های ضخیم رسی، با فاصله‌ای کم از زیر تراز لایه زیرپی باشد، باید میزان برگشت به‌خود این لایه، از دیدگاه کوبیدگی و برداشت بار اضافی، بررسی گردد. برگشت به‌خود لایه زیرپی، چه بسا سبب بالازدگی و ناهمواری روکش و از کار افتادن شبکه گردآوری آبزباله شود. در برآورد میزان برگشت به‌خود لایهٔ زیرین چنانچه ساختن فوری روکش در برنامه کار باشد، می‌توان وزن روکش را بی‌آنکه سنگینی پسمانده به‌حساب آورده شود، به‌مثابه سنگینی محدودکننده‌ای به‌شمار آورد، زیرا زمان زیادی میان ساختن روکش و انباشتگی پسمانده تا رسیدن به‌تراز قطعی آن وجود دارد، که ممکن است برای برگشت به‌خود لایه زیرپی کافی باشد. بررسی نکته‌های زیر نیز پیشنهاد می‌گردد:

۳. ساختمان روکش

برای فراهم آوردن مشخصات ساختمانی روکش، دوگونه برخورد در پیش پای مهندس طرح است: اول آنکه از پیمانکار خواسته می‌شود چه کارهایی را و چگونه انجام دهد؛ دوم آنکه دست پیمانکار را باز گذارد و خواست طرح در پایان کار را، معیار قرار داد.

omoorepeyman.ir

معمولاً پیشنهاد دریافتی از پیمانکار در رویه نخست رقم کمتری را نشان می‌دهد، زیرا برای پیمانکار، اجباری در صرف زمان و هزینه برای تحقیق در چگونگی رسیدن به‌خواست و طرح استخدام کارکنان فنی آشنا به‌کار برای بررسیهای کیفی اجرایی، وجود ندارد. از آنجا که برای کار اجرایی و وارسی کیفیت روکش، استانداردی قطعی و همه پسند فراهم نشده است، کاربرد رویه نخست، در حالی که رویه‌ای شناخته شده است، می‌تواند همراه با زیانهای احتمالی باشد. در این رویه، مشخصات و اسناد پیمان، شامل مطالبی مانند شمار رفت و برگشت غلتک برای متراکم کردن خاکریخت روکش رسی و جز اینهاست، در حالی‌که ممکن است آنچه خواسته شده، برای روکش مطلوب کافی نباشد. این نکته، خود درگیریهایی را میان مهندس ناظر، پیمانکار و کارفرما، به‌وجود می‌آورد و فرجامی جز از دست دادن زمان و بالا رفتن هزینه‌ها، دربر نخواهد داشت. اگر این روش کار، موردنظر است، بهتر آن است که از مشخص کردن جزییات اجرایی کار، دوری جست. تکیه بر وارسی و بازرسی کیفی در اسناد پیمان ـ از سوی سازمانها و پایندگان فنی بر کار پیمانکار ـ در به‌دست آوردن نتیجهٔ قطعی هر بخش از کار، مهم است.

حال به‌نکته‌های دیگری دربارهٔ روکش که درگفتار هفتم آورده‌نشده، پرداخته می‌شود. گفته شد که سه ماده برای ساختمان روکش در دسترس است. رس، خاک بهیافته با بنتونیت و روکش ساختگی. چون فن ساختمان روکش با خاک رس و با خاک بهیافته همانند است، در بررسیهای زیر، این دوگونه روش یکجا آورده شده است.

۳ـ۱. ساختمان روکش رسی و روکش با خاک بهیافته

چون ساختمان و وارسی کیفیت روکش پی و لایهٔ ناتراوای پوشش پایانی نیز همانندی دارد، در زیر، در مورد هر دو یکجا بحث شده و به‌شیوهٔ اجرایی لایه آب‌بند بندآور پوشش پایانی جداگانه پرداخته می‌شود.

الف) کار ساختمانی

آزمایشهای آزمایشگاهی، گواه بر این است که افزایش اندازهٔ کلوخه از ۱/۶ به ۹/۵ میلیمتر، بر میزان تراوایی خاک رس، تا ۳۰ برابر می‌افزاید. از این‌رو، باید از اندازهٔ کلوخه‌ها کاست.

omoorepeyman.ir

رقم پیشنهادی مهندسان طرحهای خاکچال برای کلوخه، از ۲/۵ سانتیمتر تا ضخامت لایهٔ خاکریخت، نوسان دارد. اندازه کلوخه، به‌ویژه اگر میزان نم خاک پیش از آغاز کار ساختمانی کمتر از میزان نم مطلوب به‌ازای تراکم پیشنهادی باشد، بسیار مهم است. خیساندن خاک رس زمان می‌برد و اگر اندازه‌های کلوخه در انجام آزمایش تراوایی کارگاهی، از اندازهٔ آزمایشگاهی آن درشت‌تر باشد، چه بسا در زمان کوتاهی که در کارگاه پیش می‌آید، همه خاک رس با همان میزان نم، به‌دست نیاید. نوع خاک‌کوب نیز برای رسیدن به‌تراکم و درهم فشردگی دلخواه، مؤثر است. پیشنهاد می‌شود که کار با کوبیدن کلوخه‌های کوچکتر ۲/۵ سانتیمتری آغاز شود و برای درهم شکستن رس، از ابزار شخم‌زنی و صفحه‌ای بهره می‌گیرند که با دوبار رفت و برگشت، اندازه کلوخه‌های رسی را به‌کمتر از ۳/۸ سانتیمتر کاهش می‌دهد. این ابزار، همان است که برای شکستن رویه‌های اسفالته راهها هم از آنها استفاده می‌شود.

«زمان»، در به‌دست آوردن نم و رطوبت یکدست برای همه خاک و «نم مطلوب» برای تراکم دلخواه خاک رس، نقشی اساسی دارد. یکنواخت نبودن نم در لایه رسی، ناشی از بزرگ بودن اندازه کلوخه‌ها، پاشیده نشدن یکدست آب، و کمبود زمان برای خیساندن است. بهتر است هنگام ایستاندن کار، بخش کوبیده را نمناک نگهداشت تا از خشک شدن و چاک خوردگی جلوگیری شود. از خیسی بیش از اندازه هم باید دوری جست، که کار کوبیدن تا رسیدن به‌تراکم مطلوب را دشوار می‌کند. پوشاندن روی روکش با پلاستیک، کاری سودمند است.

برنامهٔ کار اجرایی، باید چنان باشد که چون هر بخش از کار آغاز شد، دیگر آن کار قطع نشود و تا پایان یافتنش، یکسره ادامه یابد. اگر به‌هر دلیلی ــ مانند سرمای سخت زمستانی ــ کار از روال خود باز بماند، بهتر است هنگام از سرگرفتن کار، نخست تا ۳۰ سانتیمتر از روی لایه روکش رسی خراشیده و از نو کوبید. نکتهٔ دیگر، گزینش خاک‌کوبها یا ابزار کوبیدن خاک است. از جمله خاک‌کوبها که کاربردی همگانی دارند غلتکهای پاچه‌بزی خودرو (موتوردار) یا کشاندنی، غلتکهای لرزان (با غلتک صاف یا پاچه‌بزی) و غلتکهای چرخ لاستیکی را می‌توان نام برد. در ساختمان روکش رسی، از غلتکهای پاچه‌بزی که لرزان نیستند ــ و در ضمن، کلوخها را بیشتر خرد می‌کنند ــ و کارشان همراه با ورز دادن و سرشتن خاک است،

omoorepeyman.ir

سود می‌جویند.

غلتکهای لرزان و چرخ لاستیکی، چون برای دانه‌های خاک راستایی درست فراهم نمی‌کنند، روکشی کم‌تراوا به‌دست نمی‌دهند. لرزاندن خاک، سبب افزایش فشار موقت روزنه‌ای در درون کلوخه‌ها شده، ایستایی برشی آن را افزایش می‌دهد و فشار بیشتری برای به‌دست آوردن لایه خوب، همگن، یکنواخت و متراکم، لازم دارد. سنجش میان سرشتن و درهم فشردن، به‌ازای نم گوناگون، نشان می‌دهد که بهتر است برای کوبیدن در نم مطلوب، ابزار ورزدهنده را به‌کار گرفت. با توجه به‌همه جوانب کار، غلتکهای پاچه‌بزی سنگین برای کوبیدن خاک رس، خواهان بیشتری دارد.

باید گسترهٔ خاکچال را نیز در گزینش ابزار و خاک‌کوبها، در نظر داشت. خاک‌کوبهای سنگین و بزرگ، نیاز به‌شعاع چرخش بیشتری دارند، از این‌رو، در خاکریزیهایی با ظرفیت کم، ابزار کوچک به‌کار می‌گیرند که معمولاً روکش کم‌تراوا فراهم نمی‌آورند. شیب دیواره کناره خاکچال نیز، در گزینش ابزار کار، مهم است و برای انجام کار اجرایی بخشهای شیبدار، از دو شیوه بهره می‌گیرند: کار ساختمانی همتراز و صاف، یا کار ساختمانی پلکانی، مانند شکلهای ۹ـ۱ـالف و ۹ـ۱ـب. برای شیب کناری بیش از ۳:۱، رویه را پلکانی ساخته و برای آسان‌شدن کار، شیب را کم می‌کنند که البته، به‌زمین بیشتری‌نیاز خواهد بود، شکل ۹ـ۲. شیب نهایی ۳:۱ را می‌توان با ساختمان بستر زهکش ماسه‌ای ضخیم که حفاظت بهتری برای روکش رسی در دیواره‌های کناره است، فراهم می‌آورد که همچنین از یخزدگی و آب شدن یخ که سبب ترک‌خوردگی می‌گردد، پیشگیری می‌کند. و در ضمن کار غلتک پاچه‌بزی را هم آسانتر می‌کند.

ب) وارسی کیفیت (Quality Control) :

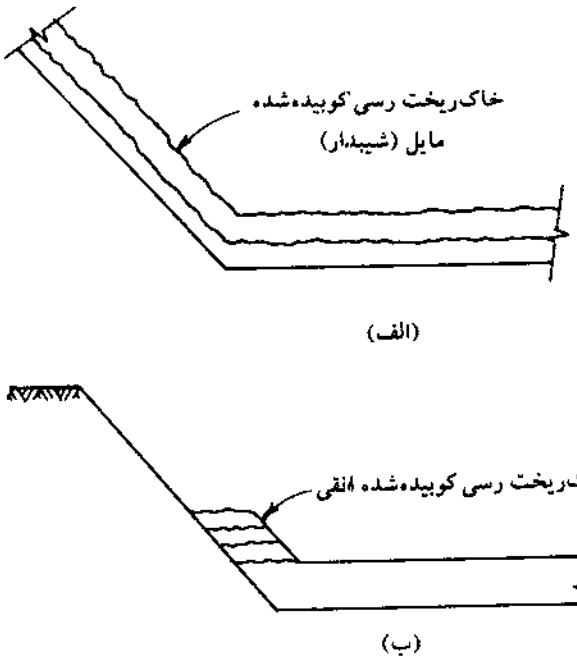
برای وارسی کیفیت اجرایی روکش با خاک رس یا خاک بهیافته با بنتونیت، چندنکته زیر از دیدگاه ساختمانی و گرداندن طرح مهم است:

۱) وارسی و سنجش کیفی روکش رسی پیش از آغاز کار و هنگام کار ساختمانی.

۲) دانش و پختگی کارکنان وارسیهای کیفیت کار.

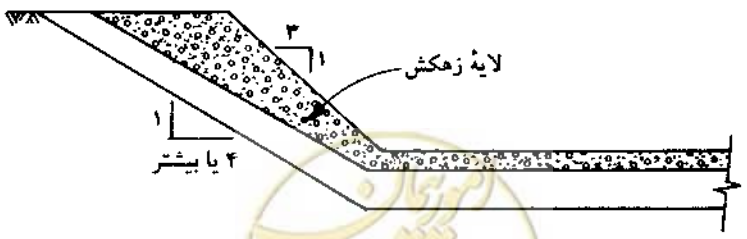
۳) یادداشت‌برداری و گزارش‌پردازی مستند از روند کار ساختمانی خاکچال.

omoorepeyman.ir



شکل ۹ ـ ۱. دیوار کناره خاکچال. الف(روکش شیبدار صاف ب) روکش شیبدار پلکانی.

فراموش نشود که ساختمان خاکچال دوربسته، همیشه پرهزینه است و کم‌توجهی به ساختمان و گردانیدن خاکچال، نتیجه‌اش آلوده شدن آبهای زیرزمینی و بی‌ارزش شدن همه رنج کار و هزینه‌های انجام شده است. بی‌دلیل نیست که بودجه‌ای برابر با ۱۰ تا ۲۰٪ از کل هزینهٔ طرح را برای انجام وارسیهای چگونگی کار، پیش‌بینی می‌کنند.



شکل ۹ ـ ۲. ساختمان دیواره با شیب ملایم.

omoorepeyman.ir

۱) وارسی کیفیت روکش رسی پیش از آغاز و هنگام اجرای کار

نخستین گام، یافتن برداشتگاهی مناسب از خاک رس است (گفتار ۲ ـ ۵ ـ ۲). کیفیت خاک، درصد کوبیدگی و نم به‌هنگام کوبیدن، باید از آغاز کار روشن و مشخص باشد و نحوه کوبیدن خاک، ضخامت خاکریخت، شمار رفت و برگشت خاک‌کوب، بسامد انجام آزمایشها و اندازه‌گیری تراکم خاک کوبیده شده و میزان نم و تراوایی روکش کوبیده شده، همیشه در مدنظر باشد.

ضخامت مناسب برای خاکریخت پیش از کوبیدن، ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر است، که پس از کوبیدن، به ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر کاهش می‌یابد. این ضخامت، امکان ورز دادن خاک را در سراسر درازای خاکریخت، فراهم می‌آورد. با گزینش چنین ضخامتی، به‌خاکریخت زیرین نیز، آسیبی نمی‌رسد. چفت شدن این لایه‌های خاکریخت ــ به‌ویژه در کناره‌های روکش افقی ــ بسیار مهم است، شکل ۹ ـ ۱ ـ ب.

اگر این خاکریخت‌ها، به‌درستی درهم نرفته و به‌هم نپیوندند، تراوایی در راستای افقی و در مرز دو لایهٔ خاکریخت، فزونی می‌گیرد. چون غلتکهای پاچه‌بزی بهتر مرز میان لایه‌های خاکریخت را از میان برمی‌دارد، برای کوبیدن روکش رسی، دستگاه مناسبتری است.

شمار رفت و برگشت غلتک، بستگی به‌تلاش در کوبش خاک دارد و به‌صورت متر مکعب /کیلوگرم ـ متر، نشان داده می‌شود. فشار تماس پاچه‌های غلتک بر خاکریخت در رسیدن به‌تراوایی دلخواه، به‌ازای تراکم و نم پیشنهادی در طرح، نکتهٔ مهمی است و برخورد با آن، در اسناد پیمان به‌دو صورت است: فشار تماس پاچه و شمار رفت و برگشت ــ که شمار گذر را مشخص می‌کند ــ یا شمار گذر را براساس تلاش در کوبش و نیروی لازم برای کشاندن غلتک و جز اینها، به‌دست می‌دهد. برای حالت نخست، دست‌کم ۴ تا ۶ گذر غلتک پاچه‌بزی برای خاک ریزدانه، به‌ازای فشار تماس پاچه برابر با ۲۵ تا ۳۷ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع را به‌کار می‌گیرند. بهتر است فشار تماس پاچه پس از سه تا چهار گذر، از نو تنظیم شود. سطح تماس پاچه غلتک در این حالت، میان ۳۰ تا ۹۰ سانتیمتر مربع، تغییر می‌کند. برخورد دوم، که برپایهٔ محاسبه شمارگذرهاست، از پیوستار زیر، به‌دست می‌آید:

$$CE=(P\times N\times L)/(R_w\times L_T)\times(L)$$

در این پیوستار، CE تلاش کوبش، P نیروی لازم برای کشاندن غلتک، N شمار گذر،

omoorepeyman.ir

L درازای گذر، R_w پهنای غلتک و L_T ضخامت خاکریخت است.

روش معمول در کارگاهها، آن است، که در آغاز کار کوبش، تراکم را با بسامدی بیشتر اما مرتب، اندازه‌گیری می‌کنند. ممکن است غلتکها در آغاز کار، خاک را برّه برّه کنند، اما پس از چند گذر، چنین نیست. اگر در اثر بالا بودن فشار تماس پاچه‌های غلتک پس از ۷ یا ۸ گذر، همچنان برّه شدن خاک ادامه یابد، بهتر است با کاستن سنگینی غلتانها از فشار کاسته شود. اما اگر پاچه‌ها در دوسوم از درازای خاکریخت، برّه‌ای نشان نداد، غلتان را از نو سنگین‌تر می‌کنند.

در مشخصات فنی، باید شمار آزمایشهای اندازه‌گیری تراکم، میزان نم و تراوایی که وارسی کیفی بر پایهٔ آنهاست، آورده شود. روکش رسی گرچه متشکل از ریزدانه‌های ناهمگن است، اما با انجام بررسیهایی در مقیاس بزرگ، می‌توان خاک رس را همگن انگاشت. برای آگاهی از تراوایی کلی، نمونه‌های کوچکی از خاک روکش اندازه‌گیری می‌کنند، و نتیجه‌های به‌دست آمده از تراوایی نمونه‌ها را به‌همه روکش تعمیم می‌دهند. احتمال درستی آن برای نم خاک، به‌قدری است که می‌تواند باشد. اما برای تراکم، رقم تعمیم‌یافته کمتر از آنچه که هست بوده و برای تراوایی رقم به‌دست آمده، بیش از آن است که باید باشد. بسامد درستی نتایج برای نم خاک قطعی است و برای تراکم، نتایج حاصله کمتر از مقدار واقعی است و سرانجام، برای تراوایی بیش از مقدار آن است.

آزمایشهای وارسی کیفی، از سوی مهندسان یکی نیست. شمار آزمایشهای خواسته شده برای تراکم و نم را، بیش از نیاز درنظر می‌گیرند تا از یکنواختی کار اجرایی مطمئن باشند. در صورت نبودن دستور کار از بسامد آزمایشها، پیشنهادهای زیر سودمند است: اندازه‌گیری تراکم خاک خشک و میزان نم را در هر گره ۳۰ متری از چارخانگ و برای هر خاکریخت ــ به‌شرط آنکه شمار این اندازه‌گیریها از ۱۲ اندازه‌گیری به‌ازای هر هکتار از هر خاکریخت کمتر نباشد ــ انجام می‌دهند. در کارگاههایی که جای کار و جابه‌جا شدن محدود باشد و آمد و شد خاک‌کوبها به‌سختی انجام گیرد، چون از کوبنده‌های دستی سود برده می‌شود، بسامد آزمایشهای بالا را افزایش می‌دهند. شناخت دانه‌بندی خاک، حد روانی، نمایه خمیری و تراوایی از نمونه‌های دست نخورده باید روی ۲۵٪ از چارخانگ ۳۰ متری انجام شود و شمار آزمایشها، نباید کمتر از ۵ آزمایش در هر هکتار از هر خاکریخت باشد.

omoorepeyman.ir

چگونگی دانه‌بندی و آزمایش آتربرگ و منحنی پروکتور را برای هر ۴۰۰۰ متر مکعب خاک ریخته شده وارسی می‌کنند، تا از دگرشدگی برداشتگاه خاک رس، آگاه باشند. وارسی رنگ خاک بار هر کامیون هم سودمند است، زیرا دگرگون شدن رنگ خاک، گویای تغییر در ویژگیهای آن است.

۲) خُبرگی کارکنان فنی در وارسیهای کیفیت روکش

هنگام ساختمان روکش رسی، حضور کارشناسان خبره و آشنا با فن کوبیدن در کارگاه، بسیار مهم است، تا در انجام آزمایشهای کمّی و کیفی کارگاهی، راهنما باشند. آزمایش کوبش خاک و شیوه نمونه‌برداری لوله‌ای شلبی (Samples Shelby Tube) از خاک دست نخورده، برای یافتن میزان تراوایی خاک و وارسی نقشه‌برداریهای لازم، از کارهای پراهمیت است. بهتر است پایندگان فنی کارگاه، از میان کارکنان پیمانکار نباشند چون برخورد میان کارفرما و پیمانکاران همیشه محتمل است.

حضور همیشگی پایندگان فنی در سراسر زمان کوبیدن خاک، بسیار مهم است، زیرا همگن شدن خاک رس کوبیده را تنها با انجام آزمایشهای سنجش کیفیت و باهر شماری از گذر نمی‌توان مطمئن شد. سرمهندس، باید چشم به‌همه کارها داشته باشد و با سرکشی به‌همه گوشه‌های کارگاه، از همه رویدادها آگاه شود و هر آنچه را هم که در آینده انجام خواهد شد درنظر داشته باشد. سرمهندس، ضمن استواری و کارآیی، باید نرمش داشته باشد و به‌خواستهای کارکنان پیمانکار ـ ولو آنکه در همه موارد همداستان نباشد ـ گوش فرا داده و از یاری رساندن به‌آنها دریغ نورزد. چنین رویه‌ای، سبب پیدایش کارگاهی آرام و دلپذیر می‌شود و در بالا رفتن بازده و پایان یافتن به‌هنگام کار، بی‌اندازه مؤثر است. نکته دیگر، باز گذاشتن دست پیمانکار در گزینش ابزار کار موردنیاز خود است. چه بسا پیمانکاری به‌جای کاربرد غلتک پاچه‌بزی، از غلتک چرخ لاستیکی بهره برده و میزان کوبش لازم و مشخص شده را به‌دست آورد. پافشاری بر این‌گونه تصمیمهای پیمانکار، فرجامی جز کندی کار و ناآرامی در کارگاه ندارد. فراموش نشود که هدف اصلی از کار پایندگان فنی، پیگیری خشک در رعایت مشخصات فنی برای رسیدن به‌میزان نم خاک، کوبیدن و جز اینها نیست، این ویژگیها، وسیله‌ای است برای دستیابی به‌خاکی با تراوایی هرچه کمتر. اگر

omoorepeyman.ir

کارفرما بخواهد انجام آزمایشهای کیفی را در آزمایشگاه خود انجام دهد، بهتر است دست‌کم ۱۰ تا ۲۰٪ از آزمایشها را به‌سازمان دیگری واگذارد. گرچه آزمایشهای انجام شده از سوی پیمانکار پایه بررسیها قرار نمی‌گیرد، اما آگاهی از کار آنها نیز، کم‌ارزش نیست.

۳) گواه‌نگاری

تک‌تک کارهای ساختمانی، باید روزانه گزارش و گواه‌نگاری شود. ریز کارها، زمان انجام هر کدام از کارها، دگریافتگیها و دورشدگی از مفاد پیمان و مشخصات فنی و دلایل چنین دورشدگیها باید در پرونده گزارش کار آورده شود. انجام این‌کار، هم از دیدگاه فنی و هم از دیدگاه حقوقی، بسیار اساسی است. باید جای هر آزمایش، هر خاکریخت و جز اینها، به‌درستی روی نقشه‌ها نشان داده شود و پیشرفت کار و پس‌ماندگی از برنامه یا پیش افتادگی از بخشی از برنامه کار، در دفتر گزارش روزانه کار، بازتاب یابد. در یادداشتهای روزانه، باید از خط خوردگی پرهیز شود و اگر اشتباهی رخ داد، باید روی یادداشت خط کشید و از نو، خوانا و پاکیزه یادداشت کرد. گزارشها را باید به‌روی همگان گشوده داشت و پس از تسلیم به‌کارفرما نیز، همچنان همه علاقمندان بتوانند از محتوای آنها آگاهی یابند.

۳ـ۲. ساختمان روکش ساختگی (ماشینی)

وارسی در پهن کردن روکش ساختگی، نسبت به‌روکش رسی، کار ساده‌تری است و هرآنچه برای روکش رسی یاد شد، در کار اجرایی روکش ساختگی هم پذیرفتنی است.

۳ـ۲ـ۱. ساختمان روکش ساختگی

نخستین گام، آماده کردن لایه زیرپی برای پهن کردن روکش ساختگی است. به‌این معنی که لایه زیرپی، بر پایهٔ مشخصات فنی تا تراکم نسبی ۸۵ تا ۹۰٪ برای ماسه و تراکم پروکتور اصلاحی ۹۰٪ برای رس یا خاک بهیافته فراهم شود. لایه زیرپی، نباید دارای دانه‌های درشت‌تر از ۱/۵ سانتیمتر باشد، زیرا یخزدگی و وارفتن یخ روی روکش، سبب پدید آمدن برآمدگی می‌شود.

برای پیشگیری از رشد رستنیها در زیر روکش، بهتر است روی لایه زیر پی و زیر

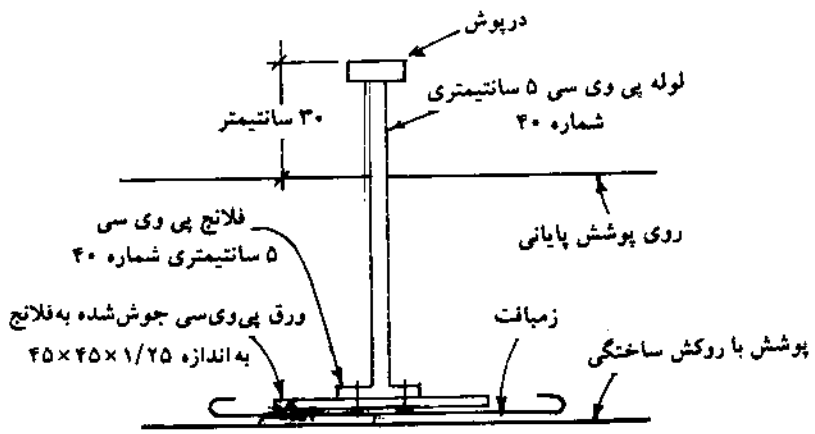
omoorepeyman.ir

روکش، ماده علف‌کش پاشیده شود. برنامه پهن کردن روکش، باید چنان باشد که هنگام جابه‌جایی ماشین ابزار سنگین، آمد و شدی روی روکش، انجام نشود و با پایان یافتن کارگذاری روکش نیز، این‌گونه ابزار، از روی آن گذر نکند. آمد و شد ابزار و کارکنان درزبند و آزمایش درز را نیز، باید به‌کمترین میزان رسانید. بهتر است درزها دست‌کم ۹۰ سانتیمتر از لوله گردآوری آبزباله فاصله داشته باشد. پیش از کارگذاری روکش، باید مطمئن بود که هیچ‌گونه فرورفتگی در لایه زیرپی نباشد، زیرا ابزار درزبندی ممکن است در این چاله‌ها گیر کرده و در نتیجه، روکش بسوزد و ترمیم و پینه‌کاری لازم شود، که کاری پُرهزینه است و انجامش به‌زمان فراوانی نیاز دارد. برای جلوگیری از این‌گونه رویدادها، تکه‌ای کوچک از روکش ساختگی را زیر درز می‌گذارند و با پیشرفت درزبندی، آن تکه را جابه‌جا می‌کنند. این کار، از احتمال سوختگی روکش در چاله و گودیهای زیرپی، می‌کاهد. کارکنان و روکش‌کاران، باید از پوشیدن کفشهای سنگین یا بردن ابزاری که در کار روکش‌سازی نیازی به‌آنها نیست، خودداری ورزند. هنگام وزش بادهای تند (۲۴ کیلومتر در ساعت و بیشتر)، بهتر است از پهن کردن روکش خودداری شود.

دمای تیز و تند، آثار ناخواسته‌ای بر روکش ساختگی دارد. بهتر است با سازندگان روکش گفت‌وگو شود و پیشنهاد آنان دربارهٔ بالا و پایین شدن دما هنگام کارگذاری روکش، در نظر گرفته شود. روکشهای ساختگی با داشتن کربن سیاه، گرما را به‌خود کشیده و خیلی زود داغ می‌شود و در روزهای آفتابی تند، گرفتاری به‌بار می‌آورد. در کارگاههای بلند نسبت به‌تراز دریا، پهن کردن روکش را در دمایی میان ۴ تا ۲۷ درجه سانتیگراد و در کارگاههایی که همتراز با دریا یا در بلندی کمی از دریا هستند، بیشینه دما را به‌هنگام کار اجرایی، زیر ۲۷ درجه سانتیگراد پیشنهاد کرده‌اند. بالا و پایین شدن زیاد دما در شب و روز، روی درز روکش، چین‌خوردگی پدید می‌آورد، که بهتر است درزبندی پس از تبخیر شبنم از روی روکش یعنی در پاس نخستین از روز، انجام شود. جوش دادن درز، نباید هنگام بارندگی یا زمانی‌که روکش خیس است، انجام گیرد. بهتر است رویه روکش، نخست با اسفنج خشک شود. اگر بارندگی در پایان کار درزبندی رخ دهد، روی درز را با چادری می‌پوشانند.

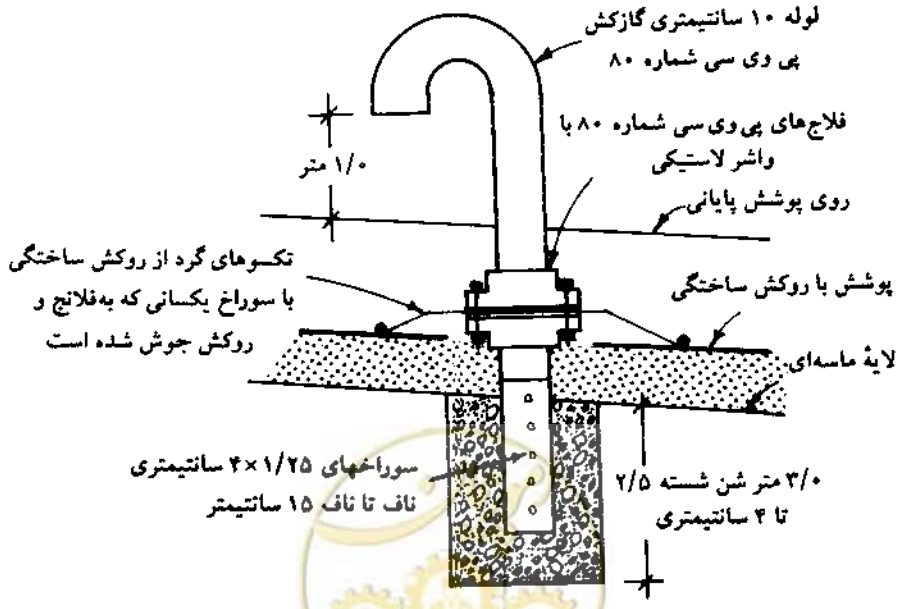
برای پسمانده‌های نشست‌پذیر و پوشش پایانی خاکچال، از نشستگیر (گفتار دهم ـ بند ۷) سود می‌جویند، شکل ۹ ـ ۳. نکتهٔ مهم، پیوند زدن نشستگیر با روکش ساختگی است. از

omoorepeyman.ir



شکل ۹ ـ ۳. نشستگیر روی روآش ساختگی و ریزه‌کاریهای آن.

آنجاکه در بیشتر خاکچالها لوله گازکش نصب می‌شود، باید به‌چگونگی کارگذاری آن توجه داشت، شکل ۹ ـ ۴. برای ساختمان خاکچال، با پسمانده‌های پوسیدنی که در آینده نیاز به‌سامانه گازکش دارند، بنای چاههای گازگیر پیرامون آن و پیوستن آنها به‌وسیلهٔ لولهٔ اصلی



شکل ۹ ـ ۴. برشی از گازکش پوشش پایانی با روکش ساختگی.

omoorepeyman.ir

گازگیری، مطرح می‌شود. پس، بهتر است از همان آغاز کار، چاههای ژرف گازگیری را پیرامون خاکچال درنظر گرفت و هنگام پهن کردن روکش، سوراخهای لازم را کارسازی کرد تا در آینده دچار دشواری پیوند زنی نشوند.

جابه‌جا کردن روکش ساختگی از کارخانه تا پای کار و در درون کارگاه، باید با احتیاط انجام گیرد. برنامه‌ریزی انبار کردن و شیوه جابه‌جا کردن روکش نیز، مهم است. بهتر است درازای روکش برای هر خاکچالی به‌آگاهی کارخانه سازنده رسانده شده و در هماهنگی با میزان تولید، روی روکشها نشانه‌گذاری شود. در پیاده کردن روکش، ۱۵ تا ۲۵ سانتیمتر رویهم‌رفتگی در نظر گرفته و درازای آن را بسته به‌توانایی ابزار درزبندی و شیوه کاربرد آن، مشخص کرد. با آگاهی از درازی درز، روکشها را در درازای آن ـ که پیشتر در کارخانه نشانه‌گذاری شده است ـ جای می‌نهند. با این کار، از جابه‌جا کردن روکش، که پُرهزینه است، پرهیز می‌شود.

چون پرتو فرابنفش، روکشهای ساختگی را زود فرسوده و سرانجام نابود می‌کند، روی آنها را در کارگاه می‌پوشانند. اگر زمان کارگذاری روکش به‌درازا انجامد، روکش را در سایه انبار کرده و اگر دمای انبار بالا رود، انبار را تهویه می‌کنند. نکته مهم دیگر، درزبندی روکش است که چند گونه روش زیر، برای آن معمول است:

۱) درزبندی باهوای داغ؛ ۲) چسباندن ذوبی یا جوش برجسته؛ ۳) کاربرد چسبهای حل‌کننده.

سازندگان روکش ـ که تولیدکنندهٔ ابزار کاربرد چسبهای حل‌کننده درزبندی هم هستند ـ دستور کارهای سودمندی در اختیار دارند، که به‌کار گرفتن آنها، درزبندی را مطمئن‌تر می‌کند. در مورد روکش‌های HDPE ، شیوهٔ جوش برجسته یا چسباندن ذوبی، خواهان بیشتری دارد. آزمونهای در دست، از درزبندی و اثر آن در میزان ایستایی و دوام درزها، گویای نکته‌های زیر است:

الف) هیچ‌گونه پیوستگی مستقیم، میان ایستایی برشی درز و ایستایی پوسته شدن نیست.

ب) با آزمایش مقاومت در پوسته شدن درز، چگونگی کیفیت درز آشکار می‌شود.

ج) آزمایش پوسته شدن زیر بار مرده، روش با ارزشی برای ارزیابی کیفیت درز نیست.

omoorepeyman.ir

د) برای بررسی سازگاری شیمیایی برخی از درزها، آزمایش شیمیایی غوطه‌ور سازی در زمان کوتاه (۶ ماه و کمتر)، کافی نیست.

هـ) از میان سه‌گونه درزبندیهای یادشده در بالا، روش جوش ذوبی بالاترین مقاومت برشی و پوسته‌شدن را برای روکشهای HDPE فراهم می‌کند.

پس از پهن کردن روکش، باید بی‌درنگ روی آن را با خاک یا پسمانده پوشانید. گرچه برخی از آزمایشهای وارسی کیفیت روکش، در آزمایشگاه انجام می‌گیرد، اما آزمایشهای کیفیت سنجی در کارگاه را می‌توان در زمان پهن کردن روکش ساختگی انجام داده و با برنامه‌ریزی مناسب، زمان انجام آزمایشها را کاهش داد.

نکتهٔ دیگر، فراهم آوردن خاک لازم در پای کار و تل‌انبار کردن آن است، تا پس از دریافت نتیجه دلخواه از آزمایشها و بازدید کارگاهی، خاک را روی روکش پخش کرده و آن را پوشانید. از آنجاکه روکش ساختگی، با آمد و شد جانوران سم‌دار آسیب می‌بیند، بهتر است بر گرد روکش لخت و پوشش‌نشده، حصار کشیده شود. پوشش خاکی روی روکش، دست‌کم ۳۰ سانتیمتر ماسه یا خاک همانند آن است که غربال شده و دارای دانه‌های درشت‌تر از ۱/۵ سانتیمتر نیست. خاک را نباید یکباره روی روکش ریخت و انباشته کرد، بلکه باید آن را پخش نمود. در بخشی از روکش که خودروهای سنگین برای جابه‌جایی خاک در رفت و آمد هستند، ضخامت خاک دست‌کم ۶۰ سانتیمتر و بهتر است که ۹۰ سانتیمتر درنظر گرفته شود.

آسیب ناشی از آمد و شد خودروهای سنگین، چه‌بسا از دید پنهان بماند. هر اندازه هم در پهن کردن روکش احتیاط به‌کار رود، چنانچه پوشاندن روی آن به‌آرامی انجام نگیرد، نتیجه دلخواه فراهم نمی‌شود. بر پایهٔ آزمونهای در دست، زمان لازم برای پوشش روکش ساختگی با خاک، ۵۰ تا ۱۰۰٪ زمان پهن کردن و کارگذاری روکش است. از آنجا که کاربرد بیش از اندازه ابزار، سبب شتابزدگی و ناآرامی در کارگاه می‌شود، پیشنهاد می‌گردد که بیش از دوگروه (هرگروه شامل یک کامیون کوچک و یک بولدوزر سبک) برای پخش خاک روی پوشش، به‌کار گرفته نشود. نخستین بار پسمانده را روی روکش پخش کرده و با ابزار سبک می‌کوبند، اما بهتر است ۳۰ سانتیمتر نخست پسمانده را نکوبیده و از ریختن پسمانده‌های درشت هم پرهیز کرد.

omoorepeyman.ir

در اسناد پیمان، برای آوردن روکش به‌کارگاه و جابه‌جا کردن و کارگذاری روکش ساختگی، باید هم از پیمانکار و هم از سازنده، تضمینهای ضروری را به‌سود کارفرما درخواست کرد. البته برای روکش رسی، چنین تضمینی مورد ندارد. هنگام گزینش پیمانکار، باید این تضمین نامه به‌اسناد پیوست شده باشد، زیرا فراهم کردن آن برای پیمانکار، هزینه دربردارد و کوشش پیمانکار بر آن است که این مطلب نادیده انگاشته شود. در اسناد پیمان، باید درباره پیشینه کار پیمانکار در این‌گونه طرحها و پیشینه سازنده روکش، ویژگیهای فیزیکی راتیانه و روکش و دمای مناسب برای کار، نوسان گرما و سرما هنگام کارگذاری روکش پرسش شود و بخواهند که حتماً به‌این پرسشها آشکار، روشن و کامل پاسخگویی شود و رسیدگی به‌اسنادی که در آن از پاسخ کامل به‌پرسشها خودداری شده باشد، هرگز صورت نگیرد.

۳ـ۲ـ۲. وارسی کیفیت روکش

وارسی کیفیت روکشها همان است که برای ساختمان با روکش رسی گفته شد. در این مورد هم، یادآور می‌شود که گزارش کار و گواه‌کاری از کیفیت روکش ـ پیش از کارگذاری و هنگام پهن کردن ـ کاری اساسی و ضروری است.

۳ـ۲ـ۲ـ۱. وارسی چگونگی کارگذاری روکش

گرچه سازندگان روکش، بسیاری از آزمایشهای مورد نیاز را در آزمایشگاه خود انجام می‌دهند، اما بازرسی بر انجام چند آزمایش از ویژگیهای فیزیکی مصالح توسط کارشناسان سازمانهای خبره بازرسی، هنگام ساخت روکش در کارخانه، مهم است. ضرورت انجام این‌گونه خدمات، باید آشکار و روشن، در مشخصات فنی و اسناد پیمان آورده شود، تا هنگام کار، درگیری رخ ندهد. آزمایشهای زیر، از دیدگاه کیفیت روکش، پیشنهاد می‌گردد:

- ضخامت هر برگ روکش بر پایهٔ (ASTM D 638).
- نمایه آب شدن (Melting Index)(ASTM 1238).
- درصد کربن سایه (ASTM 1603).
- تاب سوراخ برداشتن (Puncture Resistance)(FTMS-101B).

omoorepeyman.ir

- تاب پارگی (Tear Resistance)(ASTM D1004).
- پایداری و یکنواخت ماندن اندازه‌ها (Dimentiaonal Stability)(ASTM D1204).
- چگالش و تراکم (Density)(ASTM D729).
- شکنندگی در دمای پایین (Low Temprature Bittleness)(ASTM D746).
- گیراگیری در پوسته شدن و ورآمدن (Peel Adhesion)(ASTM D413).
- ایستایی به‌هم پیوستگی درزها (Bonded Seam Strength)(ASTM D-3083).

در آزمایشهای کیفیت کارگذاری روکشهای ساختگی توجه به‌نکات زیر، مهم است:

الف) باید از میزان تراکم و صاف بودن رویه مطمئن شد. همانگونه که پیش از این گفته شد، لایهٔ زیرپی، باید بری از هرگونه گودی و فرورفتگیهای ولو کوچک، باشد تا موجب گرفتاری و موتورسوزی درزبندها نشود.

ب) همه رسیدهای دریافت جنس و حلقه‌های روکش به‌کارگاه، باید وارسی شده و اطمینان حاصل شود که تمام سفارش‌ها در کارگاه فراهم و آماده شده است.

ج) نقشه پیاده کردن روکش را باید رسیدگی کرد و مطمئن شد که حلقه‌های روکش در کارخانه و در کارگاه، به‌درستی شماره‌بندی شده است. در این نقشه‌ها، پهنای روکش ثابت است و درازای آن متناسب با نقشه پیاده کردن روکش، تغییر می‌کند.

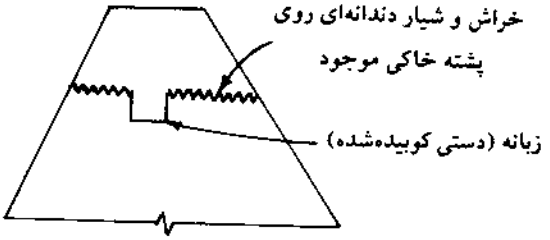
د) پس از پهن کردن و پیش از روی‌هم نهادن روکش، باید از رویهم‌رفتگی و میزان آن مطمئن شد، که خود بستگی به‌درزبند و چگونگی درزبندی دارد، اما به‌هر حال، نباید کمتر از ۱۵ سانتیمتر باشد.

ه) پیش از کارگذاری روکش، باید ترانشه سهاری و اندازه‌های چاهک را وارسی کرد و مطمئن شد که هرگز در ترانشه‌ها و چاهکها، ماده یا سنگی تیزگوشه نباشد. بهتر است ترانشه و چاهک، با خاکی که از الک ۱/۳۵ سانتیمتر گذشته است، پر شود.

و) باید درزها را در کارخانه و در کارگاه، با به‌کار بردن ابزار فنی مناسب آزمایش کرد. جعبه‌مکش، بهترین وسیله آزمایش روکش HDPE با ضخامت بیش از ۰/۷۵ میلیمتر (۳۰ میل) است، شکل ۹ - ۵. آزمایش هوا (Air Lane Testing) برای روکشهای ضخیم چندان مناسب نیست، اما دوشیوه‌فنی تازه، یعنی صفحه کندساز فراصدا (Ultrasonic Impedence Plane)(UPI) که به‌نام بسامد موج رزونانسی

omoorepeyman.ir

(Resonant Frequency Wave) ، شـــناخته مـــی‌شود و فـن پـژواک فـرابـنفش (Ultra Pulse Echo Technique) ، گرچه گامهای نخستین کـاربرد را مـی‌پیماید، امـا



شکل ۹ ـ ۵. گسترش دادن پشته خاکی و ریزه‌کاریهای آن.

استفاده از آن در کارگاه‌ها، سودمند بوده است.

ز) آزمایش مقاومت نابودی درز (Destructive Seam Strength) را، برای هـر دسـتگاه درزبند و دست‌کم در در ازای ۶۰ سانتیمتر و دوبار در روز، (یک‌بار در آغاز روزکاری) انجام می‌دهند. در هر درزبندی، باید دست‌کم یک آزمایش درزبندی در روز انـجام گیرد. بخشی از آزمایش ایستایی درز، در کارگاه و بخش دیگر را در آزمایشگاه انجام می‌دهند. آزمایش چسبندگی، ورآمدن و پوسته شدن کـه در کـارگاه انـجام مـی‌شود، استاندارد شدنی است. برای این کار، باید اندازه نمونه و میزان جـابه‌جا شـدن ابـزار آزمایش را معین کرد و به‌اندازه‌گیری میزان پس‌زدگی و جابه‌جایی پرداخت، سپس، با درجه‌بندی آن نیروی کششی را مشخص نمود. بهتر است برای نمونه‌هایی کـه مـورد آزمایش درز؛ آزمایش چسبندگی و پوسته شدن (ASTM D415)؛ و نیز آزمایش مقاومت پیوستگی درزها قرار می‌گیرد، این کار انجام شود.

ح) در هر حال، گریزی از آسیب رسیدن به‌روکش نیست. درز بد، سوختگی و کاستی در ساخت روکش در کارخانه، گرفتاریهای ناشی از جابه‌جاکردن روکش و آوردن و بردن آن، سوراخ شدن با فرو افتادن چیزهای نوک تیز بر روی روکش گذر جانوران سم‌دار، آسیب نـاشی از وزش تـندباد هـنگام پـهن کـردن روکش و چـین خـوردن روکش، از رویدادهایی است که جلوگیری صددرصد از آنها امکـان‌پذیر نـیست. پس پینه زدن روکش، ضرورت می‌یابد. درزها پس از پینه‌زنی و ترمیم، باید از نو آزمایش و از کار

omoorepeyman.ir

انجام شده اطمینان حاصل گردد. برای شمار و میزان پینه‌زنی، استانداردی فراهم نشده است، اما بر پایهٔ آزمونهای دردست، برای هر ۹۰۰ متر مربع، یک یا دو پینه‌زنی و نوکاری (تعمیر) پذیرفتنی است.

لازم است در گزارشهای روزانه کارگاه، جای نوکاریها، دلیل نادرستی درز و نیاز به‌پینه‌زنی، زمان وارسی و نام بازرس، زمان نوکاری و روز آزمایش دوبارهٔ درز، با همهٔ ریزه کاری انجام شده، یادداشت شود. در دست داشتن این‌گونه گزارشها، از دردسرهای آینده میان کارفرما و پیمانکار، می‌کاهد. سرزدن بی‌هنگام مهندسان فنی به‌کارگاه، روشی سودمند در رسیدن به‌اجرای بهتر طرح است.

۳-۲-۲-۲. گواه‌نگاری

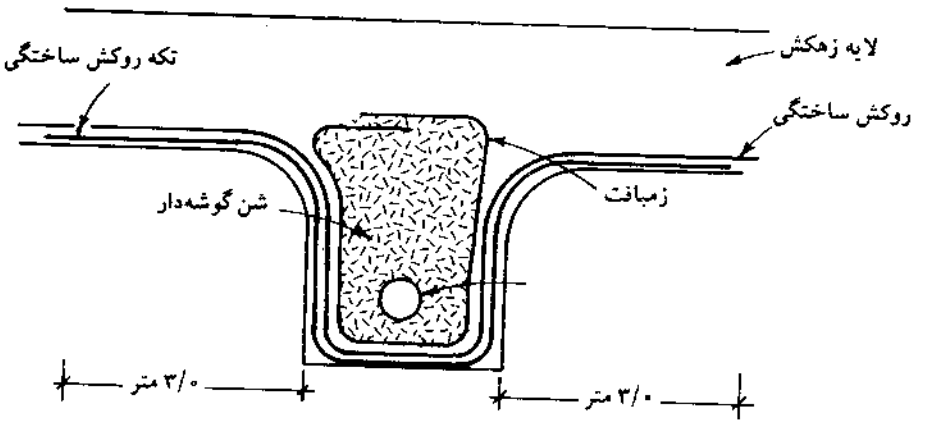
گواه‌نگاری روکشهای ساختگی، همان است که در گفتار ۹-۲-۱، برای خاک‌رس آورده شد. این گواه‌نگاریها دربرگیرندهٔ نتیجهٔ آزمایشهای کارگاهی و آزمایشگاهی، جای پینه‌زنیها، تضمین‌نامه‌های سازندگان، روکش‌کنندگان و همهٔ تلاشهای روزانه ساختمانی است.

۴. ساختمان پشته خاکی

پشته خاکی، از خاک ماسه‌دار و کوبیدن دانه‌ها با غلتک لاستیکی یا غلتکهای استوانه‌ای صاف و تراکتورهای زنجیری، ساخته‌می‌شود. ضخامت خاکریخت‌ها را پیش‌از کوبیدن، ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر و فشار چرخ را ۲۱ تا ۲۸ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (۶۰ تا ۸۰ پوند بر اینچ مربع)، برمی‌گزینند تا تراکم نسبی ۹۰٪ فراهم شود. برای‌رسیدن به‌تراکم نسبی در مشخصات فنی، فهرست آزمایشها و شیوه موردنظر ــ که خشک یا تَر (ASTM D4253) است ــ سه تا شش گذر لازم به‌نظر می‌رسد. پشته را در خاکریخت افقی بنا می‌کنند و بر رویه کناری و روی پشته روخاک می‌ریزند، تا هر چه زودتر رستنیها روی آن روییده و از شسته شدن و سایش پشته در اثر ریزش بارانهای تند و جز اینها، پیشگیری شود. بخش درونی پشته‌های خاکچالهای خودپالا را می‌توان رس یا سنگچین درنظر گرفت.

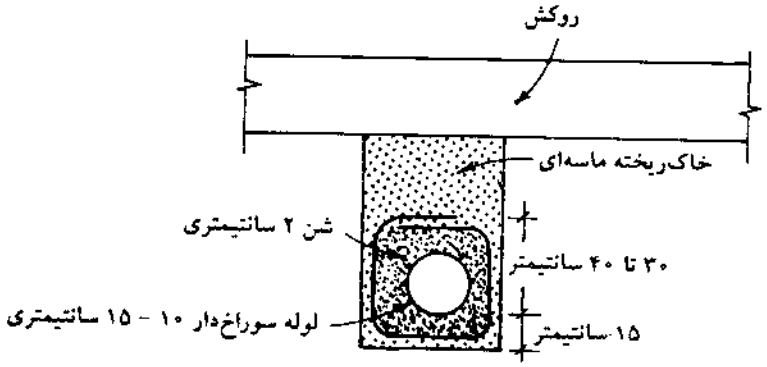
برای گسترش خاکچال و بالا بردن تراز پشته، باید نهایت کوشش در چفت و بسته شدن

omoorepeyman.ir



شکل ۹ ـ ۶. ساختمان ترانشه گردآوری آبزباله برای روکش ساختگی و ریزه‌کاریهای آن.

دو پشته به‌کار رود، شکل ۹ ـ ۷. برای این کار، چفت ۹۰×۹۰ تا ۱۵۰×۱۵۰ سانتیمتری، کافی است. برای انجام این‌کار، رویهٔ پشته را خراش داده و سپس خاکریزی پشته دوم انجام می‌گیرد. چفت خاکریخت نخستین‌را، به‌آهستگی و آرامی‌باکوبنده‌های موتوردار ضربه‌ای ـ که ضربه‌های پی درپی وارد می‌کند ـ با خاک‌کوب دستی می‌کوبند. از کاربرد کوبنده‌های لرزشی که سبب گشودگی و سستی پشته و از هم پاشیدگی دوباره ماسه کوبیده شده می‌گردد، باید خودداری ورزید.



شکل ۹ ـ ۷. ترانشه کارگذاری لوله و شبکهٔ گردآوری آب زیرزمینی.

omoorepeyman.ir

چون پیوندگاه پشته زبرین و زیرین ممکن است آبراهی برای گذر آبزباله فراهم آورده و به‌ویژه در خاکچالهای خودپالا برون پسدادگی پیدا شود، دیواره درونی پشته را با روکش ساختگی به‌ضخامت ۰/۵ تا ۰/۷۵ میلیمتر (۲۰ تا ۳۰ میل) می‌پوشانند.

آزمایش تراکم خاکریخت کوبیده شده راکه در واقع آزمایشهای سنجش کیفیت روکش است، در پهنایی کمتر از ۴۵ متر و در هر ۳۰ متر و اگر پهنای خاکریخت بیش از ۴/۵ متر باشد، در هر ۲۵ متر، در زمانهای برنامه‌ریزی شده، انجام می‌دهند. برای بهتر نمایاندن کوبش و تراکم نسبی، جای آزمایشها روی خاکریخت، در یک خط نبوده و کج واکج و در آغاز، میانه و پایان پشته گزیده می‌شود. آزمایش دانه‌بندی مواد خاکی پشته را هم، بسته به‌یکدست بودن خاک برداشتگاه، یا همگن و یکنواخت نبودن آن، برای هر ۷۵۰ تا ۲۰۰۰ متر مکعب، درنظر می‌گیرند. بهتر است مصالح خاکی بیش از اندازه شنی نباشد، و لایه زیرپی که پشته خاکی را روی آن می‌سازند نیز کوبیده شود. برای دست یافتن به‌زیرسازی پایدار و سفت، از شن ۲ سانتیمتری به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر سود می‌برند. کف پشته در کناره بیرونی آن، دست‌کم باید ۱۵ سانتیمتر پایین‌تر از تراز زمین موجود باشد تا پسدادگی آبزباله در پاشنهٔ پشته به‌کمترین میزان برسد. چنانچه بررسیهای زمین‌شناسی گواه بر بودن نشستهایی در زیرزمین باشد ــ و طرح و اسناد پیمان خواستار پیش بارگذاری (Preloading) باشد ــ باید پیمانکار آمادگی لازم برای انجام چنین کاری را داشته باشد. یادداشت‌برداری از میزان نشست پشته و آزمایشهای کیفیت، باید در هر زمان از کار اجرایی و پس از پایان پذیرفتن کار ساختمانی، همچنان ادامه یابد، *تا* از هرگونه دگرگونی آگاهی حاصل شود.

۵. ساختمان بستر زهکش ماسه‌ای

اگرچه بنای زهکش ماسه‌ای به‌دشواری ساختن روکش ساختگی نیست، اما تنها با ریختن ماسه روی روکش، کار پایان‌یافته تلقی نمی‌شود. باید ماسه را به‌آرامی و با احتیاط ــ به‌گونه‌ای که خودروها روی روکش، به‌طور مستقیم آمد و شد نداشته باشند ــ با بولدوزر به‌جلو رانده و پخش کرد. اگر در نظر باشد بستر زهکش ماسه‌ای روی روکش ساخته شود، باید بیشتر احتیاط کرد و در نگهداری روکش بیشتر کوشید. بستر زهکش ماسه‌ای، روی

omoorepeyman.ir

کناره روکش در اثر بارندگیهای تند سایش می‌یابد، و از این روست که در ساختمان آن شن نخودی به‌کار می‌برند، زیرا ایستایی بهتری از خود نشان می‌دهد.

میزان مصالح دانه‌ای ۰/۰۷۴ میلیمتری یاکمتر (الک ۲۰۰) در ماسه‌های کاربردی برای بستر زهکش، نباید از ۵٪ بیشتر باشد. ماسه تمیز و درشت دانه برای ساختن زهکش بسیار مناسب است و از شن نخودی تیز گوشه نیز بسیار استفاده می‌شود. نباید از شن تنها برای ساختمان زهکش سود جست، زیرا ریزدانه‌های درون پسمانده از لابلای روزنه‌های شن گذشته، سبب بسته‌شدن بستر زهکش می‌شود.

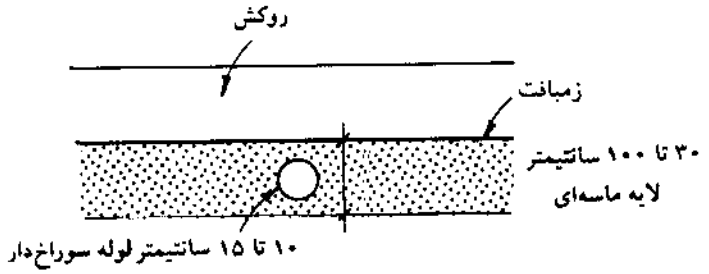
اجرای درست ساختمان زهکش، مانند ساختمان صافیهای شنی است و سنجش کیفیت آن، شامل بررسی اندازه دانه‌ها، دانه‌بندی و تراوایی است. پیشنهاد می‌شود برای هر ۷۵۰ متر مکعب از مصالح کاربردی، یک آزمایش دانه‌بندی و برای هر ۲۰۰۰ متر مکعب، یک آزمایش تراوایی انجام گیرد. در حجمهای کمتر، بهتر است دست‌کم برای هر آزمایش، چهار نمونه برداشته و آزمایش کرد و در ضمن، تراوایی را به‌ازای تراکم نسبی ۹۰٪ به‌دست آورد.

۶. ساختمان ترانشه گردآوری آبزباله

لوله گردآوری آبزباله، باید در جایی مناسب و به‌فاصله‌ای از روکش باشد که گذر نشتآب از درون روکش، به‌کمترین میزان ممکن کاهش یابد. لوله آبزباله را روی روکش یا درون آن کار می‌نهند. چنانچه لوله را در ترانشه نصب کنند، باید ترانشه را دست‌کم با شیبی برابر ۵٪ به‌سوی حوضچه بازدید درنظر گرفت و ترانشه را با خاکبرداری، کندن لایه زیرپی با دیواره‌هایی که در هر دو سمت صاف و شاغولی است، بناکرد تا کوبیدن آن به‌آسانی انجام پذیرد، شکل ۸ - ۱.

اگر روکش ساختگی روی خاک رس یا خاک بهیافته با بنتونیت انجام پذیرد، تکه‌ای اضافی از روکش را در سراسر زیر آن پهن می‌کنند، شکل ۹ - ۸. درزبندی روکش، همان‌گونه که پیشتر آمد، باید در بیش از ۹۰ سانتیمتری از ترانشه لوله آبزباله انجام گیرد و جابه‌جاکردن ماسه در ترانشه نیز به‌آهستگی و احتیاط انجام پذیرد. لوله‌های ریسه شدهٔ آبزباله را بهتر است در نزدیکی ترانشه، سرهم و آماده نصب کرد، تا نیازی به‌کشاندن همه لوله‌های سرهم

omoorepeyman.ir



شکل ۹ ـ ۸. کارگذاری لوله گردآوری آب زیرزمینی در بستر ماسه‌ای.

شده به‌درون ترانشه و پارگی روکش پیش نیاید. از این رو، پیشنهاد می‌شود، نخست بستر زهکش را در سراسر درازای ترانشه پخش کرد، ضمن آنکه ۱۵ سانتیمتر از دو لبه ترانشه برای کارگذاری لوله آبزباله آزاد گذاشت، تا جابه‌جا شدن ابزار سبک و جابه‌جا کردن ماسه و لوله آبزباله، آسانتر انجام گیرد.

تا زمانی‌که لوله آبزباله درون ترانشه کارگذارده نشده است، نیازی به‌ضخیمتر کردن روکش زیر جا لوله نیست، شکلهای ۸ ـ ۱ و ۸ ـ ۳.

روش نشان داده شده در شکل ۸ ـ ۱ ، پسندیده‌تر است. برای لوله‌های آبزباله که در روکش فرو می‌رود، گریبانهٔ پادُنشت در نظر گرفته و به‌گِرد آن دست‌کم ۱/۵ متر خاک رس کوبیده شده فراهم می‌آورند. گرداگرد لوله‌های هدایت آبزباله در بیرون از منطقه روکش شده، با خاک رس کوبیده شده را، باید دست‌کم با ۶۰ سانتیمتر رس پوشانید، یا آنها را از توی لوله بزرگتری گذرانید، توجه به‌نکته‌های زیر، در وارسی کیفیت ترانشه لوله گردآوری آبزباله اساسی است.

الف) آزمایش تراکم برای روکشهای طبیعی، به‌فاصله ۳۰ متری از مرکز تا مرکز.

ب) آزمایش شن و آگاهی از دارا بودن دانه‌های ۰/۰۷۴ میلیمتر (الک ۲۰۰) یا ریزتر به‌ازای هر ۷۵ متر مکعب از مصالح به‌کار رفته. شن کاربردی باید دارای ضریب یکنواختی کمتر از ۴ بوده و بی‌گوشه باشد. بزرگترین قطر دانه را ۵ سانتیمتر و برای روکش ساختگی ۲/۵ سانتیمتر پیشنهاد کرده‌اند. کاربرد مصالح سنگی ریز دانه آهکی یا دولومیت، مناسب

omoorepeyman.ir

نیست، زیرا اسید آبزباله بر آن اثر می‌گذارد و گرفتگی لوله پیش می‌آید.

ج) آزمایش تردی و تاب لوله‌های آبزباله بر پایه ASTM D2412 و نتیجهٔ آزمایشها باید در هماهنگی با استانداردهای Uni-Bee 1979 ، باشد.

د) وارسی تراز کف بستر لوله در هر ۱۰ متر با دستگاههای نقشه‌برداری و اطمینان از شیب لوله که از ۰/۵٪ کمتر نباشد.

با چکانیدن آرام و یکنواخت کمی رنگ در درون لوله آبزباله ـ به‌طوری که میزان رنگ بیرون آمده یکسان بماند ـ می‌توان از یکنواخت بودن جریان آبزباله اطمینان یافت. این شیوه آزمایش را به‌ویژه برای طرحهای بزرگ و هنگامی که به‌کار نقشه‌برداری بدگمانی به‌وجود آید، به‌کار می‌بندند. بهتر است این آزمایش، پس از شست‌وشوی لوله انجام گیرد.

ه) برای پاکیزگی لوله آبزباله، می‌توان از ابزار ویژهٔ فاضلابروهای شهری سود جست، اما شست‌وشوی لوله‌ها با آب پرفشار مناسب‌تر است، زیرا نخاله‌های ریزدانه ساختمانی و جز اینها را شسته و آسیب‌های وارد بر لوله و کاستیهای آن را آشکار می‌سازد.

۷. ساختمان روکش دولایه

وارسی کیفیت روکش و ساختمان روکشهای ساختگی و رسی پیشتر گفته شد، اما دشوارترین مورد در کارگذاری روکش دولایه ـ همانگونه که در گفتار ششم یاد شد ـ برای روکش زیرین رخ می‌دهد. دیده شده که روکش زیرین بسیار آسیب‌پذیر است و چنانچه صدمه‌ای ببیند، یافتن جای درست آن کاری دشوار و ناممکن می‌گردد. از آنجا که بیشترین آسیب، ناشی از آمد و شد خودروها هنگام ساختمان روکش نخست زیرین روی می‌دهد ـ و چاره‌ای هم از آمد و شد آنها نیست ـ تنها با آرام کار کردن و گذر کُند و یواش خودروها می‌شود از بروز این‌گونه آسیبها پیشگیری کرد.

۸. ساختمان سامانه آبکشی آب زیرزمینی

نیاز به ساختمان سامانه آبکشی و پایین بردن تراز آب زیرزمینی، بیشتر برای زمینهای

omoorepeyman.ir

ماسه‌ای است. برای انجام آن، ترانشه را خاکبرداری کرده و لوله‌های سوراخدار آبکش را درونش کار می‌نهند. آب با سنگینی خود از لوله‌ها به‌سوی چاهک یا حوضچه بازدید روان می‌شود و پس از گذر از ترانشه، به‌درون نهرک یا آب‌برهای طبیعی ـ که آبهای سطحی دیگر را هم جمع می‌کند ـ هدایت می‌شود. برای گریز از آلودگی آب در خاکچال خطرزا، آب گرد آمده را در این‌گونه حوضچه‌ها و آب باران‌گیرها نریخته و به‌ساختن حوضچه‌ای جداگانه می‌پردازند.

دیگر آنکه، روی بستر ماسه‌ای زمبافت می‌کشند تا هم از گذر دانه‌های ریز رسی از لایه روکش رسی جلوگیری شود و هم اینکه پهن کردن روکش ساختگی آسانتر انجام گیرد.

۹. ساختمان لایسیمتر

لایسیمتر را همانگونه که در گفتار ۱۰ ـ ۳ ـ ۱ از آن سخن رفته است، زیر روکش کار می‌گذارند و برای آزمایش پسدادگی استفاده می‌کنند. برای این‌کار، آن را از آب پر و لبریز کرده، دهانه آن را بسته و دست نخورده برای ۲۴ تا ۴۸ ساعت به‌جای می‌نهند و سپس، تراز آب را در آغاز و پایان آزمایش اندازه‌گیری می‌کنند. اگرچه این آزمایش سوراخهای ریز را شناسایی نمی‌کند، اما گرفتاریهای جدی پسدادگی آب را آشکار می‌کند. یادآوری می‌شود که بیشترین گرفتاری پهن کردن روکش ساختگی و پوشش ساق روی لوله گردآوری است. در انجام این‌کار، نخست لایه زیرپی را از هرگونه سنگ و قلوه و سنگ درشت‌تر از ۱/۳ سانتیمتر پاک کرده و اگر میسر شود خاکبرداری راگودتر می‌کنند و لایه زیرپی را با خاکی که از الک شماره ۴ می‌گذرد، پُر می‌نمایند. وارسی و آزمایش درزبندی، باید به‌آرامی انجام شود و بهتر است از روکشهای بی‌درز سود جست، یا درزبندی را در کارخانه انجام داد.

۱۰. ساختمان پوشش پایانی

آنچه دربارهٔ ساختمان لایه روکش رسی آورده شد، دربارهٔ ساختمان پوشش پایانی نیز معتبر است. لایه زیر لایهٔ کم‌تراوا راکه لایهٔ ترازبندی یا لایهٔ گازکشی می‌نامند، از ماسه با دانه‌بندی

omoorepeyman.ir

معمولی (ماسه SW یا SP بر پایهٔ رده‌بندی USCS) که ارزانتر است می‌سازند. آزمایش و وارسی کیفیت دانه‌بندی برای هر ۴۰۰ متر مکعب از مصالح به‌کار رفته و در هر گوشه از چارخانگ ۳۰ متری، صورت می‌گیرد. لایه را ۸۵ تا ۹۰٪ تراکم نسبی می‌کوبند، تا زیرپی استواری برای لایه کم‌تراوای رویی فراهم شود.

لایه روی لایهٔ کم‌تراوا، که همان پوشش پایانی است، باید در رده‌بندی USCS در جرگه SC. SM یا ML باشد. اگر خاک آبرفتی لای ته‌نشست Silt ، در دست نباشد، در ساختمان پوشش، از نرمه خاک آمیخته با ماسهٔ نرم استفاده می‌شود. در این‌باره، بهتر است با مهندسان مکانیک خاک و کشاورزی به‌رایزنی نشست. وارسی کیفیت دانه‌بندی را، برای هر ۷۵۰ متر مکعب از مصالح کاربردی، انجام می‌دهند. نکتهٔ مهم، نکوبیدن بی‌درنگ پوشش پایانی پس از پایان کار اجرایی خاکچال است، تا آنکه رستنیهای روی آن، به‌آسانی ریشه بدواند. از کود و آهک برای بهبودی روخاک سود می‌جویند و از آمد و شد خودروهای سنگین روی پوشش پایانی، خودداری می‌ورزند تا رستنیها جان گیرند. کاشتن درختهای ساقه کوتاه که نیازی به‌آب‌پاشی روزانه و لوله‌کشی جداگانه آب ندارد، مناسب‌ترین روش است.

۱۱. فراهم ساختن مصالح و برنامه کار ساختمانی

مصالح لازم باید خیلی پیشتر از آغاز کار ساختمانی سفارش داده شده و تاریخ دریافت همه خریدها و سفارشها به‌کارخانه و جز اینها، قطعی شود.

برنامه ریزی کار، به‌ویژه برای کار در سرزمینهای سردسیر و با بارندگیهای موسمی بسیار، کاری اساسی است. پیش از سر رسیدن زمستان، باید دست‌کم ۱ تا ۱/۵ متر پسمانده روی روکش ریخت تا گرفتاریهای طبیعی، آسیبی بار نیاورد. چون خاک رس روکش بیش از وضع طبیعی آن کوبیده و درهم فشرده می‌گردد، پدیدهٔ مچاله شدن خاک را باید برآورد کرد، که از پیوستار زیر به‌دست می‌آید:

$$SF=(Fd-N.d)/Nd$$

در این پیوستار، SF پدیدهٔ مچالگی، F تراکم کارگاهی پیشنهادی طراح برای خاک

omoorepeyman.ir

(کیلوگرم بر متر مکعب)، و Nd تراکم طبیعی خاک برداشتگاه است. حجم برداشتگاه، دست‌کم باید FV×(۱+SF) باشد، که در این پیوستار، FV میزان خاک مورد نیاز در کارگاه است. برای سرشکن کردن ریخت و پاشها، بهتر است متناسب با بزرگی یا کوچکی طرح ۲٪ تا ۱۰٪ بر میزان خاک برآورد شده افزود. کمترین میزان خاک (RV) از برداشتگاه، با در نظر گرفتن ۵٪ ریخت و پاش، از پیوستار زیر به‌دست می‌آید:

$$Rv=(۱-SF)(FV+۰/۰۵Fv)=FV(۱/۰۵+SF)$$

مثال ۹ ـ ۱

حجم خاکی با ۵٪ ریخت و پاش که از برداشتگاه خاک برای خاکچالی فراهم می‌یابد، اگر، Fd=۱۶۸۰ و ND=۱۳۹ کیلوگرم و Fv=۱۰۰۰۰۰ مترمکعب باشد، چه اندازه است:

$$SF=(۱۶۸۰-۱۳۶۰)/۱۳۶۰=۰/۲۴$$

$$R=۱۰۰۰۰۰\times(۱/۰۵+۰/۲۴)=۱۲۹۰۰۰$$ مترمکعب

omoorepeyman.ir

گفتار دهم

پایش یا کارنگری خاکچالها

۱. شناسایی

برای آگاهی و اطمینان از کار خاکچال و هماهنگی کار آنها با آیین‌نامه‌ها و مهمتر از همه، حفاظت آبهای زیرزمینی از آلودگی، باید همیشه به‌پایش خاکچال پرداخت. با اینکه برنامه پایش آبهای زیرزمینی را زمیناب شناسان و برنامه حفاظت محیط زیست پیرامون خاکچال را مهندسان این فن فراهم می‌آورند، اما باز هم خبرگی مهندس طرح است که با آگاهی همه جانبه خود، پایش و برنامه‌های وابسته به‌ساختمان خاکچال، گردانیدن خاکچال، نگهداشت پاکیزگی آب زیرزمینی و هوای پیرامون کارگاه را، تضمین نماید. مهندس طرح، لازم است در همه گفت و شنودها با خبرگان فن زمین‌شناسی، آب‌شناسی، زمیناب‌شناسی، مهندسان محیط زیست، و نیز روند نمونه‌برداری، انجام آزمایش، گزارش‌نویسی و گرفتاریهای حقوقی و مالکیت، نه تنها شرکت کند، بلکه در هماهنگ کردن خواستهای گوناگون این و آن ــ که گاه در تضاد با یکدیگراند ــ راه چاره نشان دهد.

آگاهی از نکته‌های زیر، در پایش خاکچالهای بهداشتی مهم است: ارتفاع فشاری آبزباله در درون خاکچال، ارتفاع فشاری سامانهٔ آبکشی، آب پسدادگی از زیر پی خاکچال، کیفیت آب زیرزمینی پیرامون خاکچال، گاز درون خاک و هوای بیرون خاکچال، ارتفاع

omoorepeyman.ir

فشاری و کیفیت آبزباله در انبار آبزباله و پایداری پوشش پایانی خاکچال.

چند نکتهٔ زیر را نیز، هنگام فراهم آوردن برنامه پایش، باید به‌یاد سپرد: ابزار کاربردی برای پایش، جای کارگذاری دستگاههای پایش در گسترهٔ خاکچال، بسامد پایش و اینکه هر از چندگاه باید کارنگری انجام گیرد، و مواد شیمیایی موردنیاز در کارگاه و در زیر به‌روشن شدن سه نکتهٔ دیگر که پیشتر از آنها سخن نرفته است، پرداخته می‌شود.

الف) گزینش آزمایشگاه

آزمایشگران، باید دانش فنی، و آزمایشگاه باید ابزار لازم را داشته باشد، تا هر یک از کارها با دقت اندازه‌گیری شود و همسانی آن با آنچه مقرر شده است، وارسی گردد. به این معنی که اگر قرار است آمیخت شیمیایی ماده‌ای با چگالی ۰/۰۰۱ میلیگرم در لیتر و کمتر از آن باشد، آزمایشگاه باید بتواند آن ترکیب خاص را در مرز و اندازه خواسته شده شناسایی و بیابد. آزمایشگر، باید از چگونگی انجام آزمایشها و فرآیندهای پذیرفته شده به‌خوبی آگاه باشد و استانداردهای پیشنهادی دربارهٔ نمونه‌برداری، آوردن نمونه تا آزمایشگاه و نگهداری نمونه تا آزمایش آن و همچنین گزینش و به‌کار بستن شیوه‌های آزمایش را بی‌هیچ‌گونه کاستی به‌کار بندد.

ب) گردآوری داده‌ها و بایگانی آنها

برای برداشتن یادداشت و نوشتن آمیخته‌های گوناگون شیمیایی مورد آزمایش، بهتر است از یادداشتهای استاندارد شدهٔ در دست، سود جست و از نوآوریهای بیهوده پرهیز کرد. در این‌گونه یادداشتها، چگالیهای بیشتر ماده‌های شیمیایی آورده شده است تا همواره برای آزمایشگر، یادآور باشد.

نتیجه آزمایشها و یافته‌ها باید بی‌درنگ در این یادداشتها وارد شود و در جای خود بایگانی گردد. برخی کاربرد کامپیوتر را سودمند می‌دانند، که البته چنانچه شمار آزمایشها بسیار باشد، روشی بجاست.

ج) بررسی یافته‌ها

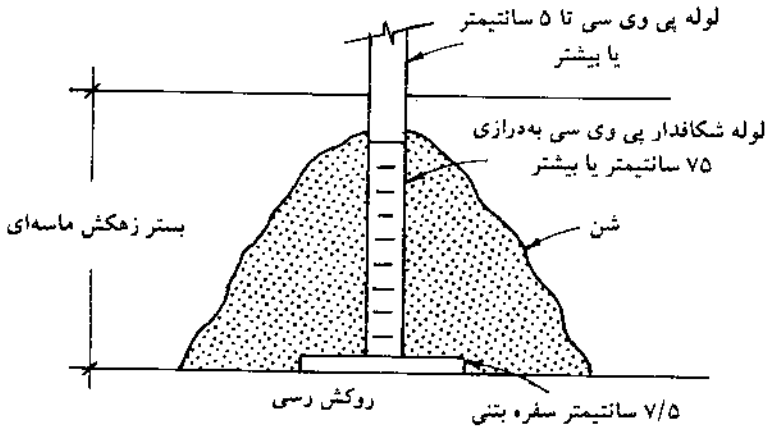
لازم است که روشی روشن و مشخص برای یافته‌ها به‌کار بست و کوشید که از آن دوری

omoorepeyman.ir

نگزید. کاربرد شیوه‌های آماری مناسب، ضروری است، تا بی‌درنگ از هرگونه اثر ناخواسته و نپذیرفتنی در آب زیرزمینی یا هوای پیرامون خاکچال، آگاهی یافت.

۲. ارتفاع فشاری آبزباله

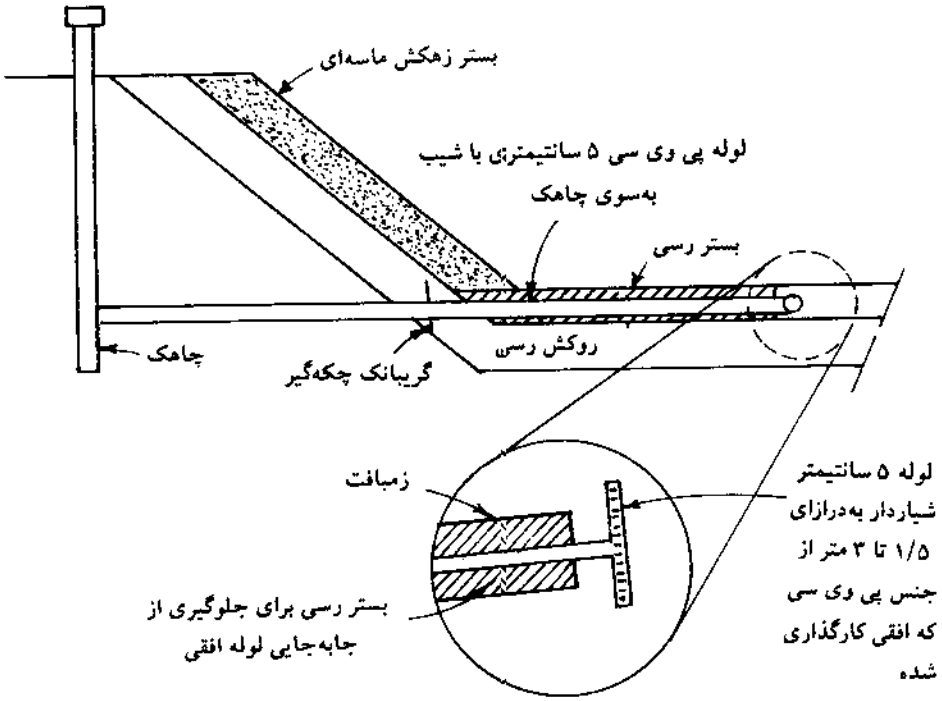
پایش ارتفاع فشاری آبزباله در خاکچالهای دوربسته، بسیار مهم است، اما می‌شود برای خاکچالهای خودپالا، به‌آن نپرداخت. برای این کار، به‌طرح دوگونه چاه یعنی چاه افقی یا عمودی می‌پردازند، شکلهای ۱۰ ـ ۱ و ۱۰ ـ ۲. ساختمان تاوه بتونی مناسب است و باید جای آن روی نقشه‌های کارگاهی نشان داده شود. کاربرد هر دوگونه چاه عمودی و افقی، برای پایش، معمول است. و افزونه و کاستی آنها، در جدول ۱۰ ـ ۱، آورده شده است.



شکل ۱۰ ـ ۱. طرح چاه پایش شاغولی برای اندازه‌گیری ارتفاع فشاری آبزباله.

ارتفاع فشاری آبزباله ثابت نیست و با زمان و جای برداشت، دگرگونی نشان می‌دهد. در نزدیکی به‌تاک روکش، این فشار بیشتر است و با نزدیک شدن به‌لوله‌های گردآوری آبزباله، میزان آن کم می‌شود. پس، لازم است در این دو نقطه، ارتفاع فشاری را پایید و یادداشت کرد. تراز ارتفاع فشاری هم با زمان تغییر می‌کند، پس باید اندازه‌گیری شود تا از درستی کار خاکچال و هماهنگی آن با طرح، مطمئن شد. بهتر است در سه تا چهار سال

omoorepeyman.ir



شکل ۱۰ ـ ۲. طرح چاه پایش افقی برای اندازه‌گیری ارتفاع فشاری آبزباله و ریزه‌کاریهای آن.

نخست از گرداندن خاکچال، هفته‌ای یک‌بار و در سالهای بعدی هر دو هفته یک‌بار، پایش آبزباله انجام گیرد.

۳. ارتفاع فشاری سامانه آبکشی

ارتفاع فشاری سامانه آبکشی را باید پایید و مطمئن شد که شبکه آبکشی در هماهنگی با طرح کار می‌کند. این ارتفاع، با زمان و در جاهای گوناگون از شبکه آبکشی یکسان نیست و تغییر می‌کند. برای پایش ارتفاع فشاری در سامانه آبکشی، تنها از چاههای افقی سود می‌جویند. بسامد پایش برای نشان دادن افت، و خیزهای موسمی، یک‌بار در ماه کافی است و با گذشت زمان می‌شود به‌چند ماه یک‌بار بسنده کرد.

omoorepeyman.ir

جدول ۱۰ ـ ۱. افزونه‌ها و کاستیهای چاه عمودی و افقی پایش آبزباله

چاههای عمودی	چاههای افقی
۱) می‌توان آن‌را پیش‌از ریختن و جابه‌جاکردن کامل پسمانده یا هنگام انجام، یا پس‌از اتمام عملیات نصب کرد.	ـ تنها می‌توان پیش از ریختن و جابه‌جاکردن کامل پسمانده نصب کرد.
۲) اگر هنگام‌ریختن یا پیش‌از ریختن و جابه‌جا کردن نصب شود، باید گاه‌گاهی بر آن افزود.	ـ به‌افزایش و گسترش نیاز ندارد.
۳) احتمال آسیب‌دیدگی هنگام جابه‌جایی پسمانده زیاد است.	ـ احتمال آسیب‌دیدگی هنگام جابه‌جایی پسمانده کم است.
۴) نگهداری در برابر جابه‌جا شدن و نشست پسمانده و بویژه درخاکچال لجن تصفیه‌خانه‌ها، کاری بسیار سخت و دشوار است.	جابه‌جا شدن و نشست هرگونه پسمانده اثری به‌جای نمی‌نهد.

۴. پایش آب پسدادگی

باید منطقه سیرآب نشده میان روکش و سفر آب زیرزمینی را، چنانچه روکش در همه جا بالاتر از بلندترین تراز آب زیرزمینی در موسم پرآبی است، زیرنظر داشت. آنچه امروزه برای پایش آب پسدادگی انجام می‌گیرد، چنین است:

الف) کارگذاری دستگاههای پایشی که بتواند بیرون زدگی آبزباله را آشکار سازد. این رویه پایش بی‌میانجی یا پایش مستقیم نام دارد.

ب) کارگذاری دستگاههای پایشی که تراوش آب را آشکار می‌کند پایش با میانجی یا پایش غیرمستقیم نام دارد. با کاربرد این دستگاهها که لایسیمتر نامیده می‌شود، بی‌درنگ به‌پسدادگی آب پی برده و به‌موقع می‌شود به‌رفع گرفتاری پرداخت و از هزینه‌های بیهوده کاست.

۴ ـ ۱. پایش با میانجی از پسدادگی

دوگونه لایسیمتر دردسترس است؛ لایسیمتر مکشی و لایسیمتر حوضچه‌ای. بسته به‌طرح و

omoorepeyman.ir

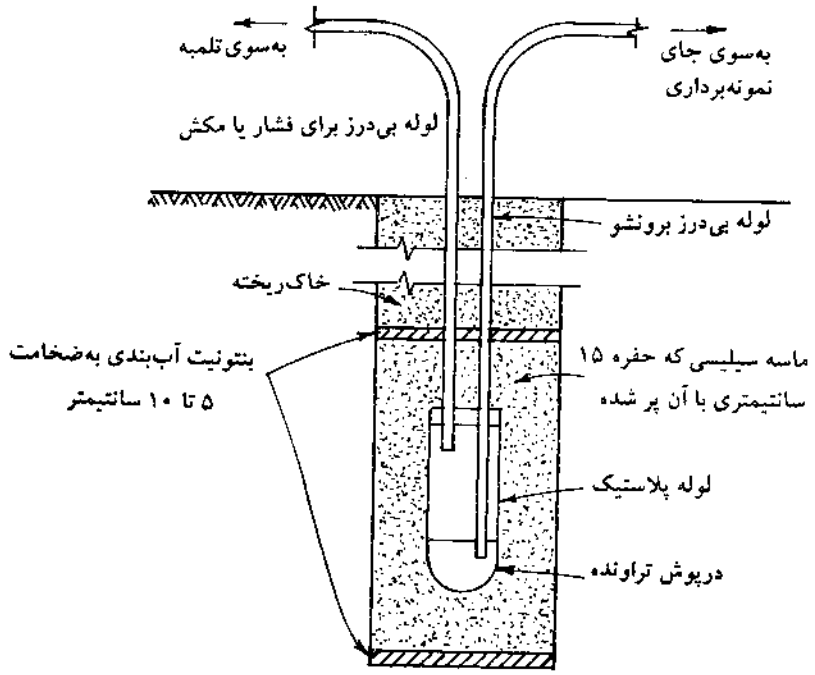
جای خاکچال، از هر دو دستگاه می‌توان سود جست. برای کارگذاری لایسیمتر در زیر پی، بهتر است بیش از یک دستگاه کارگذاری شود تا با رسیدن آسیب به‌یک لایسیمتر کار پایش لنگ نشود. برای کاهش درازای لوله انتقال، لایسیمتر را در کناره خاکچال و به‌دور از اتصالها نصب می‌کنند. در خاکچالهای خودپالا، لایسیمتر را در هر جا که در ترازی پایین‌تر از تراز خاکچال است، کار می‌گذارند. در نصب لایسیمتر در خاکچالهای دوربسته، توجه به‌چند نکتهٔ زیر لازم است. ارتفاع فشاری آبزباله در تاک روکش پی، از همه جا بیشتر و از این‌رو میزان پسدادگی از همه جا افزونتر است. کمترین پسدادگی در زیر ترانشه لوله آبزباله رخ می‌دهد، اگر بخواهند در هر مرحله از گردانندگی خاکچال، یک لایسیمتر کار نهند، بهتر است آن را پایین‌تر از برآمدگی روکش پی تکار گذارند. چنانچه برای هر مرحله از گرداندن خاکچال، کاربرد دو لایسیمتر در نظر باشد، در آن صورت، باید یکی از آنها را زیر تاک روکش پی و دیگری را پایین‌تر از تراز میانی نصب کرد، شکل ۱۰ ـ ۳. چنانچه بخواهند لایسیمتر سومی را هم نصب کنند، بهتر است آن را پایین‌تر از تراز ترانشه گردآوری آبزباله در نظر گرفت. در هر صورت، برای خاکچالهای دوربسته، دست‌کم باید به‌ازای هر مرحله از بهره‌برداری، یک لایسیمتر پیش‌بینی کرد.

الف) لایسیمتر مکشی . لایسیمتر مکشی را زیر منطقه روکش‌دار و دست‌کم ۶۰ سانتیمتر پایین‌تر از تراز لایه زیر پی نصب می‌کنند، تا هنگام کار ساختمانی و گردانندگی، آسیبی نبیند.

شکل ۱۰ ـ ۳. جای کارگذاری پیشنهادی برای لایسیمتر.

omoorepeyman.ir

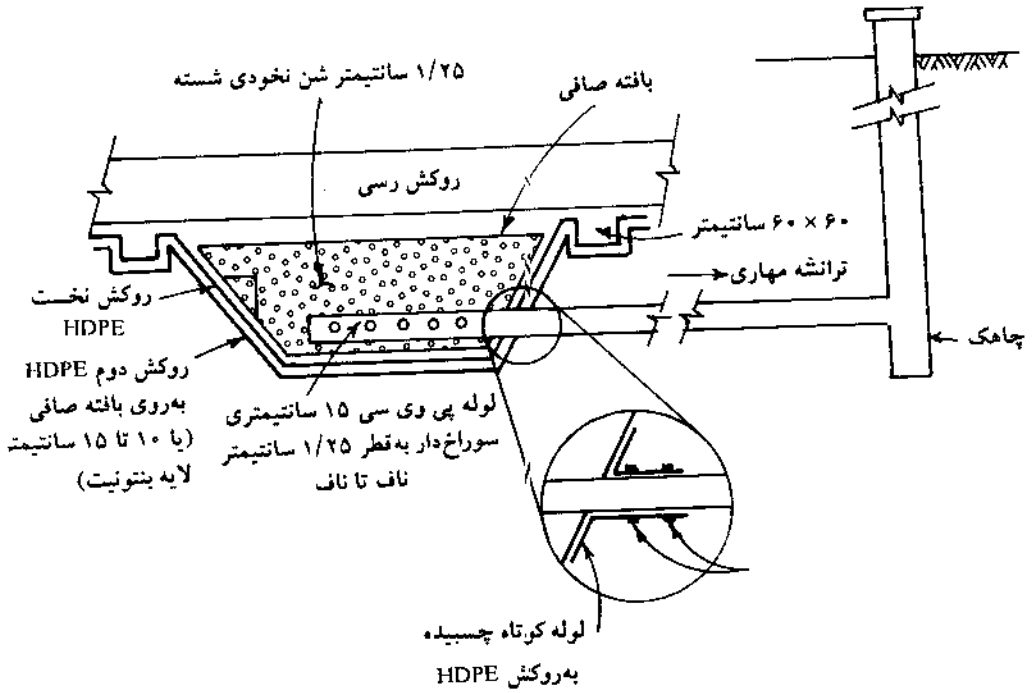
لایسیمتر که برای نمایاندن میزان نم زمین است، در آن بخش از خاکچال که خیسی بسیار کم است، کاربرد مطلوبی ندارد. لایسیمترهای مکشی، سه‌گونه‌اند: با سامانه مکشی تهی‌ساز، تهی‌ساز فشاری، نمونه‌بردار تهی‌ساز فشاری یا شیر یک‌سویه. لایسیمترها را به‌صورت پشت سرهم در ژرفای گوناگون درون یک گمانه، یا درون چند گمانه، نزدیک به‌هم نصب می‌کنند، شکل ۱۰ ـ ۴.



شکل ۱۰ ـ ۴. لایسیمتر مکشی.

ب) لایسیمتر حوضچه‌ای. این لایسیمتر را هنگام اجرای کارهای ساختمانی، درون حوضچه‌ای کار می‌گذارند تا حجم کافی برای نمونه‌برداری را فراهم آورد، شکل ۱۰ ـ ۵. برون‌نشت گردآوری شده را می‌شود برای آگاهی از میزان پسدادگی و کیفیت آبزباله، پایید. برای آزمایش آبزباله، دست‌کم دو لیتر آبزباله لازم است. آبزباله، به‌وسیلهٔ لوله انتقال به‌لولهٔ ایستان روان شده و از آنجا به‌وسیلهٔ تلمبه یا دستی، برداشت می‌گردد. اندازهٔ لوله

omoorepeyman.ir



شکل ۱۰ ـ ۵. لایسیمتر گردآورنده.

ایستان، باید کافی بوده و دسترسی و پاک کردن آن، آسان باشد. ارتفاع آبزباله درون لوله ایستان را دست‌کم دوبار در ماه وارسی می‌کنند و هرگاه تراز آبزباله به ۱۵ سانتیمتر زیر کف لوله انتقال برسد، آن را خالی می‌کنند. چنانچه میزان پسدادگی برای دو تا سه سال یکسان بماند، می‌شود از بسامد سرکشی و وارسی کاست. پاک کردن لوله انتقال نیز، یک‌بار در هر دو سال کافی است.

مثال ۱۰ ـ ۱

سطح موردنیاز برای یک لایسیمتر حوضچه‌ای، راکه زیر لایهٔ رسی به‌ضخامت ۱/۳ متر کار نهاده شده است، در صورتی‌که میزان هدررفتگی ۱۰۰٪ و بسامد نمونه‌برداری ۳۰ روز و تراوایی رس ۱×۱۰^{-۷} سانتیمتر بر ثانیه (میزان تراوایی با گذشت زمان و گرفتگی روزنه‌ها در

omoorepeyman.ir

دو تا سه سال از پایان کار ساختمانی، کاهش می‌یابد) و میانگین ارتفاع فشاری روکش برابر ۳۰ سانتیمتر، به‌دست آورید:

$$\text{پسدادگی در ثانیه} = (۱\times۱۰)\times(۱۳۰-۳۰)\times A/(۱۳۰) = (۱/۲۳\times۱۰)A$$

$$\text{سطح حوضچه} = \text{پسدادگی در روز سی} = ۰/۰۳\times A$$

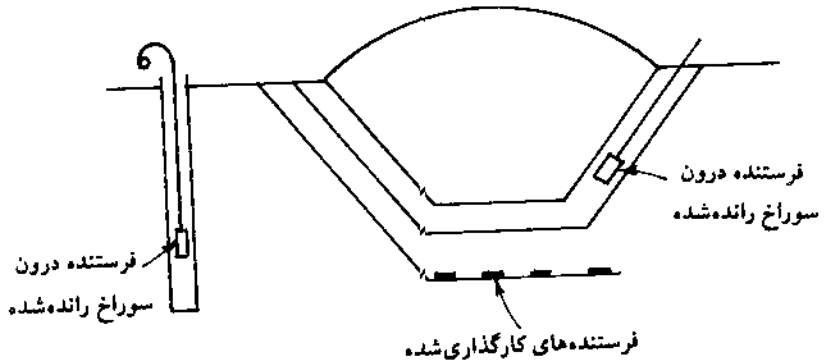
به‌ازای ۱۰۰٪ هدررفتگی، دست‌کم باید ۴ لیتر آبزباله در یک ماه گردآوری شود. بنابراین: $۰/۰۳A=۴\times۱۰۰۰$ و A برابر ۱۲۵۳۸۶ سانتیمتر مربع می‌گردد. چنانچه نسبت درازا به‌پهنای حوضچه ۱:۲ فرض شود، اندازه حوضچه ۲۵۰ × ۵۰۰ سانتیمتر می‌گردد. بهتر است اندازه‌های به‌دست آمده را ۵۰ تا ۱۰۰٪ افزایش داد که تراوایی کمتر شود و هدررفتگیهای دیگر، سرشکن گردد.

۴ ـ ۲. پایش بی‌میانجی (مستقیم) پسدادگی

بسیاری از پژوهشگران برآنند که ابزاری نو فراهم آورند، یا دستگاههای موجود را برای نمایاندن پسدادگی هماهنگ کنند. اگرچه در این کوششها دستیافتیهایی هم حاصل شده است، اما در اساس دستگاههای پایش بی‌میانجی، همان است که بوده. یکی از این دستگاهها، دگرگونی میزان نم منطقه خیس زمین را می‌نمایاند و گونهٔ دوم آن، دگرگونی چگالی (میزان شوری) منطقهٔ آبدار را آشکار می‌کند. هر دوی این دستگاهها، میزان نم یا دگرگونی چگالی شیمیایی را نشان می‌دهد و گویای تغییر کیفی نیستند. این دستگاهها، اگرچه در آغاز کار بهره‌برداری از خاکچال با روکش رُسی ـ که در آن پسدادگی کم است ـ آگاهیهای سودمندی فراهم می‌آورد، اما با گذشت چند سال که ایستایی در منطقه نم‌دار پدیدار می‌شود، از کار می‌افتد و به‌درستی پسدادگی را نشان نمی‌دهد. کاربرد این دستگاهها برای خاکچالهای با پسدادگی صفر و بسیار کم (خاکچالهای دو روکشه یا با روکش ساختگی) چندان سودمند نیستند. با این‌همه اگر به‌هر دلیلی پسدادگی رخ دهد، چون آگاهیهای پرارزشی را دراختیار می‌نهد، توجیهی برای هزینهٔ انجام‌شده به‌دست می‌دهد. پایش بی‌میانجی را که در زیر چند نمونه از آنها نامبرده شده، برای پایش روزانه از خاکچالها به‌کار نمی‌گیرند.

omoorepeyman.ir

الف) نم‌سنج نیوترونی . این نم‌سنجها را که نیمرخی از نم خاک را نشان می‌دهد، زیر خاکچال، یا در گمانه‌ای در نزدیکی و کناره خاکچال، کار می‌گذارند، شکل ۱۰ ـ ۶.



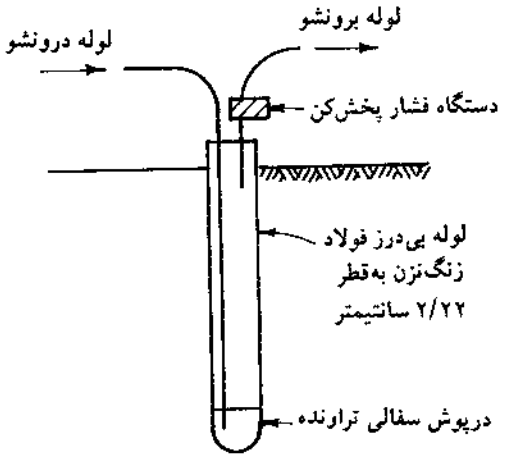
شکل ۱۰ ـ ۶. کارگذاری نم‌سنج نیوترون.

ب) میله بازرسی با پرتو گاما . این میله بازرسی را برای نمایاندن دگرگونی نم خاک به‌کار می‌گیرند. میزان کاهش و باریک شدن پرتو گاما، بستگی به‌چگالی کلی و نم مواد متشکل دارد.

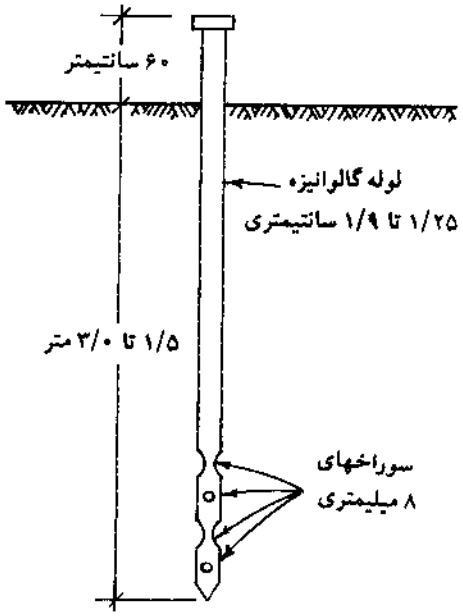
ج) بلوکهای مقاوم جریان برق . این بلوکهای با پوشش اسفنجی را که در خاک کار می‌گذارند، با دگرگون شدن آب در منطقهٔ آبدار، ویژگی آنها تغییر می‌کند. با فراهم آوردن نمودار تغییرها می‌توان به‌میزان نم خاک پی برد.

از میان این‌گونه دستگاهها، اندازه‌گیر دمایی و تنش‌سنج را، می‌توان نام برد که کاربردی دیرینه در کارهای خاکی دارد و برای اندازه‌گیری فشار منفی (فشار مویینه) موجود در خاک سیرآب نشده، به‌کار می‌گیرند، شکل ۱۰ ـ ۷. اندازه‌گیرهای پراکندگی گرما، میله بازرسی الکتریکی، گیرنده‌های شورنما و اندازه‌گیرهای میله‌ای گاز خاک نیز، برای دانستن آمیخته‌های آلی گریزنده به‌کار می‌رود، که از آهن گالوانیزه است، شکل ۱۰ ـ ۸. دستگاههای موج‌سنج نیز در بازار موجود است که بر پایهٔ دوگانگی ویژگیهای الکتریکی آب و خاک کار می‌کنند.

omoorepeyman.ir



شکل ۱۰ ـ ۷. کارگذاری تنسیومتر.



شکل ۱۰ ـ ۸. میله بازرسی گاز زیرزمین.

omoorepeyman.ir

۵. پایش آب زیرزمینی

برای یافتن آثار آلودگی در آبهای زیرزمینی، دو راه در پیش است: یکی روش پایش با میانجی و استفاده از چاه آب، دیگری براساس کاربرد ژئوفیزیک که برای «بهسازی» آبهای آلوده زیرزمینی است و کمتر برای «پایش» آبهای زیرزمینی از آن استفاده می‌شود. نکته‌های زیر را در طرح، کارگذاری چارخانگ و نمونه‌برداری از آب زیرزمینی، به‌کار می‌بندند: هماهنگ کردن جای نمونه برداریها، کمترین نمونه‌برداری ممکن، طرح و ساختمان چاهها، چگونگی کیفیت آب زیرزمینی پیش از ساختمان و بهره بردن از خاکچال، بسامد نمونه‌برداری، برداشتن نمونه‌ها و نگهداری آنها تا انجام آزمایش روی آنها.

۵ ـ ۱. تیرگ جانما (محور مختصات) و نقطه‌های نمونه‌برداری

ریخت آلودگی خوشه‌وار آبزباله، باید پیش از طرح و کارگذاری سامانه پایش و پیش از چال کردن پسمانده، از سوی مهندس طرح، انگاشته شود. این کاری دشوار است، به‌ویژه اگر خاک زیر سفره آب زیرزمینی، دارای چینه‌بندی و کپه‌های خاکی با تراوایی گوناگون و ترک‌خوردگی باشد. در گفتار دوم، نکته‌هایی دربارهٔ شناسایی کارگاه آورده شد. نکتهٔ مهم دیگر، در ارتباط با چارخانگ پایش خاکچال و جابه‌جا شدن ماده‌های آلاینده است، که پدیده‌ای سه سویه می‌باشد. در راستای ژرفا که شاغولی است و تنه شکافدار چاه در آن سوی این جابه‌جایی، همان اندازه مهم است که در دو سوی دیگر. به‌هر حال، باید به‌سه پدیده مؤثر در گزینش جای چاه پایشی توجه داشت، که عبارت‌اند از: ویژگی شیمیایی ماده آلاینده که احتمال نشت آن می‌رود طرح خود خاکچال و روکش به‌کار رفته که گزینش آن بستگی به‌نوع پسمانده دارد و ویژگیهای زمیناب کارگاه.

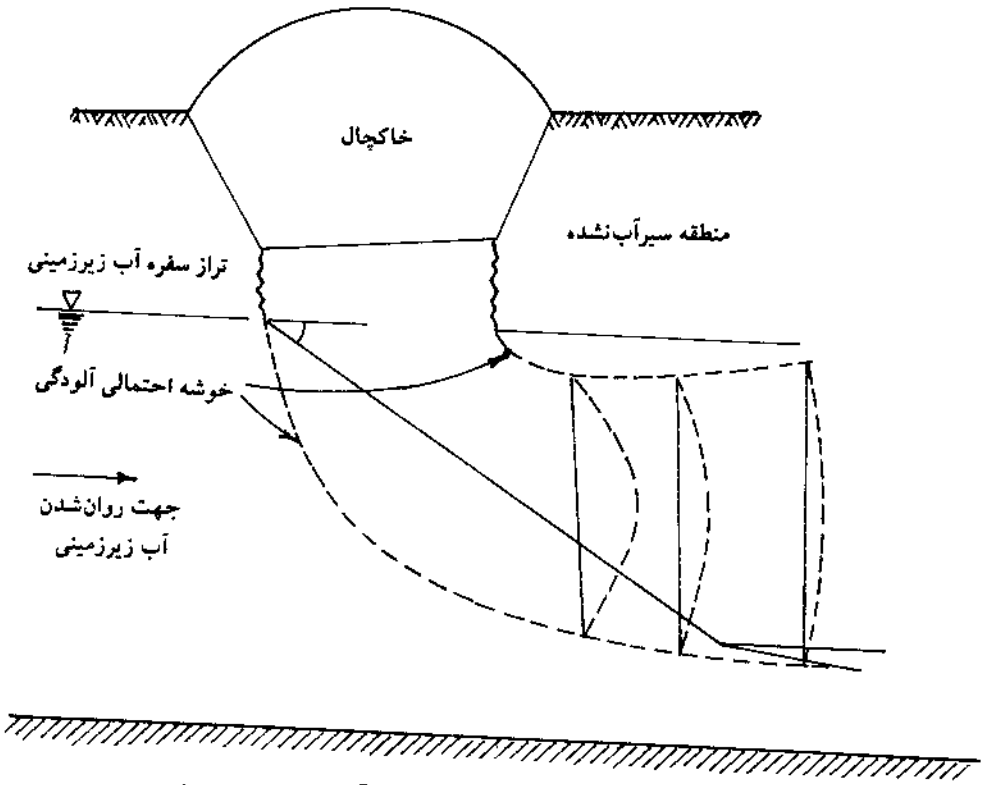
جابه‌جا شدن مواد آلاینده در زیر سطح زمین، بستگی به میزان حل شوندگی آن مواد در آب، خاصیت پراکندگی و پخش و نیز، واکنش آنها با خاک زمین کارگاه دارد. از این‌رو، گسترهٔ خوشه آلودگی بسته به‌نوع آمیخته‌ها، یکسان نیست. آلاینده‌های سبکتر و آبکی‌تر و نیامیختنی، بیشتر گرایش به‌شناور شدن دارند، اما در آلاینده‌های سنگین‌تر و آمیخته شو، جابه‌جا شدن به‌درجه گرانروی و چگالی، بستگی دارد. دسته‌ای از ماده‌ها، مانند کلرورها و مواد با وزن مولکولی کم نیز هستند، که بسیار جنبنده بوده و به‌خوبی جابه‌جا می‌شوند، در

omoorepeyman.ir

حالی‌که موادی با وزن مولکولی سنگین مانند فلزها، از جنبندگی کمتری برخوردارند.

ریخت خوشه‌های آلودگی، بستگی به‌سرعت جریان و نشت آبزباله در آبخیزگاه نیز دارد. سرعت جریان در خاکچالهای خودپالا، بیشتر از سرعت جریان آبزباله در خاکچالهای دور بسته است، از این‌رو، رخنه آبزباله در خاکچالهای خودپالا، در ژرفای بیشتری از آبخیزگاه دیده شده است.

ویژگی زمین کارگاه از دیدگاه فن زمیناب نیز، دوگونه است: یا همگن است، یا درهم ریخته و ناهمگن. انگاشتن (برآورد) آلودگی در زمینهای همگن ساده‌تر و کار پایش آسانتر است، در نتیجه، گزینش جای کارگاه خاکچال در آبخیزگاههای همگن، راحت‌تر است. در آبخیزگاههای ژرف و ماسه‌ای، ریخت هندسی خوشه آلودگی، مانند شکل ۱۰ ـ ۹ است و می‌شود آن را مرزبندی کرد. گوشه‌ای که در شکل نشان داده شده، گوشه دورگشت می‌نامند



شکل ۱۰ ـ ۹. برش خوشه آلودگی در خاکچالی با آبخیزگاه ضخیم و همگن.

omoorepeyman.ir

که با بهم پیوستن دورترین نقطهٔ خاکچال و مرز خوشه که آن را به‌فاصله ۹۰ متری درنظر می‌گیرند، به‌دست می‌آید. آبخیزگاههای ناهمگن، دو گروه‌اند: تو در تو که یک لایه ماسه‌ای و یک لایه رس است، گروه دوم به‌شکل عدسکهای رس است در چینهٔ پر از ماسه.

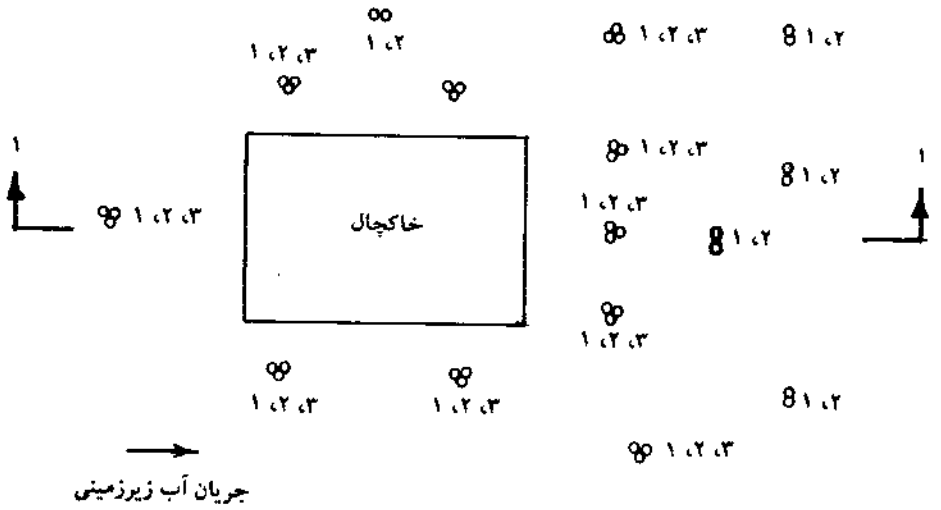
الف) آبخیزگاه با بستر تو در تو. در این‌گونه چینه‌بندی، سمت روان شدن آب زیرزمینی در لایهٔ بالایی یا پایینی یکی نیست و شیب هیدرولیکی در یکی افقی و در دیگری شاغولی است. اساس طرح سامانه پایش در این‌گونه زمینها، با ارزیابی درست از جهت جریان و شیب هیدرولیکی میسر است. در شکل ۱۰ ـ ۱۰ ، نمونه‌ای از خاکچال خودپالا برای زباله شهری، در آبخیزگاهی با بستر تودرتو نشان داده شده است. چون رخنه کردن خوشه آلوده به لایهٔ زیرین امری ممکن است، نمونه‌برداری از آب ــ پیش از چال کردن پسمانده و از سه لایه دور از هم ــ لازم است. درباره خاکچالهای دوربسته چون پیکرهٔ خوشه آلودگی به‌گونه دیگری است، باید سامانه پایش را متناسب با آن تغییر داد.

ب) آبخیزگاه با عدسکهای رسی. در این‌گونه کارگاهها، دانستن اندازه عدسکها مهم است. گاه این عدسکها، ایستابه‌های بسیار بزرگی هستند (منظور از ایستابه، آب غوطه‌وری است که تخلیه‌شدنی نیست). شکل ۱۰ـ۱۱، نمونه‌ای از خاکچال دوربسته برای کارخانه کاغذسازی، در این‌گونه زمینهاست. همان‌گونه که دیده می‌شود، نمونه‌برداری از آب بالادست در ژرفا و پایش عدسک بزرگ رسی، جداگانه انجام می‌گیرد.

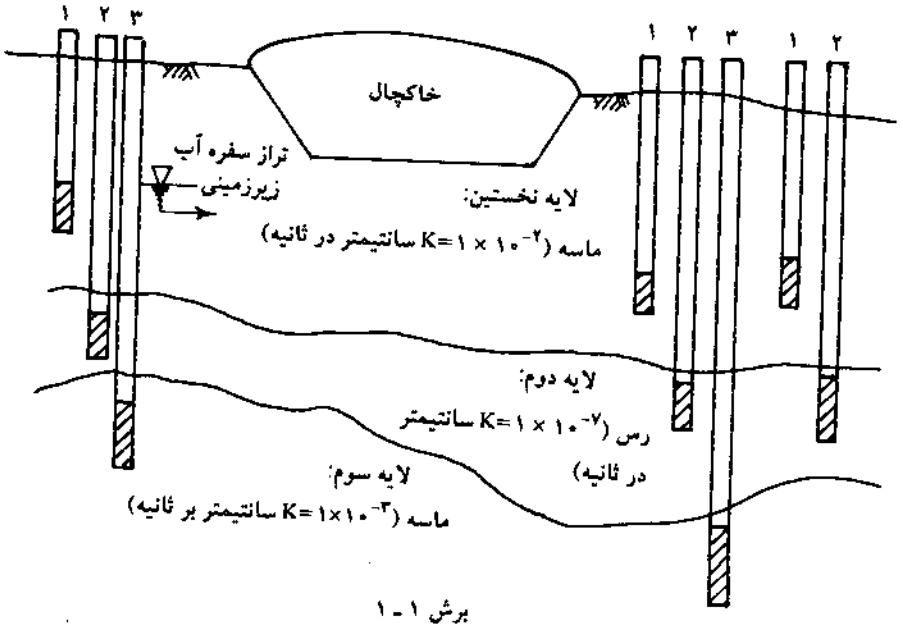
۵ ـ ۲. طرح چاهها و بسامد نمونه‌برداری

پس از تثبیت تیرگ جانما، به ساختن چاه در نقاط نمونه‌برداری می‌پردازند. طرح چاههای بالادست خاکچال، و نیز آگاهی از چگونگی آب زیرزمینی، دو موضوع مهم است. برای پایش کیفیت آب بالادست خاکچال، چاه را در بالادست درنظر گرفته و با بسامد مشخص به پایش دگرگون شدن کیفیت آب زیرزمینی در شیبی پایین‌تر، می‌پردازند. کیفیت آب بالادست با آلوده شدن آب در بالادست خاکچال، تغییر می‌یابد و برای آگاهی از این دگرگونی، باید چندین چاه با جدار شکافدار، مانند شکل ۱۰ ـ ۱۲ ، درنظر گرفته شود و

omoorepeyman.ir



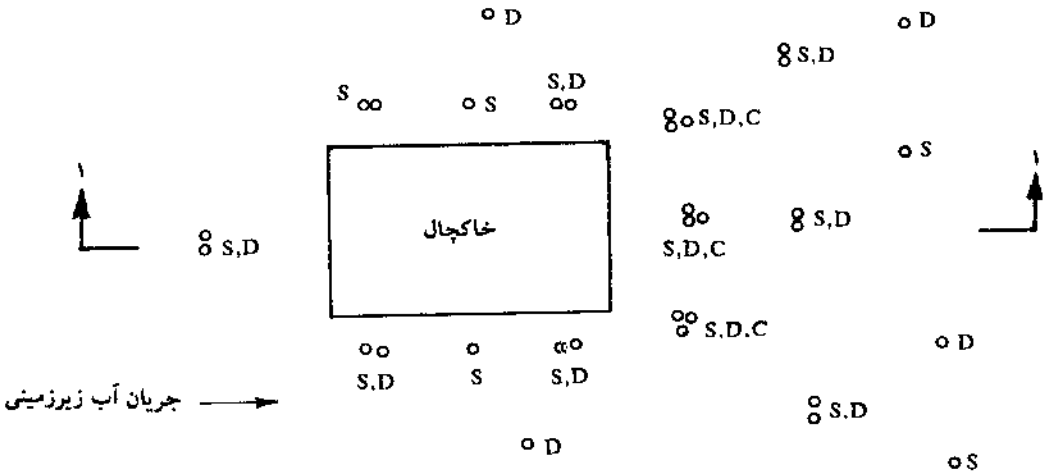
نمای گسترده

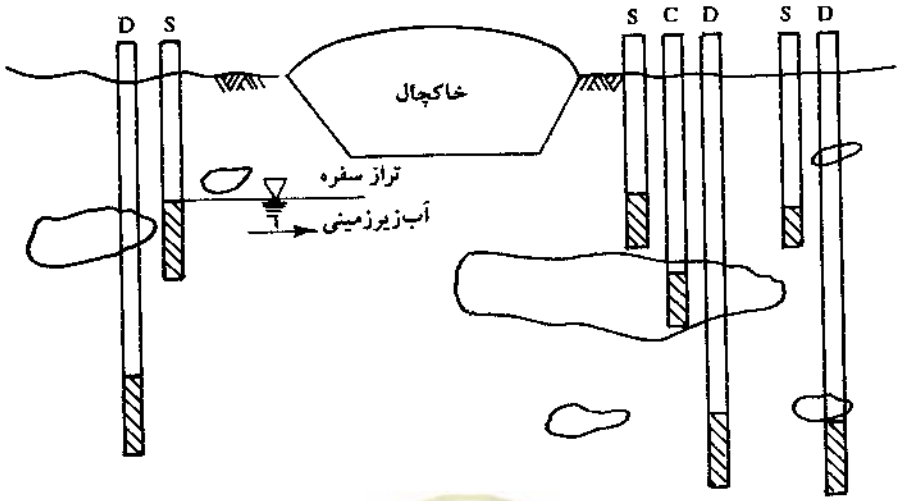


برش ۱ ـ ۱

شکل ۱۰ ـ ۱۰. پایش آبخیزگاه تو در تو و درهم‌رفته.

omoorepeyman.ir

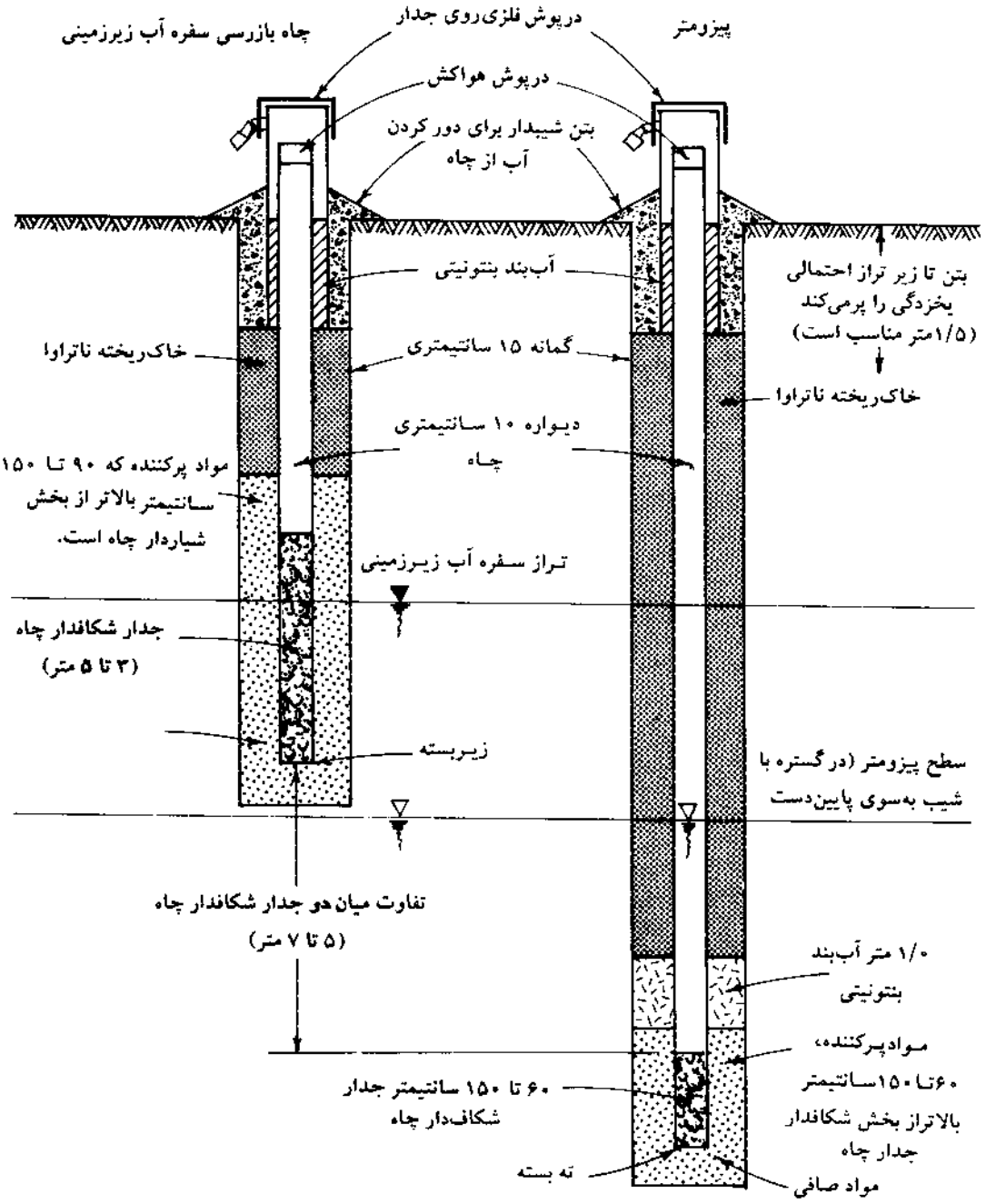




برش ۱ - ۱

شکل ۱۰ ـ ۱۱. پایش عدسک آلوده درون آبخیزگاه در خاکچال کارخانه کاغذسازی.

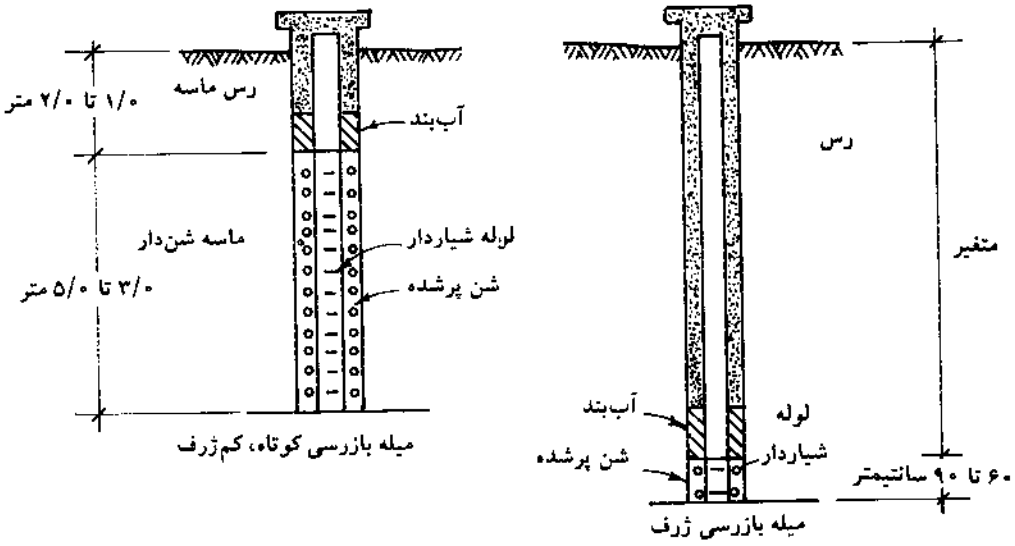
omoorepeyman.ir



شکل ۱۰ ـ ۱۲. چاه پایش تراز آب زیرزمینی و پیزومتر با ریزه‌کاریهای آن.

omoorepeyman.ir

بالادست با آلوده شدن آب در بالادست خاکچال، تغییر می‌یابد و برای آگاهی از این دگرگونی، باید چندین چاه با جدار شکافدار، مانند شکل ۱۰ ـ ۱۲ ، درنظر گرفته شود و اندازه‌گیری در چند تراز، انجام گیرد. برخی، کاربرد پیزومتر را در انجام این کار پیشنهاد کرده‌اند که در ژرفای گوناگون کارگذاری می‌شود، شکل ۱۰ ـ ۱۳.



شکل ۱۰ ـ ۱۳. میله‌های بازرسی گاز خاکچال.

گزینش تنه چاه بستگی به‌چگونگی آب و پدیده‌های شیمیایی دارد که در ضمن پایش به‌دست می‌آید. کاربرد لوله‌های (پی وی سی) برای مواردی که مواد آلی در میان نباشد، مناسب است. اما با بودن مواد آلی، از لوله‌های فولادی با پوشش شیمیایی نارادیواکتیو، سود می‌جویند، برای چاههای کم‌ژرفا، لوله (پی وی سی) ۵ سانتیمتری شماره ۴۰ و برای چاههای ژرفتر از ۳۰ متر، بهتر است از لوله‌های (پی وی سی) شماره ۸۰ استفاده شود. اندازه شکافهای تنه لوله دیواره چاه ـ به‌ویژگیهای خاکی که گرداگرد چاه می‌ریزند ـ بستگی دارد. کاربرد خاکی با دانه‌های ۰/۱۵ تا ۰/۲۵ میلیمتر مناسب است.

سطح شکافها، باید دست‌کم ۱۰٪ سطح همه تنه لوله باشد. مواد صافی ریخته شده

omoorepeyman.ir

به‌گردِ چاه، بهتر است از موادی مانند سیلیس پاک و خالص باشد که واکنشی به‌ماده‌های شیمیایی نشان نمی‌دهند.

راه‌اندازی چاه، با شست‌وشوی آن آغاز می‌شود. با این‌کار، مواد انبوه شده هنگام چاه‌زنی از میان برداشته شده و تراوایی خاک گرداگرد چاه به‌حال نخست برمی‌گردد. بهترین روش شست‌وشوی چاه، کاربرد تلمبه با آبی پرفشار و تندواره است که در چاه روان گردد. حفاظت چاه در سطح زمین نیز، ضروری است.

فراهم آوردن برنامه‌ای از کارگذاری چاهها، همراه با رعایت نکته‌های زیر، کاری سودمند است: شمارش چاهها، شماره‌بندی آنها و جای هر چاه نسبت به‌تیرگ جانما، تاریخ کارگذاری، نوع، جنس و اندازهٔ تنه دیواره چاه، تراز نقطه زیرین تنهٔ دیواره چاه، تراز نقطه زیرین تنه چاه نسبت به‌سطح دریا، تراز کف چاه و تراز آب، کیفیت آب زیرزمینی در کارگاه، پیش از ریختن پسمانده در خاکچال (آب دست نخورده بالادست). با نبودن برنامه نمونه‌برداری برای دست یافتن به‌همه پدیده‌های شیمیایی، هشت بار نمونه‌برداری به‌صورت ماهیانه از همه چاههای بالادست، برای پایش آب زیرزمینی پس از ریختن پسمانده در خاکچال، لازم است. پایش آب زیرزمینی نیز بسته به‌نوع پسمانده، اندازه و طرح خاکچال، جنس آبخیزگاه به‌صورت موسمی، دوبار یا یک‌بار در سال، انجام می‌شود.

٦. پایش گاز

گاز برخاسته از درون خاکچال، در روی زمین کارگاه ــ حتی برای خاکچالهای دوربسته که ایجاد آلودگی از این دیدگاه کم است ــ باید پاییده و کنترل شود. هوای پیرامون خاکچال هم باید پاییده و مطمئن شد که عاری از مواد آلایندهٔ بیماری‌زا و زیانبار است، و گرفتاری برای مردم و کارگران پیرامون خاکچال، فراهم نخواهد شد.

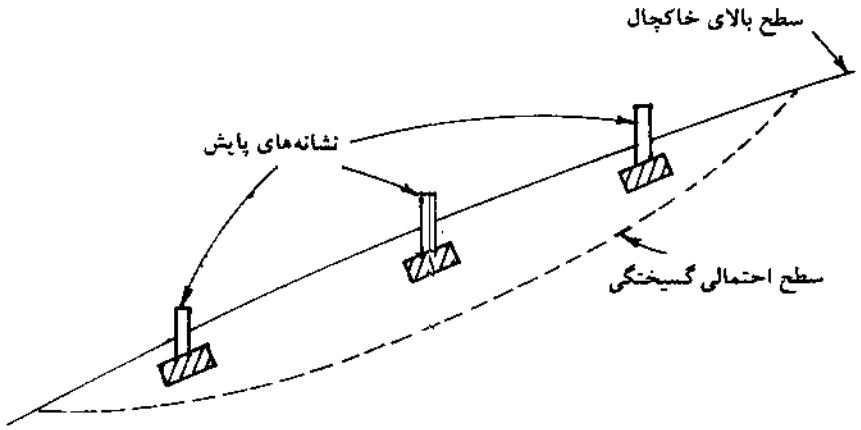
٦ـ ١. پایش گاز زیرزمینی

هدف از پایش گاز، آگاهی از چگالی متان در خاکچال است، زیرا متان با ۵٪ تا ۱۵٪ تراکم از حجم هوا، می‌تواند بترکد. نکتهٔ مهم در این بررسیها، به‌یاد سپاری جابه‌جا شدن نایکنواخت

omoorepeyman.ir

گاز متان است. اندازه‌گیری متان، دوبار در روز و هفت تا ده روز پیاپی در ماه و نیز هنگامی که جابه‌جایی بیشتری از متان به‌چشم می‌خورد، باید انجام گیرد.

برای انجام این کار، میله گازسنج را که مانند میله چاههای آب است، پیرامون خاکچال کار می‌گذارند. پیش از گزینش ابزار پایش و جای کارگذاری آنها، بهتر است خاک زیرزمین بررسی شود. بیشترین جنبش و جابه‌جایی گاز در لایه‌های ماسه‌ای است، اما در زمینهای ترک‌دار نیز، جابه‌جایی گاز دیده شده است. گاز از لابلای شنهای ریخته شده در ترانشه لوله و دیگر تسهیلات محوطه، جابه‌جا شده و بیرون می‌زند. برای کار پایش گاز، از میله‌های گازسنج کوتاه یا بلند، با جدار شکافدار، سود می‌برند و کف آنها را بالاتر از بلندترین تراز سفره آب زیرزمینی، در نظر می‌گیرند، شکل ۱۰ ـ ۱۴.



شکل ۱۰ ـ ۱۴. پایش پایداری شیب کناره با کارگذاری نشانهای میله‌ای.

۶ ـ ۲. پایش هوای خاکچال

نمونه‌برداری و آگاهی از چگالی آلودگی هوا در بررسی پایش هوای خاکچال، همراه با دشواریهای خاصی است. دستگاههای گوناگونی در این زمینه فراهم آمده، که از آن جمله نمونه‌برداری دستی گیلیان (GILIAN) است، که شامل تلمبه و لوله‌های بدون درز زغال زنده یا فعال بوده و می‌توان در مدت ۶ دقیقه کار نمونه‌برداری را انجام داد.

omoorepeyman.ir

۷. پایش انبار آبزباله

تراز و کیفیت آبزباله، در انبار آبزباله باید پاییده شود. بر پایه برآورد میزان آبزباله به‌هنگام طرح، می‌شود زمان پر شدن انبار را پیش‌بینی، و از لبریز شدن آن جلوگیری کرد. آگاهی روزانه، هفتگی، و ماهیانه از بده و ارتفاع فشاری تراز آبزباله در انبار، لازم بوده و بهتر است دست‌کم سالی یک‌بار، آزمایش کیفیت و آزمایش میزان اکسیژن مورد نیاز زیستی (بی‌او دی) از آبزباله هم انجام شود و اثر آن بر فرآیند تصفیه فاضلاب در تصفیه خانه شهر یا کارگاه، روشن گردد.

۸. پایش پایداری پوشش پایانی

اگر شیب پسمانده انباشته در خاکچال، خیلی تند باشد، آزمایش پایداری پوشش، لازم می‌شود. روش انجام این آزمایش، به‌نوع پوشش که رسی یا ساختگی باشد، بستگی پیدا می‌کند.

۸ـ۱. پایش روکش ساختگی

ابزار نشست نما را برای پایش پایداری پوشش پایانی، روی روکش ساختگی کار می‌گذارند، تا از میزان نشست پوشش آگاه شوند. نشست بیش از اندازهٔ روکش که بیشتر در مورد پسمانده‌های لجنی رخ می‌دهد، ممکن است سبب برش در روکش شود. این دستگاهها را، به‌فاصلهٔ ۳۰ متری از یکدیگر و در چهارگوشه چارخانگ کارگذاری می‌کنند و اندازه‌گیری موسمی یا نیم‌سال را انجام می‌دهند. نشست‌نما را برای آگاهی از پایداری خاکچال، در بخش شیبدار کار می‌گذارند، اما برای سنجش نشست لجن، بهتر است آن را در سطح پوشش پایانی سوار کرد، که احتمال نشست بیشتر است.

۸ـ۲. پایش روکش رسی

روکش رسی پوشش پایانی نیز، باید پاییده شود. برای این‌کار، از نشانه‌هایی استفاده می‌شود که روی سطح شیبدار کناره خاکچال و در فاصله‌های ۳۰ متری چارخانگ کار می‌گذارند، تا

omoorepeyman.ir

نشست آن بخش به‌درستی آشکار گردد. زمان اندازه‌گیری نیز، موسمی یا نیم‌سال است. چون گسیختگی در راستای کمانه دایره‌ای رخ می‌دهد، از این‌رو در پایش شیب کناره، دست‌کم باید سه نشانه در امتداد شیب، نصب کرد. پایش این نشانه‌ها باید در هر دو جهت افقی و شاغولی به‌صورت موسمی و نیم‌سال، انجام گیرد، تا به‌خوبی از وضعیت پایداری پوشش آگاه شد.

omoorepeyman.ir

گفتار یازدهم

کاربری و گرداندن خاکچال

۱. شناسایی

راز کاربری و گرداندن بی‌دردسر خاکچال، داشتن برنامه‌ای ساده و سامان یافته از طرح، و نیز کارکرد هر بخش از خاکچال است. برنامه‌ای که تنها برای خشنودی دست اندرکاران و همداستانی با آیین‌نامه‌ها فراهم آید، راهگشا نمی‌تواند باشد، مگر آنکه بر پایه آزمونها و در هماهنگی با شرایط بومی فراهم آمده باشد. «دستور کار» یعنی روش گرداندن و بهره‌برداری از طرح برای انجام کارهای روزانه، ماهانه و سالانه، سبب می‌شود از حجم خاکچال، نهایت استفاده شود، ضمن آنکه از دیدگاه ایمنی، نگهداشت محیط زیست، و تأمین بهداشت، در هماهنگی با استانداردهای سازمانهای خدمات شهری و بهداشت همگانی بسیار مؤثر است. توجه به‌چند نکته در گرداندن خاکچال یاری‌دهنده است:

الف) بیشترین درهم فشردگی و تراکم پسمانده، هنگامی فراهم می‌آید که کوبیدن خاک از کف بستر خاکچال تا تراز قطعی، به‌درستی انجام پذیرد.

ب) پسمانده از کناره‌های خاکچال، به‌درون آن ریخته شود.

ج) راههای دسترسی درون و بیرون از خاکچال، باید برای دگرگونی آب و هوا در درازای سال، مناسب باشند.

omoorepeyman.ir

د) بر درونی خاکچال، در همه‌سو از شیبی ملایم (۳ افقی و ۱ عمودی) برخوردار باشد.

ه) منطقه پرآمد و شد و پرجنب و جوش خاکچال، کوچک و جمع و جور باشد.

و) آبهای سطحی ناشی از بارندگی، با ساختن نهرک و آب‌برهای کوچک، گردآوری و از خاکچال و پیرامون آن بیرون رانده شود.

ز) آبهایی که در تماس با پسمانده است، درون کارگاه و از کارگاه، به‌هر سو جاری نشود.

ح) پیرامون کارگاه خاکچال، باید حصار داشته و درهای آمد و شد از خاکچال، قفل داشته باشد.

ط) برای سوزاندن آن بخش از زباله‌هایی که سوختنی هستند، مراقبتهای لازم پیش‌بینی شود.

ی) در کارگاه خاکچال، نوشته و نشانه‌های راهنما برای آمد و شد خودرو و جز اینها، آشکار و روشن، پیش چشم کارگذاره شوند. در خاکچالهای شهری، بهتر است جای ریختن ابزار چوبی و تخته و دیگر ماده‌های سوختنی مانند آن و نیز جای یخچال و دیگر ابزار خانگی، و جای ماده‌های بازیافت‌پذیر مانند تاغذ، مقوا و شیشه، مشخص و جدا از هم فراهم شود، تا دسترسی و بازیابی آن، ساده‌تر انجام گیرد.

ک) گردانندگان خاکچال، باید آزمودگی کافی برای نشاندن و خاموش کردن آتش داشته و آشنا به‌شیوه‌های رسانیدن کمکهای فوری به‌کارگران زخمی و دیگر آسیب‌دیدگان باشند.

ل) گردانندگان و کارگران کارگاه، باید آموزش لازم برای ایمنی کارگاه و رویارویی با هرگونه خطر را فراگرفته باشند.

م) گردانندگان و کارگران، باید از پیدایش پدیده‌هایی مانند باکتریها و ماده‌های شیمیایی آلاینده در کارگاه آگاه بوده و در انبار کردن جنسهای گوناگون، احتیاط نشان دهند و نیز، هنگام خوردن و نوشیدن در کارگاه همیشه هشیار باشند.

ت) گردانندگان و کارگران، باید در آگاهی کامل از اصول نگهداری کارگاه، و به‌روشهای برداشتن گزارش از روند کار و رویدادها، آشنا باشند.

omoorepeyman.ir

۲. کاربرد خاک‌کوب

گزینش درست ابزار با ظرفیت مناسب، در بهره‌برداری و گرداندن خوب خاکچال، کاری پایه‌ای بوده و فراهم بودن و دسترسی آسان به‌تکه‌های یدکی به‌هنگام نیازمندی، امری اساسی است. بهتر است از برخی ابزار و خودروها دو یا سه واحد، در کارگاه فراهم آمده باشد، تا هنگام از کارافتادگی دستگاهی، روال گردانندگی خاکچال درهم نریزد و دشواری به‌بار نیاید. سه کار مهم و پایه‌ای در گردانندگی خاکچال، چنین‌اند:

الف) پخش یکنواخت و آرام پسمانده‌های ریخته شده در خاکچال؛ ب) کوبیدن و درهم فشردن پسمانده ریخته شده؛ ج) پخش روزانه خاک و پوشش میانی روی پسمانده.

جدول ۱۱ ـ ۱. فهرستی از ابزار لازم در کارگاه و کاربرد آنها

نام ابزار	پسمانده بستگ (جامد)			پوشش روی پسمانده		
کارکرد ابزار	پخش‌کردن	کوبیدن	کندن	پخش‌کردن	کوبیدن	جابجاکردن
بولدوزر چرخ‌زنجیری	بسیارخوب	خوب	بسیارخوب	بسیارخوب	خوب	نامناسب
خاک بارکن (لودر)	خوب	خوب	بسیارخوب	خوب	خوب	نامناسب
بولدوزرچرخ‌لاستیکی	بسیارخوب	خوب	بد	خوب	خوب	نامناسب
لودر چرخ‌لاستیکی	خوب	خوب	بد	خوب	خوب	نامناسب
خاک‌کوب خاکچال	بسیارخوب	بسیارخوب	نه‌چندان	خوب‌خوب	بسیارخوب	نامناسب
اسکریپر	نامناسب	نامناسب	خوب	بسیارخوب	نامناسب	بسیارخوب
دراگلاین	نامناسب	نامناسب	بسیارخوب	بد	نامناسب	نامناسب

نکتهٔ دیگر، در دسترس بودن همهٔ تکّه‌ها و ابزار یدکی و جای دادن آنها در کشوها و قفسه‌های برچسب‌دار و پیروی از شیوه روغن‌کاری، شست‌وشو و نگهداری روزانه ابزار کارگاه است که بر پایه برنامه‌ای با پیشنهاد و نظر سازندگان، انجام گیرد.

۳. مرحله‌بندی انجام کار

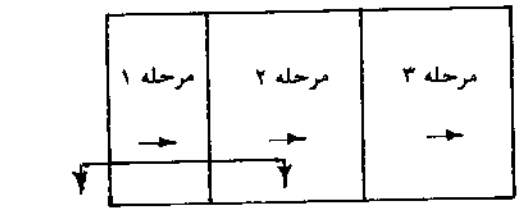
مرحله‌بندی انجام کارهای خاکچال، چه هنگام گرداندن و چه در زمان برنامه‌ریزی مالی و

omoorepeyman.ir

بودجه‌بندی ــ و انجام پوشش پایانی خاکچالهای خودپالا و دوربسته (گفتار ۱۲ ـ ۱ ـ ۲) ــ بسیار مهم است. بهتر است پوشش هر بخش از خاکچال، در کمترین زمان ممکن انجام گیرد. لازمه چنین کاری آن است که در هر بخش از خاکچال زیر بهره‌برداری، پسمانده تا تراز قطعی در همان بخش ریخته و کوبیده شود، شکل ۱۱ ـ ۱. چنانچه بلندی پسمانده ریخته و کوبیده شده از کف خاکچال به‌بیش از ۹ متر برسد، بهتر است برای آن، پوشش میانی درنظر گرفت که شامل خاک رسی به‌ضخامت ۶۰ سانتیمتر و روخاکی به‌ضخامت ۱/۵ سانتیمتر است، شکل ۱۱ ـ ۲.

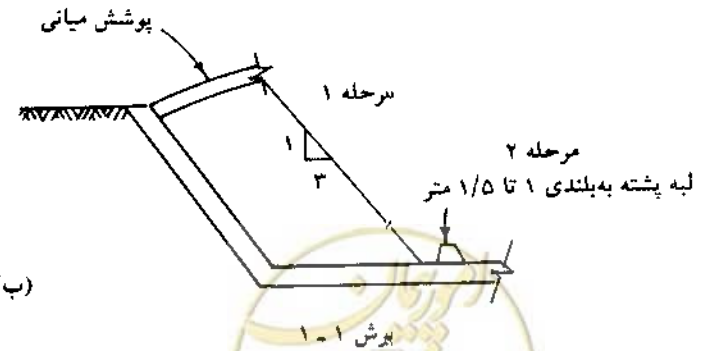
از آنجا که خاک مصرفی در روند ساختمان پوشش میانی آلوده می‌گردد، نباید از آن خاک در ساختمان پوشش پایانی سود جست. در برنامهٔ کارگردانندگی خاکچال، باید جهت ریختن پسمانده به‌خوبی روشن شده باشد، تا هیچ‌گونه سردرگمی پیش نیاید.

راههای دسترسی، هرگز نباید روی خاکریز یا پوشش میانی ساخته شود. بهتر است،



(الف)

نمای گسترده

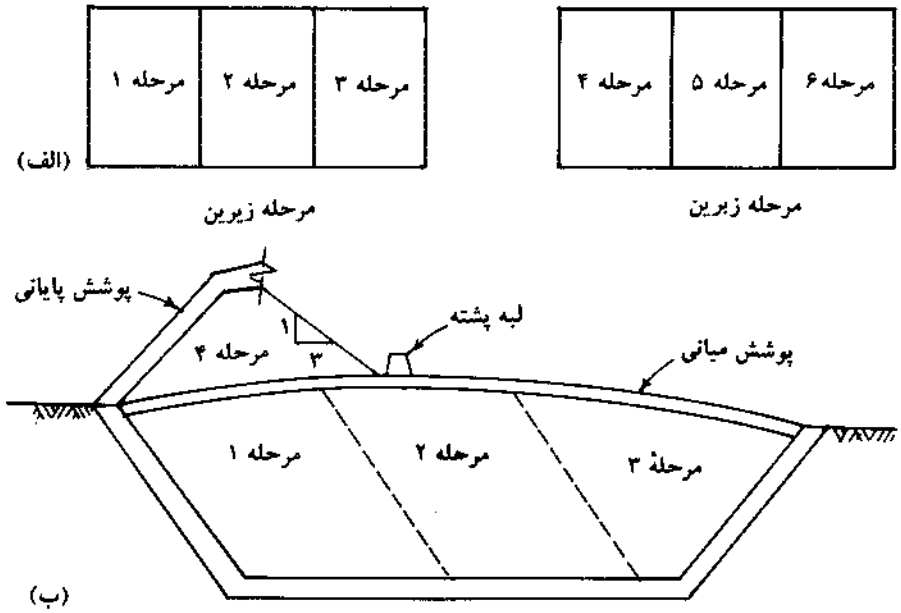


(ب)

برش ۱ ـ ۱

شکل ۱۱ ـ ۱. مرحله‌بندی کار خاکچال یک‌گامه. الف) نمای گسترده؛ ب) برش ۱ ـ ۱.

omoorepeyman.ir



برش از مرحله‌های گوناگون

شکل ۱۱ ـ ۲. مرحله‌بندی کار خاکچال چندگامه. الف) مرحله زیرین؛ ب) مرحله زیرین.

راهها در توازی با جهتی باشد که در مرحله‌بندی ریختن پسمانده، درنظر گرفته شده است. اما راههای شاخه‌ای را می‌توان درجهت بستر و شالوده خاکچال بنا کرد. جهت آمد و شد خودروها و دیگر ابزار سنگین، باید چنان باشد که ریختن پسمانده‌ها در جای نهایی خود، انجام گیرد، تا به‌جابه‌جا کردن دوباره پسمانده یا خاک، نیازی نباشد.

۴. پوشاندن روی پسمانده

سه‌گونه پوشش در ساختمان و بهره‌برداری از خاکچال، انجام می‌گیرد: پوشش روزانه، پوشش میانی، و پوشش پایانی. درگفتار نهم و گفتار هفتم، طرح و ساختمان پوشش پایانی آورده شده است. اینک به‌ساختمان پوشش میانی و پوشش روزانه که در چال کردن درست

omoorepeyman.ir

زباله شهری بسیار پراهمیت‌اند، پرداخته می‌شود. پوشش روزانه که یک پنجم تا یک ششم حجم خاکچال را تشکیل می‌دهد، از ظرفیت مفید خاکچال می‌کاهد، اما چون دسترسی به‌خاکچال را ساده‌تر، شکل ظاهری کارگاه را پسندیده‌تر، و از بروز و پراکندگی بوهای ناخوش پیشگیری می‌کند، انجام آن ضروری است. برخی، به‌پوششهای هفتگی و ماهانه بسنده می‌کنند، که هزینه‌ای کمتر به‌بار می‌آورد، اما این کار، باید با آگاهی و پذیرش سازمانهای دست اندرکار خاکچال، بهداشت و محیط زیست باشد. امتیاز دیگر پوشش روزانه، جلوگیری از پراکنده شدن غبار و گرده آشغال، به‌ویژه زباله‌های سبک، مانند کاغذ و پلاستیک، در کارگاه و پیرامون آن است، که همیشه در اثر وزش باد، رخ می‌دهد. سرانجام، پوشش روزانه از خطر انتقال بیماریهای میکربی و جز آن ــ که با جابه‌جا شدن پرندگان، حشره‌ها و موش، امکان می‌یابد ــ بسیار کاسته و در ضمن محیطی بهتر برای خودپالایی پسمانده فراهم می‌آورد. در صورتی که لازم شود روی بخشی از خاکچال، برای زمانی دراز (دو سال و بیشتر) باز بماند، ساختمان پوشش میانی به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر را پیشنهاد کرده‌اند، تا بارندگی روی بخش پوشیده شده از خاکچال را دور کند و حجم آبزباله در خاکچال، فزونی نگیرد.

۵. چال کردن لجنهای بی‌خطر در خاکچال شهری

چال کردن لجن فاضلاب شهری، همراه با زباله شهری، باید چنان انجام گیرد، که هیچ‌گونه گرفتاری پیش نیاید. باید از ریختن لجن آبکی در خاکچال، خودداری ورزید. بهتر است لجن را بیشتر آبگیری کرد تا دست‌کم بیش از ۴۰٪ حجم آن، مواد بستگ (جامد) باشد. سپس، می‌توان لجن را در لایه‌های نازک، روی زباله پخش کرد و روی آن از نو زباله ریخت. با این حال، نباید نسبت لجن به‌زباله شهری از ۲۵٪ تا ۳۰٪ فزونی گیرد. برای نگهداشت راههای دسترسی و سادگی کار بارگیری و جابه‌جایی کامیونها و زباله‌کش‌ها، در برخی خاکچالها، جایی مشخص و جدا از جای چال زباله، برای پخش کردن لجن در نظر گرفته می‌شود و برای آسانتر شدن آمد و شد، گاهی لجن را با خاک خشک درمی‌آمیزند.

omoorepeyman.ir

۶. پیشگیری از آتش‌سوزی در خاکچالها

در خاکچالهایی که پاره‌ای از پسمانده‌ها را پیش از چال کردن، در کارگاه می‌سوزانند، همیشه خطر آتش‌سوزی، پراکندگی دودهای زیان‌بخش، و تهدیدی برای تندرستی کارگران و مردم پیرامون خاکچال وجود دارد. در چنین طرحهایی که بیشتر برای شهرهای دور افتاده و کوچک معمول است، بهتر است به‌نکته‌های زیر، توجه شود:

الف) گردانندگان خاکچال، همیشه تا خاموشی و نشاندن کامل پسمانده از آتش، در سر کار بمانند.

ب) دست‌کم، سه تا پنج متر از پیرامون جای پسمانده سوزی، آزاد و تهی از هر چیز باشد.

ج) از سوزاندن اسفالت، لاستیک، پلاستیک و جز اینها، خودداری شود، زیرا هوا را بسیار آلوده می‌سازد.

د) ماده‌های سوختنی نخست باید در گودالی سوزانده شده و تنها خاکسترش چال گردد.

ه) جاده‌های دسترسی به‌گودال زباله‌سوزی، باید همیشه سرکشی شود و آمد وشد به‌آن، همواره زیرنظر باشد.

و) باید ماسه و خودروهای با مخزن آب و دیگر ابزار آتش‌نشانی، همیشه در دسترس باشد.

ز) گردانندگان خاکچال، لازم است به‌فن آتش‌نشانی آشنا بوده و کار آموخته باشند.

ح) شماره تلفنهای سازمان آتش‌نشانی و بیمارستانهای پیرامون کارگاه، باید پیش چشم بوده و دسترسی به‌آنها، هنگام نیاز آسان باشد.

ط) بهتر است که گردانندگان خاکچالهای بزرگ آن را سالی یک‌بار، از نو با فن و شگردهای نشاندن آتش، آشنا ساخت.

۷. مهار آشغالهای سبک

آشغالهای سبک، مانند کاغذ و پلاستیک پیرامون خاکچال، گرفتاری فراهم می‌آورند. برخی، برای جلوگیری از پخش آشغالهای سبک، هنگام وزش باد، از غربالهای کوچکی بهره

omoorepeyman.ir

می‌گیرند و در برخی از خاکچالها، در پایان هر روز به‌گردآوری دستی این‌گونه آشغالها می‌پردازند. در سرزمینهای بادخیز با وزش بادهای شدید، در جهت عمود بر وزش باد، حصاری سیمی به‌پا می‌کنند یا به‌بنای پشته‌های خاکی دست می‌زنند. برای کمک به‌نمای خاکچال و پنهان کردن خاکچال از دید همگانی در بیرون از کارگاه، دو سه رج درخت می‌کارند که روش پسندیده‌ای است.

۸. مهارگرد و غبار

مهار کردن غبار و گرده آشغال در خاکچال، کاری دشوار است. آمد و شد و جابه‌جا شدن خودروهای گوناگون و به‌ویژه، زباله‌کشها و خاک کارُبُردی در خاکچال، همیشه گرد و غبار به‌پا می‌کنند. پاره‌ای از گردانندگان خاکچال، برای فرونشاندن گرد و غبار و خاک، به‌پاشیدن آب می‌پردازند. اما این‌کار خود سبب افزایش آبزباله می‌گردد. راه چاره پذیرفته شده، آن است که پسمانده‌های گرده آشغالدار را در بخشهای پست خاکچال ریخت یا نخست، روی آنها کمی آب پاشیده و سپس، به‌ریختن آنها در خاکچال دست زد.

۹. نگهداری راههای دسترسی

راههای بیرونی و درونی خاکچال، باید به‌خوب نگهداری شود و همیشه آبهای ناشی از بارندگی، از روی آن به‌دور رانده شود. نگهداری از راههای موقت نیز، مهم بوده و لازم است تا آنجا که ممکن باشد از آمد و شد و جابه‌جایی خودروهای سنگین چرخ زنجیری، روی جاده‌های آسفالته، پرهیز شود. چنانچه چاره‌ای بر این‌کار نباشد، راندن آنها روی شانه جاده‌ها مطلوبتر است. برای جابه‌جایی این‌گونه ابزار، میان بخشهای گوناگون خاکچال و تعمیرگاه خودروها، بهتر است محوطه‌ای پهن و صاف پیش‌بینی شود.

۱۰. نگهداری شبکه گردآوری آبزباله

لوله و آدم‌رو، انبار آبزباله، تلمبه‌خانه و دیگر بخشهای وابسته به‌گردآوری آبزباله را باید

omoorepeyman.ir

به‌خوبی نگهداری کرد. لوله‌ها، باید سالانه یک‌بار پاک شوند، تا از رشد و افزایش موجودهای ریز زنده در جدار آنها جلوگیری شود. انبار و تلمبه‌خانه و آدم‌روها نیز، همیشه باید پاکیزه بمانند. از آنجا که آبزباله سبب زنگ‌زدگی و خورندگی تکه‌های فلزی می‌شود، این‌گونه سرکشی‌ها، از بسیاری دردسرها، مانند سرریزکردن آبزباله از انبار یا گرفتگی و از کار افتادن تلمبه و دیگر خرابیهایی که نوسازی گران و پرهزینه به‌همراه دارد، می‌کاهد. هنگام داخل شدن به‌درون آدم‌رو، انبار و تلمبه‌خانه، باید هشیار بود و کارگرانی که به‌چنین کاری دست می‌زنند، باید کمربند ایمنی بسته و چند تن دیگر همیشه آنها را زیر چشم داشته باشند، تا به‌موقع، به‌یاری آنها بشتابند. بایسته است که هرگونه مشاهده‌ای از ناروایی‌ها را در بازدیدها، بی‌درنگ به‌سرپرستان گزارش و به‌نوشته درآید.

۱۱. نگهداری پوشش پایانی

برای کاهش هرچه بیشتر نشتآب در خاکچال، باید از پوشش پایانی به‌خوبی نگهداری شود. روان‌شدن آبهای سطحی، نشست خاک، اثر گازهای تولیدی از درون خاکچال بر رستنیهای روی پوشش و دیگر موارد مشابه، سبب سایش رویهٔ پوشش پایانی خاکچال می‌گردد. هنگام رخداد چنین آسیبهایی، باید بی‌درنگ سطح آسیب یافتهٔ پوشش، مرمت گردد و ریشه گرفتاری از میان برداشته شود. چنانچه آسیب وارده بر روخاک و رستنیها، ناشی از فشار گاز برخاستی از درون خاکچال باشد، باید ابزار گازکش برای خاکچال، پیش‌بینی شود. آسیب پوشش، ممکن است در اثر فرسایش و شسته شدن رویه خاکی باشد، که لازم است دلایل سایش و آسیب بررسی و روشن گردد. درازای بیش از اندازه پوشش، تندی یا کمی شیب رویه، روییدن نامرتب رستنیها و بدی سبزه‌های روی آن، یا نشست نایکنواخت پسمانده زیر پوشش، سبب آسیب و سایش می‌شود. رستنیهای روی پوشش، باید به‌درستی نگهداری شده و همیشه سالم باشند، که در ایستایی شیب و کاهش میزان سایش از یک‌سو، و کاستن میزان آبزباله با روان ساختن بهتر آبهای بارش به‌سوی شبکه آب باران و آب‌برها و همچنین بخار شدن آن از سوی دیگر، کمک شایانی می‌کند.

در سه تا پنج سال نخست بهره‌برداری از خاکچال، باید دست‌کم دو بار در سال ـ

omoorepeyman.ir

یک بار هنگامی که رشد رستنیها بسیار آرام می‌شود و یک‌بار در موسم بیشترین رشد آنها ـ از سراسر پوشش پایانی، سرکشی به‌عمل آید. بهترین موسم دیدن آسیب، هنگام خشکی گیاهان و رستنیها در درازای سال است و جاهای تُنُک و کم‌رشد هم به‌هنگام رشد کامل گیاهان، بهتر به‌چشم می‌خورد. با گذشت زمان و در ده پانزده سال نخست گردانندگی خاکچال، چنین سرکشی‌هایی ضروری است. در گزینش رستنیها، باید توجه داشت که چنان ریشه‌دوانی نداشته باشند که سبب افزایش نشتآب به‌درون خاکچال گردد. سرانجام آنکه، باید از آمد و رفت جانوران به‌ویژه جانوران سم‌دار به‌محوطه، به‌ویژه روی پوشش پایانی، جلوگیری کرد.

omoorepeyman.ir

گفتار دوازدهم

بررسی مالی

۱. شناسایی

در سرآغاز طرح خاکچال، نه‌تنها بودجه بررسیهای نخستین، بلکه هزینهٔ کارهای اجرایی و همچنین هزینه‌های گرداندن آن، شامل پول لازم برای نگهداری، فراهم آوردن ابزار و خودروها و تکه‌های یدکی و پایش، باید قلم به‌قلم مشخص و روشن شود.

چون پایش خاکچال ۲۰ تا ۳۰ سالی پس از بسته شدن آخرین بخش آن ادامه می‌یابد، چه بسا هزینه درازمدت نگهداری و پایش خاکچالهای دوربسته در برخی موارد، از کل هزینه ساختمانی آن بالاتر رود. پیش‌بینی پول لازم، باید براساس برآورد هزینه‌های آینده و با توجه به کاهش ارزش پول باشد.

گرداندن خاکچالها را یا سازمانهای دولتی مانند شهرداری، یا بخشهای خصوصی، مانند صنایع تولیدکننده پسمانده، دراختیار می‌گیرند. از این دیدگاه، چگونگی تأمین پول مورد نیاز، متفاوت از یکدیگر است. اما آنچه به‌چشم می‌خورد، ریزبینی و دقت بیشتری است که بخش خصوصی در برآورد هزینه‌های هر قلم از کار و تک‌تک کارهای ممکن، نشان می‌دهد.

هزینهٔ خاکچالهای شهری، یا از سوی دولت فراهم می‌شود، یا شهروندان آن را پرداخت می‌نمایند. چنانچه شیوه تأمین بودجه، از راه دریافت از شهروندان باشد، بایسته

omoorepeyman.ir

است که همه نیازمندیها و هزینه‌های روز و آینده، با تورم اقتصادی و جز اینها، به‌شمار آورده شده و ریز هزینه‌ها به‌آگاهی شهروندان برسد. چنین رویه‌ای، همکاری همگانی را فراهم می‌آورد و به‌کاهش برخی از هزینه‌های ناشی از افزایش بیهوده خدمات شهری، کمک می‌کند. ممکن است شهرداری، زیر نام کارفرما، گردانندگی و چرخاندن بخشی از کار، مانند دریافت پرداختهای ماهانه از هر خانه، یا از صنایع را، به‌بخش خصوصی واگذار کند. در آن‌صورت، بسته به‌روش کار چنین سازمانی، ممکن است به‌ازای ظرفیت کامل هر زباله‌کش، پولی از تولیدکنندگان پسمانده دریافت و بخشی از آن به‌کارفرما پرداخته شود.

۲. برآورد هزینه‌ها

هزینه خاکچال، در اساس شامل انجام کارهای ساختمانی، گرداندن، پایش و اتمام پوشش پایانی است که همراه با هزینه‌های درازمدت آورده می‌شود. هزینهٔ دیگر در همین زمینه، پول لازم برای آوردن پسمانده تا خاکچال است، که بستگی به‌فاصله، گستردگی شهر و بافت خیابان‌کشی شهر دارد.

هزینهٔ مهم دیگر، فراهم آوردن خاک لازم برای ساختمان راههای دسترسی و ریختن خاک روی زباله‌هاست. در جدول ۱۲-۱، سرفصلهایی از هزینه‌ها و پایهٔ کارهای مربوط آورده شده است.

۲ـ۱. هزینهٔ ساختمانی پوشش پایانی و بستن خاکچال

در جدول ۱۲ ـ ۲ ، فهرستی از کارهای ساختمانی لازم برای انجام پوشش پایانی و به‌سخن دیگر، بستن روی خاکچال، و پایه هزینه‌های مربوط به‌هر کاری در این زمینه آورده شده است.

ممکن است کارفرما با باز ایستانیدن بخش خصوصی از انجام کار در میانه پیمان، ناچار شود اجرای پوشش پایانی ناتمام مانده را خود انجام دهد. هزینه چنین کارهایی که در پاره‌ای از موارد بسیار هنگفت است، هزینه سوم می‌نامند. در برآورد هزینه‌های طرح خاکچال، این هزینه باید گنجانده شود، تا در صورت بروز چنین رویدادی، خدشه‌ای به‌کار و پیشرفت آن

omoorepeyman.ir

جدول ۱۲ ـ ۱. سرفصلهایی از هزینه‌های ساختمانی خاکچال

سرفصل کارها	پایه هزینه
تمیز کردن و آماده کردن کارگاه	کندن و برداشتن درختان و نخاله‌های روی زمین کارگاه
راههای دسترسی به‌درون کارگاه	ریختن و کوبیدن سنگ شکسته
خراشیدن روخاک سطح کارگاه	خراشیدن و تلنبار کردن روخاک
ساختمان زهکشهای آب‌بر در کارگاه	شیب‌بندی در آغاز کار و حفاظت زمین کارگاه از سایش
ساختمان حوضچه‌های ته‌نشینی	ساختن پشته خاکی، لوله‌های برونشو و سنگچین
خاکبرداری تا تراز کار	بریدن و برداشتن خاک تا تراز کار
ساختمان پشته خاکی	خاکریزی پشته‌های پیرامونی کارگاه (کوبیدن و متراکم ساختن)
لایسیمتر	خاکبرداری، روکش، بسترسازی، لوله‌کشی، لوله ایستان و آدم‌رو انبارها
ساختمان روکش رسی	آوردن خاک به‌کارگاه، ریختن و کوبیدن آن، سامان دادن به‌برداشتگاه
ساختمان بستر زهکش	آوردن و ریختن مصالح لازم
لوله گردآوری آبزباله	خاکبرداری ترانشه، بسترسازی لوله‌گذاری، پُر کردن و پهن کردن صافی
لوله برونشوی آبزباله تا آدم‌رو	روپوش کردن دوجداره و کارگذاری گریبانهای چکه‌گیر
حوضچه‌های پاکسازی و بازدید شبکه آبزباله	خاکبرداری ترانشه، لوله‌گذاری، خاکریزی و کوبیدن آن
انباره گردآوری و تلمبه‌خانه آبزباله	خاکبرداری، کارگذاری یا بنای آدم‌رو، خاکریزی پیرامون آن و تلمبه
روخاک	آوردن روخاک به‌کارگاه و ریختن و پخش آن
تخم‌پاشی، پخش کود و جز اینها	برمبنای هکتار یا مترمربع از سطح تخم‌پاشی
نقشه‌برداری و پایش فنی از کار و گزارش نگاری	وارسی، آزمایش و گواه‌نگاری از کار و دگرشدگیها

omoorepeyman.ir

است که همه نیازمندیها و هزینه‌های روز و آینده، با تورم اقتصادی و جز اینها، به‌شمار آورده شده و ریز هزینه‌ها به‌آگاهی شهروندان برسد. چنین رویه‌ای، همکاری همگانی را فراهم می‌آورد و به‌کاهش برخی از هزینه‌های ناشی از افزایش بیهوده خدمات شهری، کمک می‌کند. ممکن است شهرداری، زیر نام کارفرما، گردانندگی و چرخاندن بخشی از کار، مانند دریافت پرداختهای ماهانه از هر خانه، یا از صنایع را، به‌بخش خصوصی واگذار کند. در آنجا [illegible]

جدول ۱۲ ـ ۲. هزینه‌های بستن روی خاکچال

سرفصل کارها	پایه هزینه
ساختمان پوشش پایانی	ساختمان لایه بندآور و دیگر لایه‌ها، مصالح و ریختن و پخش آن، سامان دادن به‌برداشتگاههای خاک، ریختن‌وپخش و شیب‌بندی روخاک
تخم‌پاشی و پخش‌کود و جز اینها	برمبنای هکتار یا متر مربع از سطح تخم‌پاشی
چاههای سنجش ارتفاع فشاری آبزباله (چنانچه برای نصب پس از تکمیل کار مطرح شده باشد)	گمانه زنی و نصب چاهها
نقشه‌برداری و گزارش و گواه‌نگاری	وارسی، آزمایش، گزارش‌نویسی، پایش فنی کار
پیش‌بینی نشده‌ها	۱۰ تا ۲۵٪ کل هزینه

وارد نشود. چنانچه خاک سطحی کارگاه، برای کارهای خاکی مناسب باشد، نیازی به‌برآورد هزینه خرید و فراهم ساختن خاک از بیرون نیست و این بخش از هزینه را می‌توان از کل برآورد هزینه‌ها کاست.

۲ ـ ۲. هزینه‌های درازمدت

برای آشنایی با هزینه‌های درازمدت در خاکچالهای دوربسته، جدول ۱۲ ـ ۳ فراهم شده است.

برای خاکچالهای خودپالا، همه‌هزینه‌های یادشده به‌جز هزینهٔ گردانندگی و دفع آبزباله، به‌جا می‌ماند. در این مورد نیز، بهتر است هزینه احتمالی سوم شخص را درنظر گرفت.

از دیگر هزینه‌های درازمدت پول لازم، برای نوسازی سطح بخشهایی از خاکچال است که سایش می‌یابد ــ و میزان آن را، در سال به ۲۰ تا ۴۰ متر مربع از هر هکتار سطح پوشیده شده ــ در نظر می‌گیرند. هزینهٔ نوسازی سایش پوشش پایانی، رقمی است که به‌ویژه در سال نخست بهره‌برداری از خاکچال، بالاست. اما چنانچه از خاکچال به‌خوبی نگهداری شود، در ۷ تا ۱۰ سال، به ۱۰٪ هزینه سالهای نخستین کاهش می‌یابد. هزینه بردن

omoorepeyman.ir

جدول ۱۲ ـ ۳. سرفصلهایی برای برآورد هزینه درازمدت نگهداری خاکچال

سرفصل کارها	پایه هزینه
نگهداری از رویه زمین کارگاه پاک	نوکاری سطح سایش‌یافته، از نو تخم‌پاشی، و پاکسازی
کردن لوله‌های لایسیمتر و آبزباله	لوله‌ها با ابزار مناسب
پایش آبهای زیرزمینی	نمونه‌برداری از آب و آزمایش آن
پایش گاز	آزمایش کارگاهی
پایش آبزباله	نمونه‌برداری از آبزباله و آزمایش آن در آزمایشگاه و کارگاه
سرپرستی کارها در رابطه‌باآبزباله	بردن آبزباله و تصفیه آن، وارسی تلمبه‌های چاهکی و نگهداری انبار
ارزیابی سالانهٔ کارگاه	سرکشی و وارسی همه گستره کارگاه و نوشتن گزارش بازدید
هزینه گردانندگی و هزینه‌های پیش‌بینی نشده	۱۰ تا ۲۵٪ کل هزینه

و تصفیه آبزباله در بیرون از کارگاه خاکچال، از دیگر هزینه‌هایی است که اگرچه در آغاز کار بالاست، اما رفته‌رفته کاهش می‌یابد. برآورد مقدار آبزباله، بسیار دشوار است، اما همان‌گونه که پیشتر آمد، می‌توان در سالهای نخست، گردانندگی خاکچال، آن را ۲۰٪ تا ۳۰٪ کل بارندگی که همسنگ نشتآب می‌شود، به‌شمار آورد. بهتر است برای بردن آبزباله، «هزینه سوم شخص» را، حتی اگر کارفرما خود دارنده تصفیه‌خانه شهر باشد، درنظر گرفت.

۲ ـ ۳. هزینه گرداندن خاکچال

در جدول ۱۲ ـ ۴، فهرستی از هزینه‌های نگهداری خاکچالهای دوربسته آورده شده است که برای خاکچالهای خودپالا هم با کاستن هزینه‌های بردن آبزباله به‌بیرون از کارگاه و پایش لایسیمتر و «هزینه سوم شخص»، می‌توان برای خاکچال خودپالا نیز، به‌کار برد.

هرگاه برای چند شهر نزدیک به‌هم در منطقه‌ای، خاکچال مشترکی ساخته شود، زباله هر یک از شهرها به‌آن خاکچال برده می‌شود، که در این صورت، بر پایهٔ پیمانی میان شهر و سازمان دارندهٔ خاکچال، پولی متناسب وزن پسمانده چال‌شده به‌سازمان پرداخت می‌شود. بهتر است بخشی از پول دریافتی از شهروندان و تولیدکنندگان پسمانده برای گسترش یا ساختمان خاکچال نو کنار نهاده شود. لازمه این‌کار، آن است که در برآورد هزینه‌های

omoorepeyman.ir

جدول ۱۲ ـ ۴. سرفصلهای برآورد هزینه‌های سالانه گردانندگی

سرفصل کارها	پایه هزینه
جابه‌جا کردن پسمانده	نیروی‌انسانی و ابزار موردنیاز کوبیدن و متراکم‌کردن پسمانده
پوشش میانی	آوردن خاک به کارگاه، پخش و کوبیدن آن
پایش آبهای زیرزمینی، آبزباله و گاز	به‌جدول ۱۲ ـ ۳ بنگرید
گرداندن کارهای مربوط به‌آبزباله	به‌جدول ۱۲ ـ ۳ بنگرید
پرداخت سالانه گردانندگی	دفع پسمانده بر پایهٔ حجم بر وزن پسمانده

دریافتی از شهروندان و دیگر مشترکان، هزینهٔ گسترش و ساختمان خاکچال نو نیز گنجانده شود.

نکتهٔ دیگر در زمینهٔ هزینهٔ دریافتی از شهروندان، دگرگونی در پایه برآورد هزینه‌ها و دریافتها ــ در اثر نادرست بودن برآورد حجم واقعی پسمانده و زباله گردآوری شده، یا کاربرد شیوه‌های بازیابی برخی از مواد تشکیل‌دهندهٔ زباله است ــ که منجر به‌کاهش حجم پسماندهٔ ریخته شده در خاکچال می‌شود. در این‌گونه موارد، باید به‌همان نسبت در برنامه‌های مالی تجدیدنظر و هماهنگی شود. روش درست آن است که شهروندان و دیگر تولیدکنندگان زباله و پسمانده را همیشه از آمار و ارقام به‌دست آمده آگاه ساخت، تا گرفتاری و بداندیشی پیش نیاید.

۳. اطمینان از پشتوانه مالی پیمانکار

چنانچه بخش خصوصی پیمانکاری، کار نگهداری از خاکچال را عهده‌دار شود، بهتر است کارفرما از پشتوانهٔ مالی پیمانکار در سراسر دوران بهره‌برداری از خاکچال آگاه باشد، تا اگر پیمانکار نتواند به‌درستی کار را ادامه دهد، با پشتوانهٔ مالی که در آغاز کار از او دریافت شده است، خود به‌گردانندگی طرح بپردازد.

۳ـ۱. روشهای تأمین پشتوانه مالی

در تثبیت پشتوانهٔ مالی پیمانکار سه روش کاربردی زیر معمول است: سپرده‌بانکی با بهره،

omoorepeyman.ir

سپردن تضمین‌نامه از شرکت بیمه یا بانک، افزایش سرمایه شرکت. در شیوه نخست، پولی به‌حساب کارفرما واریز می‌شود که در پایان هر سال، بهره‌ای از آن دریافت شده و بودجه لازم برای پوشش پایانی و دیگر هزینه‌های نگهداری، از آن پول تأمین می‌شود. چنین پشتوانه‌ای، باید برای ۲۰ تا ۳۰ سال پس از تاریخ بسته شدن خاکچال، معتبر باشد. در این‌گونه موارد، تنها کارفرما حق برداشت از آن حساب را دارد.

ممکن است پیمانکار به‌کارفرما تضمین مالی از شرکت بیمه تسلیم کند، که تا پایان دوران بهره‌برداری از خاکچال، ارزش داشته باشد. در آن صورت، در حالی که تضمین‌دهنده مسئول پرداخت هزینه سالانهٔ تجدید ضمانت‌نامه است، کارفرما آزاد است که بی‌هیچ بند و شرطی از آن تضمین سود جوید. در برخی از موارد، کارفرما می‌پذیرد که شرکت پیمانکار گرداننده کار خاکچال، برای تأمین هزینه پوشش پایانی و نگهداری از طرح، سرمایه‌اش را به‌همان نسبت افزایش دهد. در این‌صورت، پیمانکار باید گواهی مالی شرکت را که در آن ارزش خالص دارایی شرکت آورده شده است، به‌کارفرما عرضه کند.

۳ـ۲. میزان پشتوانه مالی

با برآورد هزینه‌های پوشش پایانی و نگهداری درازمدت، با در نظر گرفتن تورم اقتصادی، هزینه و بودجه لازم پیش‌بینی می‌شود. از آنجا که تورم اقتصادی ارزش و توان خرید پول را می‌کاهد، پس اگر در آغاز کار ۱۰۰۰ واحد پول برای پوشش پایانی لازم باشد، برای انجام همان کار در سال آینده، همسنگ $(1+f)(1000)$ پول لازم خواهد بود. در این پیوستار، f درصد تورم سالانه است که میزان آن را در درازای یک سال، ثابت می‌گیرند. به‌این ترتیب، در پایان سال دوم، مقدار پول موردنیاز، برابر $(1+f)(1+f)(1000)$ و در سال n، برابر $(1+f)^n(1000)$ خواهد بود. چنانچه پول در حساب، با بهره واریز شود، مقدار بهره دریافتی، از شمار بالا کم می‌شود.

به‌این ترتیب، مقدار پولی که بتواند در پایان سال نخست، هزینه‌های لازم را تأمین کند، D به‌ازای نرخ بهره i%، برابر است با: $D=(1000)(1+f)/(1+i)^n$ و در پایان سال n ام برابر $D=(1000)(1+f)^n/(1+i)^n$ می‌شود.

برای شیوهٔ پشتوانه مالی با سپردن ضمانت‌نامه بانکی یا افزایش ارزش دارایی خالص

omoorepeyman.ir

شرکت تنها تورم اقتصادی (f) را درنظر گرفته و هزینه پوشش پایانی و نگهداری در درازمدت را سالانه و متناسب با میزان تورم، افزایش می‌دهند تا هزینه‌ها در سراسر دوران بهره‌وری از خاکچال، با هزینه‌های واقعی هماهنگ گردد.

با این امید که گوشه‌هایی از «فن» پاکیز« داشتن زندگانی شهروندان ایران زمین روشن شده باشد، به‌این نوشتار پایان بخشیده و در آرزوی گسترش این نوشتار از سوی دیگر مهندسان و دانش‌اندوختگان، هستم.

omoorepeyman.ir

واژه‌نامه انگلیسی به‌فارسی

A

Absence	نبود، نبود (در) ، نبودن
Absord	در خود فروکشی آب (مانند اسفنج)
Acceptable level	حد مجاز، مرز پذیرفتنی
Access road	راه دسترس، راههای کارگاهی
Accessories	ابزارها، تکه‌های دستگاه، تکه‌ای کناری
Acidity	تیزآبی، اسیدی
Active area	منطقه پرآمد و شد و پر جنب و جوش
Active life	دوران بهره‌برداری، عمر سودمند، دورهٔ بهره‌یابی
Additive	افزونمایه، افزوده
Adhesion	گیراگیری، (التصاق)، چسبندگی، گیرایی
Adsorb	کشش پوسته‌ای (همانند خیس شدن رویه سنگ از آب)
Advantages	افزونه‌ها
Aerobic	هوازی (باکتریهای هوازی)
Aesthetic	نمای زیبا و خوش

omoorepeyman.ir

Air lanc testing	آزمایش خط (لوله) با هوا
Alkaline	پایه‌ای، بازی برای ماده شیمیایی
Allowable	پذیرفتنی (بر پایه آیین‌نامه)، مجاز
Ambient temperature	دمای پیرامونی، گرمای هوای دور و بر
Amended	بهیافته، اصلاح شده
Amended soil	خاک بهیافته (با افزایش خاکهای دیگر)
Anaerobic	بی‌هوازی (باکتری)
Analysis	بررسی، درونکاوی، آنالیز
Analyze	بررسی کردن، درونکاوی کردن، آنالیز کردن
Anchorage	مهار، مهاری، لنگر
Annual	سالیانه، سالانه
Antiseep Collar	گریبانه چکه‌گیر
Apparatus	ابزار، دستگاه
Apparent Openinig Size (AOS)	اندازه آشکار روزنه
Apportionment	سهم‌بندی، بهربندی
Approach	برخورد (با)
Area method (Landfill)	خاکچال با گودال گسترده
Aromatic	گیاهان خوشبو
Aromatic	آبخیزگاه (جایی از زیرزمین که می‌شود آب برداشت کرد)
Arrangement	سامان دادن، سامان بندی
Array	آرایه، ترتیب
Assive ventillation system	سامانهٔ گازکشی با دمنده
Attenuation (natural)	خودپالایی

B

Background water	آب بالادست (آب بالاتر از منطقه کار)

omoorepeyman.ir

Baffle	دست‌انداز، مانع
Bark	پوست تنه درخت
Barrier layer	لایه بنداَور (آب)، لایه آب‌بند
Base	پی، شالوده
Base liner	روکش پی
Bedrock	بستر سنگی
Bending failure	گسیختگی خمشی، گسیختگی خمیدگی
Berm	پشته، پشته خاکی، هِرّه
Biological Oxygen Demand (BOD)	اکسیژن موردنیاز زیست
Biological uptake	به‌خود فراکشی (بیولوژیکی)، فراکشی زیستی
Bituminous mat	گستره قیری، روکش قیری
Blower	دمنده
Blowout	گسیختگی، پاره‌شدن، در رفتن
Bonded Seam Strength	ایستایی و بهم پیوستگی درز
Bonded seam	درز بهم پیوسته
Boot	ساق، لوله کوتاه
Bore (hole)	گمانه
Boring	گمانه‌زنی
Borrow source	برداشتگاه (خاک)
Brittleness	شکنندگی، تُردی
Bucket	دلو، جام، سطلک
Bulk	بیشتر، یکجا، عمده
Burner (Gas)	گازسوز، اجاق

C

Cable	مفتول، کابل

omoorepeyman.ir

Calibration	درجه‌بندی کردن
Callendering	گذراندن فلز یا روکش از میان دو غلتان‌گردان (برای شکل‌دادن)
Cash flow	نقدینه، پول در جریان
Cut-off wall	دیوار آب‌بند
Channeling	گذرکردن، نقب زدن، راه باز کردن
Characteristics	ویژگیها
Check	وارسی کردن، بازدید کردن، سرکشی کردن
Check dam	سد شتاب‌گیر، سد سرعت‌شکن، مانع مهارساز
Chemical Oxygen Demand, (COD)	اکسیژن موردنیاز شیمیایی
Classification	رده‌بندی، گروه بندی، جرگه‌بندی
Clod	کلوخ، کلوخه
Clogging	بندآمدن، بسته شدن
Closure	بستن (روی چیزی)
Coarse	زبردانه
Coated	اندود شده
Coefficient	ضریب، زدنی
Cohesion	به‌هم چسبندگی، گیرش، گیرایی
Collapse	ریزش کردن، فروریختن
Collection System	شبکه گردآوری، سامانه گردآوری (آب باران)
Combustible	آتش‌زا، آتش گرفتنی
Compaction	کوبیدن، درهم فشردن
Compaction equipment	خاک‌کوب، ابزار کوبش
Compactive effort	تلاش کوبش
Compatibility	سازگاری
Compatible	سازگار، جور
Complex	پیچیده

omoorepeyman.ir

Composite sample	نمونه آمیخته
Compound	آمیخت، ترکیب
Compressed	فشرده، متراکم
Compressive Strength	ایستایی زیر فشار (فشاری)
Conceptual	پنداره‌ای
Concrete	بتن
(Condensed) dripping	چکیدن چکه (گاز)، چکهٔ چگالیده
Configuration	پیکره، ریخت
Consolidation	چگالیدن، چگالش، یکپارچه شدن، جا افتادن
Constituents	تشکیل‌دهنده، آمیختار
Construction schedule	برنامه کار ساختمانی
Containment	دوربسته، کرانه‌دار
Contingency	هزینهٔ پیش‌بینی‌نشده
Contingency (Plan)	برنامه ناچارگی
Control	سرکشی، وارسی، بازرسی، مهار کردن
Coordinate	تیرگ جانما، محور مختصات
Corrosivity	خورندگی، زنگ‌زدگی
Cost	ارزش، هزینه
Cover	پوشش، روپوش
Crack	ترک، شکاف، چاک
Crawler tractor	تراکتور چرخ زنجیری
Creep	خزش، خزیدن
Criteria	سنجه، مبنای سنجش
Crushing	درهم شکستن
Crystallization	بلور، بلور شدن
Culvert	آب گذر

omoorepeyman.ir

Current (practice)	روش روز، روش معمول
Curvature	چرخش، پیچش
Curve number	شماره منحنی، شماره پیچ

D

Damage	آسیب، صدمه
Data	داده، آگاهی
Data acquisition and storing	دریافت و بایگانی کردن داده‌ها
Deadman	سنگینه (چیزی سنگین و سنگی برای مهار)
Debris	نخاله ساختمان، آشغالهای مانند نخاله
Decomposition	ازهم پاشیدگی، پاشیدن، تجزیه، فساد
Defect	کاستی، کمبود، نقص
Definition	شناسه (تعریف)
Deflection	گود افتادگی، خم شدن، شکم‌دادگی
Degradable	فرسایش یافتنی، فرسودنی
Degradation	فروسایی، فروساییدن
Delineate	مرزبندی کردن
Dense	توپر، درهم فشرده، متراکم
Density	تراکم، چگالی
Deplete	کاهش یافتن (تا مرز از میان رفتن)
Deposit	ته‌نشست، رسوب
Depression	گودال، چاله، فرو رفتگی
Desiccation	شکاف خوردن، چاک و ترک برداشتن در اثر خشک شدن
Destruction	ویرانگی، خراب کردن، آسیب زدن

omoorepeyman.ir

Destructive	نابودگر، خراب‌کار
Detail	ریزه‌کاری، جزء (جزییات)
Detection	برخوردن (به‌چیزی)، یافتن، متوجه شدن، بازشناسی
Detention	زمان ماند، ماندگاری
Deteriorate	فرسوده شدن، رو به‌فرسودگی نهادن، فرتوتی
Dewatering	آبکشی، آب کشیدن از
Diffusion	پراکندگی و پخش (چیزی) در همه سو از یک کانون
Dilution	آبکی کردن، آبکی شدن (رقیق کردن)
Dimension	اندازه، ابعاد
Dimensional stability	پایداری همه‌سویه
Dinitrification	ازت‌زدایی
Direct	بی‌میانجی، یکراست (مستقیم)
Direct Correlation	پیوستگی بی‌میانجی
Disadvantages	کاستیها
Discard	کنار نهادن، نپذیرفتن
Discharge	بده
Discharge (Pipe)	برونشو (لوله)
Dislodged (debris)	برکندن ازجا، کنده شده (نخاله)
Dispersion	پراکندگی و پخش‌شدن از یک کانون
Disposal	دور ریختن، چال کردن (دفع کردن)
Dissolved	حل شده
Distilled water	آب چکه‌ای (مقطر)
Disturbance	به‌هم زده، دست خوردگی
Disturbed (soil)	خاک دست‌خورده
Ditch	نهرآب، جوی
Divergence angle	گوشه چرخش یا پیچش، گوشه دورگشتگی

omoorepeyman.ir

Documentation	گواه‌نگاری، گواه‌پردازی (سندسازی)
Dormant (Season)	موسم خاموشی (گیاهان)، موسم زمستان
Double Lined	روکش دولا، دو روکشه
Downstream	زیردست
Drainage	زهکشی
Drainage blanket	بستر زهکش، لایه زهکش
Dripleg	چکه‌گیر
Dumping	بردن، ریختن بار، بار خالی‌کردن
Dumping vehicle	زباله‌کش
Durability	پایایی، دوام، پاخوری
Dust	گرد و غبار

E

Economic analysis	بررسی مالی
Efficiency	بازدهی
Elangation	دراز شدن، کش آمدن
Elapsed (time)	(زمان) سپری شده
Elastic	کشوار، کشواره، کش‌آمدنی
Elasticity	کشوارگی
Element	عنصر، بُنه، پدیده
Elude	زدودن، شستن، از میان برداشتن
Emergency	یاری رسانی فوری
Emergency	ناچارگی، اضطراری، نیاز آنی
Emergency repair	نوکاری و پینه‌زدن فوری

omoorepeyman.ir

Empirical	آزمونی (تجربی)
Encasement	غلاف‌کردن (درون)، دورپوشانی، پوشش گرداگردی
End cap	درپوش
Ensure	اطمینان، مطمئن ساختن، دلگرمی (تضمین)
Environmental	زیست محیط
Equation	پیوستار (معادله، رابطه)
Equivalent	همسنگ، برابر (معادل)
Erosion	سایش، ساییده شدن، آب شست، فرسایش، فرسودگی
Error	لغزش (اشتباه و خطا)
Estimate	گمان زدن، تخمین
Evaportranspiration	عرق ـ بخار کردن
Exchange	این دست آن دست کردن، مبادله
Exhilteration	برون‌نشت
Explosion	ترکیدن، از هم پاشیدن (انفجار)، ترکاندن
Extraction	جداسازی، افشره (کردن)
Extraction (procedure)	روش جداسازی
Extrusion	گذردادن صفحه و روکش برای شکل دادن (همراه با فشار)

F

Failure	از کار افتادن، پذیرفته نشدن
Falling head	افت فشار، کاهش فشار
Fallow	زمین شخم زدن پیش از کاشته‌شدن و کاشتن
Faulty design	لغزش در طرح، طرح نادرست
Feasibility report	گزارش نخستین

omoorepeyman.ir

Feasible	شدنی، انجام‌پذیر
Feature	چگونگی، سیما، چهر
Fiber	بافت
Field capacity	ظرفیت کارگاهی
Filtration	از صافی گذراندن، صاف کردن یا گذر از صافی
Final	پایانی (قطعی)، فرجامی
Final cover	پوشش پایانی
Fine materials	مواد ریزدانه
Firm	سفت، سخت یا شرکت و سازمان کاری
Fissuring	چاک خوردن، چاک‌خوردگی
Flame arrester	شعله‌گیر، فروزش‌گیر
Flash point	نقطهٔ آتش‌زایی، نقطهٔ گُر گرفتن
Flexible	نرم، خم‌شو، تاشو
Flood	سیل، سیلاب
Flood plain	دشت سیل‌گیر، سیلاب‌گیر
Fluctuate	بالا و پایین شدن، نوسان، جابه‌جایی (تغییر)
Flushing (water)	شست‌وشو با رانش آب، رانش و راندن آب
Foot contact pressure	فشار کف (پاچه)، فشار رویه پاچه (بزی)
Form	یادداشت‌نامه، (درخواست‌نامه)، یادداشت
Foundry	کوره قالب‌سازی، قالب‌ریزی، ریخته‌گری
Fraction	بخشی، بهره‌ای (جزیی)
Fractured	شکسته، ترک خورده
Freeboard	لبه آزاد (آب تا لبه حوض)
Freeze	یخ‌زدن
Freeze-thaw	یخ‌زدگی تا وارفتن
Friction angle	گوشه (زاویه)، مالش

omoorepeyman.ir

Fund	بودجه، پول موردنیاز (برای انجام طرحی)

G

Gas extraction wells	چاههای گازگیر (جداکننده گاز)
Gas venting system	سامانه دمنده گازگیری
Gauge	دستگاه سنجش و اندازه‌گیری
Generation	پیدایش، تولید
Generation	تولید، فرآوری
Geofabric	زمین ≅ زم + بافت، زمبافت، نوعی روکش پُردوام
Geomembrane, Geosynthetic	روکش ساختگی، روکش ماشیتی
Glaciated (region)	منطقهٔ یخبندان، یخ بسته
Gradually	رفته‌رفته، خردخرد (تدریجی)
Granular (Coarse)	زبردانه
Gravitation	کشش زمین، نیروی سنگینی (ثقل)
Grid	چارخانک (شبکه)
Grid point	گوشه‌های چارخانگ
Ground water table	سفره آب زیرزمینی
Growing (Season)	موسم بالیدن و نمو
Guide line	دفترچه راهنما

H

Hauling	بارکشی، باربری، کشیدن چیزی از جایی به‌جایی

omoorepeyman.ir

Hazardous	خطرزا
Non-Hazardous	بی‌خطر
Head	ارتفاع فشاری
Header (Pipe)	لوله اصلی، لوله برونشو
High level	تراز زبرین
Hydraulic asphalt	آسفالت بتنی نرم
Hydraulic gradient	شیب هیدرولیکی
Hydraulic radius	پرتو تر شده، شعاع تر شده
Hydrogeology	زمیناب‌شناسی

I

Ideal	آرمانی
Ignate	فروزش، افروختن، روشن کردن، سوزاندن
Ignitability	آتش گرفتنی، روشن شدنی، سوختنی، فروزش پذیری
Immersion (test)	غوطه‌ور سازی (آزمایش)، شناوری
Impact	همایش، اثر
Impermeable	ناتراوا
Incinerator	کوره زباله سوزی، زباله‌سوز
Index	نمایه (شاخص)
Indirect	با میانجی (غیرمستقیم)
Industrial waste	پساب صنعتی
Infiltration	نشت کردن
Inflation	گزافه شدن، گزافگی، تورّم
Inflow Line	خط لولهٔ درونشو

omoorepeyman.ir

Initiall	سرآغاز کار، نخست
Initially	آگاهی، نخست، سرآغاز
Inlet	درونشو
Inlet drop	آبگیر ریزشی
Inorganic	ناآلی
Inspection	بازرسی، سرکشی، پایش
Installation	کارگذاری، نصب
Interbeded	تو در تو، درهم چفت‌شده، چفت و بست شده
Interlocking	چفت و بست شدن
Intermediate	میانه (مرحله یا کاری یا یک بررسی)
Intrinsic	پایانه، فرجامی، سرانجامی
Intrusion	فراکشیدگی، رخنه‌کردن، پیشروی (درون چیزی)
Investigation	بررسی، بازجویی
Isolated gas vent	تک گاز، گازگیری جدا از هم

J

Jetting (water)	شست‌وشو با آب زیر فشار

K

Kinetic reaction	واکنش جنبشی
Kneading	ورز دادن، سرشتن

omoorepeyman.ir

L

Lack (of)	نبود
Lag	پس‌افتادگی، دیرماند، بازمانی
Laminated	لعاب‌دار، لعاب‌داده شده
Land dispoal	در زمین دفع کردن
Landfill	خاکچال
Lay out	آرایه، پیاده کردن، چیدن
Leachate	آبزباله
Leakage	پس‌دادگی، پس دادن آب و آبگون
Lighter	سبکتر
Lined (landfill)	خاکچال روکش‌دار
Liner blowout	گسیختگی، از هم‌گسیختگی روکش
Liquid limit	مرز آبگونی
Listing	فهرست‌بندی
Litter	آشغال، ماده وازده
Long term	درازمدت، بلندمدت
Long term care	نگهداری در دراز مدت
Loss	افت، از دست دادن
Lysimeter	زوال‌سنج

M

Mandatory	ناگزیر، اجباری
Maximum	بیشینه
Melting Index	نمایه آب‌شدن (آب‌شدگی)

omoorepeyman.ir

Microbial activities	جنبش و جابه‌جایی جانداران ذره‌بینی (میکربی)
Microorganism	جانداران ذره‌بینی
Microwave	ریز موج (اجاق)
Migration	جابه‌جا شدن، جابه‌جایی
Mineral	کانی
Minimum	کمینه
Mix	آمیختن
Mixed	آمیخته، درهم آمیخته
Mixing process	فرآیند آمیختن
Mobility	جابه‌جایی، جابه‌جا شدن
Modification	بهبود بخشیدن، بهسازی
Moisture	نم، رطوبت، خیسی
Moisture Content	میزان نم
Moisture meter	نم‌سنج
Molding	ریخته‌گری، قالب ریختن، شکل دادن به‌چیزی
Money	پول، بودجه، سرمایه برای انجام کار
Monitoring	پاییدن، پایش، کارنگری
Monolithic	تک‌ماده‌ای
Monument	نشانه
Municipal garbage	زباله، آشغال شهری

N

Natural elements	بنه، عنصر طبیعی
Nomograph	نمودار

omoorepeyman.ir

Nozzle	افشانه، پخشان

O

Odor	بوی، بوی ناخوشایند
On site	در کارگاه، درجا
Operation	بهره‌برداری
Optimum	مطلوب، دلخواست
Optimum moisture	نم مطلوب
Option	گزینه
Organized	سر و سامان یافته
Orientation (soil)	راستای دانه‌های خاک
Outflow Line	خط لوله برونشو
Out lay, Lay out	پیاده کردن
Outlet	برونشو
Overflow	سر ریزکردن، لبریز شدن
Overlap	روهمرفتگی

P

Parameter	آخشیج، پدیده (عنصر)، عوامل
Particle	ذره، دانه
Passive ventillation system	سامانهٔ گازکشی بی‌دمنده
Pasture	چراگاه

omoorepeyman.ir

up	پینه‌زنی، پینه
ıent	رویه (اسفالته)، روسازی
ravel	شن نخودی
	تاگ، اوج، بیشترین حد ممکن
	خاک نباتی، خاک زراعتی (خاک پر از مواد آلی)
	پوسته، پوسته شدن
dhesion	چسبندگی و گیرایی پوسته‌ای
ate	فروبری، فرو بردن (نفوذ)
ed.ground water	آب زیرزمین مانده. ایستابه، (آبی درون زمین که آنرا نتوان تلمبه کرد)
ate	تراویدن، تراوش
ating	تراویدن، تراوش، گذر
mance Monitoring	پایش کار، کارنگری
ter	کناره‌ای، پیرامونی، لبه‌ای
nent	همیشگی، پایدار، دایمی
able	تراوایی (نفوذپذیری)، با تراوا
ameter	تراواسنج
sible	مجاز، پذیرفته
	پروانه، اجازه
	خان، مرحله
g	مرحله‌بندی، خان‌بندی
c	آب آلوده
	نمای گسترده، نمای رویه، نمای رویین
limit	مرز خمیری
ty index	نمایه خمیری، نمایه خمیرگی
	خوشه (آلودگی)
nt	آلاینده، آلوده ساز (مواد)

omoorepeyman.ir

Pollution	آلودگی
Polymer	چندبندی، بندبند (در آمیختهای شیمیایی)
Ponding	کپه شدن، کپه کپه شدن آب، مردابه شدن
Pore	روزنه (خلل و فرج)، منفذ
Porous	اسفنجی، روزنه‌دار
Potential	نهفته، خفته
Powdery	گردواره، گردوار
Precipitation	بارش، بارندگی
Precompaction	پیش‌کوبیده
Predictive (modeling)	مدل پیشگو
Preliminary report	گزارش بررسی نخستین
Preloading	پیش بارگذاری
Preservation	نگهداری
Procedure	روش، رویه، روند، شیوه
Process	فرآیند
Procurement	فراهم آوردن، تهیه کردن
Profile	نیمرخ
Prohibit	قدغن، جلوگیری
Proof of financial responsibility	اطمینان از پشتوانه مالی
Proposed	پیشنهادی
Protective layer	لایهٔ حفاظتی
Pullout (force)	نیروی کشندگی، از جا کندن
Punching	سوراخ شدن
Puncture resistance	تاب و ایستایی در رویارویی با سوراخ شدن
Putriscible	پوسیدنی (تجزیه‌پذیر)

omoorepeyman.ir

Q

Quality control	بازرسی چونی ـ وارسی چونی (کیفی)

R

Radius	پرتو (شعاع)
Radius of Influence	پرتو نفوذ
Rainfall	آب باران
Random sample	تک‌نمونه
Range	زیر و زبری، افت و خیز
Reaction exchange	واکنش جابه‌جایی
Rebound	برگشت به‌جای خود
Recirculation	برگشت دادن (چیزی)، برگشتی
Recompaction	از نو کوبیدن، دوباره کوبیدن
Recording	یادداشت‌برداری، گزارشگری
Recovery	بهبودی، بازگشت
Recovoery (time)	زمان بازگشت
Recycling	بازیابی
Reduction	کاستن
Reflection	بازتاب
Refuse	مواد وازده
Region	برزن (منطقه)، پهلو
Regulatory compliance	هماهنگی با آیین‌نامه، خواستهای آیین‌نامه‌ای
Regulatoty agency	سازمان آیین گذاری

omoorepeyman.ir

Remidial	ی، بهبود بخشی
Repair	ی، پینه‌زنی (تعمیر)
Representative	نماینده
Resin	(صمغ)
Resistance	
Retroffit	ازی، جورکردن
Riprap	چین، خشکه چین
Rodding machine	میزکننده، روبند میله‌ای
Rotary motion	ی با چرخش، پیش‌راندن چرخواره‌ای
Rough estimate	ـ سرانگشتی
Roughness coeffieient	ب زبری
Routing	ت، راه بازکردن
Runoff	، بارندگی

S

Safety factor	ب آگاهی، ضریب اطمینان
Salinity sensor	، شوری نما
Sample	ه
Sampling	ه‌برداری
Sanitary	شتی
Saturation	ب شدن، سیرآبی (اشباع)
Scattered	نده
Schedule (80)	شماره ۸۰
Scheme	ه، طرح

omoorepeyman.ir

Scraping	خراشیدن، خراش
Screen (well)	تنه شیاردار
Seam	درز، درزبندی
Seaming equipment	درزبند، ابزار درزبندی
Seamless	بی‌درز
Seareh radius	پرتو پژوهش
Section	برش، بخش، بهر
Sedimentation	ته‌نشینی
Self-propelled	خودچرخان، چرخنده
Series	بهم پیوسته، پی اندر پی، زنجیره‌ای
Service	نگهداری و رسیدگی
Settlement hub	نشست‌گیر
Shear	برش یافتن، بره بره شدن
Sheep's foot roller	غلتک پاچه‌بزی
Shock	تکانش، تکان خوردگی
Shrinkage	مچالگی، مچاله شدن، جمع شدن، آب رفتن
Shut off	خاموش کردن، از کارانداختن
Side liner	روکش کناری
Significant	هنگفت، چشمگیر، بی‌اندازه
Silt	لای
Silty sand	ماسه لای‌دار
Single lined	تک روکشه
Site	کارگاه، جا
Slab	تاوه
Sliding	لغزیدن، سُر خوردن، رانش
Slime	ماده لزج

omoorepeyman.ir

Slip circle	قوس لغزش
Slot	شیار
Snetite	گروههای پاک‌کننده، زداینده (صابونی)
Snow melt	برفاب، برفابه
Soil property	ویژگیهای خاک، مشخصات خاک
Solid	بستگ (بسته)، جامد
Source	خاستگاه، آبشخور (منبع)
Spare	یدک، تکه یدکی
Specification	مشخصات، ویژگیها
Spillage	ریخت و پاش، هدر رفته
Spine	تابیدن، تاباندن، تاب دادن
Spring line	خط کمربندی (میان)
Square array	آرایه چهارگوش
Stability	پایداری
Stage (step)	گام، وهله، مرحله
Stand point	از دیدگاه، از دید
Start	راه‌اندازی، آغازیدن
Steep	پُرشیب، شیبدار
Stiff	تُرد، شق
Stiffness	تُردی، شقی، سختی
Stock	انبار کردن، در انبار
Stormwater basin	حوضچه آب باران‌گیر
Stratification	چینه‌بندی، چین خوردگی
Stream bed	آبرفت
Strength	ایستایی
Stringent	سختگیر، سختگیرانه

omoorepeyman.ir

Subbase	زیرپی
Submersible (pump)	تلمبه غوطه‌ور، شناور
Subsequent	پیامد
Suction	مکش
Summary	چکیده، فشرده (خلاصه)، کوتاه شده
Sump	چاهک (چاهکی)
Surface runoff	آبهای سطحی، باران
Surrounding (soil)	گرداگرد (خاک)
Swale (flowage)	آب‌بَر طبیعی
Swelling	رِی کردن، باد کردن
Synthetic material, Synthetic membrane	ماده ساختگی و روکش ساختگی

T

Tank	انباره
Tear resistance	تاب پاره شدن، تاب پارگی
Technique	فن، شگرد
Temper	زمین‌کوب دستی (تخماق)، ابزار دستی کوبیدن
Temporary	کوتاه زمان (موقت)
Tendency	گرایش، تمایل
Tensiometer	تنش سنج
Test pit	چال یا چاله آزمایش
Theory	انگاره
Three-dimensional	سه‌سویه (سَمک ≅ بُعد)، سه سمک (سه‌بعدی)
Tiller	شخم‌زن، صفحه بران (تراکتوربا)

omoorepeyman.ir

Tolerance	نرمش، تا شدگی، نرم‌پذیری
Topographical map	ترازنما (نقشه)، ترازبندی
Topsoil	روخاک، خاک نباتی
Tortuosity factor	ضریب پیچ و خم
Toxicity	زیانباری
Treatment	پالاییدن، پالایش، تصفیه
Trench	کندک (در کار لوله‌کشی و مانند آن)
Trench	ترانشه (در راه‌سازی که بریدن خاک پیش می‌آید)؛ بغل بری
Trench method	روش کندک، روش گودال باریک
Trial-and-error	تکرار تا یافت
Tube	لوله بی‌درز
Turgor	زنده مانده (سلول گیاهی)
Two stage	دوگامه
Type	رده، نوع، گونه

U

Ultra pulse echo technique	فن پژواک فراتپش
Ultrasonic impedance plane	صفحه فراصدای کندساز
Ultraviolet ray	پرتو فرابنفش
Uneven settlement	نشست ناهموار، نشست نابرابر
Uniform	یکنواخت، یک شکل، همشکل
Unimproved areas	زمینهای دست نخورده، آباد نشده (طبیعی)

omoorepeyman.ir

V

Vacuum-Pressure operated	سامانه تهیسازی فشاری
Vacuum-Pressure sampler	نمونه بردار تهیسازیِ فشاری
Vadose zone	منطقه آبدار (آبی زیرزمینی که یکجا گرد نیاوردنی است)
Valid	ارزشمند، پذیرفتنی، معتبر
Variable	دگرپذیری، دگرشو
Constant	ایستان، ثابت، ضریب
Vehicle	خودرو، ابزار موتوردار
Verification	رسیدگی
Viscosity	نوچی (ویسکوزیته)
Visualize	انگاشتن (تجسم)، پنداشتن، در ذهن دیدن
Void	تهی، بیهوا، پوچ
Void ratio	نسبت پوچی
Volatile	گریزنده، فرّار
Volatile organic Compound, (VOC)	آمیختهای آلی گریزنده (ترکیبات آلی فرّار)

W

Warning	هشدار، هشدار دادن، آژیر (اخطار)، گوشزد کردن
Waste type	رده یا نوع پسمانده
Water balance	توازن آب، هم‌اندازگی
Water head	ارتفاع فشاری آب
Water leach	آبشویی، شستن چیزی با آب
Water table	سفره آب (زیرزمینی)، ایستابه، تراز آب

omoorepeyman.ir

Wave sensing device	موج‌سنج (دستگاه)
Wearing surface	رویه فرسوده، رویه‌رفته
Wedge fusion	جوش برجسته
Well capacity	بده (ظرفیت)، آبدهی چاه
Well casing	دیواره فلزی چاه، جدار چاه
Well equipped	پر ابزاره (مجهز)
Wet	خیس، تر
Wetland	تالاب
Wilting	پژمرده شدن، پلاسیدن
Workability	کارپذیری، شکل‌پذیری

Y

Yield stress	حدجاری شدن، مرز راه‌افتادگی

Z

Zigzag	کج واکج
Zoning	برزن‌بندی، بخش‌بندی شهر برای کارهای گوناگون

omoorepeyman.ir

واژه‌نامه فارسی به‌انگلیسی

آ

آب آلوده	Phreatic
آب باران	Rainfall
آب بالادست (آب بالاتر از منطقه کار)	Background water
آب‌بر طبیعی	Swale (flowage)
آب چکه‌ای (مقطر)	Distilled water
آبخیزگاه (جایی از زیرزمین که می‌شود آب برداشت کرد)	Aromatic
آبرفت	Stream bed
آبزباله	Leachate
آب زیرزمین مانده. ایستابه، (آبی درون زمین که آن‌را نتوان تلمبه کرد)	Perched ground water
آبشویی، شستن چیزی با آب	Water leach
آبکشی، آب کشیدن از	Dewatering
آبکی کردن، آبکی شدن (رقیق کردن)	Dilution
آب گذر	Culvert
آبگیر ریزشی	Inlet drop

omoorepeyman.ir

Surface runoff	آبهای سطحی، باران
Combustible	آتش‌زا، آتش گرفتنی
Ignitability	آتش گرفتنی، روشن شدنی، سوختنی، فروزش پذیری
Parameter	آخشیج، پدیده (عنصر)، عوامل
Lay out	آرایه، پیاده کردن، چیدن
Array	آرایه، ترتیب
Square array	آرایه چهارگوش
Ideal	آرمانی
Air lane testing	آزمایش خط (لوله) با هوا
Empirical	آزمونی (تجربی)
Hydraulic asphalt	آسفالت بتنی نرم
Damage	آسیب، صدمه
Litter	آشغال، ماده وازده
Initially	آگاهی، نخست، سرآغاز
Pollutant	آلاینده، آلوده ساز (مواد)
Pollution	آلودگی
Compound	آمیخت، ترکیب
Mix	آمیختن
Volatile organic Compound, (VOC)	آمیختهای آلی گریزنده (ترکیبات آلی فرّار)
Mixed	آمیخته، درهم آمیخته

الف

Rodding machine	ابزار تمیزکننده، روبند میله‌ای
Apparatus	ابزار، دستگاه

omoorepeyman.ir

Accessories	ابزارها، تکه‌های دستگاه، تکه‌ای کناری
Head	ارتفاع فشاری
Water head	ارتفاع فشاری آب
Valid	ارزشمند، پذیرفتنی، معتبر
Cost	ارزش، هزینه
Dinitrification	ازت‌زدایی
Stand point	از دیدگاه، از دید
Filtration	از صافی گذراندن، صاف کردن با گذر از صافی
Failure	از کار افتادن، پذیرفته نشدن
Recompaction	از نو کوبیدن، دوباره کوبیدن
Decomposition	ازهم پاشیدگی، پاشیدن، تجزیه، فساد
Porous	اسفنجی، روزنه‌دار
Proof of financial responsibility	اطمینان از پشتوانه مالی
Ensure	اطمینان، مطمئن ساختن، دلگرمی (تضمین)
Loss	افت، از دست دادن
Falling head	افت فشار، کاهش فشار
Additive	افزونمایه، افزوده
Advantages	افزونه‌ها
Nozzle	افشانه، پخشان
Biological Oxygen Demand (BOD)	اکسیژن موردنیاز زیست
Chemical Oxygen Demand, (COD)	اکسیژن موردنیاز شیمیایی
Stock	انبار کردن، در انبار
Tank	انباره
Apparent Openinig Size (AOS)	اندازه آشکار روزنه
Dimension	اندازه، ابعاد
Coated	اندود شده

omoorepeyman.ir

انگاره	Theory
انگاشتن (تجسم)، پنداشتن، در ذهن دیدن	Visualize
ایستان، ثابت، ضریب	Constant
ایستایی	Strength
ایستایی زیر فشار (فشاری)	Compressive Strength
ایستایی و بهم پیوستگی درز	Bonded Seam Strength
این دست آن دست کردن، مبادله	Exchange

ب

بارش، بارندگی	Precipitation
بارش، بارندگی	Runoff
بارکشی، باربری، کشیدن چیزی از جایی به‌جایی	Hauling
بازتاب	Reflection
بازدهی	Efficiency
بازرسی چونی ـ وارسی چونی (کیفی)	Quality control
بازرسی، سرکشی، پایش	Inspection
بازیابی	Recycling
بافت	Fiber
بالا و پایین شدن، نوسان، جابه‌جایی (تغییر)	Fluctuate
با میانجی (غیرمستقیم)	Indirect
بتن	Concrete
بخشی، بهره‌ای (جزیی)	Fraction
بده	Discharge
بده (ظرفیت)، آبدهی چاه	Well capacity

omoorepeyman.ir

برآورد سرانگشتی	Rough estimate
برخورد (با)	Approach
برخوردن (به‌چیزی)، یافتن، متوجه شدن، بازشناسی	Detection
برداشتگاه (خاک)	Borrow source
بردن، ریختن بار، بار خالی‌کردن	Dumping
بررسی، بازجویی	Investigation
بررسی، درونکاوی، آنالیز	Analysis
بررسی کردن، درونکاوی کردن، آنالیز کردن	Analyze
بررسی مالی	Economic analysis
برزن‌بندی، بخش‌بندی شهر برای کارهای گوناگون	Zoning
برزن (منطقه)، پهلو	Region
برش، بخش، بهر	Section
برش یافتن، بره بره شدن	Shear
برفاب، برفابه	Snow melt
برکندن ازجا، کنده شده (نخاله)	Dislodged (debris)
برگشت به‌جای خود	Rebound
برگشت دادن (چیزی)، برگشتی	Recirculation
برنامه کار ساختمانی	Construction schedule
برنامه ناچارگی	Contingency (Plan)
برونشو	Outlet
برونشو (لوله)	Discharge (Pipe)
برون‌نشت	Exhilteration
بستر زهکش، لایه زهکش	Drainage blanket
بستر سنگی	Bedrock
بستگ (بسته)، جامد	Solid
بستن (روی چیزی)	Closure

omoorepeyman.ir

بلور، بلور شدن	Crystallization
بندآمدن، بسته شدن	Clogging
بنه، عنصر طبیعی	Natural elements
بودجه، پول موردنیاز (برای انجام طرحی)	Fund
بوی، بوی ناخوشایند	Odor
بهبود بخشیدن، بهسازی	Modification
بهبودی، بازگشت	Recovery
به‌خود فراکشی (بیولوژیکی)، فراکشی زیستی	Biological uptake
بهداشتی	Sanitary
بهره‌برداری	Operation
بهسازی، بهبود بخشی	Remidial
بهم پیوسته، پی اندر پی، زنجیره‌ای	Series
به‌هم چسبندگی، گیرش، گیرایی	Cohesion
به‌هم زده، دست خوردگی	Disturbance
بهیافته، اصلاح شده	Amended
بی‌خطر	Non-Hazardous
بی‌درز	Seamless
بیشتر، یکجا، عمده	Bulk
بیشینه	Maximum
بی‌میانجی، یکراست (مستقیم)	Direct
بی‌هوازی (باکتری)	Anaerobic

پ

پالاییدن، پالایش، تصفیه	Treatment

omoorepeyman.ir

Intrinsic	پایانه، فرجامی، سرانجامی
Final	پایانی (قطعی)، فرجامی
Durability	پایایی، دوام، پاخوری
Stability	پایداری
Dimensional stability	پایداری همه‌سویه
Performance Monitoring	پایش کار، کارنگری
Alkaline	پایه‌ای، بازی برای ماده شیمیایی
Monitoring	پاییدن، پایش، کارنگری
Allowable	پذیرفتنی (بر پایه آیین‌نامه)، مجاز
Well equipped	پر ابزاره (مجهز)
Diffusion	پراکندگی و پخش (چیزی) در همه سو از یک کانون
Dispersion	پراکندگی و پخش‌شدن از یک کانون
Scattered	پراکنده
Seareh radius	پرتو پژوهش
Hydraulic radius	پرتو تر شده، شعاع تر شده
Radius	پرتو (شعاع)
Ultraviolet ray	پرتو فرابنفش
Radius of Influence	پرتو نفوذ
Steep	پُرشیب، شیبدار
Permit	پروانه، اجازه
Wilting	پژمرده شدن، پلاسیدن
Industrial waste	پساب صنعتی
Lag	پس‌افتادگی، دیرماند، بازمانی
Leakage	پس‌دادگی، پس دادن آب و آبگون
Berm	پشته، پشته خاکی، هِرّه
Conceptual	پنداره‌ای

omoorepeyman.ir

پوست تنه درخت	Bark
پوسته، پوسته شدن	Peel
پوسیدنی (تجزیه‌پذیر)	Putriscible
پوشش پایانی	Final cover
پوشش، روپوش	Cover
پول، بودجه، سرمایه برای انجام کار	Money
پیاده کردن	Out lay, Lay out
پیامد	Subsequent
پیچیده	Complex
پیدایش، تولید	Generation
پی، شالوده	Base
پیش بارگذاری	Preloading
پیشرانی با چرخش، پیش‌راندن چرخواره‌ای	Rotary motion
پیش‌کوبیده	Precompaction
پیشنهادی	Proposed
پیکره، ریخت	Configuration
پینه‌زنی، پینه	Patch up
پیوستار (معادله، رابطه)	Equation
پیوستگی بی‌میانجی	Direct Correlation

ت

تاب	Resistance
تاب پاره شدن، تاب پارگی	Tear resistance
تاب و ایستایی در رویارویی با سوراخ شدن	Puncture resistance

omoorepeyman.ir

Spine	تابیدن، تاباندن، تاب دادن
Peak	تاگ، اوج، بیشترین حد ممکن
Wetland	تالاب
Slab	تاوه
High level	تراز زبرین
Topographical map	ترازنما (نقشه)، ترازبندی
Crawler tractor	تراکتور چرخ زنجیری
Density	تراکم، چگالی
Trench	ترانشه (در راه‌سازی که بریدن خاک پیش می‌آید)، بغل بری
Permeameter	تراواسنج
Permeable	تراوایی (نفوذپذیری)، با تراوا
Percolate	تراویدن، تراوش
Percolating	تراویدن، تراوش، گذر
Stiff	تُرد، شق
Stiffness	تُردی، شقی، سختی
Crack	ترک، شکاف، چاک
Explosion	ترکیدن، از هم پاشیدن (انفجار)، ترکاندن
Constituents	تشکیل‌دهنده، آمیختار
Shock	تکانش، تکان خوردگی
Trial-and-error	تکرار تا یافت
Single lined	تک روکشه
Isolated gas vent	تک گاز، گازگیری جدا از هم
Monolithic	تک‌ماده‌ای
Random sample	تک‌نمونه
Compactive effort	تلاش کوبش
Submersible (pump)	تلمبه غوطه‌ور، شناور

omoorepeyman.ir

تنش سنج	Tensiometer
تنه شیاردار	Screen (well)
توازن آب، هم‌اندازگی	Water balance
توپر، درهم فشرده، متراکم	Dense
تو در تو، درهم چفت‌شده، چفت و بست شده	Interbeded
تولید، فرآوری	Generation
ته‌نشست، رسوب	Deposit
ته‌نشینی	Sedimentation
تهی، بیهوا، پوچ	Void
تیرگ جانما، محور مختصات	Coordinate
تیزآبی، اسیدی	Acidity

ج

جابه‌جا شدن، جابه‌جایی	Migration
جابه‌جایی، جابه‌جا شدن	Mobility
جانداران ذره‌بینی	Microorganism
جداسازی، افشره (کردن)	Extraction
جنبش و جابه‌جایی جانداران ذره‌بینی (میکربی)	Microbial activities
جورسازی، جورکردن	Retroffit
جوش برجسته	Wedge fusion

چ

چارخانک (شبکه)	Grid

omoorepeyman.ir

Fissuring	چاک خوردن، چاک‌خوردگی
Test pit	چال یا چاله آزمایش
Sump	چاهک (چاهکی)
Gas extraction wells	چاههای گازگیر (جداکننده گاز)
Pasture	چراگاه
Curvature	چرخش، پیچش
Peel adhesion	چسبندگی و گیرایی پوسته‌ای
Interlocking	چفت و بست شدن
Dripleg	چکه‌گیر
(Condensed) dripping	چکیدن چکه (گاز)، چکهٔ چگالیده
Summary	چکیده، فشرده (خلاصه)، کوتاه شده
Consolidation	چگالیدن، چگالش، یکپارچه شدن، جا افتادن
Feature	چگونگی، سیما، چهر
Polymer	چندبندی، بندبند (در آمیختهای شیمیایی)
Stratification	چینه‌بندی، چین خوردگی

ح

Yield stress	حدجاری شدن، مرز راه‌افتادگی
Acceptable level	حد مجاز، مرز پذیرفتنی
Dissolved	حل شده
Stormwater basin	حوضچه آب باران‌گیر

خ

Source	خاستگاه، آبشخور (منبع)

omoorepeyman.ir

خاک بهیافته (با افزایش خاکهای دیگر)	Amended soil
خاکچال	Landfill
خاکچال با گودال گسترده	Area method (Landfill)
خاکچال روکش‌دار	Lined (landfill)
خاک دست‌خورده	Disturbed (soil)
خاک‌کوب، ابزار کوبش	Compaction equipment
خاک نباتی، خاک زراعتی (خاک پر از مواد آلی)	Peat
خاموش کردن، از کارانداختن	Shut off
خان، مرحله	Phase
خراشیدن، خراش	Scraping
خزش، خزیدن	Creep
خطرزا	Hazardous
خط کمربندی (میان)	Spring line
خط لوله برونشو	Outflow Line
خط لولهٔ درونشو	Inflow Line
خودپالایی	Attenuation (natural)
خودچرخان، چرخنده	Self-propelled
خودرو، ابزار موتوردار	Vehicle
خورندگی، زنگ‌زدگی	Corrosivity
خوشه (آلودگی)	Plume
خیس، تر	Wet

د

داده، آگاهی	Data

omoorepeyman.ir

دراز شدن، کش آمدن	Elangation
درازمدت، بلندمدت	Long term
درپوش	End cap
درجه‌بندی کردن	Calibration
در خود فروکشی آب (مانند اسفنج)	Absord
درزبند، ابزار درزبندی	Seaming equipment
درز بهم پیوسته	Bonded seam
درز، درزبندی	Seam
در زمین دفع کردن	Land dispoal
در کارگاه، درجا	On site
درونشو	Inlet
درهم شکستن	Crushing
دریافت و بایگانی کردن داده‌ها	Data acquisition and storing
دست‌انداز، مانع	Baffle
دستگاه سنجش و اندازه‌گیری	Gauge
دشت سیل‌گیر، سیلاب‌گیر	Flood plain
دفترچه راهنما	Guide line
دگرپذیری، دگرشو	Variable
دلو، جام، سطلک	Bucket
دمای پیرامونی، گرمای هوای دور و بر	Ambient temperature
دمنده	Blower
دوران بهره‌برداری، عمر سودمند، دورهٔ بهره‌یابی	Active life
دوربسته، کرانه‌دار	Containment
دور ریختن، چال کردن (دفع کردن)	Disposal
دوگامه	Two stage
دیوار آب‌بند	Cut-off wall

omoorepeyman.ir

دیواره فلزی چاه، جدار چاه	Well casing

ذ

ذره، دانه	Particle

ر

راتیانه (صمغ)	Resin
راستای دانه‌های خاک	Orientation (soil)
راه‌اندازی، آغازیدن	Start
راه دسترس، راههای کارگاهی	Access road
راه یافت، راه بازکردن	Routing
رده‌بندی، گروه بندی، جرگه‌بندی	Classification
رده، نوع، گونه	Type
رده یا نوع پسمانده	Waste type
رسیدگی	Verification
رفته‌رفته، خردخرد (تدریجی)	Gradually
روخاک، خاک نباتی	Topsoil
روزنه (خلل و فرج)، منفذ	Pore
روش جداسازی	Extraction (procedure)
روش روز، روش معمول	Current (practice)
روش، رویه، روند، شیوه	Procedure
روش کندک، روش گودال باریک	Trench method

omoorepeyman.ir

روکش پی	Base liner
روکش دولا، دو روکشه	Double Lined
روکش ساختگی، روکش ماشینی	Geomembrane, Geosynthetic
روکش کناری	Side liner
روهمرفتگی	Overlap
رویه (اسفالته)، روسازی	Pavement
رویه فرسوده، رویه‌رفته	Wearing surface
ریخت و پاش، هدر رفته	Spillage
ریخته‌گری، قالب ریختن، شکل دادن به‌چیزی	Molding
ریزش کردن، فروریختن	Collapse
ریز موج (اجاق)	Microwave
ریزه‌کاری، جزء (جزییات)	Detail
رِی کردن، باد کردن	Swelling

ز

زباله، آشغال شهری	Municipal garbage
زباله‌کش	Dumping vehicle
زبردانه	Coarse
زبردانه	Granular (Coarse)
زدودن، شستن، از میان برداشتن	Elude
زمان بازگشت	Recovoery (time)
(زمان) سپری شده	Elapsed (time)
زمان ماند، ماندگاری	Detention
زمیناب‌شناسی	Hydrogeology

omoorepeyman.ir

زمین ≅ زم + بافت، زمبافت، نوعی روکش پُردوام	Geofabric
زمین شخم زدن پیش از کاشته‌شدن و کاشتن	Fallow
زمین‌کوب دستی (تخماق)، ابزار دستی کوبیدن	Temper
زمینهای دست نخورده، آباد نشده (طبیعی)	Unimproved areas
زنده مانده (سلول گیاهی)	Turgor
زوال‌سنج	Lysimeter
زهکشی	Drainage
زیانباری	Toxicity
زیرپی	Subbase
زیردست	Downstream
زیر و زبری، افت و خیز	Range
زیست محیط	Environmental

س

سازگار، جور	Compatible
سازگاری	Compatibility
سازمان آیین گذاری	Regulatoty agency
ساق، لوله کوتاه	Boot
سالیانه، سالانه	Annual
سامان دادن، سامان بندی	Arrangement
سامانه تهیسازی فشاری	Vacuum-Pressure operated
سامانه دمنده گازگیری	Gas venting system
سامانهٔ گازکشی با دمنده	Assive ventillation system
سامانهٔ گازکشی بی‌دمنده	Passive ventillation system

omoorepeyman.ir

Erosion	سایش، ساییده شدن، آب شست، فرسایش، فرسودگی
Lighter	سبکتر
Stringent	سختگیر، سختگیرانه
Check dam	سد شتاب‌گیر، سد سرعت‌شکن، مانع مهارساز
Initiall	سرآغاز کار، نخست
Overflow	سر ریزکردن، لبریز شدن
Control	سرکشی، وارسی، بازرسی، مهار کردن
Organized	سر و سامان یافته
Firm	سفت، سخت یا شرکت و سازمان کاری
Ground water table	سفره آب زیرزمینی
Water table	سفره آب (زیرزمینی)، ایستابه، تراز آب
Criteria	سنجه، مبنای سنجش
Riprap	سنگ‌چین، خشکه چین
Deadman	سنگینه (چیزی سنگین و سنگی برای مهار)
Punching	سوراخ شدن
Three dimensional	سه‌سویه (سَمک ≅ بُعد)، سه سمک (سه‌بعدی)
Apportionment	سهم‌بندی، بهربندی
Saturation	سیرآب شدن، سیرآبی (اشباع)
Flood	سیل، سیلاب

ش

Collection System	شبکه گردآوری، سامانه گردآوری (آب باران)
Tiller	شخم‌زن، صفحه بران (تراکتوربا)
Feasible	شدنی، انجام‌پذیر

omoorepeyman.ir

شست‌وشو با آب زیر فشار	Jetting (water)
شست‌وشو با رانش آب، رانش و راندن آب	Flushing (water)
شعله‌گیر، فروزش‌گیر	Flame arrester
شکاف خوردن، چاک و ترک برداشتن در اثر خشک شدن	Desiccation
شکسته، ترک خورده	Fractured
شکنندگی، تُردی	Brittleness
شماره منحنی، شماره پیچ	Curve number
شناسه (تعریف)	Definition
شن نخودی	Pea gravel
شور، شوری نما	Salinity sensor
شیار	Slot
شیب هیدرولیکی	Hydraulic gradient

ص

صفحه فراصدای کندساز	Ultrasonic impedance plane

ض

ضریب آگاهی، ضریب اطمینان	Safety factor
ضریب پیچ و خم	Tortuosity factor
ضریب زبری	Roughness coeffieient
ضریب، زدنی	Coefficient

omoorepeyman.ir

ظ

ظرفیت کارگاهی	Field capacity

ع

عرق ـ بخار کردن	Evaportranspiration
عنصر، بُنه، پدیده	Element

غ

غلاف‌کردن (درون)، دورپوشانی، پوشش گرداگردی	Encasement
غلتک پاچه‌بزی	Sheep's foot roller
غوطه‌ور سازی (آزمایش)، شناوری	Immersion (test)

ف

فرآیند	Process
فرآیند آمیختن	Mixing process
فراکشیدگی، رخنه‌کردن، پیشروی (درون چیزی)	Intrusion
فراهم آوردن، تهیه کردن	Procurement
فرسایش یافتنی، فرسودنی	Degradable
فرسوده شدن، رو به‌فرسودگی نهادن، فرتوتی	Deteriorate

omoorepeyman.ir

فروبری، فرو بردن (نفوذ)	Penetrate
فروزش، افروختن، روشن کردن، سوزاندن	Ignate
فروسایی، فروساییدن	Degradation
فشار کف (پاچه)، فشار رویه پاچه (بزی)	Foot contact pressure
فشرده، متراکم	Compressed
فن پژواک فراتپش	Ultra pulse echo technique
فن، شگرد	Technique
فهرست‌بندی	Listing

ق

قدغن، جلوگیری	Prohibit
قوس لغزش	Slip circle

ک

کارپذیری، شکل‌پذیری	Workability
کارگاه، جا	Site
کارگذاری، نصب	Installation
کاستن	Reduction
کاستی، کمبود، نقص	Defect
کاستیها	Disadvantages
کانی	Mineral
کاهش یافتن (تا مرز از میان رفتن)	Deplete

omoorepeyman.ir

کپه شدن، کپه‌کپه شدن آب، مردابه شدن	Ponding
کج واکج	Zigzag
کشش پوسته‌ای(همانند خیس شدن رویه سنگ از آب)	Adsorb
کشش زمین، نیروی سنگینی (ثقل)	Gravitation
کشوار، کشواره، کش‌آمدنی	Elastic
کشوارگی	Elasticity
کلوخ، کلوخه	Clod
کمینه	Minimum
کنار نهادن، نپذیرفتن	Discard
کناره‌ای، پیرامونی، لبه‌ای	Perimeter
کندک (در کار لوله‌کشی و مانند آن)	Trench
کوبیدن، درهم فشردن	Compaction
کوتاه زمان (موقت)	Temporary
کوره زباله سوزی، زباله‌سوز	Incinerator
کوره قالب‌سازی، قالب‌ریزی، ریخته‌گری	Foundry

گ

گازسوز، اجاق	Burner (Gas)
گام، وهله، مرحله	Stage (step)
گذراندن فلز یا روکش از میان دوغلتان‌گردان (برای شکل‌دادن)	Callendering
گذردادن صفحه و روکش برای شکل دادن (همراه با فشار)	Extrusion
گذر کردن، نقب زدن، راه باز کردن	Channeling
گرایش، تمایل	Tendency
گَرته، طرح	Scheme

omoorepeyman.ir

Surrounding (soil)	گرداگرد (خاک)
Powdery	گردواره، گردوار
Dust	گرد و غبار
Snetite	گروههای پاک‌کننده، زداینده (صابونی)
Antiseep Collar	گریبانه چکه‌گیر
Volatile	گریزنده، فرّار
Preliminary report	گزارش بررسی نخستین
Feasibility report	گزارش نخستین
Inflation	گزافه شدن، گزافگی، تورّم
Option	گزینه
Bituminous mat	گستره قیری، روکش قیری
Liner blowout	گسیختگی، از هم‌گسیختگی روکش
Blowout	گسیختگی، پاره‌شدن، در رفتن
Bending failure	گسیختگی خمشی، گسیختگی خمیدگی
Estimate	گمان زدن، تخمین
Bore (hole)	گمانه
Boring	گمانه‌زنی
Documentation	گواه‌نگاری، گواه‌پردازی (سندسازی)
Deflection	گود افتادگی، خم شدن، شکم‌دادگی
Depression	گودال، چاله، فرو رفتگی
Divergence angle	گوشه چرخش یا پیچش، گوشه دورگشتگی
Friction angle	گوشه (زاویه)، مالش
Grid point	گوشه‌های چارخانگ
Representative	گویا، نماینده
Aromatic	گیاهان خوشبو
Adhesion	گیراگیری، (التصاق)، چسبندگی، گیرایی

omoorepeyman.ir

ل

لای	Silt
لایه بندآور (آب)، لایه آب‌بند	Barrier layer
لایهٔ حفاظتی	Protective layer
لبه آزاد (آب تا لبه حوض)	Freeboard
لعاب‌دار، لعاب‌داده شده	Laminated
لغزش (اشتباه و خطا)	Error
لغزش در طرح، طرح نادرست	Faulty design
لغزیدن، سُر خوردن، رانش	Sliding
لوله اصلی، لوله برونشو	Header (Pipe)
لوله بی‌درز	Tube
لوله شماره ۸۰	Schedule (80)

م

ماده ساختگی و روکش ساختگی	Synthetic material, Synthetic membrane
ماده لزج	Slime
ماسه لای‌دار	Silty sand
مجاز، پذیرفته	Permissible
مچالگی، مچاله شدن، جمع شدن، آب رفتن	Shrinkage
مدل پیشگو	Predictive (modeling)
مرحله‌بندی، خان‌بندی	Phasing
مرز آبگونی	Liquid limit
مرزبندی کردن	Delineate

omoorepeyman.ir

مرز خمیری	Plastic limit
مشخصات، ویژگیها	Specification
مطلوب، دلخواست	Optimum
مفتول، کابل	Cable
مکش	Suction
منطقه آبدار (آبی زیرزمینی که یکجا گرد نیاوردنی است)	Vadose zone
منطقه پرآمد و شد و پر جنب و جوش	Active area
منطقهٔ یخبندان، یخ بسته	Glaciated (region)
مواد ریزدانه	Fine materials
مواد وازده	Refuse
موج‌سنج (دستگاه)	Wave sensing device
موسم بالیدن و نمو	Growing (Season)
موسم خاموشی (گیاهان)، موسم زمستان	Dormant (Season)
مهار، مهاری، لنگر	Anchorage
میانه (مرحله یا کاری یا یک بررسی)	Intermediate
میزان نم	Moisture Content

ن

ناآلی	Inorganic
نابودگر، خراب‌کار	Destructive
ناتراوا	Impermeable
ناچارگی، اضطراری، نیاز آنی	Emergency
ناگزیر، اجباری	Mandatory
نبود	Lack (of)

omoorepeyman.ir

Absence	نبود، نبود (در) ، نبودن
Debris	نخاله ساختمان، آشغالهای مانند نخاله
Flexible	نرم، خم‌شو، تاشو
Tolerance	نرمش، تا شدگی، نرم‌پذیری
Void ratio	نسبت پوچی
Monument	نشانه
Infiltration	نشت کردن
Settlement hub	نشست‌گیر
Uneven settlement	نشست ناهموار، نشست نابرابر
Cash flow	نقدینه، پول در جریان
Flash point	نقطهٔ آتش‌زایی، نقطهٔ گُر گرفتن
Preservation	نگهداری
Long term care	نگهداری در دراز مدت
Service	نگهداری و رسیدگی
Aesthetic	نمای زیبا و خوش
Plan	نمای گسترده، نمای رویه، نمای رویین
Melting Index	نمایه آب‌شدن (آب‌شدگی)
Plasticity index	نمایه خمیری، نمایه خمیرگی
Index	نمایه (شاخص)
Moisture	نم، رطوبت، خیسی
Moisture meter	نم‌سنج
Optimum moisture	نم مطلوب
Nomograph	نمودار
Sample	نمونه
Composite sample	نمونه آمیخته
Vacuum-Pressure sampler	نمونه‌بردار تهیسازیِ فشاری

omoorepeyman.ir

نمونه‌برداری	Sampling
نوچی (ویسکوزیته)	Viscosity
نوکاری، پینه‌زنی (تعمیر)	Repair
نوکاری و پینه‌زدن فوری	Emergency repair
نهرآب، جوی	Ditch
نهفته، خفته	Potential
نیروی کشندگی، از جاکندن	Pullout (force)
نیمرخ	Profile

و

وارسی کردن، بازدید کردن، سرکشی کردن	Check
واکنش جابه‌جایی	Reaction exchange
واکنش جنبشی	Kinetic reaction
ورز دادن، سرشتن	Kneading
ویرانگی، خراب کردن، آسیب زدن	Destruction
ویژگیها	Characteristics
ویژگیهای خاک، مشخصات خاک	Soil property

ه

هزینهٔ پیش‌بینی‌نشده	Contingency
هشدار، هشدار دادن، آژیر (اخطار)، گوشزد کردن	Warning
هماهنگی با آیین‌نامه، خواستهای آیین‌نامه‌ای	Regulatory compliance

omoorepeyman.ir

همایش، اثر	Impact
همسنگ، برابر (معادل)	Equivalent
همیشگی، پایدار، دایمی	Permanent
هنگفت، چشمگیر، بی‌اندازه	Significant
هوازی (باکتریهای هوازی)	Aerobic

ی

یادداشت‌برداری، گزارشگری	Recording
یادداشت‌نامه، (درخواست‌نامه)، یادداشت	Form
یاری رسانی فوری	Emergency
یخ‌زدگی تا وارفتن	Freeze-thaw
یخ‌زدن	Freeze
یدک، تکه یدکی	Spare
یکنواخت، یک شکل، همشکل	Uniform

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Management and Planning Organization

Design, Construction, Operation and Maintenance of Sanitary Landfill

No: 217

Office of the Deputy for Technical Affairs
Bureau of Technical Affairs and Standards

1380/2001

omoorepeyman.ir