



دانشگاه خلیج فارس بوشهر
PERSIAN GULF UNIVERSITY

بسم الله الرحمن الرحيم

بهسازی خاک با روش زهکشی

استاد راهنما: جناب آقای دکتر نیرومند

تهیه کننده: داود بیگی ۹۳۱۲۱۲۷۰۰۲

فصل
اول: کلیات
زهکشی

فصل
دوم: سیستم
زهکشی
سطحی

فصل سوم:
ژئوسنتتیک
ها

فصل
چهارم: سیستم
زهکشی
زیرزمینی

فصل پنجم:
طراحی زهکش
در برابر وانگرایی

فصل ششم:
مطالعات
موردی

تعریف

زهکشی در لغت به معنی خارج کردن آب اضافی از زمین می باشد و یکی از کارهایی است که از ۲۰۰۰ سال قبل رایج بوده لذا زهکشی فقط سرعت خروج آب را زیاد می کند.

احداث اولین شبکه های نوین آبیاری و زهکشی در دهه ۱۳۱۰ در جنوب کشور صورت گرفت و اولین زهکشی روباز با استفاده از ماشین در حوالی سال ۱۳۳۵ در شاوور خوزستان ساخته شد.

در سال های ۱۳۴۱ و ۱۳۴۰ اولین شبکه زهکشی زیرزمینی با استفاده از لوله های سفالی در دانشکده کشاورزی دانشگاه جندی شاپور (شهید چمران) واقع در ملاتانی (رامین) اهواز در وسعتی حدود ۵۰۰ هکتار با نیروی کارگری به اجرا در آمد.

در همین سال ها بود که اولین ماشین زهکشی وارد کشور شد. اولین طرح بزرگ زهکشی به وسعت ۱۱۰۰۰ هکتار در هفت تپه به اجرا درآمد.

انواع زهکشی از لحاظ شرایط خاک: در این حالت زهکشی به دو نوع خوب و بد تقسیم می شود:

• خاک هایی که در حالت طبیعی آب را در خود نگه نمی دارند. خاک های **E1-E4** در این محدوده قرار دارند

• خاک هایی این شرایط را دارند که به علت دانه بندی نامناسب قادر به تخلیه آب داخل خود نیستند. خاک های **E5-E13** در این محدوده قرار دارند.

اهداف زهکشی:

- ۱- استحکام بخشیدن به ساختمان خاک
- ۲- جمع آوری آبهای سطحی ناشی از رواناب وانتقال آنها با استفاده از کانال های عریض
- ۳- جمع آوری و خروج املاح اضافی
- ۴- بالابودن سطح آب زیرزمینی خطرریخ بندان و تورم خاک رابه دنبال دارد لذا زهکشی مناسب ترین ابزار برای دفع آب است.
- ۵- می توانیم روانگرایی را با اجرای زهکشی قائم محدود کنیم
- ۶- کمک به پایداری دیوار های حائل وشيروانی
- ۷- کنترل فرسایش
- ۸- کنترل سیل وحفاظت محیط زیست
- ۹- کنترل و جلوگیری ازماندآبی شدن

احتمالاً سطح آب زیرزمینی بالاست نیاز به بهسازی دارد چون منجر به نشست اسفالت می شود
استفاده از پانل زهکش سه بعدی بر خاک برداری و حفر چاه ترجیح داده می شود.



معایب زهکشی

طرح کلی زهکشی

ابعاد محلی که باید زهکشی شود

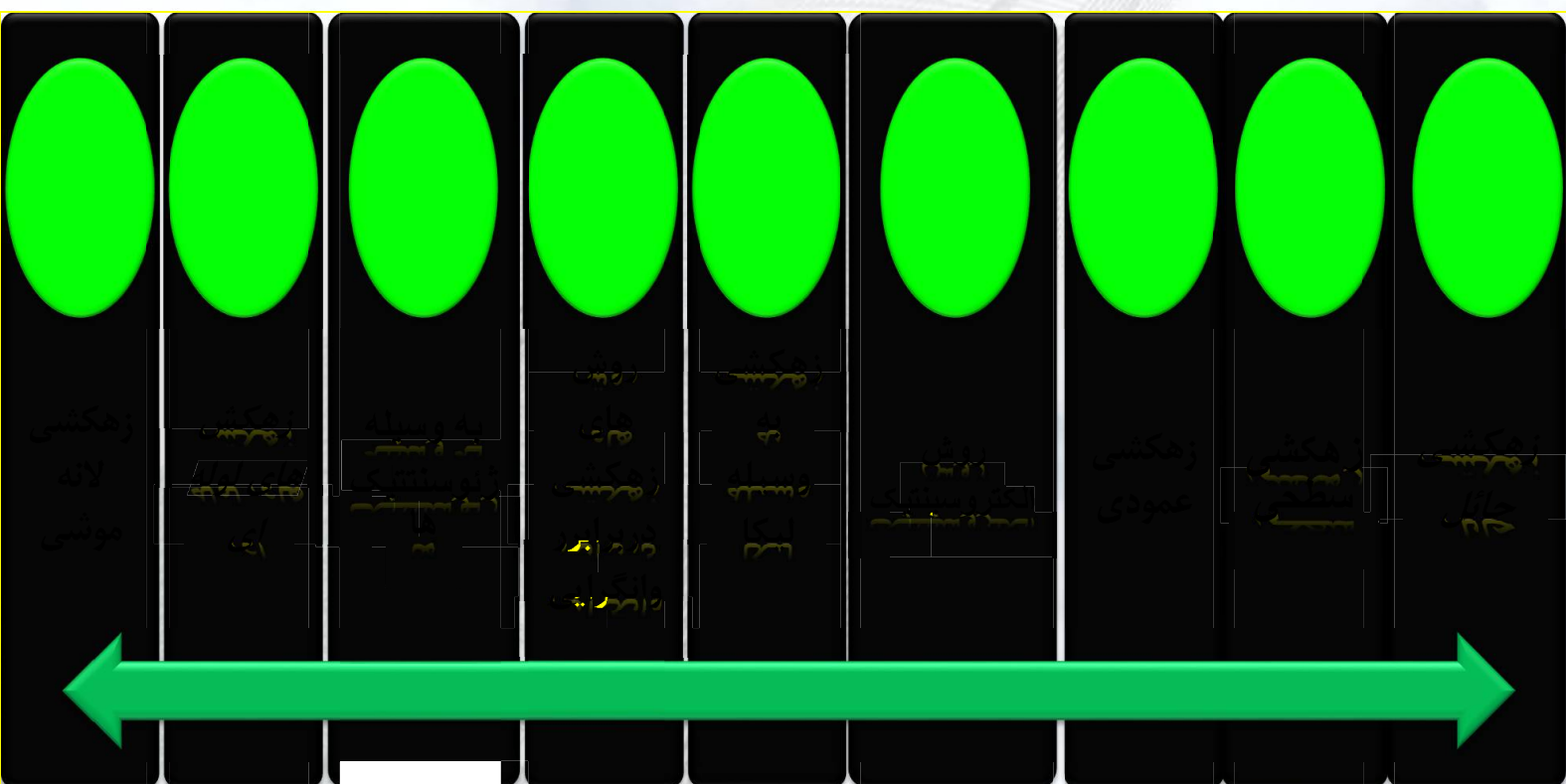
مشخصات خاک بسترشامل نفوذپذیری
وپایداری

برآورد حداکثر بارندگی

سطح کلی آب زیرزمینی

شیب نواحی اطراف وحداکثر جریان سطحی
محتمل

انواع روش ها و سیستم های معمول زهکشی



منتازه اب



فصل دوم : سیستم زهکشی سطحی

cvf

سیستم زهکشی سطحی - برای مناطق مرصوب بیسرین کاربرد دارد و به خاطر اینکه بارندگی در سطح زمین تجمع پیدا می کند، این سیستم بصورت کانال های عریض و کم عمق شبکه نهرهای قابل گذر بکار می رود، بطوری که ماشین آلات هم می توانند براحتی از روی آن حرکت کنند. هدف از این سیستم میتواند:

۱- انتقال رواناب سطحی از بستر ترافیکی به سیستم پذیرنده یا ریزشگاه

۲- کنترل سطح آب زیرزمینی در زیر اساس بستر

۳- قطع جریان آب های زیرزمینی و آب های سطحی که می توانند به سمت جاده جریان پیدا کند.

۴- هدایت آب در عرض جاده با یک سیستم مناسب و روش کنترل شده



انواع سیستم های زهکشی سطحی

۱- سیستم زهکشی طولی: در طول مسیر راه و در کنارهای مسیر ترافیک تعبیه می شوند وظیفه اصلی این زهکش ها جمع آوری و هدایت آب های سطحی از سطح بستر ترافیکی و شانه ها و هم چنین آب جاری شده روی شیب شیروانی های خاکبرداری ها می باشد. اجزاء این نوع سیستم ۴ دسته هستند:

- ۱- زیرسیستم های جمع آوری سطحی
- ۲- زیرسیستم ورودی
- ۳- زیرسیستم پذیرنده، جمع کننده و انتقال
- ۴- زیرسیستم دفع نهایی

الف- زیر سیستم جمع آوری سطحی:

* جویچه: جهت جمع آوری و هدایت رواناب ناشی از سطح جاده و شانه ها در مسیر کوتاه ساخته می شوند. جویچه ها باید آب گرفتگی خیابان را در حدود مورد نظر و

* جوی: آبراهه مصنوعی کوچک است که برای انتقال رواناب سطح جاده و شیب های خاک برداری و یا خاکریزی ساخته می شوند. جوی ها معمولاً بدون پوشش بوده و محدودیت های خاص طراحی دارند

* کنارگذر: آبراهه انحرافی است که با طول کوتاه و معمولاً به صورت روباز و به منظور منحرف کردن جریان آب از جویچه ها و یا جوی های کنار جاده و دور کردن آن از مسیر ترافیک احداث می شود.

ب- زیر سیستم ورودی:

این زیر سیستم وظیفه هدایت مطلوب جریان را از زیر سیستم جمع آوری سطحی به زیر سیستم مجاری پذیرنده به عهده دارد. از اجزاء مهم این سیستم میتوان به سازه های کنترل آشغال ها، آبگیر مرکب، آبگیر جدولی، زهکش و آبگیر لوله های شکاف دار اشاره کرد

ج- زیر سیستم پذیرنده، جمع کننده، و انتقال: وظیفه اصلی این زیر سیستم پذیرش جریان های رواناب از زیر سیستم ورودی و هدایت آن به ریزشگاه نهائی و یا سیستم های دفع نهائی است اجزاء معمول این زیر سیستم عبارت است

* **مجاری پذیرنده:** بلافاصله جریان را از دهانه های ورودی تحویل می گیرد و قطر و یا ابعاد آن ها کوچک تر از دیگر اجزاء این زیر سیستم است

* **مجاری جمع کننده:** که رابط بین لوله ها های پذیرنده و لوله های اصلی هستند

* **مجاری اصلی:** که وظیفه انتقال کل رواناب جمع آوری شده را به ریزشگاه نهائی به عهده دارد.

د- زیرسیستم دفع نهائی: این زیر سیستم وظیفه دفع نهائی رواناب جمع آوری و هدایت شده را به یک منبع پذیرنده نهائی به عهده دارد. معمول ترین سازه ها و تأسیسات این زیر سیستم عبارتند از:

- ریزشگاه: محل تخلیه جریان از یک مجرای بسته یا کالورت است.
- سازه استهلاک انرژی: که برای استهلاک انرژی مازاد و جلوگیری از فرسایش تعبیه می شود.
- ایستگاه های پمپاژ: که برای تأمین انرژی لازم به منظور دفع نهائی رواناب احداث می شود.
- سازه دفع زمینی: که برای دفع رواناب در زمین تعبیه می شود.

زیر سیستم زهکشی عرضی

به طور کلی زهکش های عرضی سازه هایی هستند که عبور آب را در عرض جاده، بدون ایجاد اختلال در ترافیک و به صورت کنترل شده، ممکن می سازند. اجزاء معمول در این زیرسیستم عبارتند از:

- ساده ترین نوع از سازه های زهکش عرضی است که امتداد مسیل های طبیعی موجود بوده و از عرض جاده عبور می کند.

- سازه های سر پوشیده ای هستند که برای انتقال آب از عرض و زیر جاده مورد استفاده قرار می گیرند. این سازه ها معمولاً از جنس بتن و بامقاطع هندسی متفاوت ساخته می شوند. کالورت هایی توانند از نوع منفرد و یا مجتمع باشند.

- از اصلی ترین و مهم ترین سازه های زهکش عرضی هستند که از سطح این مجموعه خارج است و نیازمند یک دستورالعمل و ضابطه ویژه ای هستند

ملاحظات طراحی

ایمنی وسایل نقلیه و موتوری
راحتی تردد وسایل نقلیه و عابرین
زیبائی ظاهری و حفظ مناظر
سیل گیری مسیر حرکت و مستغلات اطراف
نفوذ احتمالی آب به زیر اساس
کنترل فرسایش، آلودگی، و دیگر ملزومات زیست محیطی
مسائل اقتصادی در اجرا و نگهداری
میزان بارندگی و ذوب برف

طراحی برای یک سیستم سطحی:

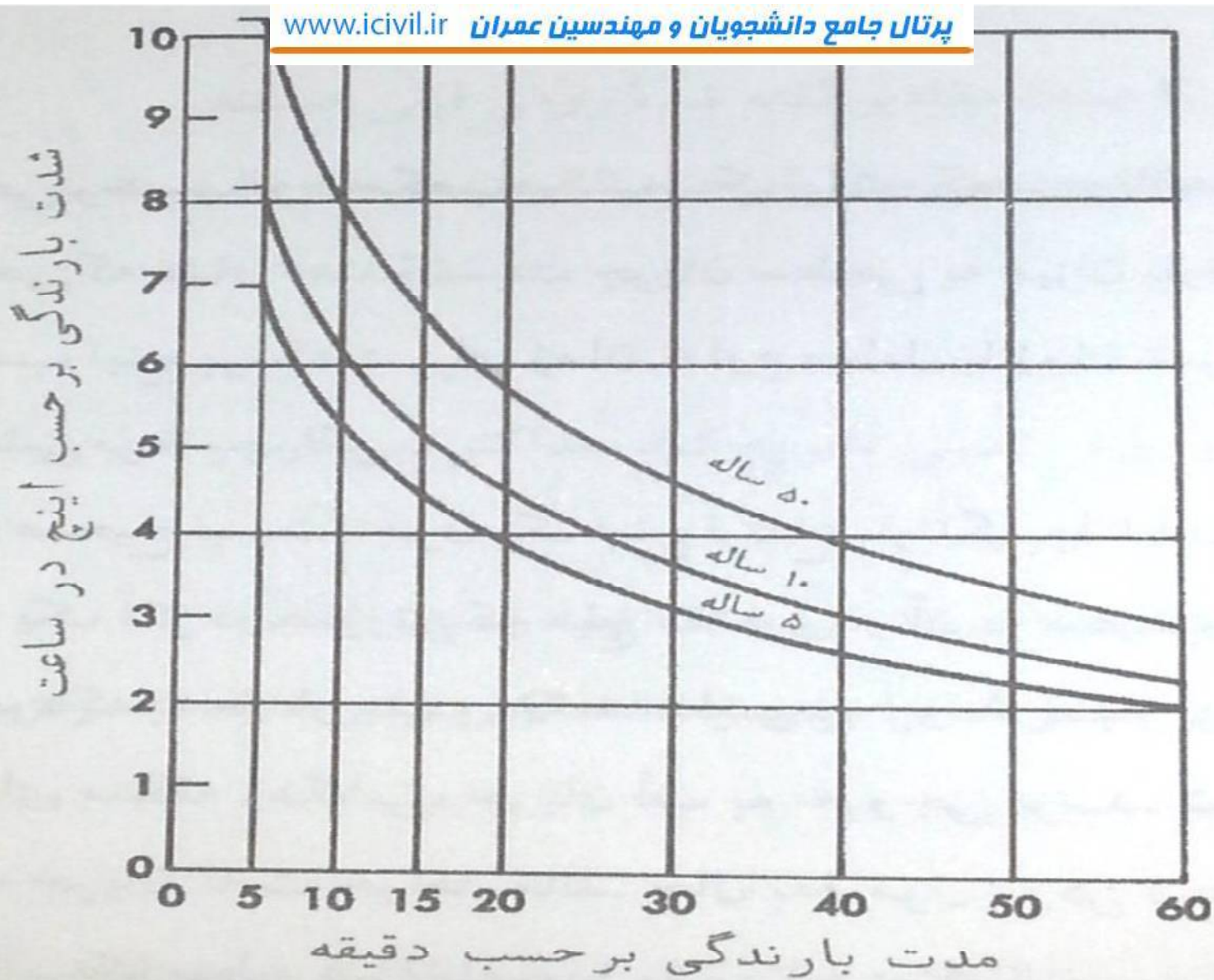
شاید مهم ترین عامل در طراحی یک سیستم زهکشی سطحی برآورد میزان بارندگی باشد که برای به دست آوردن آن باید کلیه اطلاعات ثبت شده و همین طور اندازه گیری های محلی در منطقه تحت مطالعه را گردآوری کرد. سه مشخصه اصلی بارندگی عبارتند از: شدت، تداوم، و دوره بازگشت. برای بدست آوردن شدت بارندگی از منحنی های هم باران استفاده می شود. پس از بدست آوردن شدت بارندگی میتوانیم مساحت زهکشی که می خواهیم را بدست آوریم. از رابطه زیر:

$$Q = CIA$$



$$\left[\begin{array}{l} Q = \text{شدت جریان سطحی (ft}^3/\text{s)} \\ C = \text{ضریب جریان سطح} \\ I = \text{بارندگی بر حسب اینچ بر ساعت} \\ A = \text{مساحت مورد زهکشی بر حسب اکر} \end{array} \right.$$

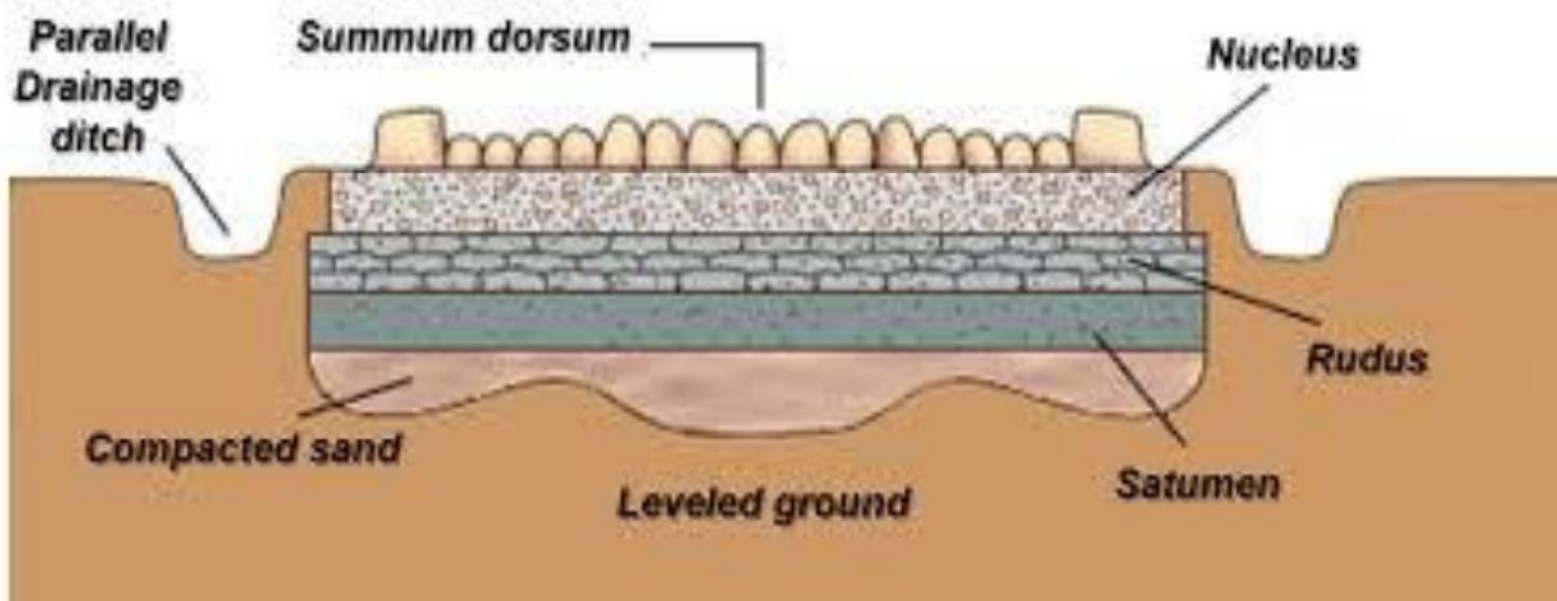
ضریب جریان سطحی نشان دهنده نسبت جریان سطحی به میزان بارندگی است. برای طراحی زهکشی راه های بین شهری در صورتی استفاده می شود که وسعت منطقه ۱۰۰۰ اکر باشد



جدول ۲-۲ مقادیر ضرایب جریان سطحی (c) در روش نسبی

ضریب جریان سطحی* (c)	انواع سطوح
نواحی برون شهری	
۰/۸-۰/۹	بتن یا روسازی آسفalte (نرم)
۰/۶-۰/۸	روسازی آسفalte (ماکادام)
۰/۴-۰/۶	راههای شنی یا شانه‌ها
۰/۲-۰/۹	اراضی خشک
۰/۵-۰/۷	با پوشش گیاهی و شیب تند (2:1)
۰/۱-۰/۴	چمنزار
۰/۱-۰/۳	اراضی جنگلی
۰/۲-۰/۴	مزارع
نواحی درون شهری	
۰/۴	- مسکونی مسطح، حدود ۳۰ درصد سطح نفوذناپذیر
۰/۵۵	- مسکونی مسطح، حدود ۶۰ درصد سطح نفوذناپذیر
۰/۶۵	- مسکونی نسبتاً شیبدار، حدود ۵۰ درصد سطح نفوذناپذیر
۰/۸۰	- ساخته شده نسبتاً شیبدار، حدود ۷۰ درصد سطح نفوذناپذیر
۰/۸۰	- متراکم (تجاری) مسطح، حدود ۹۰ درصد سطح نفوذناپذیر

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران www.icivil.ir



چنانچه خواستیم برای سیستم سطحی کانال طراحی کنیم با استفاده از فرمول زیر می توان برای فرودگاه، بزرگراه ها، و پارکینگ ها مقطع کانال را محاسبه کرد:

$$Q = (A * 1/486 * R^{.66} * S^{.5}) / N$$

Q : شدت جریان سطحی بر حسب فوت مکعب در ثانیه
A: سطح مقطع کانال بر حسب فوت مربع
N: ضریب زبری کانال
R : شعاع هیدرولیکی متوسط است (A/P)

:

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران www.icivil.ir



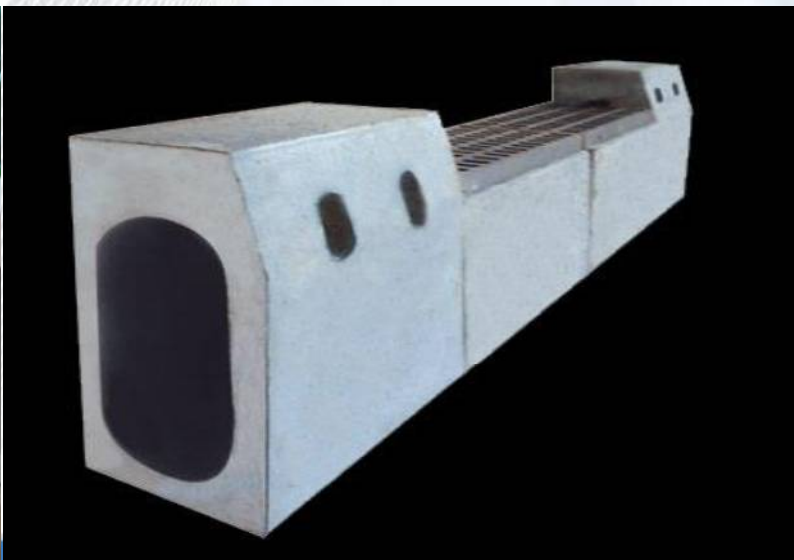
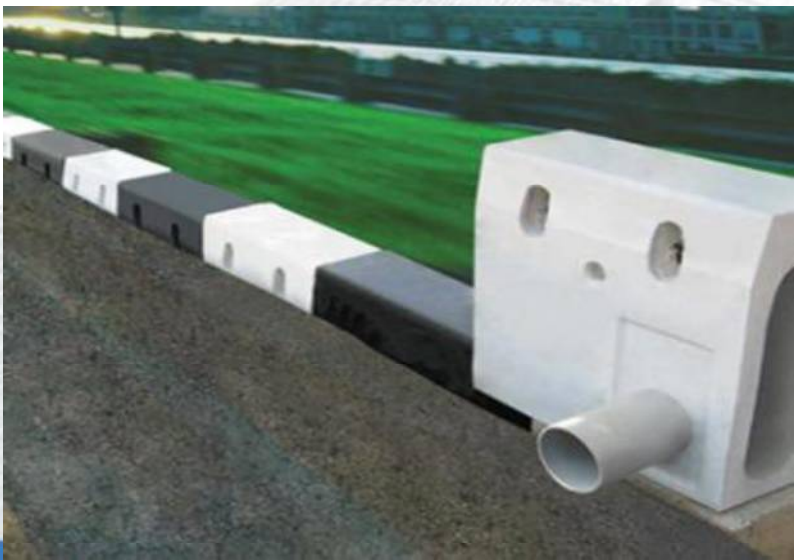
شرکت مهندسی مشاور **پارادیس**

چندتاعکس بری از هکشی سطحی



ساخته شده از بتن غنی شده ی پلیمری بر پایه سیمان هستند که بر حسب دبی مورد نیاز مناسب برای جمع آوری و هدایت آبهای سطحی در خیابان ها ، کوچه ها ، یزرگراه ها ، پارکینگ ها و تمامی معابر عمومی می باشند. در این کانال ها دو حفره تعبیه شده است که این حفره ها بالای سطح آسفالت قرار می گیرند و هنگام بارش باران آب براحتی از طریق حفره ها وارد کانال می شوند .

همچنین این کانال ها امکان جمع آوری رطوبت زیر آسفالت را دارند به این صورت که لوله کوچکی از جدول به زیر آسفالت نصب می شود . که می تواند در طی زمان بعد از بارش به آهستگی رطوبت را به داخل کانال جمع کند . طولانی کردن عمر آسفالت یکی از موارد بسیار مهم در بحث اقتصادی این سیستم می باشد.

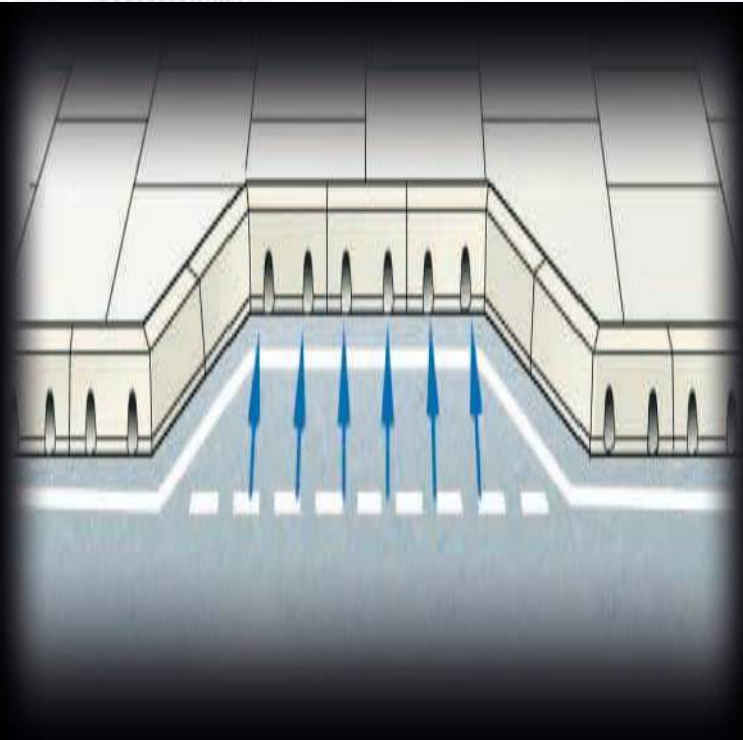
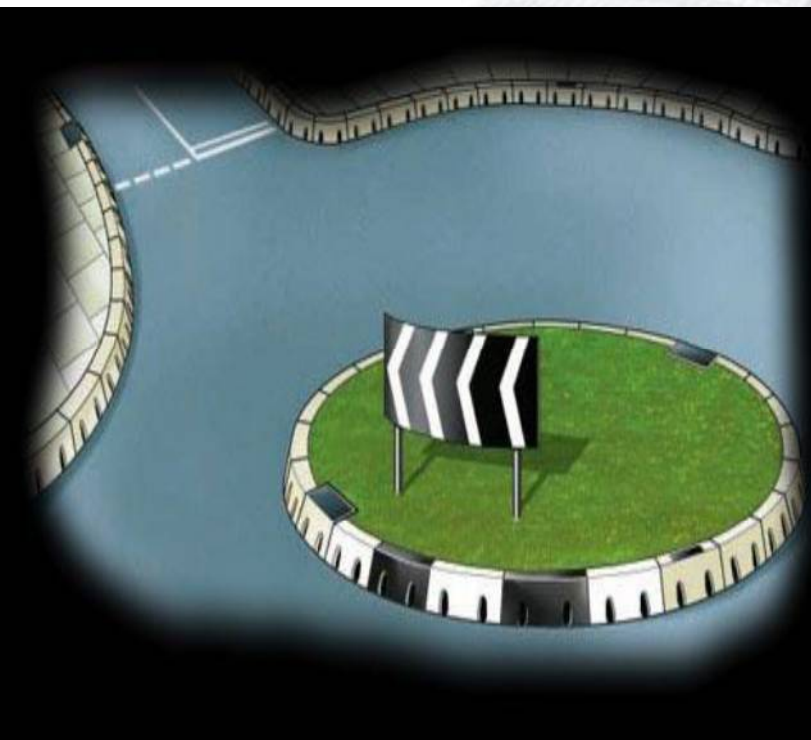


مزایای استفاده از کانال های دو منظوره آدونیس پلیمر:

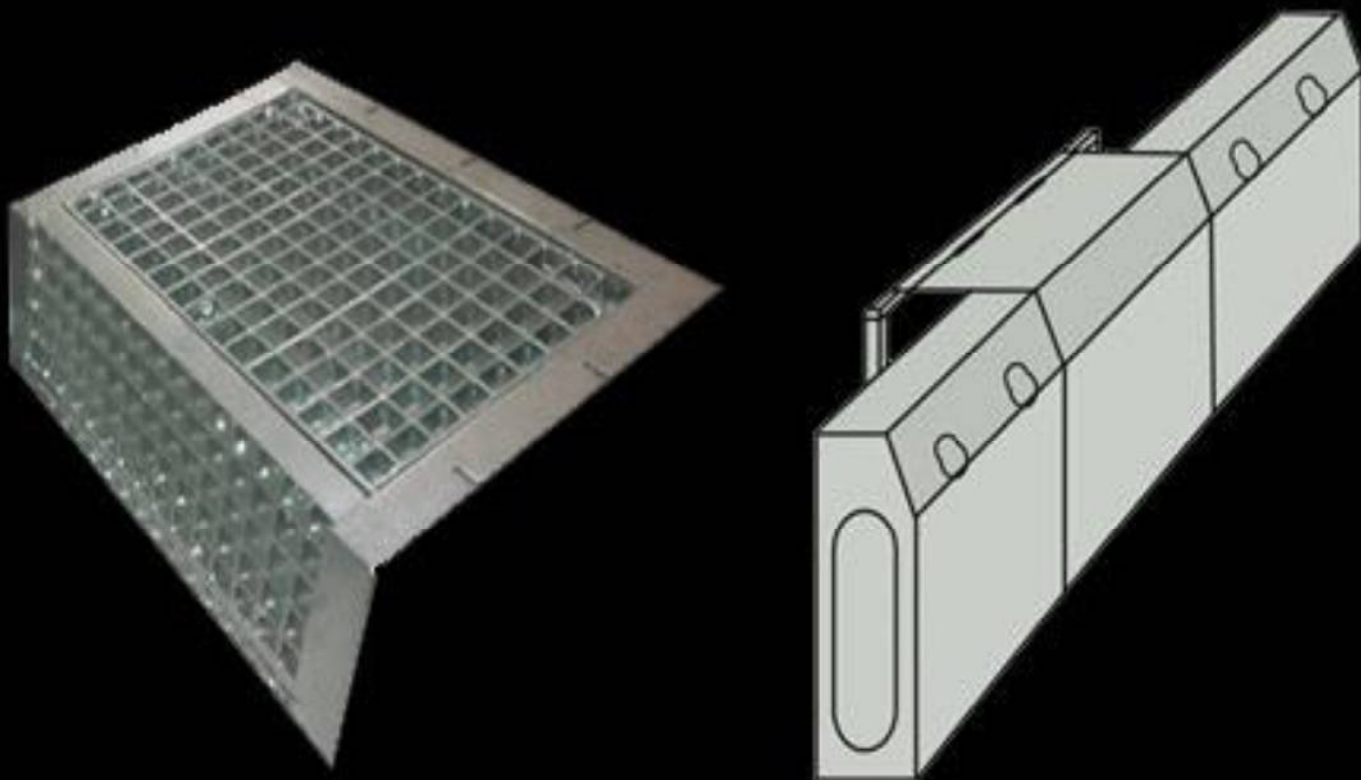
- ۱- مقاومت مشخصه بتن کانال دو منظوره ۸۰ مگا پاسکال است . که در مقایسه با جدول معمولی که حدود ۳۰ مگاپاسکال می باشد بیش از ۲ برابر است که این باعث طول عمر بیشتر این کانال می شود
- ۲- به علت استفاده از سیلیس در بتن کانال دو منظوره ، این کانال دارای مقاومت بالایی در برابر اسید و مواد خورنده است که در جدول معمولی این امر ناچیز است .
- ۳- به علت استفاده از مصالح و مواد کانی دار در ساخت این کانال ، میزان نفوذ پذیری این کانال در برابر آب در حد صفر می باشد که این مشخصه در جدول معمولی بسیار بالاست .
- ۴- به علت استفاده از پلیمر های مخصوص، این کانال دارای سطحی بسیار صاف و براق می باشد. که این امر رنگ پذیری آن و ماندگاری رنگ روی آن را به میزان قابل توجهی افزایش داده است
- ۵- با توجه به شکل مقطع کانال دو منظوره ، این کانال توانایی عبور آب با بارش ۵۰ با دبی ۲۵,۷ از حوضه آبریز ۱۴۹۷ متر مربع را از خود دارد . که در جدول معمولی حداکثر توانایی عبور آب با بارش ۵۰ با دبی ۰,۸۶ از حوضه آبریز ۷۳۰ متر مربع را از خود دارد که در مقایسه این دو با هم عملکرد کانال دو منظوره به مراتب بهتر و موثر تر است.

سایر مزایا:

- ۶- این کانال ها قابلیت زهکشی همزمان آسفالت و پیاده رو را دارد.
- ۷- این کانال ها امکان نصب لوله هایی جهت زهکشی آب های نفوذ کرده به زیر جسم آسفالت را دارند.
- ۸- قابلیت اجرا در تمامی قوس های خیابان ها
- ۹- مناسب برای محل های حساس شهری مثل ایستگاه های تاکسی و اتوبوس که به شدت نیاز به عملیات زهکشی دارند.



به جهت جلوگیری از رسوب و احیاناً ورود زباله های ریز و همچنین جهت فیلترینگ مسیر کانال هر ۱۵ متر طول یک دریچه ی gully box از جنس ورق فولادی (۶ میل آجدار) با همان شکل کانال و به ابعاد جدول به همراه صافی زباله گیر اجرا می شود

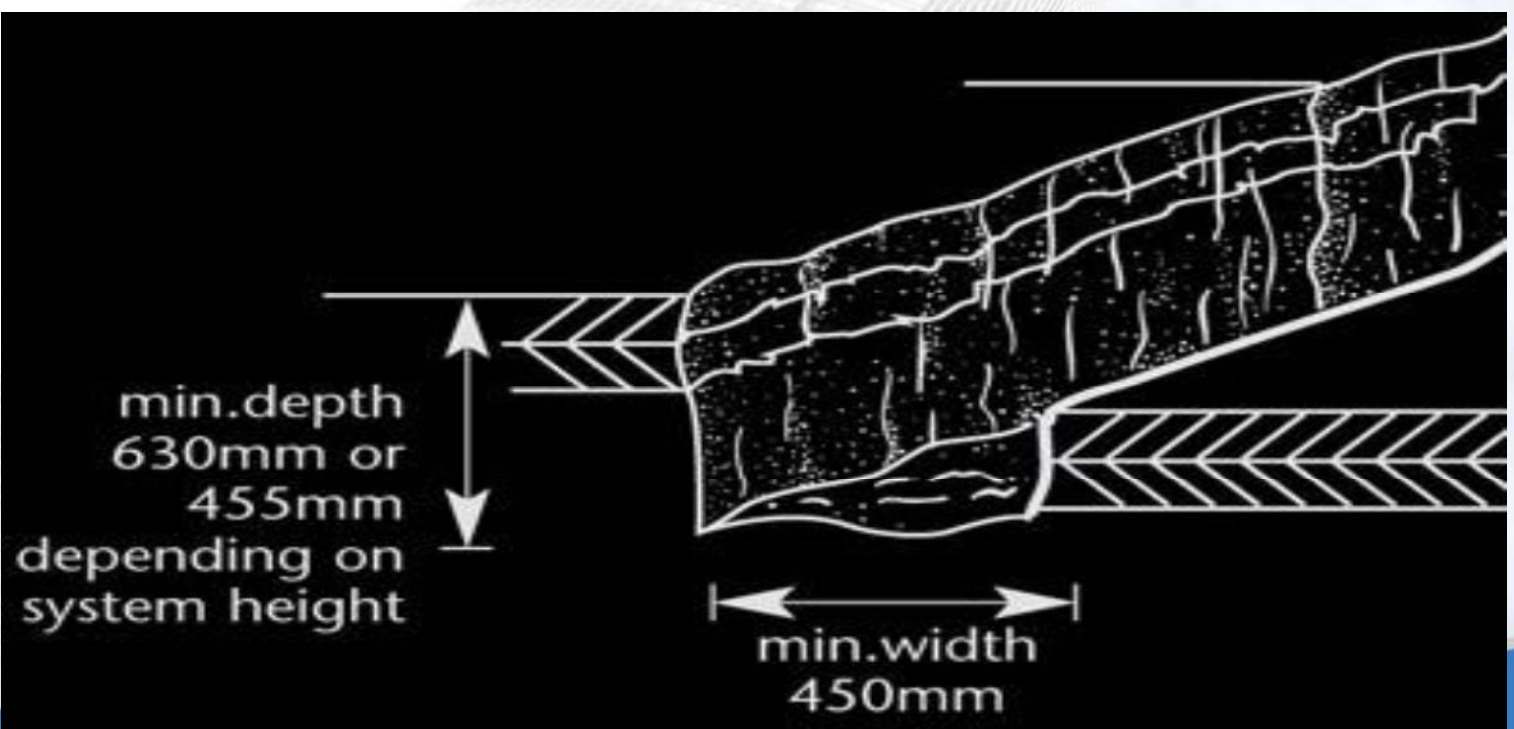


روش نصب کانال های دو منظوره :

۱- نقشه برداری: ابتدا باید از محل نصب کانال های دو منظوره نقشه برداری و پروفیل طولی تهیه شود و تا با توجه به کد های آسفالت و شیب طولی حفاری انجام گیرد.



۲- حفاری: با توجه به اندازه ارتفاع کانال دو منظوره مورد استفاده حفاری انجام می گیرد. با توجه به اینکه در پایین کانال دو منظوره باید به ارتفاع ۱۵ سانتیمتر بتن مگر اجرا شود، باید ارتفاع کانال دو منظوره مورد استفاده با عدد ۱۵ جمع شود و به اندازه آن حفاری انجام گیرد. مثلاً اگر از کانال دو منظوره AP 500 استفاده شود با توجه به اینکه ارتفاع AP 500 50 سانتیمتر است باید به اندازه ۶۵ سانتیمتر حفاری شود ($۵۰ + ۱۵ = ۶۵$). عرض حفاری نیز باید به اندازه عرض کانال دو منظوره بعلاوه عدد ۳۰ باشد، چون در هر طرف کانال دو منظوره به عرض ۱۵ سانتیمتر باید بتن ماهیچه اجرا شود.



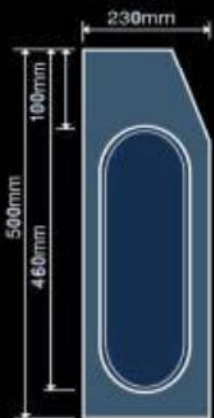
۳- اجرای بتن مگر کف : پس از حفاری بتن مگر کف به ارتفاع ۱۵ سانتیمتر اجرا می شود .

۴- قرار دادن کانال های دو منظوره : پس از اجرای بتن مگر کانال های دو منظوره به راحتی در کنار هم نصب می شوند .

۵- اجرای بتن ماهیچه طرفین و پایان کار : پس از نصب کانال های دو منظوره در کنار هم ، در دو طرف کانال های دو منظوره به عرض ۱۵ سانتیمتر در هر طرف بتن ماهیچه به راحتی اجرا می شود و کار پایان می یابد .



محاسبه دبی برای هرکدام:



$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$S = 0.005 \quad n = 0.018$$

$$R = \frac{A}{P} = 0.0619 \Rightarrow P = 0.675 \text{ m}$$

$$Q = \frac{1}{0.018} \cdot 0.0418 \cdot 0.0619^{2/3} \cdot 0.005^{1/2} = 0.0257 \text{ m}^3/\text{s} = 25.7 \text{ lit/s}$$

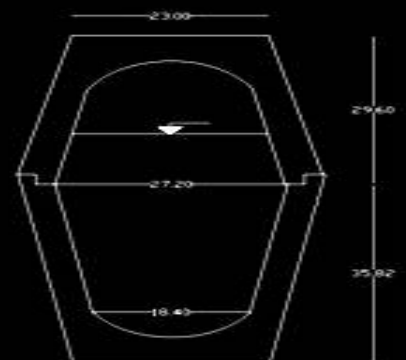
$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \cdot A$$

$$n = 0.018$$

$$A = 0.09 \text{ m}^2$$

$$P = 0.9426 \text{ m} \Rightarrow R = 0.09548$$

$$\Rightarrow Q = 0.073858 \text{ m}^3/\text{s} = 73.86 \text{ Lit/s}$$



سیستم های مدولار رمحسی

این سیستم مبتنی بر استفاده از محصولاتی تحت عنوان (Composite Void Former) می باشد. CVF ها از جنس پلی پروپیلن بازیافت شده هستند که بالغ بر ۹۰٪ از سطح مقطع آن ها به صورت فضای باز زهکش با قابلیت گذردهی بسیار بالا می باشد. علیرغم وجود فضای خالی زیاد در ساختار CVF ها طراحی خاص آن مقاومت فشاری زیادی را برای آن تامین کرده و در کنار آن، مقاومت شیمیایی مناسب، وزن کم، قابلیت زهکشی بسیار بالا، امکان نصب آسان و مقاومت مناسب در برابر اشعه UV آفتاب، از ویژگی های قابل ملاحظه این محصولات است.

اجزای اصلی تشکیل دهنده این سیستم عبارتند از:

- * سلولهای CVF صفحه ای برای زهکشی سطحی و زیر سطحی
- * سلولهای CVF مکعبی برای کانال ها و مخازن ذخیره و نفوذ



1.18" (30mm) Atlantis™ Drainage Cell



2.05" (52mm) Atlantis™ Drainage Cell



D-Raintank® (Matrix®) tank module



Turf Cell™ / Gravel Cell™ reinforcement structures

جایگزینی کانالهای روباز موجود با کانالهای سرپوشیده

سیستم کانال های آتلانتیس آبراهه های دائمی زیرزمینی را ایجاد می کند که کیفیت آب را حفظ کرده و محیط طبیعی و سفره های آب زیرزمینی را دائما تغذیه می کند. کانال های آتلانتیس به خوبی همساز با طبیعت کار کرده و مشکلات بزرگی را که کانال های معمول بتنی در شهرها دربردارند مرتفع می سازد. بنابر سیستم پیشنهادی آتلانتیس کانال های روباز انتقال آب (که معمولا بتنی هستند) با کانال های سرپوشیده که با استفاده از قطعات مدولار در محل ساخته می شوند، جایگزین می شوند. بدین ترتیب علاوه بر ذخیره و استفاده بهینه از آب های سطحی، ضمن بهبود چشم انداز، ارتقای ایمنی و کاهش آلودگی محیطی، عرض مفید معابر نیز افزایش می یابد. نصب کانال های **CVF** سرعت چشمگیری در مقایسه با روشهای سنتی داشته و به واسطه سهولت نصب، اجرای آن با بکارگیری نیروهای غیر متخصص امکان پذیر است.



Step 1: Lay tanks in trench



Step 2: Connect together.

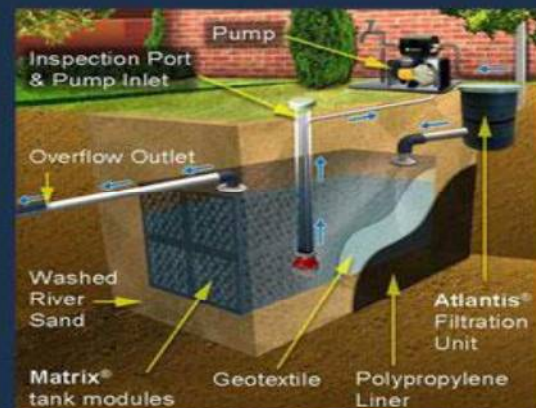


Step 3: Cover with Atlantis Hydronet & backfill.



کاربرد های مختلف سلول های مدولار زهکشی (CVF) را با توجه به صفحه ای یا مکعبی بودن آنها می توان به شرح زیر عنوان نمود:

زهکشی سطح زمین های ورزشی، حاشیه معابر، پیاده روها، پارکینگها و...
 زهکشی شیب ها به منظور تثبیت و کنترل فرسایش
 زهکشی زیرسطحی فضای سبز برای خروج آب مازاد آبیاری
 زهکشی سطح زیرین فضای سبز سقفی به منظور بهینه سازی میزان آب مورد
 استفاده در آبیاری و زهکشی مازاد
 زهکشی پیرامون دیوارهای مدفون ساختمان به ویژه در طبقات زیرزمین برای
 جلوگیری از نفوذ آب به داخل
 زهکشی سازه های خاک مسلح و اطراف گابیون ها
 زهکشی زیر فونداسیون و دیوارهای حایل فونداسیون ساختمان ها
 جایگزین کانال های روباز یا کانال های سرپوشیده



مهمترین ویژگیهای مخازن CVF به شرح زیر است:

۱- امکان استفاده جهت تغذیه سفره های آب زیرزمینی و در نتیجه قابلیت تخلیه جریان رواناب به زیر زمین.

۲- باربری بسیار بالا تا بیش از ۲۳ تن در متر مربع و عدم نیاز به اجرای طرحهای تحکیمی حفاظتی.

۳- سادگی، سرعت اجرای زیاد و نیاز کم به تعمیر و نگهداری نسبت به روشهای معمول به دلیل وزن کم و الگوی مدولار.

۴- امکان اجرای خاکریز فوقانی روی آن بلافاصله پس از نصب

۵- امکان استفاده مجدد از آب ذخیره شده برای مصارفی چون آبیاری فضای سبز، شستشوی اتومبیل، شستشوی معابر و ...

مخازن مدولار آتلانتیس از روشهای نفوذ سطحی و زیرزمینی آب استفاده می کنند که نتیجه آن آب تمیز و قابل استفاده مجدد است که می تواند مورد بهره برداری قرار گرفته و یا مجدداً به سفره آب زیرزمینی بازگردد. مخازن مدولار آتلانتیس یک راه حل کاملاً موثر برای مدیریت روانابها در هر نوع خاک عرضه می کند.



اصول طراحی

اصول طراحی سیستم پیشنهادی، بر این واقعیت استوار است که به توان از رواناب های حاصل از بارندگی در محل بارش برای تغذیه مجدد سفره های زیرزمینی استفاده کرده و علاوه بر این مقداری از آب را نیز برای مصارف عمومی ذخیره نمود. بدین ترتیب هم مشکل مواجه شدن با حجم زیادی از رواناب در فصل بارندگی مرتفع می شود و هم فشار کمتری به سفره های آب زیرزمینی وارد خواهد شد.

* پوكه صنعتی لیکا یا دانه رس سبك منبسط شده از (light Expanded Clay aggregate) گرفته شده است. سبكدانه لیکا كه ماده اولیه آن خاك رس می باشد كه از معادن خاك رس تهیه و با فرآوری شدن در واحد تولید كارخانه ، تبدیل به این ماده مفید می گردد

* روش تولید:

خاك رس عاری از مواد آهکی و شیمیایی و سایر عناصر غیر مفید، پس از ترکیب با آب و تبدیل شدن به گل رس، درون كوره دوار ۱۲۰۰ درجه حرارت دیده و به لیکا تبدیل می گردد.

* مشخصات فیزیکی:

دانه های لیکا دارای شكل ظاهری تقریباً گرد با سطح رویه ناهموار می باشد. رنگ ظاهر آن قهوه ای روشن بوده و مغز آن تیره و تقریباً سیاه با ساختار سلولی و قطر این سبكدانه بین ۰ تا ۲۵ میلیمتر می باشد.

نوع محصول	کاربرد	اندازه (mm)	قیمت هر متر مكعب
مخلوط	شیب بندی و كف سازی - پرکننده سبك - راه سازی و كشاورزی	0-25	860/000
ریز	بتن سبك، بلوك سبك، قطعات پیش ساخته، پرکننده سبك، ملات لیکا، تصفیه آب كشاورزی از قبیل كشت آبی و...	0-4	920/000
متوسط	بتن سبك، بلوك سبك، قطعات پیش ساخته، كشت آبی، تزیین گلدان های آپارتمانی و فضای سبز	4-10	999/000
درشت	بتن سبك پرکننده، تصفیه آب و فاضلاب، زهكشی، كشاورزی از قبیل تزیین، كشت آبی، صیفی جات گلخانه ای، گلدان های آپارتمانی و	10-25	920/000

ویژگی ها

۱- وزن کم

وزن پایین لیکا بدلیل فضاهای خالی درون آن می باشد. وزن مخصوص این سبکدانه بین ۲۲۰ تا ۳۲۰ کیلوگرم در هر متر مکعب می باشد. وزن مخصوص بتن سبک لیکا در حالت غیر متراکم ۷۰۰ کیلوگرم و در حالت متراکم ۹۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب است.

۲- عایق حرارت

آزمایش های مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ، ضریب هدایت حرارتی سبکدانه لیکا را $0.09/0 - 0.101/0$ w/mc نشان می دهد.

۳- عایق صوت

وجود حفره با ساختار سلولی و فضاهای خالی موجود در دانه لیکا سبب استهلاک صوت پس از برخورد با آن می گردد.

۴- تراکم ناپذیری

فشارهای ثابت یا متناوب بروی سبکدانه لیکا، بر خلاف اکثر پوکه های موجود در ایران ، تاثیری بر شکل ظاهری و میزان فضای خالی درون آن نداشته و سبب تراکم دانه نمی شود.

۵- جذب آب مناسب

بسته بودن منافذ داخلی دانه لیکا و عدم ارتباط با سطح دانه (عدم وجود حفره در سطح و یکپارچه بودن) سبب کاهش میزان جذب آب نسبت به سایر دانه های طبیعی و کاهش مضرات این ویژگی گردیده است.

۶- عمر مفید

عمر مفید بیش از ۱۰۰ سال این دانه ها چندین برابر انواع پوکه معدنی می باشد. یکی از دلایل عمده مصرف این محصول در دنیا عمر بالای آن می باشد.



جدول کاربردهای لیکا بر حسب اندازه دانه ها

کاربرد	اندازه
عایق‌سازی کف، حذف، عایق‌سازی پی، پرکننده سبک، تولید بلوک کف، تسطیح بام، زیر‌ساخت‌مان، زهکشی اینیه	(لیکای درشت دانه) بادامی mm ۲۵-۱۰
تولید بتن سبک لیکا، تولید بلوک، دال و اجزای ساختمانی، زیرسازی ساختمان	(لیکای متوسط) نخودی mm ۱۰-۴
تولید بلوک، دال و اجزای ساختمانی تولید بتن سبک، تولید اندود و ملات لیکا	لیکای ریز و بسیار ریزدانه mm ۴-۰

کاربردلیکا درزهکشی

با استفاده از لیکا و انجام زهکشی موثر لایه های روسازی می توان از افت باربری آن در اثر ورود آب جلوگیری شود و ظرفیت باربری مطلوبی را در طول عمر راه تامین شود. به دلیل خواص مطلوب انتقال آب، لیکا به عنوان مصالح پرکننده و هدایت کننده آب در کانال های زهکش مورد استفاده قرار می گیرد

با هدایت مستقیم جریان آب زیرزمینی توسط یک لایه لیکا با شیب ملایم به کنار جاده، خسارت یخبندان و افت ظرفیت باربری جاده حذف می گردد. در پشت المان های حائل، تونل ها، ساختمان های پایین تر از سطح زمین، بندر سازی . احتیاج به یک پرکننده سبک می باشد

این پرکننده علاوه بر سبکی باید قابلیت زهکشی، جذب آب پایین و همچنین زاویه اصطکاک داخلی مناسب را داشته باشد. اگر از مصالح عادی با مانند شن استفاده شود وزن بار مرده خاک پشت دیوار حائل با در نظر گرفتن وزن فضایی در مقایسه با لیکا در حدود ۵ برابر سنگین تر خواهد بود.

اختلاط با قير

به طور کلی دو روش برای اختلاط دانه های لیکا در فرآورده های قیری وجود دارد.

الف- اختلاط لیکا با امولسیون قیر :

در این روش امولسیون قیر با دانه ها لیکا متوسط تا درشت دانه (۴-۲۵ م م) به میزان ۵۰ کیلوگرم امولسیون در هر متر مکعب لیکا مخلوط می شود. با توجه به قابلیت تلمبه زنی امولسیون و دانه لیکا، اختلاط به سادگی در هنگام انتقال مصالح به روی بام امکان پذیر است. چسبندگی خوب دانه های لیکا با امولسیون قیر از مزایای این روش است. پس از حدود یک ساعت می توان روی این روسازی راه رفت

ب- اختلاط قیر گرم و لیکا : اغلب، کف سازی روی یک لایه آب بند اجرا می شود که خود از قابلیت زهکشی برخوردار است. پس از آن در روی این مصالح باید از یک روسازی مقاوم در برابر آمد و شد استفاده کرد مخلوط گرم قیر و لیکا، بدون ریز دانه، یک لایه مقاوم و زهکش برا هدف فوق ایجاد می کند. اختلاط می تواند در یک کارگاه تولید آسفالت صورت گیرد
* یک نمونه طرح اختلاط برای اساس آسفالتی:

درصد وزنی	مصالح
۰/۱۱	قیر ۱۸۰
۵/۴۴	سنگدانه شکسته ۰-۴ م م
۸/۱۴	دانه لیکا ۴-۱۰ م م
۷/۲۹	دانه لیکا ۱۰-۲۰ م م



فصل سوم: زهکشی با ژئوسنتتیک ها

نتیجه گیری

طراحی برای
ژئوتکستایل ها

نکات اجرایی
مربوط به
زهکشی

انواع ژئوسنتتیک
ها و تعریف هر کدام

ژئوسنتتیک ها

این مصالح به صورت مصنوعی از مواد لاستیکی و پلاستیکی ساخته می شود و بسته به نوع کاربرد و عملکرد مورد انتظار با اشکال و خواص مختلف تولید می شوند. به علت کاربرد وسیع، سرعت اجرا و قیمت مناسب، تولید و مصرف این مصالح به شدت در حال رشد است.

* ژئوسنتتیک ها در پروژه های صنعتی، سد سازی، راه سازی، سازه های از قبیل دیوار حایل، بهسازی خاک و سایر پروژه ها که با خاک مرتبط هستند کاربرد گسترده ای دارند.

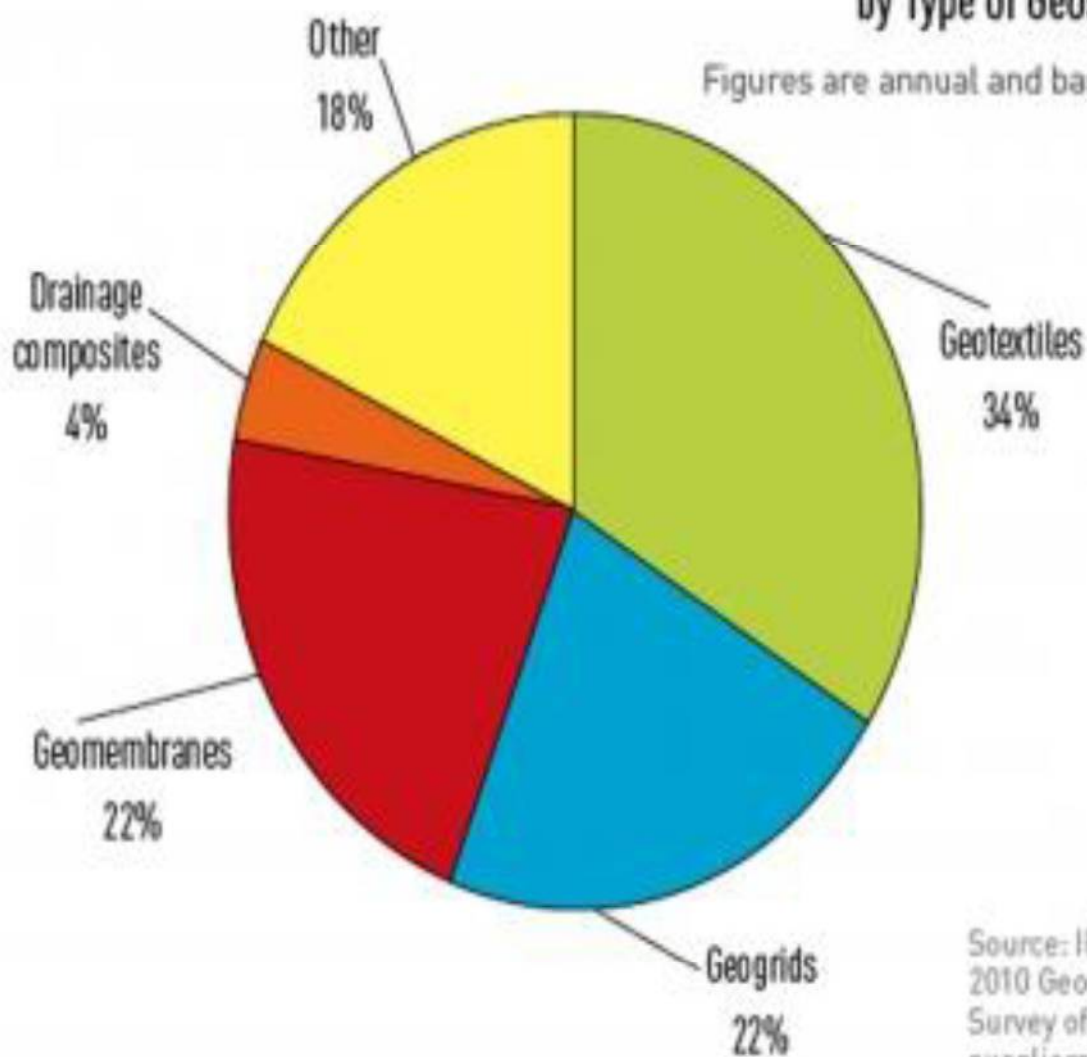
* به طور کلی ژئوسنتتیک عنوانی فراگیر برای توصیف صفحات نازک و انعطاف پذیری است که در داخل توده خاک یا درارتباط با مصالح خاکی با اهداف مختلفی مانند مسلح سازی، جداسازی، عایق بندی رطوبتی، مهار فرسایش، ایفای نقش صافی، (فیلتر)، زهکشی و غیره مورد استفاده قرار می گیرند.

مهم ترین مزایا

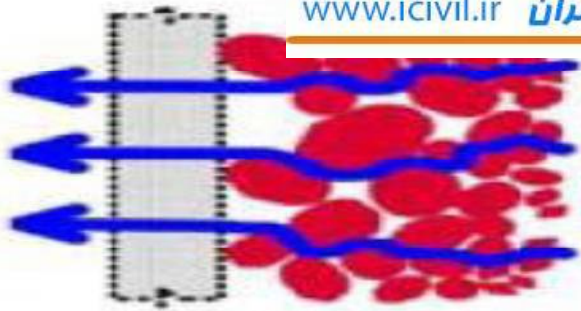
کاهش عملیات خاکی
کاهش هزینه اجرا
سرعت بالای اجرای پروژه
کیفیت برتر سیستم
پایداری محیطی
استحکام برش و ازدیاد طولی مناسب
مقاومت بالا در برابر نفوذ ناپذیری
خاصیت اشتعال پایین-خود خاموش شونده
قابلیت جوش بالا

2009 U.S./Canada Geosynthetic Sales by Type of Geosynthetic

Figures are annual and based on mean values.



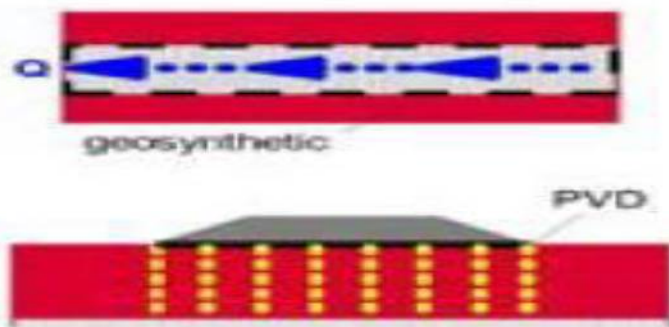
Source: IFAI February
2010 Geosynthetic Climate
Survey of geosynthetic
suppliers and distributors.



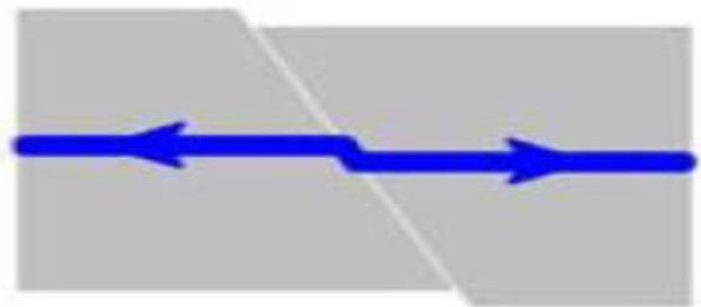
فیلتریزاسیون



جداسازی



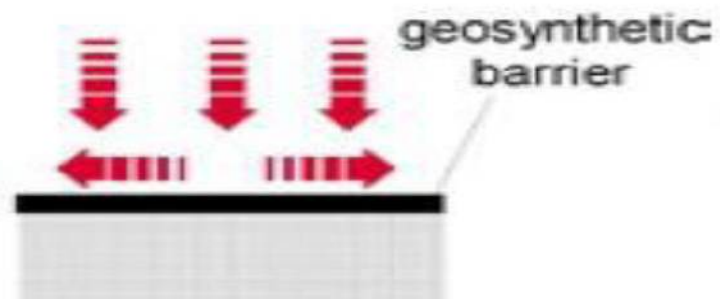
زه کشی



تسلیح

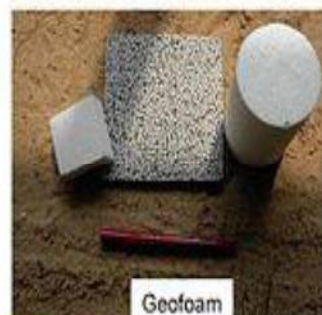
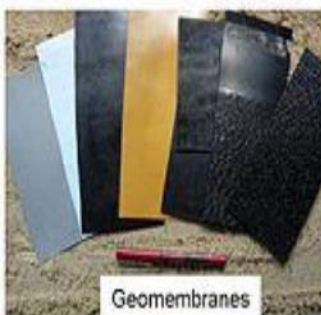


حفاظت در مقابل فرسایش



آب بندی

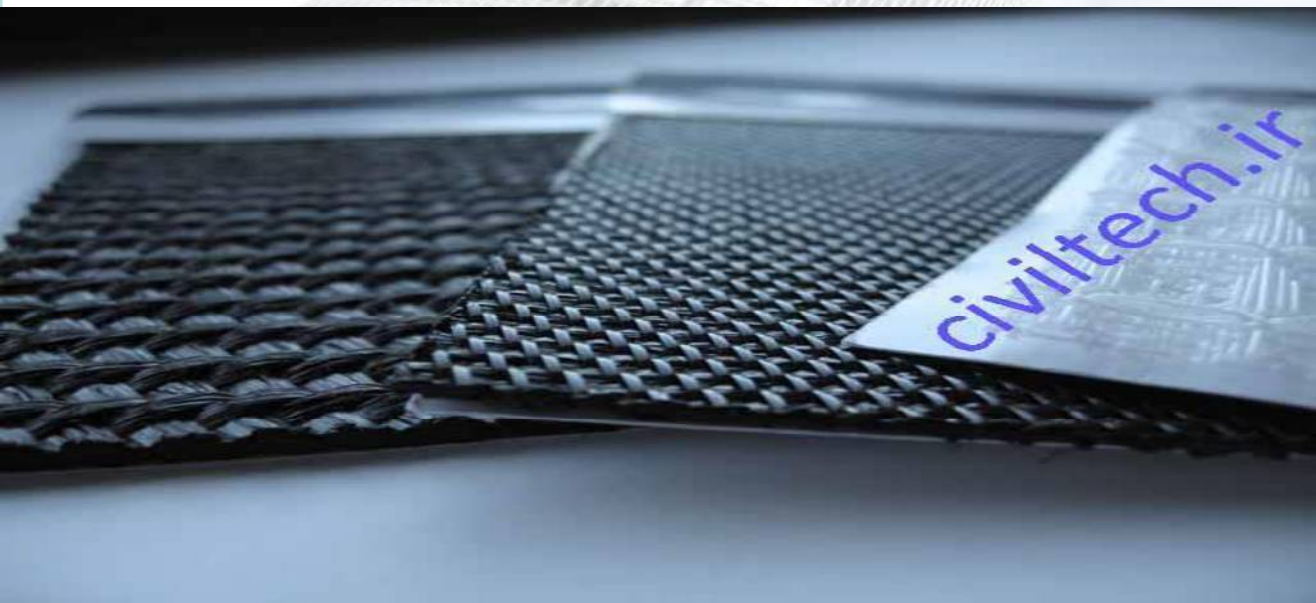
ژئوسنتتیک ها به ۸ گروه اصلی زیر تقسیم میشوند:



- ۱- ژئوتکستایل ها
- ۲- ژئوممبرین ها
- ۳- ژئوگرید ها
- ۴- ژئونت ها
- ۵- ژئوفوم ها
- ۶- ژئوکامپوزیت ها
- ۷- ژئودرین ها
- ۸- ژئوسل ها

سیس ریوکتستایل در رمحسی

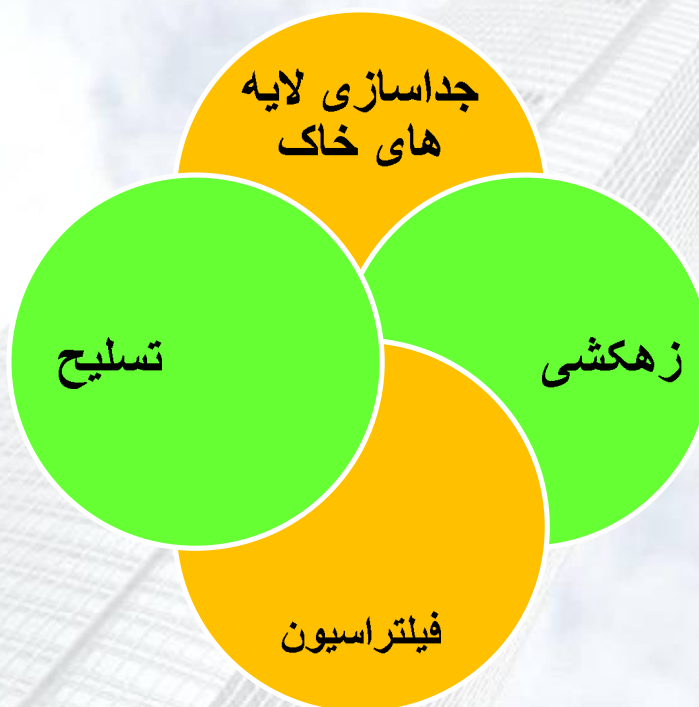
ژئوتکستایل ها بزرگ ترین گروه ژئوسنتتیک ها را تشکیل می دهند و نفوذ پذیر هستند . آب زیرزمینی در روی ژئوتکستایل به خوبی جریان پیدا کرده و می تواند به سمت نقاط خروجی هدایت شود بنابراین از ژئوتکستایل می توان برای زهکشی خاک استفاده نمود. در عملکرد فیلتراسیون، ژئوتکستایل در عین نگه داری ذرات ریزخاک، اجازه عبور آب از میان لایه ذرات ریز به لایه ذرات درشت تر را می دهد. هنگامی که ژئوتکستایل را بعنوان **Drainage** استفاده می کنیم جریان آب از لایه های بافت های ژئوتکستایل و در مسیر قرارگیری آن عبور می کند. به معنای ساده تر نحوه قرارگیری ژئوتکستایل یک مسیر دائمی جهت خروج آب نیز به شمار می آید و می توان ژئوتکستایل را به تنهایی یک سیستم **Drainage** به حساب آورد.



انواع ژنوتکستایل های Huesker



سهام‌های سه‌گانه



✱ خواص فیزیکی و مکانیکی این مواد نظیر استحکام، نفوذپذیری مناسب، مقاومت در مقابل سوراخ شدگی و از همه مهم تر مقاومت کششی بالای آنها نسبت به وزنشان باعث به وجود آمدن گستره وسیعی از کاربرد این مواد در طرح های عمرانی شده است.

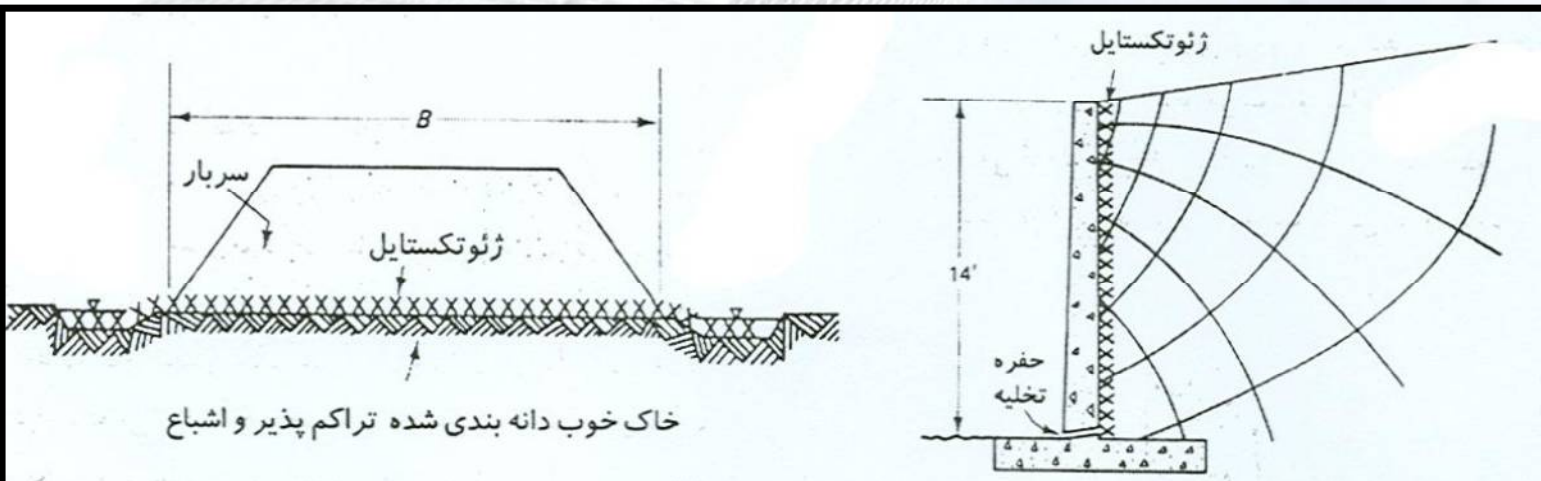
ساخت ژئوتکستایل: در بین پلیمرها ، غالباً از پلی پروپیلین و پلی استیر ، با چشمه هایی با اندازه های گوناگون برای ساخت مواد ژئوتکستایل استفاده می شود. پلیمرها را ابتدا به صورت الیاف های **Filaments** درآورده و سپس از آنها ورق پارچه گونه ای تولید می نمایند. غالباً در عرض های ۲ تا ۵ متر به صورت رول به درازای ۱۵۰ تا ۳۰۰ متر و به قطر حدود ۸۰ سانتی متر عرضه می شوند. وزن معمولی ژئوتکستایل ها، بین ۱۳۵ تا ۶۸۰ گرم در هر مترمربع و ضخامت های متفاوتی دارا است که در برخی از انواع آن ممکن است تا ۷ میلی متر برسد



بررسی اثر سربستی روستایی برای روستایی .

- در صورتی که جداره ی یک دیواره حائل، نفوذناپذیر باشد، افزایش درصد رطوبت خاک پشت آن منجر به تشدید نیروهای وارد بر دیوار شده، ممکن است باعث ناپایداری آن گردد. لذا لازم است امکان تخلیه آبها به طور دائمی فراهم باشد. بدین منظور می توان از یک لایه ژئوتکستایل به عنوان زهکش در پشت دیوار استفاده کرد تا از ایجاد فشار هیدروستاتیکی در پشت دیوار جلوگیری گردد.

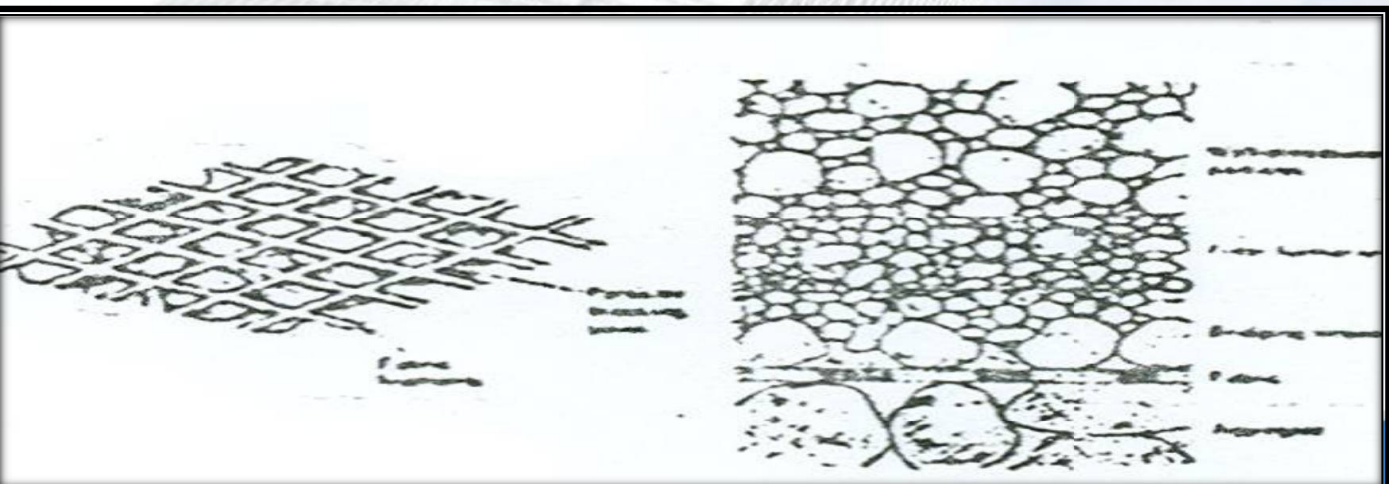
- استفاده از ژئوتکستایل ها به عنوان زهکش در حد فاصل قشر زیر اساس و بستر جاده در صورتی که تدبیرهایی برای خروج آبهای جمع آوری شده که اغلب آب باران هستند اتخاذ شده باشد، بسیار مناسب است. به علاوه ژئوتکستایل ها به علت درجه ی خلأ زیادی که دارند، مانع نفوذ رطوبت مویینگی در قشر زیر اساس شده با قابلیت جذب آب در حدود دو لیتر در مترمربع، از تجمع آب و یخ زدن آن در مصالح خاگریز که از مهمترین عوامل تخریب روسازی جاده ها می باشند ممانعت می



کاربرد ژئوتکستایل به عنوان فیلتر

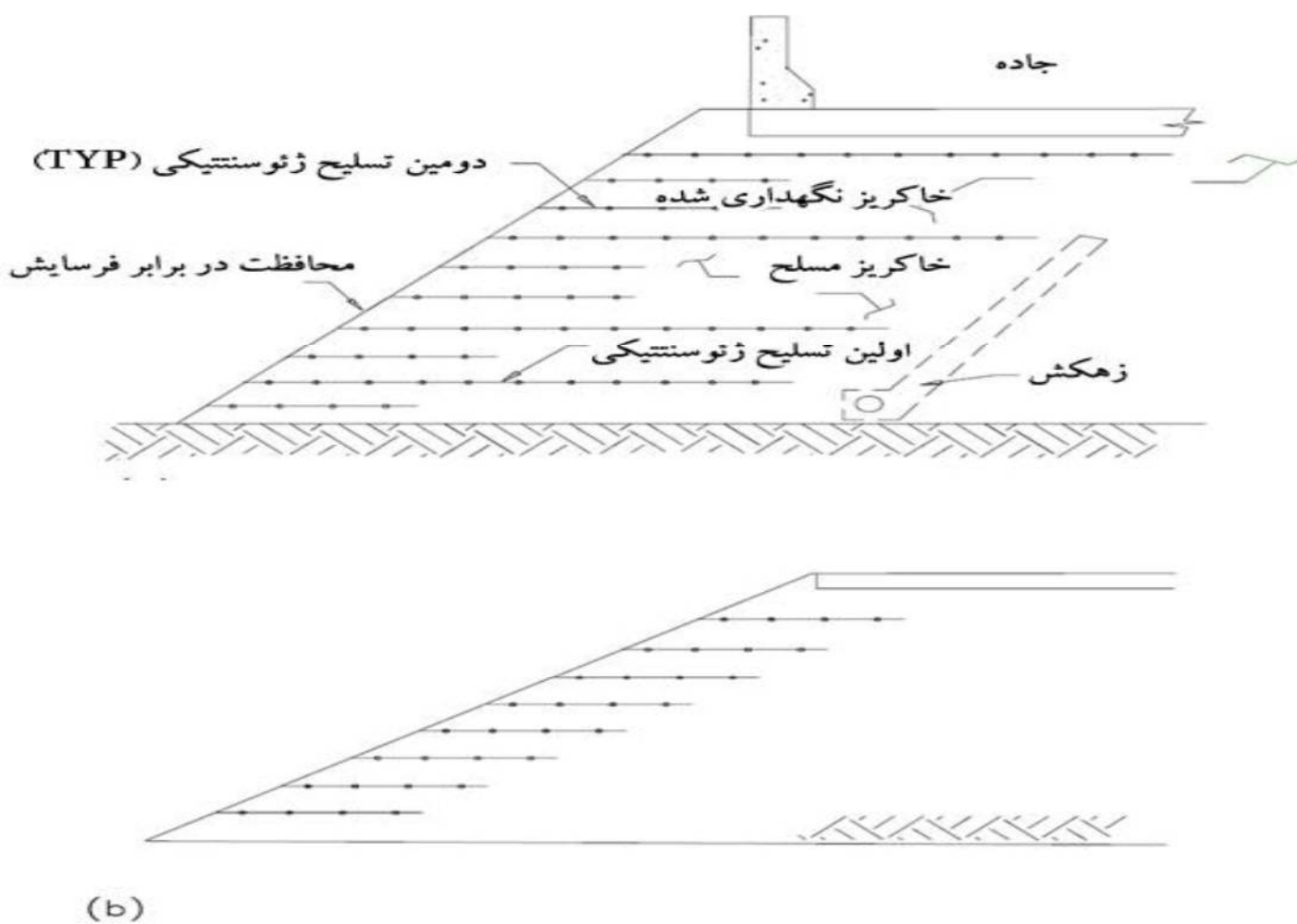
فیلتراسیون عبارتست از ایجاد مرزی پایدار بین خاک و زهکش در مسیر حرکت آب. تفاوت اصلی ژئوتکستایل هایی که به عنوان فیلتر به کار می روند با ژئوتکستایل هایی که به عنوان زهکش به کار می روند در جهت حرکت آب در آنهاست. بدین معنی که در زهکش ها، آب زهکشی شده در امتداد لایه حرکت می کند، در حالی که در فیلترها لایه، در جهت عمود بر لایه آب را عبور می دهد.

وظیفه عمده فیلتر عبارتست از عبور سریع و آسان آب و جلوگیری از عبور ریزدانه. در صورتی که یک لایه ژئوتکستایل نفوذپذیر بین دو لایه خاک دانه ای درشت و ریز مطابق شکل زیر قرار داده شود، زهکشی به راحتی از لایه ریز به لایه درشت انجام شده و از نفوذ دانه های ریز به لایه درشت دانه جلوگیری می شود. یکی از بیشترین کاربردهای فیلتراسیون در پشت دیوارهای حائل است. در پشت دیوار به منظور جلوگیری از ایجاد فشار هیدروستاتیکی، یک لایه ماسه را به عنوان زهکش استفاده می کنند. برای جلوگیری از ورود ریزدانه ها در اثر حرکت آب و ورود آن به زهکش از یک لایه ژئوتکستایل به عنوان فیلتر استفاده می کنند



پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران www.icivil.ir





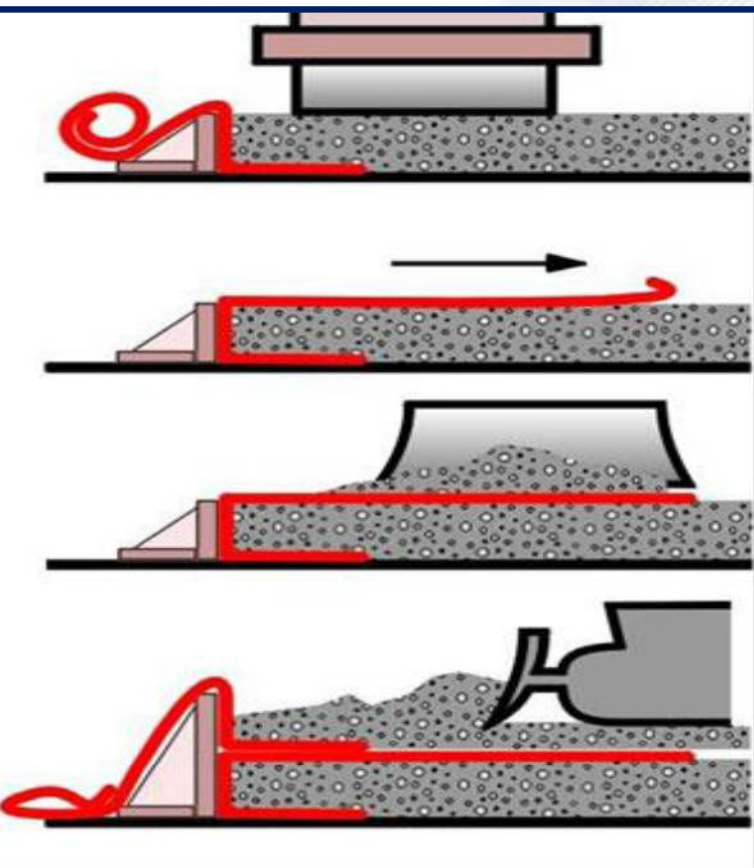
شکل ۴. تسلیح شیب با استفاده از ژئوسنتتیک ها برای فراهم کردن پایداری شیب.

معیارهای انتخاب ژئوتکستایل در حالت کلی:

- مقاومت کششی بالا.
- قابلیت اتساعی پایین تر برای کاهش خزش روی ژئوممبران ناشی از بار خاکریز بالایی و کاهش نیروهای وارده به ژئوممبران.
- مقاومت سوراخ شونده گی بالا برای کاهش صدمات ناشی هنگام اجرا و ریختن سنگریزه.
- ویژگی فیلتر مناسب، برای اندازه های شنی شکسته و مواد باطله.

- تسلیح دیوارهای حائل به وسیله ژئوتکستایل: یکی از موارد کاربرد ژئوتکستایل استفاده در ساخت دیوار حائل می باشد. مراحل اجرای ساخت یک دیوار حائل مسلح شده به وسیله ژئوتکستایل در شکل زیر نشان داده شده است

ابتدا لایه ژئوتکستایل گسترده می شود و بر روی آن تا ارتفاع حدود نصف لایه خاکریزی می شود. سپس انتهای ژئوتکستایل روی لایه برگردانده می شود و در شیار ایجاد شده در خاک نزدیک قالب قرار می گیرد و در مرحله بعد خاکریزی لایه، کامل می گردد و قالب برای ایجاد لایه بعدی بر روی لایه اول قرار می گیرد و تمام مراحل فوق تکرار می گردد.

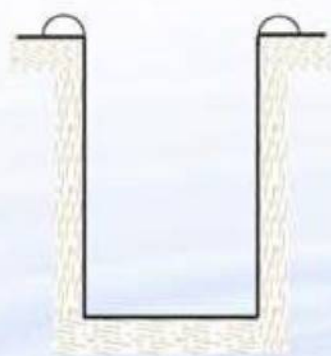


نوع مصالح جهت ساخت دیوار:
اقتصادی ترین حالت استفاده از خاک محل اجرا طرح می باشد به دلیل حذف آیتم تهیه و حمل مصالح معدنی از انواع دانه بندی خاک های رس و سیلت تا شن و سنگ با انتخاب مصالح ژئوسنتتیک مناسب می توان استفاده کرد

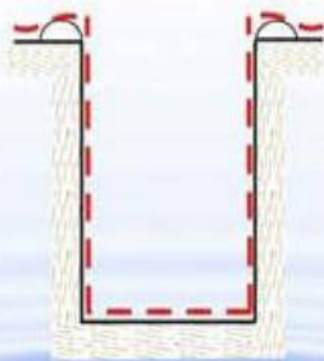
پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران www.icivil.ir



مراحل اجرای نوار ژئوتکستایل زیر زهکش ترانشه



۱- حفر ترانشه



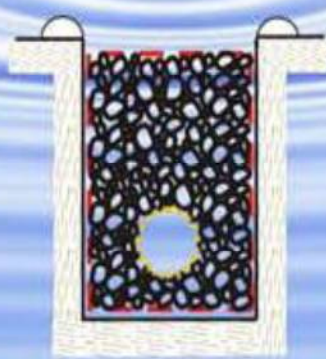
۲- قرار دادن ژئوتکستایل



۳- بستر سازی و لوله گذاری



۴- دانه بندی مناسب برای زهکشی

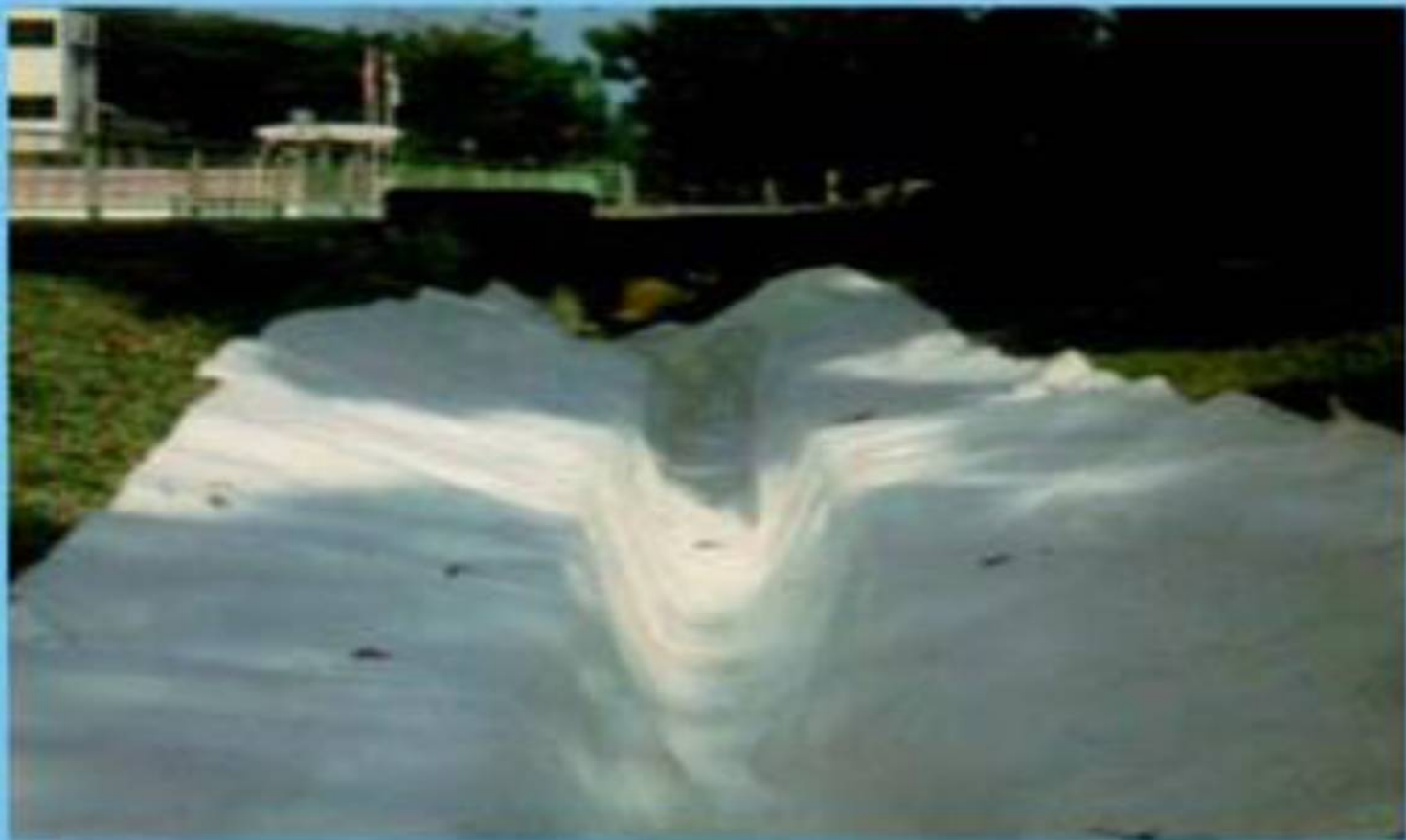


۵- پیچیدن ژئوتکستایل

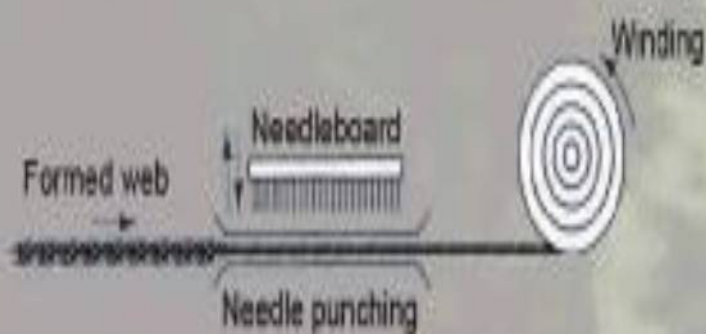


۶- خاکریزی

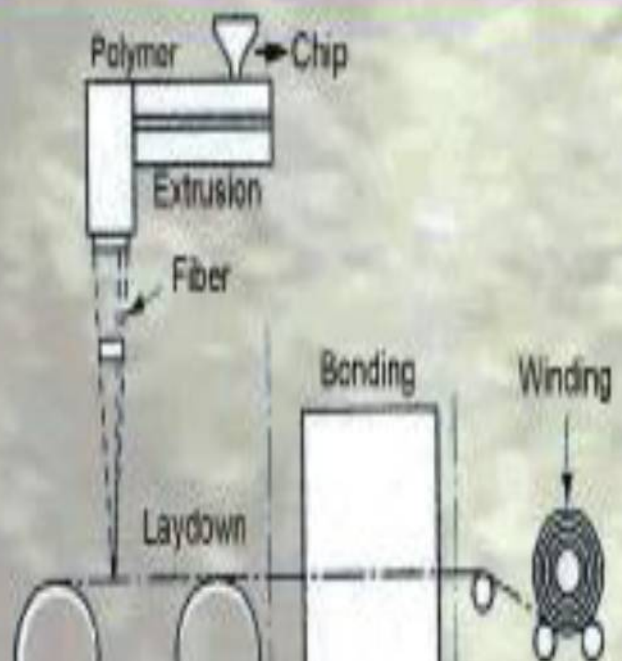
پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران www.icivil.ir



معرفی یک نمونه ژئوتکستایل نبافته (SPC20): ساخته شده از الیاف پلی استر یا پلی پروپیلن که در عملیات حرارتی یا مکانیکی متراکم شده و به صورت رول تا عرض ۵ متر تولید شده و در پروژه های آسفالت مورد استفاده قرار می گیرد. (طبق اشتو)



لایه SPC 20 تولید با عملیات مکانیکی (سورنی)



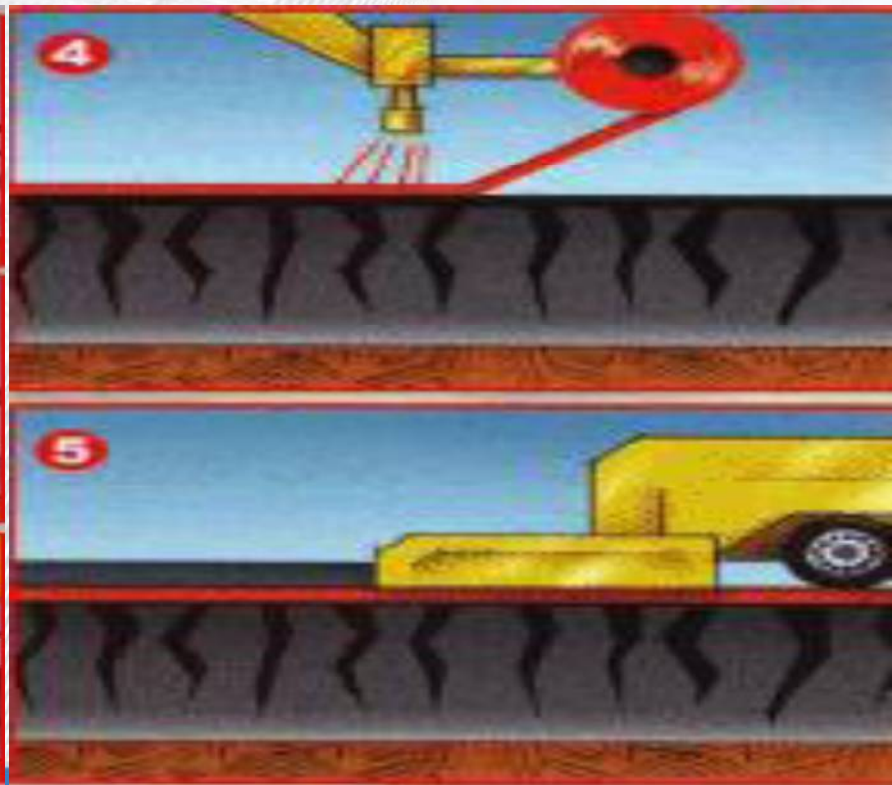
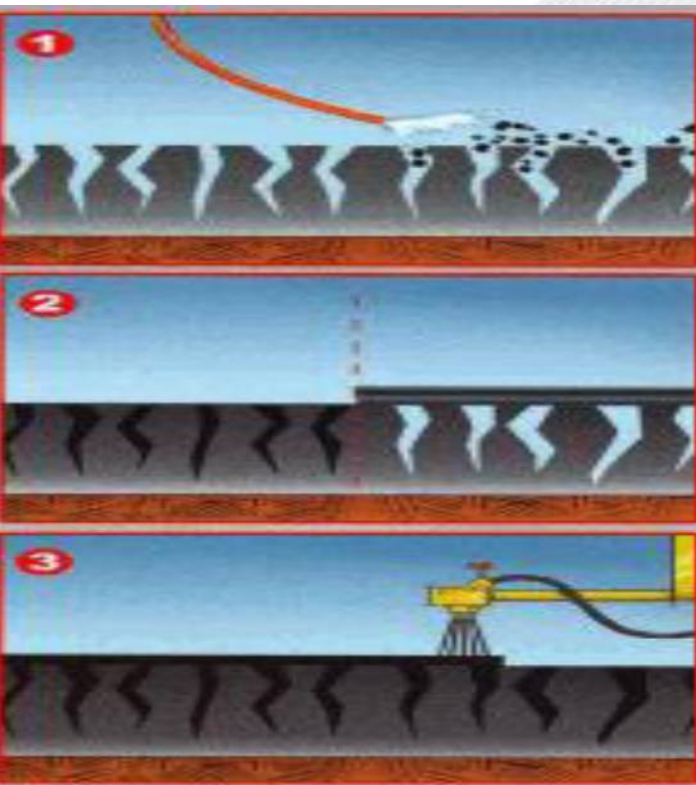
لایه SPC 20 تولید با عملیات حرارتی

خواص	ASTM	واحد	محدوده مورد نیاز طراحی
مقاومت کششی (Grab Strength)	D4632	N	۳۵۰
ضخامت (تعداد غشای ۲ کلو پستی)	D5199	mm	۱/۶۰
کشیدگی (افزایش طول نهایی)	D4632	%	۳۰۰
دانشیه سطحی (جرم واحد سطح)	D5281	g/m ²	۱۴۰ - ۲۵۰
دمای ذوب	D276	°C	۱۵۰ - ۱۶۰
جذب قیر	D6140	L/m ²	۰/۹۵

↑ جدول خواص مورد نیاز برای فلبریک ژئوتکستایل مورد استفاده در روکش آسفالت

مراحل اجرا

- ۱- آماده سازی سطح:
- ۲- پرکردن ترک ها و چاله هایی که باز شدگی آن ها بیش از ۳ میلیمتر است.
- ۳- اجرای اندود قیری بادمای بیش از ۱۴۰ تا ۱۶۰ درجه سانتی گراد.
- ۴- قراردادن لایه spc20 قبل از سرد شدن قیر و از سمت زیر قرار بگیرد
- ۵- اجرای لایه آسفالتی



مزایای میله S

- سهولت در نصب ورق
- سرعت عمل اجرای بالا
- کاهش هزینه های نگهداری
- جلوگیری از قیر زدگی
- ایجاد باند مناسب بین دو لایه قدیم و جدید
- کاهش ضخامت آسفالت به میزان ۱۰٪

پروژه های انجام شده :

- ۱) روکش خیابان کریمخان تبریز، کارفرمای طرح شهرداری منطقه ۲ تبریز
- ۲) اتوبان بم - بروات ، کارفرمای طرح سازمان عمران شهرداری کرمان
- ۳) آزاد راه تهران - قم ، کارفرمای طرح اداره کل راه و ترابری استان قم
- ۴) پل گیشا، کارفرمای طرح شهرداری تهران
- ۵) پل شهید رجائی کرمان، کارفرمای طرح شهرداری کرمان
- ۶) مسیر بردسیر - سیرجان، کارفرمای طرح اداره کل راه و ترابری استان کرمان

عملکرد

ایجاد یک لایه ضربه گیر
و کاهش تنش در اثر
بار ترافیکی

ایجاد یک لایه نفوذ
ناپذیر و جلوگیری از ورود
آب های سطحی به داخل
روسازی

عملکرد

جلوگیری از انتشار ترک
انعکاسی به سطوح بالاتر

عمدتا با قیر ترکیب شده
و یک سیستم میان لایه
ای را تشکیل می دهد

معیارهای انتخاب ژئوسسین به عنوان سیر-رسی.

- ۱- دوام: تغییرات در مقابل اشعه فرابنفش و موقعی که حرارت پایین است دوام بررسی شود
- ۲- تخلخل (معیار فیلتر):

مقدار رس	D_{85} خاک	مشخصات فیلتر
کمتر از ۳۰ درصد	$D_{10} \geq 100 \mu m$	<ul style="list-style-type: none"> - هر نوع فیلتر در حالیکه $AOS \leq 800 \mu m$ - لوله‌های سوراخدار ($800 \mu m \leq$ روزنه‌ها)
	$400 \geq D_{85} \geq 120 \mu m$	$25 \leq AOS \leq 350 \mu m$ ژئونکتایل‌ها بافته یا بافته نشده
	$120 \geq D_{85} \geq 2 \mu m$	<ul style="list-style-type: none"> - حداقل ضخامت $1/4 mm$ - دانسیته مساوی یا بزرگتر از 170 gr/m^2 - $25 \leq AOS \leq 200 \mu m$ - ژئونکتایل بافته نشده و فنی که AOS کمتر از سه برابر D_{85} خاک باشد
بینی از ۳۰ درصد		نیازی به فیلتر ندارد

AOS : اندازه روزنه ظاهری
 D_{85} : قطری که ۸۵ درصد ذرات
 از آن ریزترند

جدول ۲: معیارهای طرح فیلتر توصیه شده مهندسين ارتش آمریکا

* براساس تحقیقات کارشناسان سازمان مهندسين آمريکا خاک های حاوی بيشتراز ۳۰ درصد رس نیاز به فيلتر ندارند.

۳- ظرفيت زهکشی: بنابر توصیه های سازمان ادارات راه فدرال آمريکا بايد ضوابط زیر را رعایت کرد
یعنی باید رابطه زیر را برای خاک های درشت دانه و ریزدانه کنترل شود

θ ؛ قابليت انتقال.

$$\theta = K_p t = q \cdot L / \Delta h \cdot W$$

K_p ؛ ضريب تراوایی در داخل پارچه (قابليت هدايت هيدروليکی).

t ؛ ضخامت پارچه.

q ؛ دبی جریان.

Δh ؛ اتلاف انرژی.

W ؛ عرض پارچه.

۴-انسداد:

به معنی کاهش نفوذ پذیری بر اثر حرکات ذرات خاک یا مواد آلی می باشد که موجب بسته شدن روزنه ها می شود. خاک های با ضریب یکنواختی بیشتر پتانسیل بیشتری برای انسداد دارند عامل مهم ارزیابی پتانسیل انسداد ورقه های ژئوتکستایل POA یا درصد سطح پوشیده شده با منافذ آن ها می باشد سازمان فدرال ادارت راه آمریکا برای جلوگیری از انسداد پیشنهادی طبق جدول زیر داده است .

میزان رد شده از الک ۲۰۰ در خاک مجاور	$> 5\%$	$< 5\%$
برای ژئوتکستایل بافته شده، مقدار تخلخل (n)	$\geq 50\%$	$\geq 70\%$
برای ژئوتکستایل بافته شده یک رشته ای درصد سطح روزنه ها (POA)	≥ 4	≥ 10

جدول 3: معیار کنترل انسداد در ژئوتکستایل ها

۵- مقاومت در مقابل آب شستگی: یعنی توانایی ژئوتکستایل برای حفظ نگهداری ذرات خاک که مستقیماً با میزان خلل و فرج خاک ارتباط دارد. (POA, AOS)

Ks بیانگر نفوذپذیری خاک و kg بیانگر ضریب نفوذپذیری زهکش است

معیار کنترل			درصد رسیده از الک ۲۰۰ خاک مجاور
نفوذپذیری		AOS (mm)	
باقی نمانده	باقی مانده (POA)		
$k_g \geq 5k_s$	$> 10\%$	< 0.16	$< 5\%$
$k_g \geq 5k_s$	$\geq 4\%$	< 0.16	5-50%
$k_g \geq 5k_s$	$\geq 4\%$	< 0.25	50-85%
$k_g \geq 5k_s$	-	< 0.25	$> 85\%$

جدول 4: معیارهای کنترل آب شستگی در ژئوتکستایل ها

۶-مقاومت مکانیکی: به منظور تامین عمر فید خود باید از مقاومت بالایی برخوردار باشند.

ماینر انواع ژئوتکستایل ها با گرتش طولی		ژئوتکستایل تک رشته ای پالنه	استاندارد آزمایش	نوع مقاومت
>۵۰٪	<۵۰٪			
۴۰۰ N	۱۴۰۰ N	۱۱۰۰ N	ASTM-D4632	Grab Strength
۳۵۰ N	۵۰۰ N	۲۵۰ N	ASTM-D4533	Tear Strength
۳۵۰ N	۵۰۰ N	۶۰۰ N	ASTM-D4833	Puncture
۱۷۰۰ kPa	۳۵۰۰ kPa	۲۷۰۰ kPa	ASTM-D3787	Burst Strength

جدول 5: حداقل مقاومت مکانیکی ورقه های ژئوتکستایل (AASHTO-M288-96)

دیتا شیت ژئوتکستایل

Geotextile type nonwoven	unit	2n250	2n300	2n400	2n500	2n800
Specifie weight	Gr/m2	250	300	400	500	800
No damage toward oil gas liquid		*	*	*	*	*
Effective opening size	microns	100-300	100-280	100-250	100-200	100-150
Elongation at break	%	≥95	≥95	≥95	≥95	≥95
Tensile strength	Kn/m	14	16	22	27	37
Permeability	Cm/sec	0.22	0.23	0.25	0.26	0.3
Melting point	c	240	240	240	240	240
Thickness	mm	2.5	3	3.5	4	6
Fabric width	m	3	3	3	3	3
Raw material	pes	*	*	*	*	*

محدودیت های اجرایی و انتخابی

تا جای امکان باید از تکستایل هایی با حداکثر قطر منافذ و کمترین عدد AOS استفاده شود

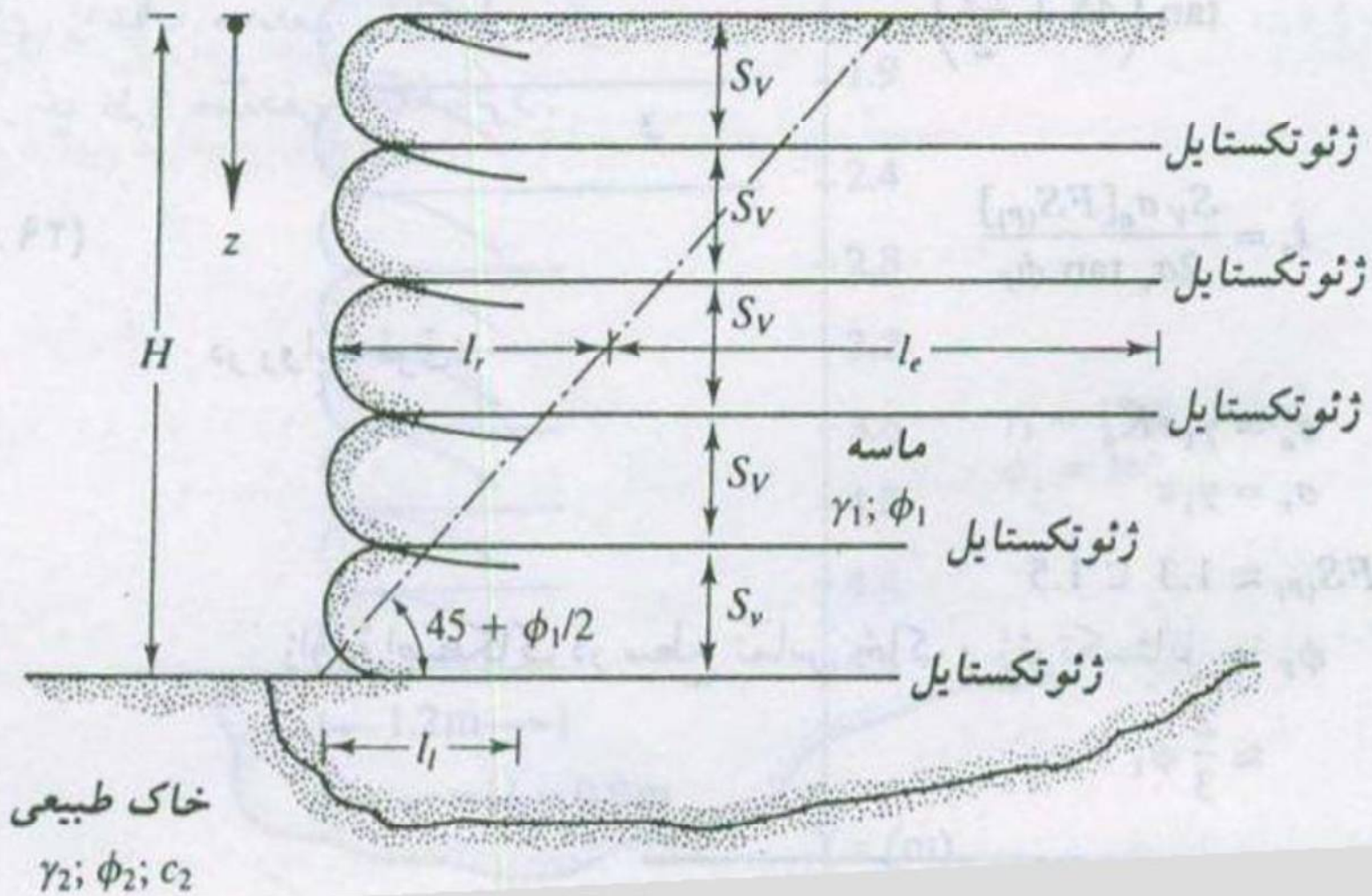
نباید جمعا بیش از ۳۰ روز در معرض اشعه فرا بنفش باشد

پس از تعبیه، نباید در اثر ناپایداری مواد تشکیل دهنده اش تجزیه شود و نیز باید در مقابل صدمات احتمالی چون رشد ریشه های گیاهی مقاوم باشد.

ژئوتکستایل در هنگام خاکریزی (بارگذاری)، مقاومت کافی در برابر آسیبهای احتمالی داشته باشد



محاسبه ضوابط مرزیه ژئوتکنسٹائل



$$L = l_r + l_e$$

$$l_r = \frac{H - z}{\tan(45 + \varphi_1 / 2)}$$

$$l_e = \frac{S_v \sigma_a [FS_{(P)}]}{2 \sigma \tan \varphi_F}$$

$$\sigma_a = \gamma_1 z \cdot K_a$$

$$\sigma_v = \gamma_1 z$$

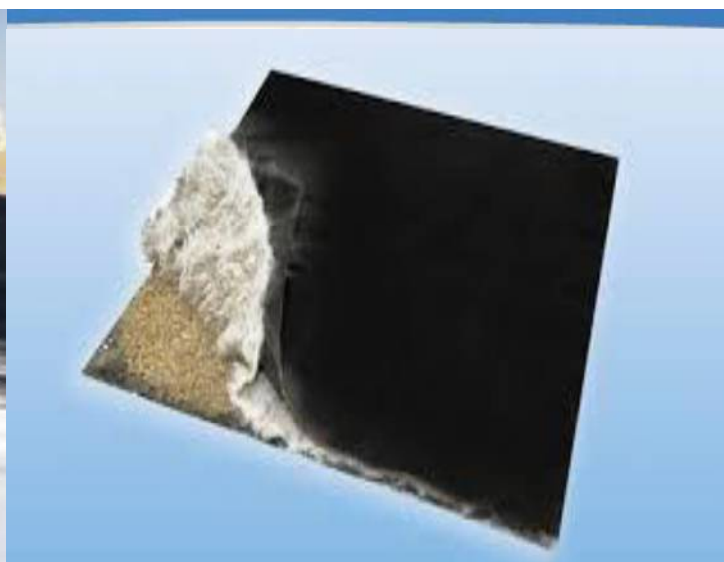
$$1.3 \leq FS_{(Pullout)} \leq 1.5$$

$$\varphi_F = \frac{2}{3} \varphi_1$$

رژوممبران

ورقی است از جنس پلیمر که مستقیماً روی بستر خاکی قرار می گیرد و مانع از عبور آب (هنگام نگهداری دراستخرها یا هنگام انتقال در کانال ها) می گردد. ژئوممبران، بدون آن که نفوذپذیر شود، اضافه طولی معادل ۷ برابر طول اولیه خود تحمل می نماید. کرنش پذیری ۷۰۰ درصدی، ژئوممبران را قادر به تحمل تنش های ناشی از نشست و پدیده uplift ناشی از جمع شدن آب و یا گاز در زیر پوشش می نماید. همچنین چون ژئوممبران در تمامی ابعاد کرنش پذیر است، توانایی تحمل نیروهایی با ماهیت سه بعدی نظیر زلزله را نیز دارا است





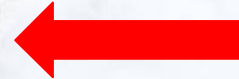
معیارهای انتخاب ژئوممبرین ها

در حال حاضر ژئوممبرین ها با استفاده از تعدادی از پلیمرهای الاستومرها و ترکیبات آن ها ساخته می شوند که شامل PVC بصورت غیر مسلح ، پلی اتیلن و پلی پروپیلن ساخته می شوند. معیارهای زیر را باید در نظر گرفت:



نکات اجرایی در ارتباط با نصب ژئوممبران:

آماده سازی سطح
تعمیرات سطح در صورت نیاز
شرایط آب و هوایی
استفاده از لایه زه کش و لایه محافظ
گسترده لایه آب بند
جوشکاری و تست لایه آب بند
استفاده از لایه محافظ



به دو نوع کلی تقسیم بندی می شوند:

ژئوممبران های غلتکی

- در این روش مواد مذاب **viscous** از میان غلتک های چرخان عبور می کنند و لایه ژئوممبران را تشکیل می دهد. متداول ترین نوع ژئوممبران ها غلتکی شامل پلی ونیل کلراید و محصول جدید با نام پلی پروپیلن (pp) می باشد

ژئوممبران های تزریقی

- تولید این نوع ژئوممبران ها با عبور مواد رزینی پلیمری مذاب از میان حدیده ها و به وسیله دستگاه تزریق چرخان صورت می گیرد. این ورق ها یا به وسیله قالب های افقی صاف یا تیوب های استوانه ای تولید می شوند، متداول ترین نوع ژئوممبران های تزریقی، ژئوممبران های **HDPE** (با تراکم بالای پلی اتیلن) و ژئوممبران های با تراکم پایین پلی اتیلن نظیر **VFPE** می باشد

نحوه ی اجرای ورق های ژئوممبران : باز کردن رول ها به طریقی که به ورق ها آسیب نرسد و اور لب کردن آن به گونه ای که چین و چروک به حد اقل برسد هم پوشانی واورلب به میزان ۸- 10 cm می باشد و سپس شروع به انکراژ ورق ها با استفاده از میخ و چاشنی و هیلتی و تسمه می شود.

جوشکاری ورق های ژئوممبران:جوشکاری ورق ها با استفاده از دستگاه های خودکار **wedgeweld** و دستگاه های دستی استفاده می شود. جوشکاری معمولا با استفاده از دستگاه های دستی هوای داغ و یک غلتک جهت فشار به قسمت های حرارت دیده انجام می شود. حرارت و دمای جوشکاری با توجه به عوامل محیطی تعیین می شود. نقاط آسیب دیده با استفاده ازوصله ترمیم می شود و در آخر از یک لایه ژئوتکستایل جهت محافظت در هنگام قالب بندی وبتون ریزی استفاده می شود



موارد قابل استفاده

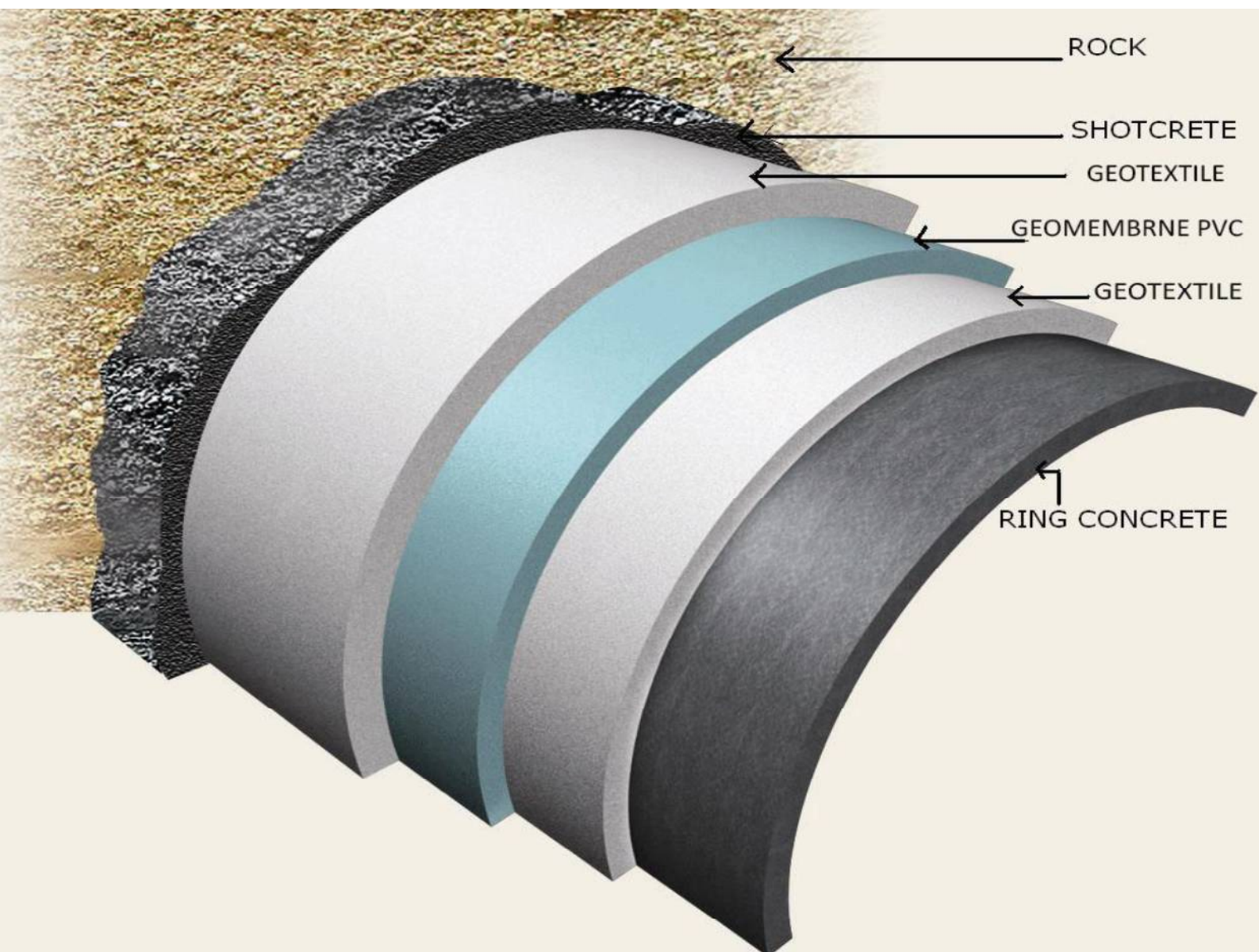
آب و فاضلاب: از ژئوممبران ها جهت ساخت لاگون ها، کانال های آبرسانی، حوضچه ها و استخرها و دریاچه های مصنوعی استفاده می شود. با توجه به اینکه ژئوممبران در تماس با خاک هستند، برحسب لزوم امکان ترکیب آنها با ژئوتکستایل و یا ژئوگریدها میسر است.

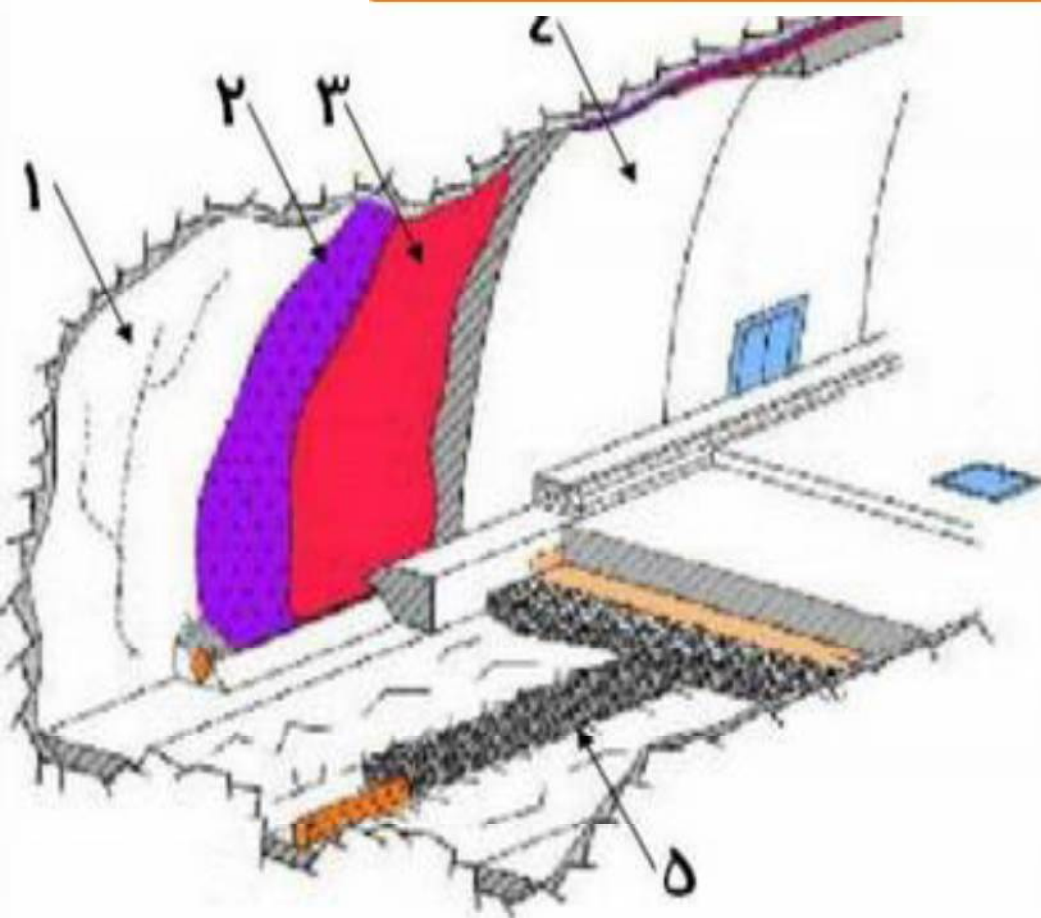
ایزولاسیون سازه های زیرزمینی در برابر نفوذ آب های سطحی و زیرزمینی: در این خصوص می توان به ایزوله دیوارهای متروهای شهری و سازه های هیدرولیکی و غیره اشاره

نمود

* سایت دفن زباله شهری و صنعتی و خطرناک: با استفاده از ژئوممبران می توان مخازن کاملاً ایزوله از محیط اطراف، جهت دفن زباله های شهری و صنعتی ایجاد نمود. ژئوممبران ها دارای انواع فراوانی، به لحاظ مقاومت در برابر مواد شیمیایی و مخرب هستند.

ایجاد و توسعه زمین های کشاورزی در محیط های نامساعد.





- ۱- شاتکریت
- ۲- ژئوتکستایل
- ۳- ژئوممبران (غشاء آب بند)
- ۴- پوسته بتنی
- ۵- سیستم زهکشی

شکل ۱۱- نمایش شماتیک طرح زهکشی و آب بندی تونل

مشخصات فنی ورق ممبران (نرم ایزولاسیون) pvc

شرایط	واحد	مقدار	روش آزمون	آزمون	
دمای ۲۴ °C	mm	۲/۰۳±۰/۱		ضخامت	
دمای ۲۵/۹ °C رطوبت ۳۰٪	gr/cm ³	۱/۳۶	ASTM D 1505	دانسیته	
T= 23 °C Humidity=50% Rate=50 mm/min	MPa	۷/۳	ASTM D 638	MD	مدول کششی
		۶/۸		TD	
	MPa	۰/۲۸		MD	تنش تسلیم
		۰/۳۶		TD	
	%	----		MD	درصد افزایش طول در نقطه تسلیم
		----		TD	
	MPa	۱۸/۲		MD	تنش در نقطه شکست
		۱۵/۹		TD	
	%	۷۷۹		MD	درصد افزایش طول در نقطه شکست
		۷۵۹		TD	
روش A50	°C	۵۸/۳	ISO 306	نقطه نرمی وایکت	
Shore A	---	۸۰	DIN 53505	سختی	
(کمتر از ۲۰۰ باشد)	%	۲۹۴	SIA280	Uniaxial Tension	
(بدون ترک باشد)	---	بدون ترک		تاخوردگی در دمای ۲۰- درجه	
(کمتر از ۲٪ و بدون تاول باشد)	%	۰.۸۶٪ بدون تاول		اثر مخرب حرارت	
(حداکثر ۳٪ باشد)	%	۰.۵۶		رفتار در آب (در یک ماه)	
Class IV	---	Class IV		کلاس آتش	
Class I	---	Class I		کلاس دود	
(باید FTB رخ دهد)	---	FTB		مقاومت در نقطه جوش	

MD: در جهت خط اکستروژن

TD: در جهت عمود بر خط اکستروژن

FTB: Film Tear Bonded پاره شدن در محلی خارج از خط جوش هنگام تست کشش از نمونه جوشکاری شده

ابعاد ورق : معمولاً به صورت رول در طول های ۱۰۰ الی ۳۲۰ متر و عرض ۹ الی ۲۰ متر تولید می شود بستگی به نوع کاربری در ضخامت های ۲ الی ۵ میلی متر تولید می شود.

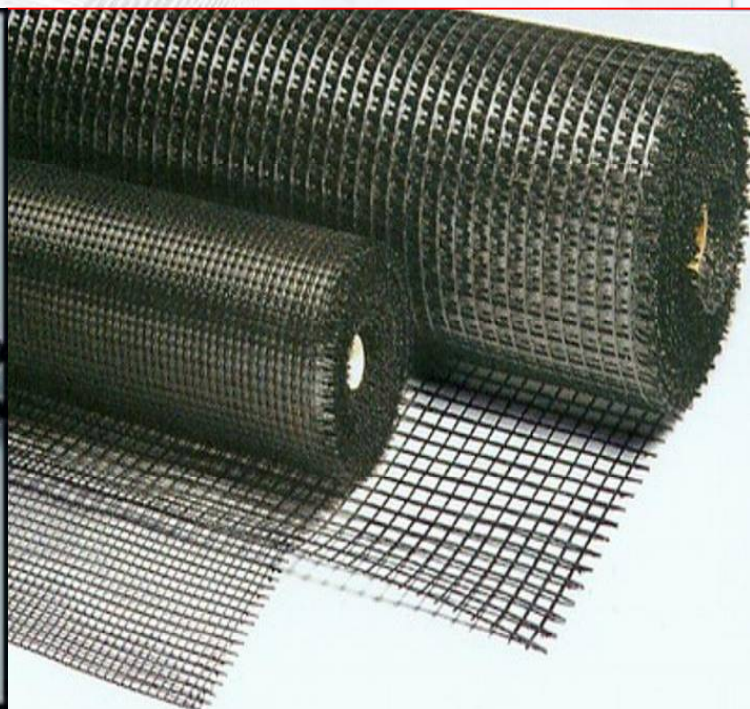
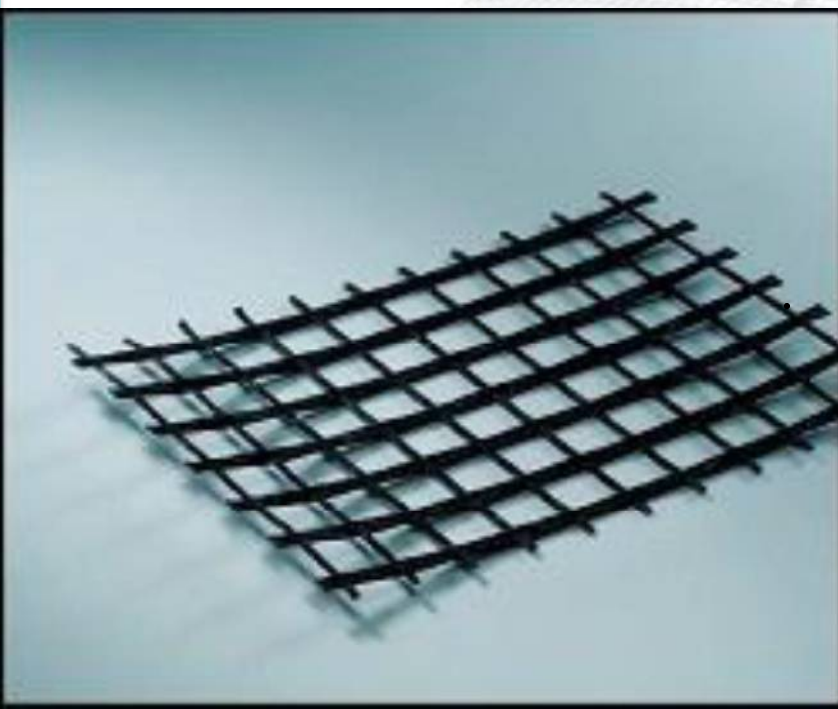
ویژگی ها:

- ۱- نصب ۳۰۰۰ متر مربع در روز
- ۲- قابلیت جابجایی
- ۳- کاهش هزینه نگهداری
- ۴- عمر مفید حداقل ۹۰ سال
- ۵- بهره برداری سریع
- ۶- جلوگیری از نشت و هدر رفتن آب



ژئوگرید ها: ژئوگریدها شبکه های پلیمری مشبکی هستند که در میان آنها فضاهای خالی با

ابعاد مختلف که چشمه نامیده می شوند مشاهده می شود. ابعاد چشمه ها بین ۱۰ تا ۱۰۰ میلیمتر متغیر است. نوارهای به کار رفته در ساخت ژئوگریدها در دو جهت اصلی که به ترتیب طولی و عرضی نامیده می شوند در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. ضخامت الیاف ژئوگرید ۰/۵ تا ۱/۵ میلی متر و ضخامت در محل گره ۲/۵ تا ۵ میلی متر است به واسطه همین چشمه هامی توانند زهکشی خوبی رافراهم کنند. ژئوگرید ها بیشتر نیروهای افقی و از شکل خارج شدگی را تحمل می کنند و بنابر این در برابر توسعه و ازدیاد ترکهای انعکاسی (انتقالی) از ساختار موجود به لایه ی سایشی مقاومت می کنند

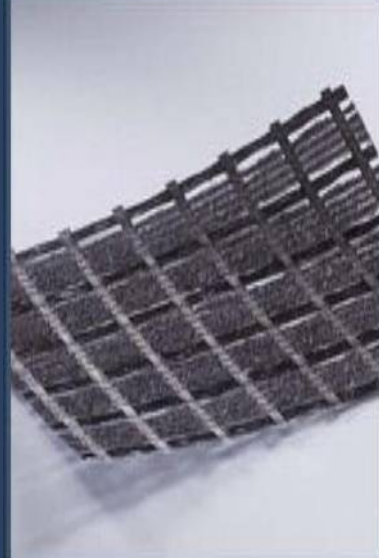


ژئوگرید تک سویه پلی اتیلنی

ژئوگرید آسفالتی

ژئوگرید دوسویه پلی استری و پروپیلنی

انواع ژئوگریدها



ژئوگرید دو سویه پلی استری: این ژئوگریدها برای انواع شیب های خاک مسلح و همین طور تثبیت و تسلیح بسترهای سست مناسب هستند. ساختار کلی آنها از تسمه های پلی استر با روکش LLDPE بوده و تا مقاومت 200 KN/M ارائه گردیده و به منظور مسلح کردن خاک به کار می روند.

ژئوگرید دو سویه پلی پروپیلنی: مقاومت مکانیکی و شیمیایی بالا، و قفل و بست بسیار قوی با دانه های خاک، از ویژگی های شاخص این محصول است.

ژئوگرید تک سویه پلی اتیلنی: ساختار کلی آنها از تسمه های پلی استر با روکش LLDPE بوده و مقاومت کششی آن بین 100 KN/m تا 1600 KN/m می باشد. کاربرد این محصول عبارتند از مسلح کردن خاک در دیوارهای حائل و بسترهای سست می باشد.

ژئوگرید آسفالتی: ژئوگرید آسفالتی، بافته شده از الیاف پرمقاومت شیشه با دمای ذوب 850°C درجه و مقاوم در برابر درجه حرارت بالا می باشد محصول دارای یک لایه محافظ پلیمری است که در ترکیب با یک لایه از الیاف نبافته درون چشمه های خود (برای جذب قیر بیشتر)، یک ژئوکامپوزیت ویژه برای مسلح سازی و ترمیم روسازی آسفالتی راه ها و باند فرودگاه هاست. این ژئوگرید به دلیل مقاومت کششی بالا عامل موثری در کنترل ترکهای انعکاسی در روسازی است

ویژگی های ژئوکرید

مقاومت کششی بالا در کرنش پائین

خزش بسیار کم

مقاومت بالا در برابر آسیب دیدگی حین نصب

حداکثر اندرکنش با مصالح اطراف

طرح بهینه ساختار شبکه بندی

مقاومت بالا در برابر عوامل شیمیایی و زیست محیطی

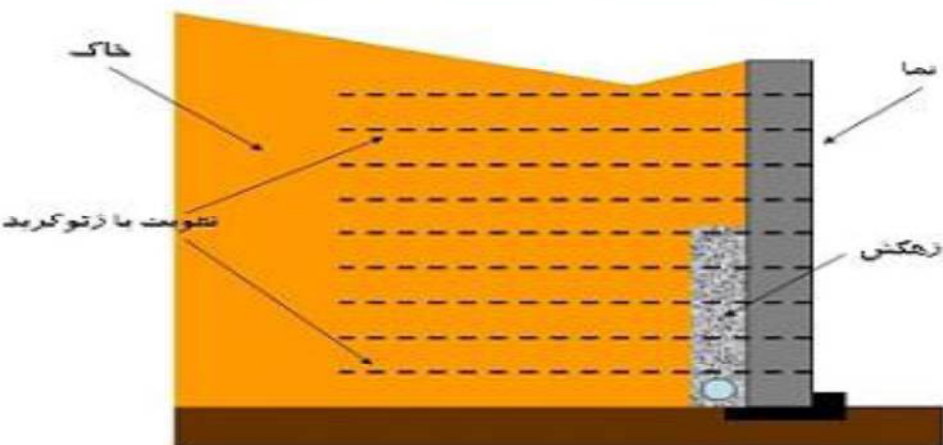
نصب سریع و آسان

طریقه اجرای ژئوگریدها در راهسازی

* ژئوگریدها به شکل رول ساخته می شوند. ضخامت لایه آسفالت روی ژئوگرید در راهسازی باید بیش از ۸ سانتیمتر باشد و به هیچ وجه نباید تا خوردگی و یا چروکی موجود باشد. به منظور دستیابی به بالاترین افزایش در ظرفیت باربری، مناسب ترین عمق جهت قرار دادن اولین لایه پارچه گونه ژئوگرید در، فاصله ۵/ تا ۶/ عرض پی می باشد. همه لایه های ژئوگرید باید حدود ۱۵ سانتیمتر در جهت عرض و حدود ۲۵ سانتیمتر در جهت طول جاده هم پوشانی داشته باشند. جهت کوبیدن نهایی آسفالت مسلح شده به ژئوگرید باید از غلتک سبک و یا نیمه سنگین دوغلتکی و یا چرخ لاستیکی استفاده نمود و در نهایت غلتک سنگین به کار برد

* چهار نقش مهم ژئوگریدها در لایه های آسفالتی عبارت است از:

- ۱ - افزایش مقاومت کششی لایه های آسفالتی ۲- تحمل میزان چشم گیری از نیروهای کششی افقی در آسفالت و توزیع آنها در یک سطح بزرگتر که این عمل موجب پایین آمدن میزان حد اکثر اوج نیروهای کششی ناشی از بار گذاری ۳ - جلوگیری از ایجاد ترک انعکاسی ۴- افزایش توان زهکشی باتوجه به وجود حفرات باز



موارد قابل استفاده

- مسلح سازی رمپ های تقاطع های غیرهمسطح
- تعریض جاده های بین شهری و کوهستانی
- تثبیت ترانشه های ریزشی و رانشی
- زیرسازی راه آهن
- مسلح سازی کرانه رودخانه ها و جلوگیری از آب شستگی
- افزایش ظرفیت باربری بسترهای سست و ناپایدار
- به عنوان جایگزین دیوارهای بتنی، سنگی، گابیونی و خاک مسلح تسمه ای
- دیوارهای حائل و کوله های پل

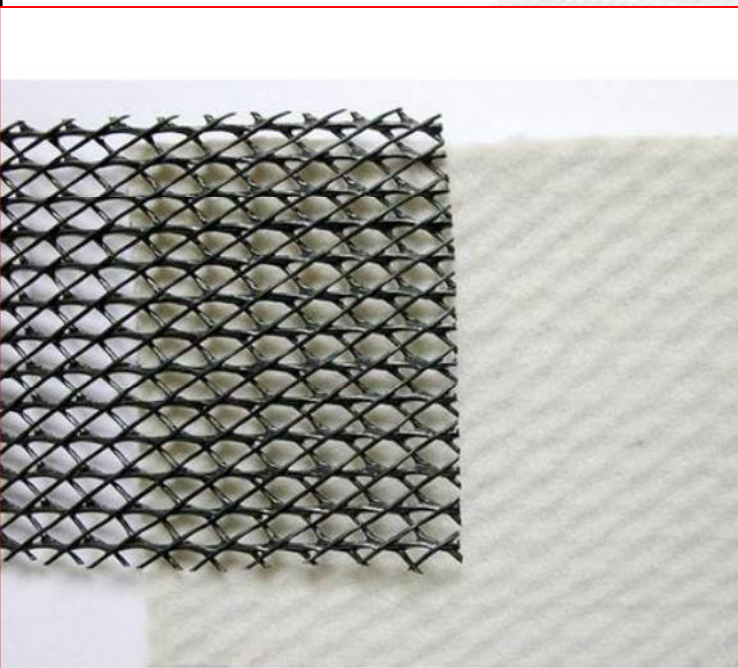


یکی از کاربردهای اصلی روش سیستم به سبب ریزش در سبب ریزش حائل بدون بتن با استحکام بالاتر، هزینه ی کمتر و سرعت اجرای بالاتر و با قابلیت زیباسازی سبز شونده با گیاهان می باشد.



ژئوکامپوزیت ها:

ژئوکامپوزیت ها ترکیب دو یا چندتایی از ژئوتکستایل ها، ژئوگریدها، ژئونت ها یا ژئوممبرین ها هستند. هدف از ساختن ژئوکامپوزیت ها ایجاد محصولاتی است که در عملکردهایی نظیر مسلح کنندگی، زهکشی، فیلتریزاسیون و غیره برتری قابل ملاحظه ای نسبت به انواع دیگر ژئوسنتتیک ها داشته باشند و نیز چند وظیفه را بتوانند به طور هم زمان انجام دهند از انواع متداول ترکیب ژئوسنتتیک ها برای ساخت ژئوکامپوزیت ها می توان به ترکیب ژئوتکستایل- ژئوگرید، ژئوتکستایل-ژئوممبرین و ژئوممبرین- ژئوگرید اشاره کرد.



Geocomposite Drainage

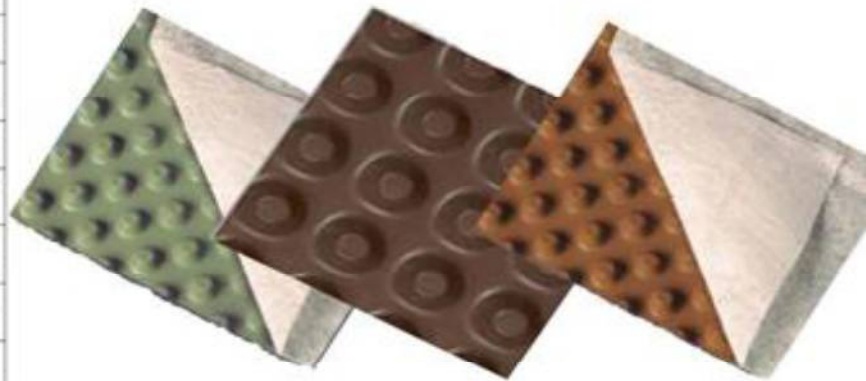


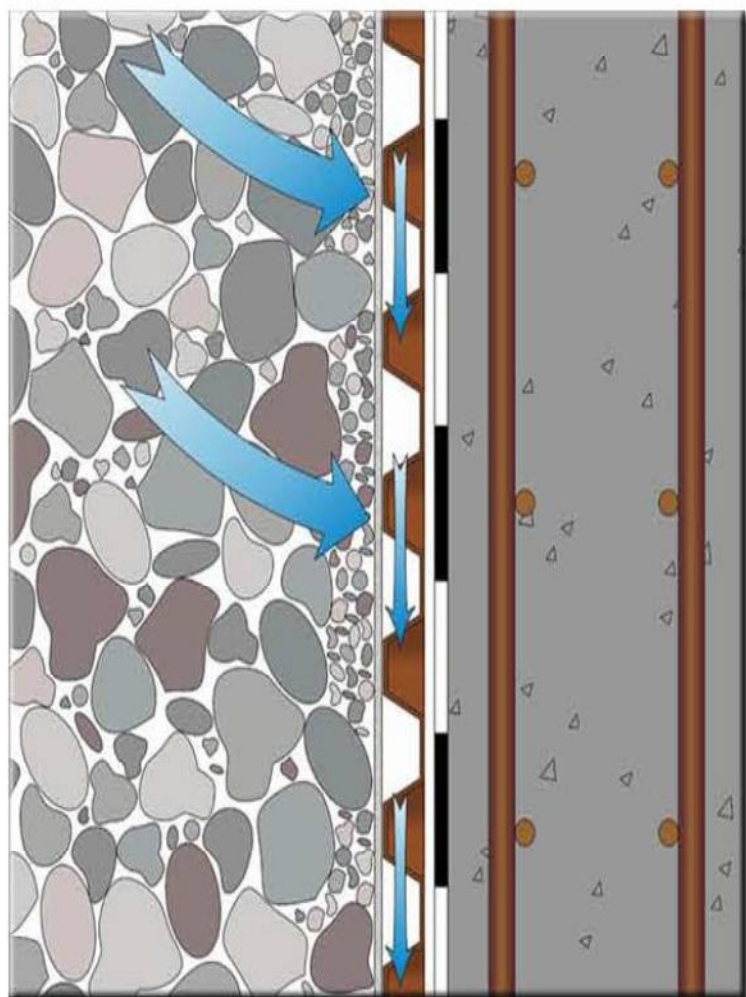
معرفی لایه زهکشی و ایزولاسیون SPC DRAIN و عملکرد آن

لایه SPC DRAIN در دو نوع معمولی (Normal) و همراه با ژئوتکستایل (Composed) می باشد. نوع Composed از یک ورقه پلیمری HDPE و یک لایه ژئوتکستایل غیر منسوج ۱۲۰ گرمی از جنس پلی پروپیلن تشکیل شده است که مشخصات کامل آن در جدول زیر نشان داده شده است.

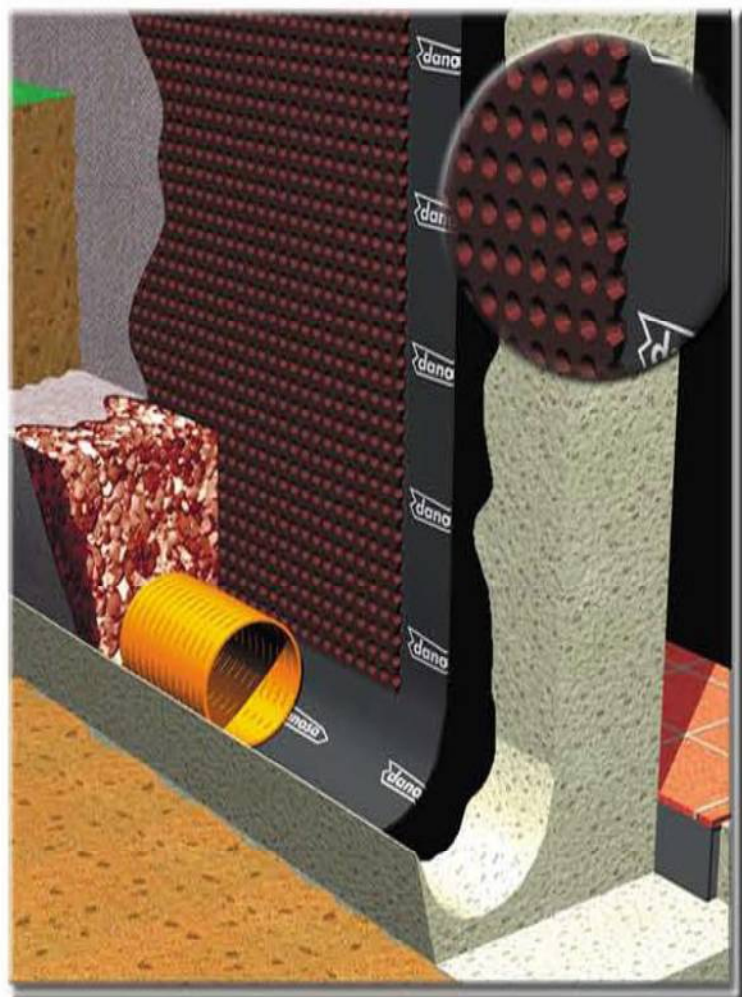
کانالهای موجود در بین برآمدگی های لایه SPC DRAIN سبب سهولت جریان آب و انتقال آب از محیط خاک اطراف به داخل لایه و در نتیجه تسریع عمل زهکشی آب از محیط اطراف و نهایتا هدایت آن به کانالهای زهکش می شود. و در عین حال وجود لایه HDPE مانع از انتقال آب از محل زهکشی به محیط پشت آن می شود.

واحد	مقدار	ویزگی
-	۱۹۰۷	تعداد برآمدگی ها در هر متر مربع
kN/m^2	۱۲۰	مقاومت فشاری
متر آب	۱۵	حداکثر عمق قابل استفاده
$N/60mm$	۷۰۰	مقاومت کششی
N/mm^2	۱۳۰۰	مدول الاستیسیته
$l/s.m$	۴/۸	توان زهکشی
m	۲/۱	عرض رول
m	۲۰	طول رول





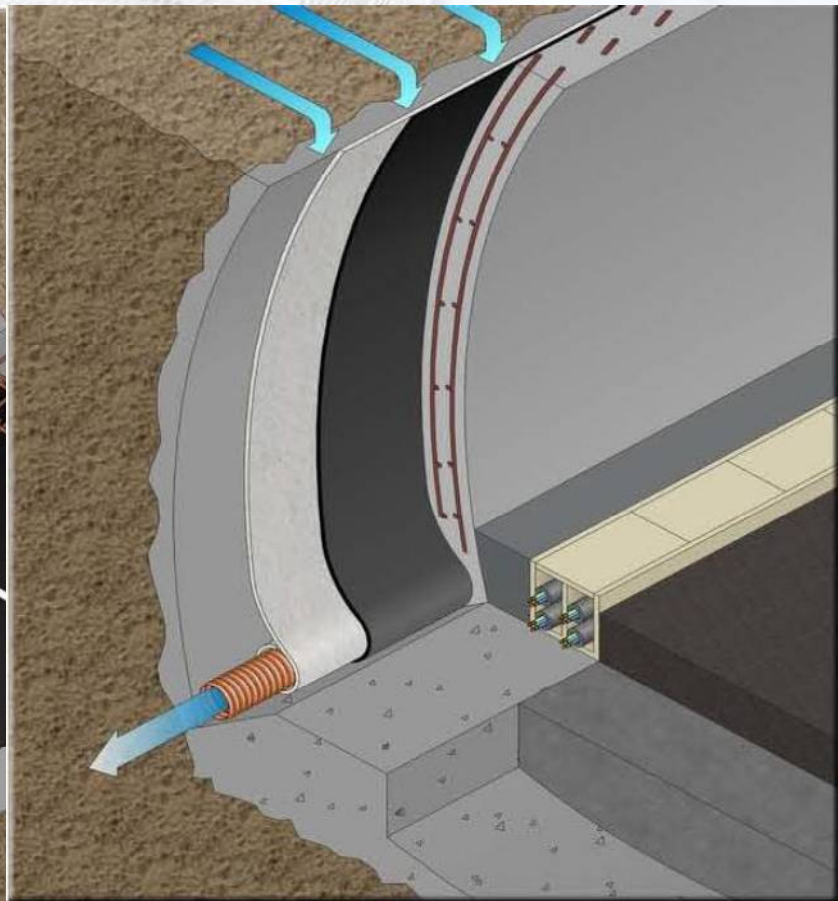
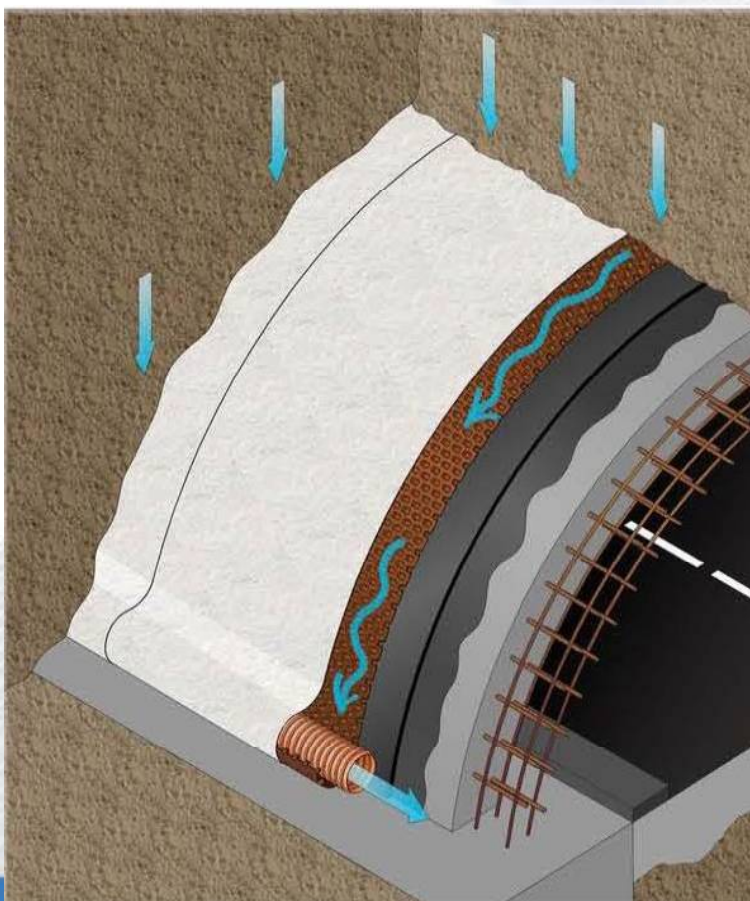
عملکرد زهکشی و ایزولاسیون



هدایت آب زهکشی شده بسوی لوله های زهکش

کاربرد ها.

۱-زهکشی وایزولاسیون داخل و خارج تونل ها



۲-زهکشی وایزولاسیون دیوار های حایل و دیوارهای خارجی ساختمان
۳-زهکشی زیر مسیر راه وریل راه آهن



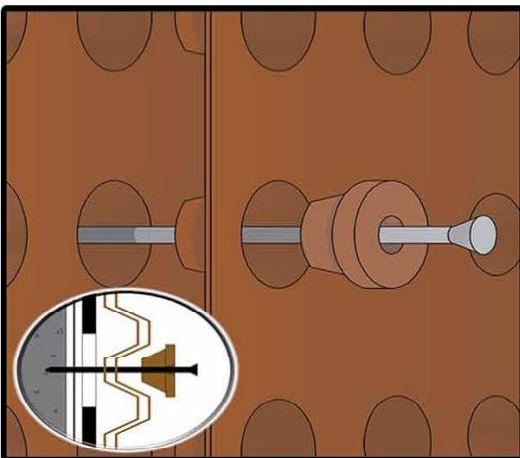
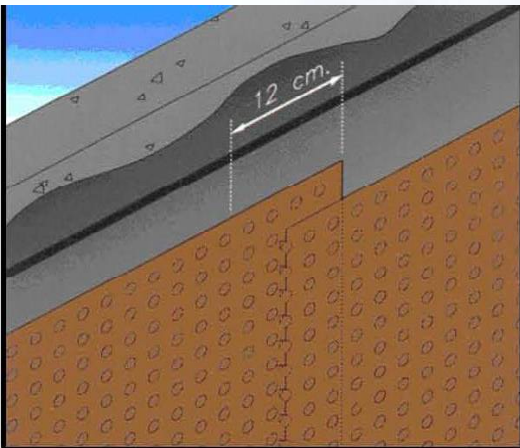
روس نصب :

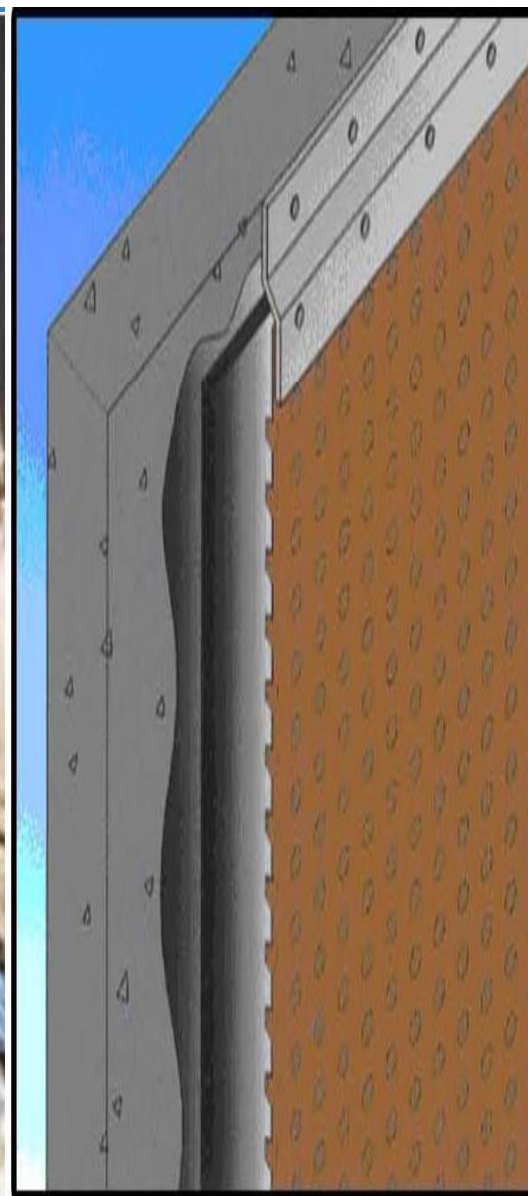
(۱) ورق های SPC DRAIN بر روی سطوح قائم یا افقی، با همپوشانی حداقل ۱۲ سانتیمتر قرار داده می شوند. مابین دو لایه در محل همپوشانی یک نوار آییند قرار داده می شود که بسته به فشار آب محل، عرض آن متفاوت می باشد.

(۲) در هنگام نصب بایست توجه شود که برآمدگیها و فرو رفتگیهای ورق کاملاً در هم فرو رفته باشند.

(۳) ورق های SPC DRAIN توسط اتصالات مخصوص در محل به دیوار متصل شده و روی هم فشرده می شوند.

(۴) در محل بالای دیوار برای اتصال بهتر ورقه های SPC DRAIN از بستهای فلزی با اتصال پیچی استفاده می شود.





ژئوکامپوزیت ها از لحاظ کاربردی به ریسس های سفره ای، ریسس های صفحه ای، زهکش های لبه ای و زهکش های فتیله ای (wick drain) تقسیم می شوند.

۱- زهکش های سفره ای (Blanket Drains):

کاربرد این نوع زهکش ها معمولاً در سایت های دفن زباله و زهکشی شیرآبه ها می باشد. اخیراً از این ژئوکامپوزیت ها در زهکشی سطوح جاده استفاده می شود.

۲- زهکش های صفحه ای (Panel Drains): نصب این نوع زهکش ها در مجاورت سازه هایی انجام می شود که متحمل فشارهای هیدرولیکی می باشند. (مانند سدهای خاکی)

۳- زهکش های لبه ای (Edge Drains): این نوع زهکش ها اغلب در مجاورت سنگ فرش ها و به منظور ذخیره و جابجایی (انتقال) زه آبهای جانبی در بستر جاده می باشد.

۴- زهکش های فتیله ای (Wick Drains): این نوع زهکش ها در عمق زمین فرو می روند و مسیری برای زهکشی فراهم می کنند. نقش اصلی این زهکش ها کاهش نشست خاکریزهای واقع شده بر خاکهای سست و نرم می باشد.

ژئونت ها

ساختار ژئونت ها از نوارهای پلیمری متقاطع می باشد که از آن به عنوان زهکش استفاده می شود. جنس اکثر ژئونت ها از پلی اتیلن می باشد این محصولات به صورت دو مجموعه موازی از تیرک های پلیمری هستند که به صورت زاویه دار نسبت به هم قرار می گیرند. بین این تیرک ها سوراخ های نسبتاً بزرگی وجود دارد.

که در نتیجه محصول شکلی توری مانند خواهد داشت. عملکرد ژئونت ها به طور کامل در محدوده زهکشی قرار دارد. نرخ گذر دهی (Flow Rate) این محصولات در شیب ۱ درصد حدود ۲۴۰ لیتر بر دقیقه و ظرفیت باربری فشاری آن ها از حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ تن بر متر مربع متغیر است. در ضخامت های ۳۰ و ۵۲ میلیمتر جهت زهکشی جریان سیال با دبی بالا مورد استفاده قرار می گیرند



یکی از کاربردهای مهم ژئونت‌ها استفاده به عنوان هسته فتيله زهکشی می باشد که اصطلاحاً از آن به عنوان **WICK DRAIN** یاد می شود و برای سیستم زهکشی زیر زمینی به وفور استفاده می شود. و این در فصل بعد کامل گفته می شود.

ژئودرین:

لایه های ژئودرین نیز بصورت رول هستند و دارای برآمدگی هایی دایره ای شکل هستند که دلیل وجود این برآمدگی ها انجام هر چه بهتر عمل زهکشی با دبی بسیار بالا می باشد در واقع ژئوکامپوزیت های زهکشی هستند که در مرکز آن پلیمر به صورت حلقه های پیچ خورده است و در بین دو لایه ژئوتکستایل نبافته قرار دارد که به وسیله حرارت به هم متصل شده اند.





ویژگی ها

سبک، محکم و بادوام
قابلیت جابجایی و حمل آسان
انعطاف پذیری فوق العاده و نصب ساده و با سرعت بالا
ظرفیت تخلیه بالا به سبب فضای خالی زیر هسته مرکزی
محافظت از پوشش ه های ضد آب و غشاء ها در خلال خاکریزی
تشکیل یک شکاف جدا کننده از هوا بین دیوار و خاک



* باید در نظر داشته باشید که برای ایزولاسیون تونل ها از ورق های ژئوممبران پی وی سی هم می توان استفاده نمود اما ژئوممبران ها به صورت صاف و مضرض تولید می شوند و باید در نظر داشت که مرحله ایزولاسیون تونل ها عموماً و اغلب موارد قبل از مراحل بتن ریزی انجام می گیرند بنابراین مرحله درگیر شدن بتن با لایه آب بند کننده ژئوممبران به طور قاطع و مطمئن صورت نمی گیرد در حالی که در مورد لایه های ژئودرین مرحله درگیر شدن بتن به لایه آب بند به دلیل وجود فرورفتگی ها ایجاد شده در آن به طور کامل صورت می گیرد مهم ترین نکته این است که لایه های ژئودرین به همراه ایزولاسیون کردن عمل زهکشی کردن را نیز انجام می دهد و عموماً با این محصول می توان دو مرحله ایزولاسیون و زهکشی را انجام داد.

- این محصولات با توجه به انعطاف پذیری و سرعت عمل در نصب و راحتی حمل و نقل استفاده وسیعی در صنعت ساختمان و زهکشی پیدا کرده است مقاومت فشاری بالا تا ۱۰۰۰ کیلو نیوتن بر متر مربع، مقاومت در برابر درجه حرارت از ۲۰- تا ۱۰۰+ درجه سانتی گراد، ضخامت کم، ظرفیت بالای هدایت آب، وزن کم، مقاومت در برابر قیر، عمر طولانی و صرفه اقتصادی از دیگر مزایای ژئودرین ها هستند .



انواع ژئودرين ها

ژئودرين F&R-D ← استفاده در زيرفنداسيون

ژئودرين ديمثل شيت ← استفاده در زيرفنداسيون

ژئودرين نواري ← استفاده در ديواره ها

ژئودرين درين شيت ← استفاده در ديواره ها

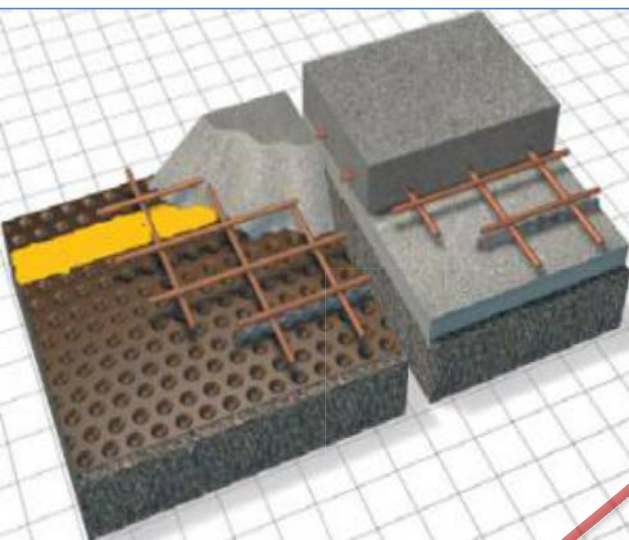
* پروژه های ژئودرین

- ۱- محل پروژه : استان فارس (شیراز) - نوع پروژه : آب بندی و زهکشی تونل قطار شهری شهر شیراز با ورق ژئودرین متراژ : ۴۰۰۰ متر مربع سال : ۱۳۹۱ کارفرما : سازه گستر توس
- ۲- نوع پروژه : آب بندی و زهکشی دیواره ساختمان تجاری فردوس با ورق ژئودرین متراژ : ۳۰۰۰ متر مربع :-



کاربردهای متداول ژئودرین ها

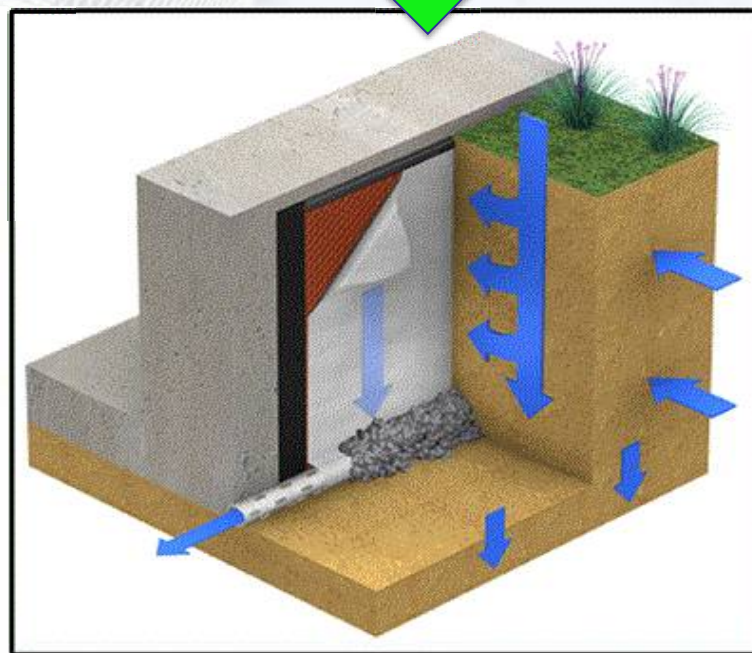
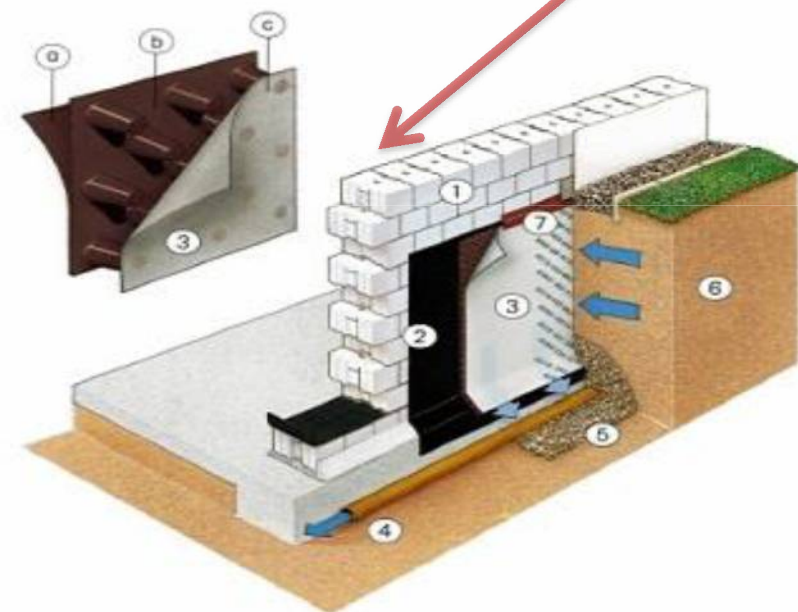
- زهکشی سطح (برای مثال در زمینهای ورزشی)
- زهکشی شیب ها
- زهکشی تونل ها
- زهکشی سطحی شیروانی ها (به خصوص در مناطق دارای فضای سبز جهت جلوگیری از نفوذ آب به لایه های زیرین)
- زهکشی بام ها (در صورتی که در بالای ساختمان ها فضای سبز ایجاد گردد)
- زهکشی کنار دیوارهای مدفون ساختمان بخصوص در طبقات زیرزمین برای جلوگیری از نفوذ آب به داخل دیوار
- زهکشی سازه های زمین مسلح
- زهکشی اطراف گابیون ها
- برای هدایت آب جهت جلوگیری از آب شستگی و لغزش شیب ها
- زهکشی سطوح خیابان ها و جاده ها
- زهکشی بستر جاده



جایگزینی مناسب برای بتن مگر
در پی های گسترده

ایزولاسیون دیواره های فونداسیون هایی که در
معرض نشت آب و یا رطوبت شدید قرار دارند .

اجرای زهکشی های افقی و عمودی به همراه آب بندی
همزمان



کنترل فرسایش شیب با استفاده از رئوسل: این نوع رئوسنتتیک ها در حفاظت شیب برای کاهش پیامدهای زیست محیطی و کاهش لغزش زمین کاربرد دارند .

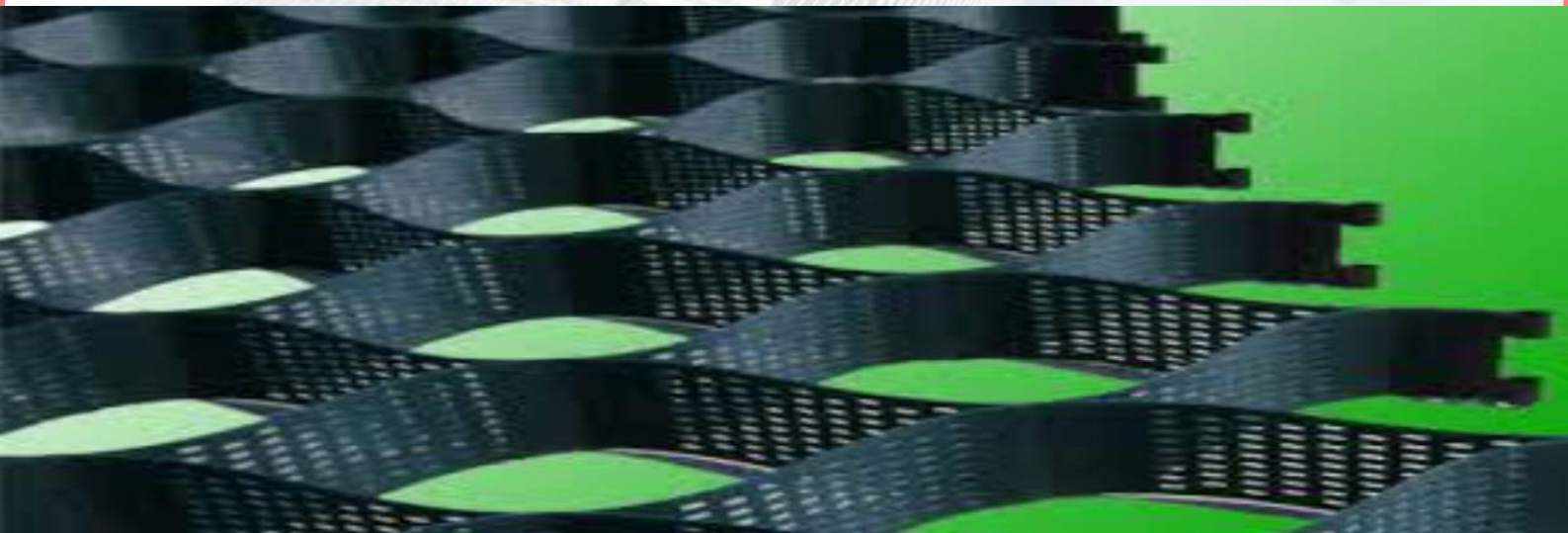


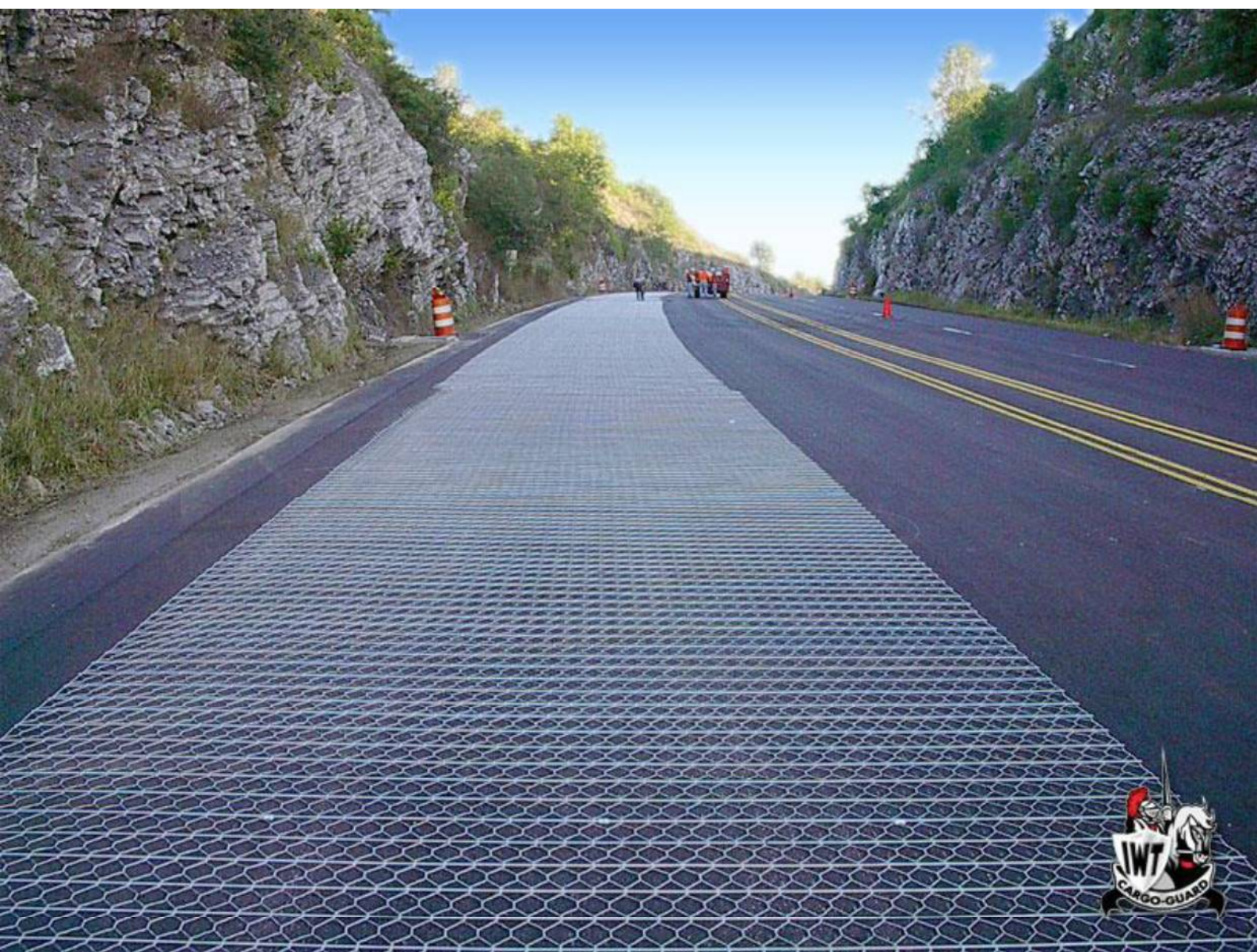


ژئوسل های **TENAX TENWEB** ساختارهای لانه زنبوری می باشند که ضخامت آنها از ۷۵ تا ۱۵۰ میلیمتر و قطر داخلی سلول ها از ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلیمتر تغییر می کند این محصول از تزریق پلی اتیلن بدون هیچ گونه جوشکاری ساخته می شوند داخل سلول ها از مصالح دانه ای , خاک گیاهی و یا بتن پر می شود.

به دلیل محصور شدن پر کننده مانع حرکت و خروج آن از داخل سلول حتی در شیب های تند و یا جریان آب سطحی میگردد ژئوسل ها در طول شیب با پین مهار می شوند .

ابعاد و فاصله پین ها از طراحی به دست می آید . ابعاد و شکل پین ها بستگی کامل به مشخصات خاک بستر دارد . ضخامت پین های فلزی حدود ۸ میلیمتر می باشد و در محل اتصال در ژئوسل نصب می گردد .





نتیجه گیری و جمع بندی: با در نظر داشتن مزایای ژئوسنتتیک ها از قبیل نصب سریع، کاهش حجم عملیات خاکی، ساخته شدن با کیفیت و خواص دلخواه، کاهش هزینه ها و دیگر مزایا، نتیجه گیری می شود که این محصولات می توانند جایگزین بسیار مناسبی برای مصالح سنتی باشند.

نوع ژئوسنتتیک	عملکرد ها					
	تفکیک	مقاوم سازی	فیلتراسیون	هدایت آب (رگش)	نگهدارنده	کنترل فرسایش
Geotextile – ژئوتکستایل	✓	✓	✓	✓		
Geogrid – ژئوگرید		✓				
Geocontainer – ژئوکانتینر	پوردیسی سازان آپریک pardissazan.com					✓
Geomembrane – ژئوممبران						
Geosynthetic Clay Liner (GCL) آستر محافظ خاکهای رسی					✓	
Geocell – ژئوسل		✓		✓		✓
Geodrain – ژئودرین			✓	✓		
Geomat – ژئومت				✓		✓

فصل چهارم: سیستم های زهکشی زیرزمینی

لوله های
زهکشی
زیرزمینی

روش
الکتروسینتیک

زهکشی
های حائل
ولانه موشی

طراحی
زهکش
های فنیله
ای

اجرای
هرکدام

انواع سیستم
های
زیرسطحی

تعریف
و تفاوت با
سطحی

سیستم زهکشی زیرزمینی

شامل زهکشی آب های موجود در لایه های مختلف روسازی یا لایه های پایین تراز سطح زمین می باشد آب زیر سطحی می تواند به چند حالت وجود داشته باشد:

- ۱- آب آزاد
- ۲- آب مویینگی
- ۳- آب بخار

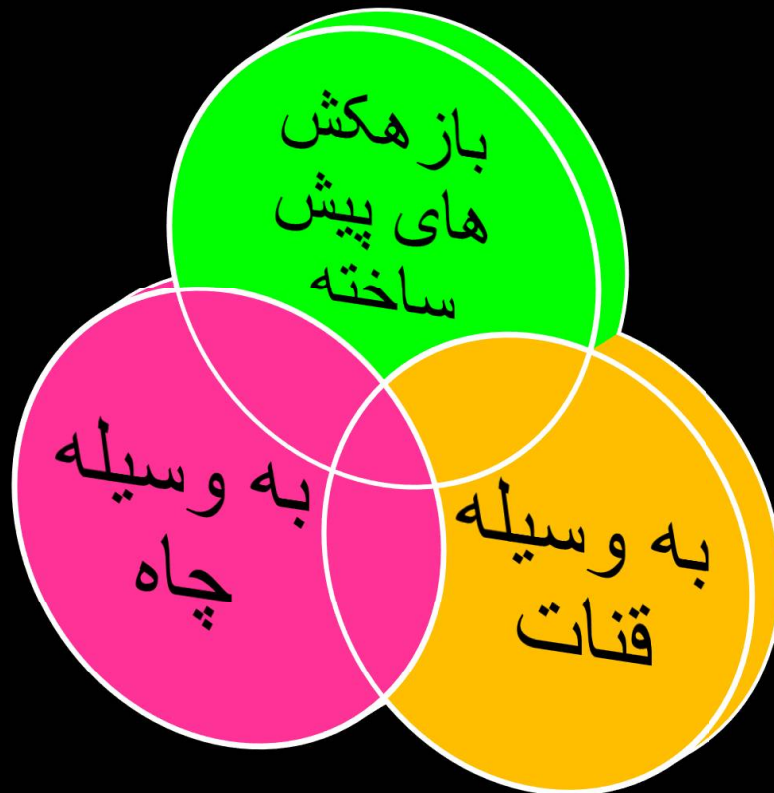
برای چه خاک هایی به کار میرود؟ می تواند برای لای های رس دار، لایه های رس ماسه دار و نهایتا برای خاک هایی که رس ولای بالایی دارند حتما به کار می رود. خاک های درشت دانه خود زهکش بوده و نیازی به زهکش ندارند.

تفاوت زهکشی سطحی و زیرسطحی

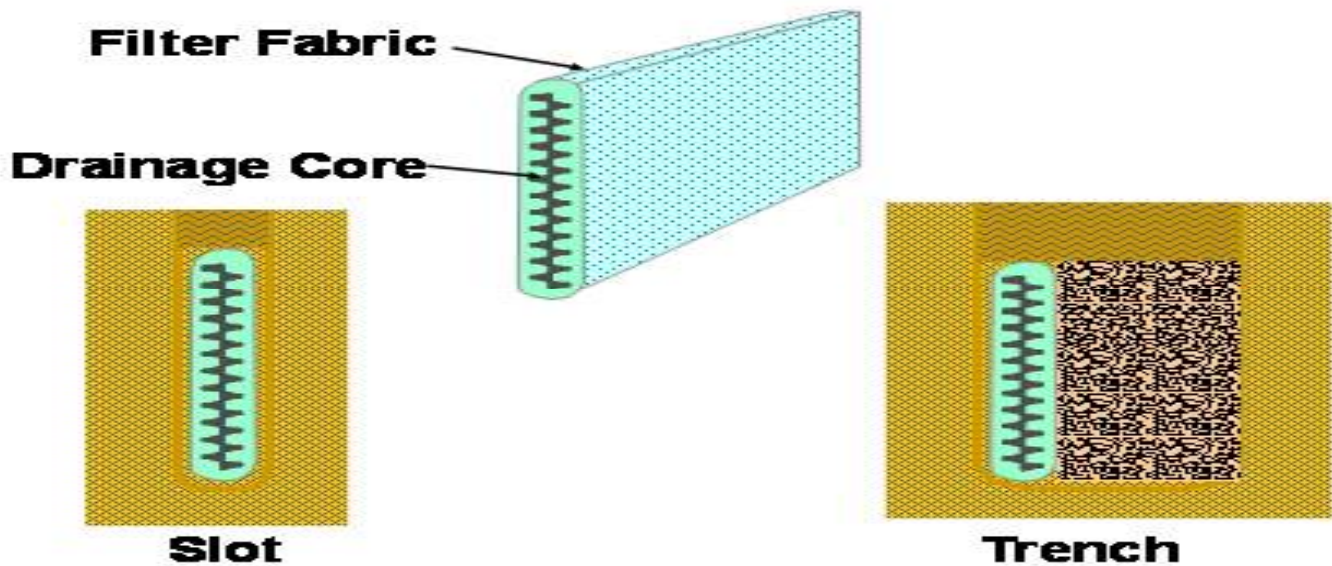


حداکثر جریان آب سطحی معمولاً حدود یک ساعت یا بیشتر پس از بارندگی رخ می دهد در حالی که حداکثر جریان در زهکشی زیرزمینی ممکن است چندین ساعت یا چندین روز طول بکشد ولی در هر دو حالت معمولاً طراحی بر اساس میزان بارندگی و ثوب برف و از طرف دیگر آب گذرانی خاک و مصالح سنگی انجام می گیرد.

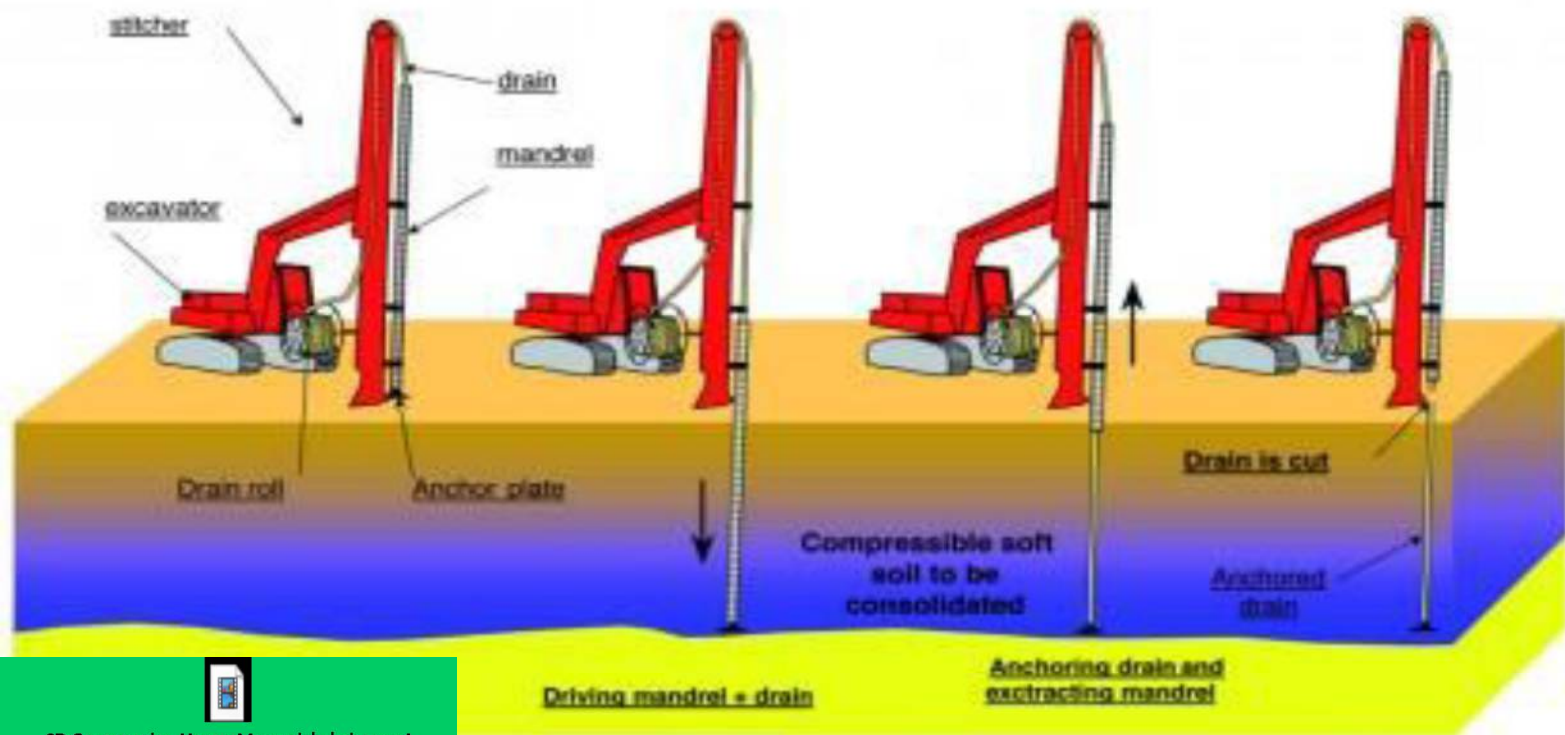
زهکشی قائم معمولاً به سه صورت انجام میگیرد:



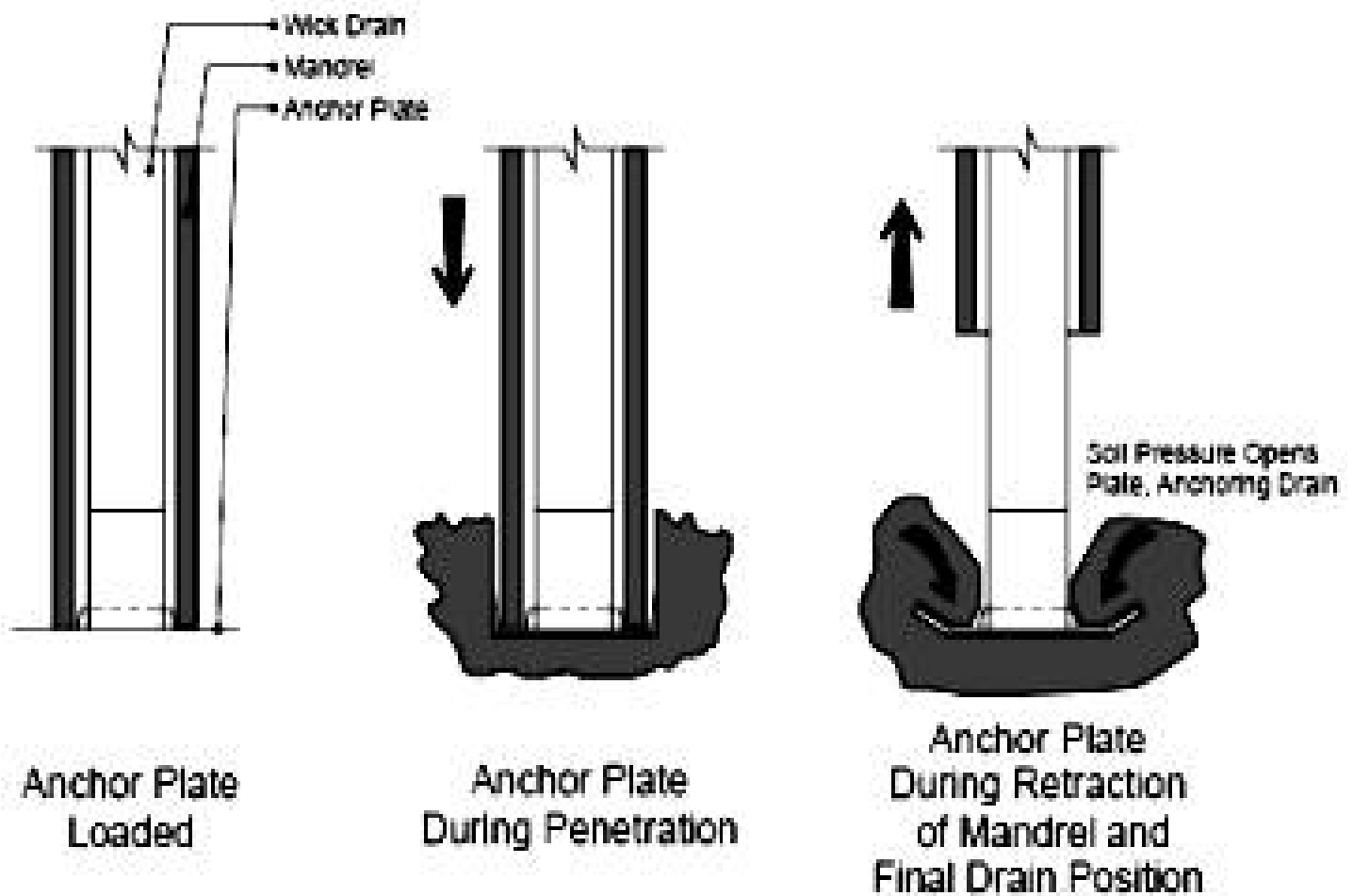
۱-زهکش های قائم پیش ساخته: خاک های رسی اشباع برای تکمیل فرایند نشست تحکیمی خود تحت بارگذاری، نیاز به زمان زیادی برای خروج آب حفره ای دارند استفاده از زهکش های قائم ژئوسنتتیکی که در شبکه ای منظم و تا عمق مورد نیاز در خاک کوبیده می شوند، راهکار مهندسی نوینی است که مدت فرایند زهکشی و تحکیم خاک را از چندین سال به چند ماه کاهش می دهد. زهکش های قائم ژئوسنتتیکی نسبت به راه کارهای سنتی هم از نظر اقتصادی و هم به لحاظ راندمان زهکشی برتری چشمگیری دارند. زیرا زهکش های ژئوسنتتیکی را می توان در فواصل بسیار نزدیک به هم نیز نصب نمود که در اثر آن، با کوتاه شدن مسیر حرکت آب درون خاک، سرعت زهکشی و تحکیم خاک به میزان قابل توجهی افزایش می یابد



نصب و اجرا: نصب زهکش های قائم با استفاده از ماشین های حفار هیدرولیکی با فشار تقریبی ۱۲ تن صورت میگیرد. ماشین حفار در نقاط تعیین شده، نوار زهکش را به همراه یک لوله فولادی که نقش محافظ و پیشران را دارد، تا عمق مورد نیاز به درون خاک هدایت کرده و سپس با بیرون آوردن لوله، زهکش در محل باقی مانده و قطع میگردد. در شکل زیر مراحل نصب زهکش های قائم به صورت شماتیک نمایش داده ایم.



Wick Drain Anchoring System and Procedures




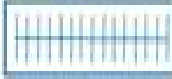


پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران www.icivil.ir



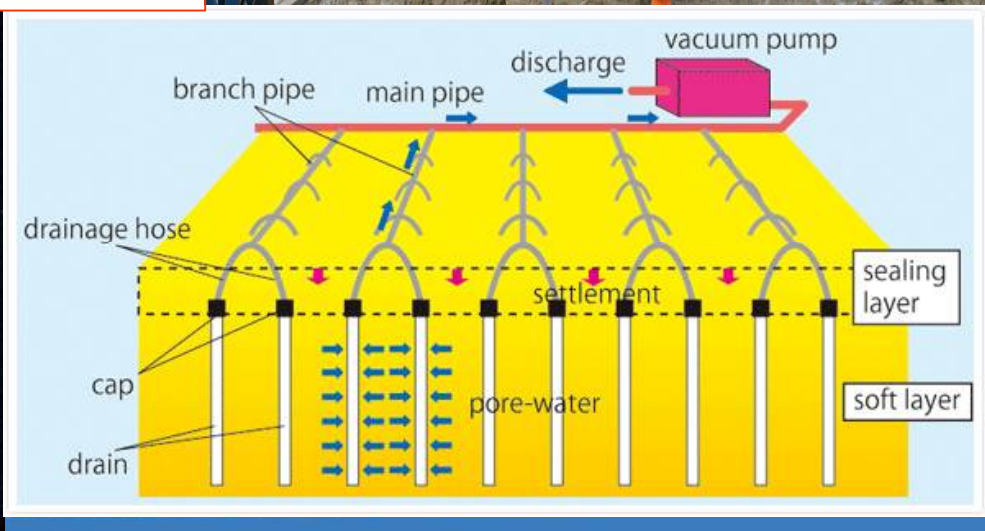
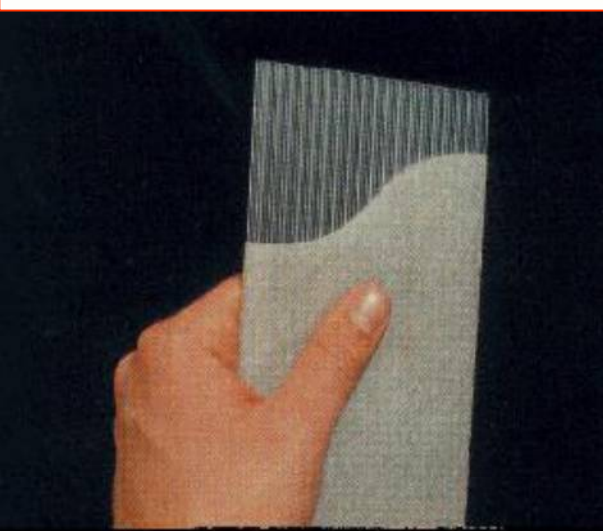
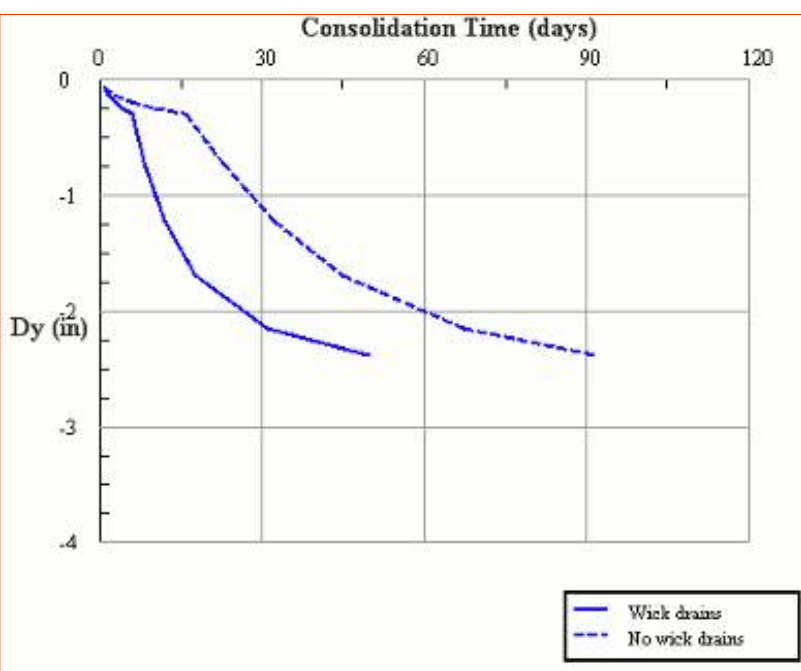
ساختار زهکش های قائم ژئوسنتتیکی

زهکش های قائم، ژئوکامپوزیت های متشکل از ژئونت و ژئوتکستایل هستند که به صورت نوارهایی به عرض حدود 10 سانتیمتر تولید می شوند. این ژئوکامپوزیت ها که با نام **PVD** شناخته می شوند، زهکشی بسیار خوبی را برای ناحیه مویینگی خاک های رسی فراهم می کنند. به طوری که ترتیب هسته ژئونت به عنوان زهکش و لایه ژئوتکستایل پیرامونی به عنوان محافظ، جداکننده و فیلتر عمل می کند. ژئوتکستایل با نگهداری ذرات خاک در پشت خود، آب را به درون ژئونت هدایت کرده، و آب با حرکت درون ژئونت به سطح رفته و از درون خاک خارج می شود.

Physical Properties			Unit	VD-700	VD-707	VD-808	VD-849
Structure	Configuration						
Material	Core / Filter	ASTM D 276		Polypropylene			
Width	Drain	ASTM D 3774	mm	100±5	100±5	100±5	100±5
Thickness	(Core+Filter)	ASTM D 5199	mm	3.0±0.5	3.0±0.5	3.5±0.5	4.0±0.5

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران www.icivil.ir





محدودیت های ریسک های پدیده های طبیعی و انسانی

۱- ظرفیت دبی مناسب : وظیفه و هدف استفاده از زهکش های پیش ساخته خارج کردن فشار آب اضافی از خاک و انتقال آن به محلی دیگر است. پس ظرفیت بالای زهکش قائم در بهتر شدن عملکرد آن موثر است. وقتی آب وارد زهکش می شود به دلایل مختلفی ممکن است جریان کاهش پیدا کند. ظرفیت دبی به فاکتورهای زیر بستگی دارد:

-تنش تحکیمی: با افزایش تنش تحکیمی فیلتر به داخل شیارهای شبکه های زهکشی وارد شده و باعث کاهش سطح مقطع جریان ورودی به زهکش شده و این کاهش سطح به نوبه خود باعث کاهش ظرفیت زهکشی می شود.

-تغییر شکل زهکش: تحکیم خاک اطراف زهکش ممکن است باعث تغییر شکل زهکش داخل خاک شود و ظرفیت زهکشی را پایین آورد.

-فشار جانبی خاک: به علت فشار جانبی خاک ممکن است فیلتر به داخل زهکش فرو رفته و در اثر کاهش سطح در دسترس جریان، ظرفیت یا دبی زهکشی کاهش یابد.

- زمان: با گذشت زمان به علت فعالیت های شیمیایی و بیولوژیکی در خاک ظرفیت دبی زهکش ها کاهش می یابد.

- گرفتگی زهکش: در فرایند فیلتراسیون، اگر منافذ فیلتر به اندازه ای بزرگ باشند، ممکن است همراه جریان ذرات ریز خاک نیز منتقل شود. این ذرات اگر در هسته نشست کنند باعث گرفتگی زهکش و کاهش دبی زهکشی می شوند.

***گرادیان هیدرولیکی:** دبی یا ظرفیت زهکشی با گرادیان هیدرولیکی مختلف تغییر می کند. وقتی گرادیان هیدرولیکی زیاد باشد به علت کاهش انرژی در جریان متلاطم ایجاد شده در این شرایط ظرفیت زهکشی کم می شود

*** دما:** با افزایش درجه حرارت جریان آب سریع تر شده و ظرفیت زهکشی افزایش می یابد - اگر ظرفیت زهکشی کمتر از ظرفیت مورد نیاز برای خارج کردن آب منفذی از محیط باشد در این حالت مقاومت در برابر حرکت آب ایجاد می شود. یعنی آب در نزدیکی زهکش جمع می شود و مانع عبور جریان می شود. اگر میزان دبی یا ظرفیت زهکشی زهکش های قائم بالا باشد می توان در طراحی از مقاومت جداره صرف نظر کرد طبق تحقیقات (Xie ۱۹۸۷) و Wang & Chen رابطه زیر باید برقرار باشد تا مقاومت جدار در یک سطح پایین نگه داشته شود:

$$\frac{\pi}{4} \times \frac{k_h}{q_w} \times l_m^2 < 0.1$$

که در رابطه بالا k_h ضریب هدایت هیدرولیکی خاک در جهت افقی (m/sec)، l_m طول زهکش (m) و q_w ظرفیت زهکشی

زهکش عمودی یا قائم (m^3/sec) می باشد.

- ۲- خصوصیات فیلتر موجود در زهکش ها: یکی این که ذرات خاک را نگه دارند و دیگری این که آب منفذی را از میان خود عبور دهند. برای انجام وظایف بالا، اصول زیر در طراحی فیلترها باید رعایت شود:
- توانایی نگهداری خاک: این پارامتر باید آن قدر کوچک باشد تا از حرکت ذرات رس از میان فیلتر به داخل زهکش جلوگیری شود
 - نفوذپذیری یا تراوایی: این مقدار باید حداقل برابر مقدار تراوایی خاک اطراف فیلتر باشد.

$$k_f \geq 10k_s$$



kf: ضریب آبگذری فیلتر
ks: ضریب آبگذری خاک

$$4 \text{ to } 5 < \frac{D_{15(\text{filter})}}{D_{15(\text{soil})}} < 20 \text{ to } 40 \text{ (to provide sufficient permeability)}$$

and

$$\frac{D_{15(\text{filter})}}{D_{85(\text{soil})}} < 4 \text{ to } 5 \text{ (to limit piping of soil)}$$

- مقاومت به گرفتگی

وقتی که ذرات خاک به داخل فیلتر نفوذ می کنند گرفتگی اتفاق می افتد. برای جلوگیری از گرفتگی Wang & Chen (۱۹۹۶) پیشنهاد زیر را ارائه می دهند.

$$n \geq 30 \%$$

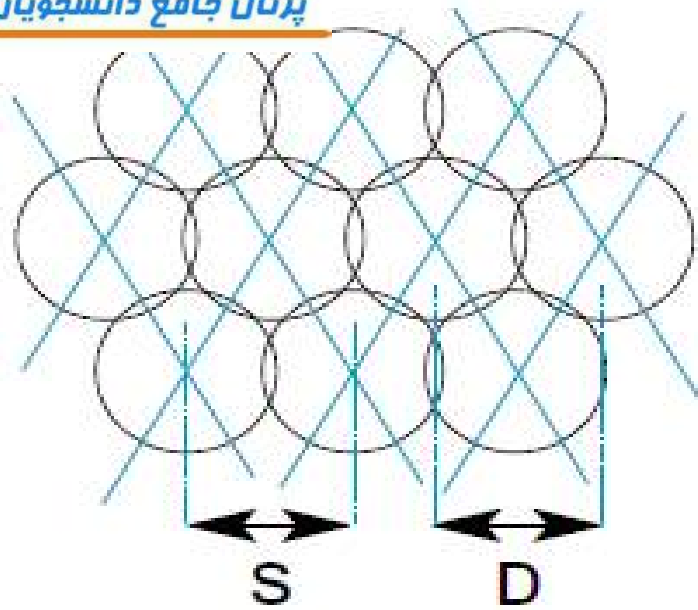
$$O_{95} \geq 3D_{15}$$

$$O_{15} \geq (2 - 3)D_{10}$$

$$100k_s < k_f < 100 \text{ m/sec}$$

$$t = \frac{D^2}{8C_h} \left[\ln \left(\frac{D}{d} \right) - \frac{3}{4} \right] \ln \frac{1}{1-U_h}$$

- t = consolidation period (year)
 D = diameter of drained soil cylinder (m)
 C_h = horizontal coefficient of consolidation (m²/year)
 d = equivalent diameter of PVD (m)
 U_h = average degree of consolidation



Triangular grid layout

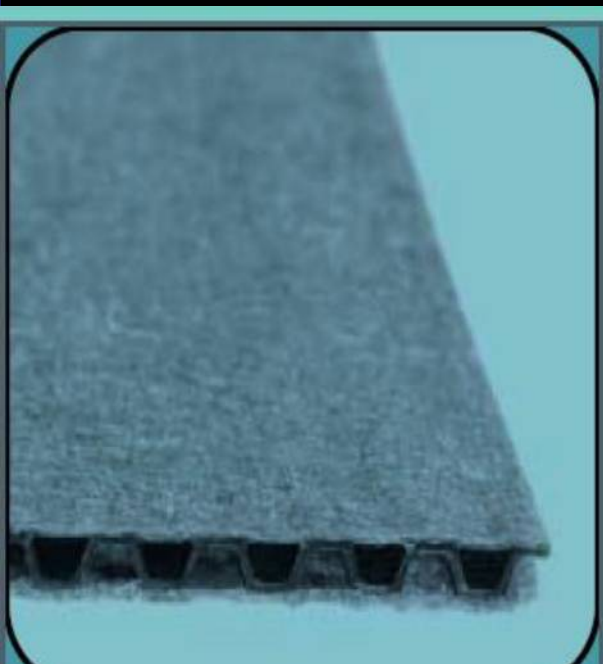
$$D = 1.05S$$

S = spacing of the drains

D = diameter of the equivalent cylindrical column of soil, drained by each drain

معرفی استفاده از **Colbondrain** در کنار **Colbond** جهت جلوگیری از

Colbondrai :



- کاهش مدت تحکیم ۹۸٪ بستر از ۱۰ سال به چند ماه
- کیفیت بالای محصول
- سرعت اجرای بالا تا ۶ هزار متر طول در هر روز
- کاهش هزینه آماده سازی زمین
- قابلیت نصب تا عمق ۵۰ متری زمین
- ظرفیت عبوردهی بسیار بالا
- قابل اجرا در هر نوع خاکی

عملکرد:

زهکشی های عمودی Colbondrain، کاهش مسیر حرکت آب در بسترهای سست رسی به منظور تسریع تحکیم آن می باشد.

معرفی Enkadrain

محصول شرکت Colbond هلند، یک کامپوزیت با هسته متشکل از رشته های به هم پیچیده که دارای ۹۵٪ فضای خالی می باشد. و توسط دو لایه فیلتر ژئوتکستایل نبافته در طرفین احاطه شده و خاصیت زهکشی، جمع کنندگی، هدایت و انتقال آب را با راندمان بسیار بالا در جهت های افقی و عمودی دارا می باشد



مزایا استفاده از **Enkadrain**:

- تحمل فشار بسیار بالا
- وزن کم و انعطاف پذیری بسیار بالا
- نصب سریع و آسان در شرایط مختلف جوی
- محافظت از لایه های عایق
- بالا بردن راندمان در زهکشی افقی
- کیفیت بالای **محصول**

کاربردهای دیگر **Enkadrain**:

- بام ساختمان ها و کف پارکینگ ها
- زهکشی زمین های ورزشی
- دیوارهای مجاور با خاک
- تونل ها و ایستگاههای مترو
- محل دفن زباله های شهری و صنعتی Landfill و سیستم فاضلاب
- کنار جاده ها

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران www.icivil.ir



استفاده از Enkadrain در شفت مترو تهران



ملاحظات طراحی یک سیستم زهکشی زیرزمینی:

- ۱- شناسایی موقعیت کلیه نقاط تراوش
- ۲- حداکثر شدت جریان آبی که از هر منطقه ممکن است به سازه وارد شود.
- ۳- معدن مناسب جهت تهیه مصالح فیلتر برای جلوگیری از انسداد فیلترها توسط رسوبات
- ۴- معدن برای تهیه مصالح سنگی
- ۵- گزارشات زمین شناسی و عکس های هوایی
- ۶- هدایت هیدرولیکی خاک
- ۷- تراز آب زیرزمینی
- ۸- موقعیت لایه های غیرقابل نفوذ و دارای نفوذ
- ۹- عمق زهکشی

طراحی برای جریان در خطوط زهکشی زیرزمینی: از جمله فرمول هایی که به طور گسترده برای محاسبه مقدار جریان در خط زهکش زیرزمینی به کار برده می شوند عبارت است

$$q_l = (2 \cdot \pi \cdot k \cdot Y_0 \cdot D) / S$$

$$q_l = (4 \cdot k \cdot H^2) / S$$

(۱-۱) برای شرایطی که لوله زهکش بالاتر از لایه ناتراوا قرار دارد

(۲-۱) برای شرایطی که لوله زهکش بر روی لایه ناتراوا قرار دارد

که در آنها:

q_l : حداکثر آبدهی خط لوله مزرعه بر حسب مترمکعب بر روز برای هر متر طول لوله زهکش

k : هدایت هیدرولیک لایه تراوا بر حسب متر بر

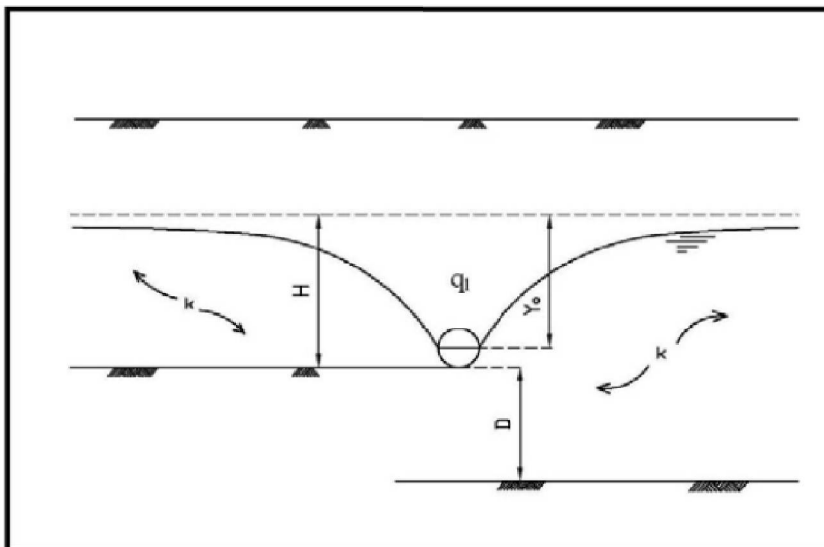
روز

Y_0 و H : حداکثر ارتفاع آب بر روی خط زهکش

بر حسب متر

D : عمق لایه ناتراوا زیر لوله زهکش بر حسب متر

S : فاصله بین دو خط زهکش مجاور بر حسب متر



در شرایط متعارف، با در نظر گرفتن عواملی که ظرفیت عبور جریان در لوله را کاهش می دهد (کاهش مقطع به علت رسوب، تغییر شکل لوله و غیره)، ضرایب اطمینان به قرار زیر به کار برده می شود:

P	قطر لوله (میلی متر)
۱/۶	کمتر از ۱۰۰
۱/۵	۱۰۰ تا ۲۰۰
۱/۳	بزرگتر از ۲۰۰

بنابراین با در نظر گرفتن ضرایب اطمینان، خط لوله به گونه ای طراحی می شود که بتواند مقدار جریانی (Q_d) را که از رابطه زیر محاسبه می شود از خود عبور دهد.

$$Q_d = q_1 \cdot l \cdot P$$

(۳-۱)

محاسبه قطر لوله و گرادیان هیدروليکی می توان قطر لوله را به دست آورد.

$$Q_d = \left(\frac{0.54}{n} \right) d^{2.667} i^{0.5}$$

i: گرادیان هیدروليکی
d: قطر لوله
n:

n

۰/۰۱۶

برای لوله های خرطومی با قطر کمتر از ۱۰۰ میلی متر

۰/۰۱۷

برای لوله های خرطومی با قطر ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی متر ($100 < D < 200$)

۰/۰۱۸

برای لوله های خرطومی با قطر بیش از ۲۰۰ میلی متر ($200 \leq D$)

۰/۰۱۳

برای لوله های بتنی صاف^۱

برای اینکه لوله با مقاومت مناسب انتخاب شود میزان بار وارد بر لوله مشخص شود از روابط آنسون مارتسون می توان استفاده کرد. که در آن:

w_d بار وارد بر لوله صلب

w_c بار وارد بر لوله انعطاف پذیر

C_d ضریب محاسبه بار که تابعی از ارتفاع خاکریز و پهنای کانال است

B_c قطر خارجی لوله منعطف

B_d عرض کانال در رقوم بالای لوله

w وزن مخصوص خاک ریز

لوله های صلب

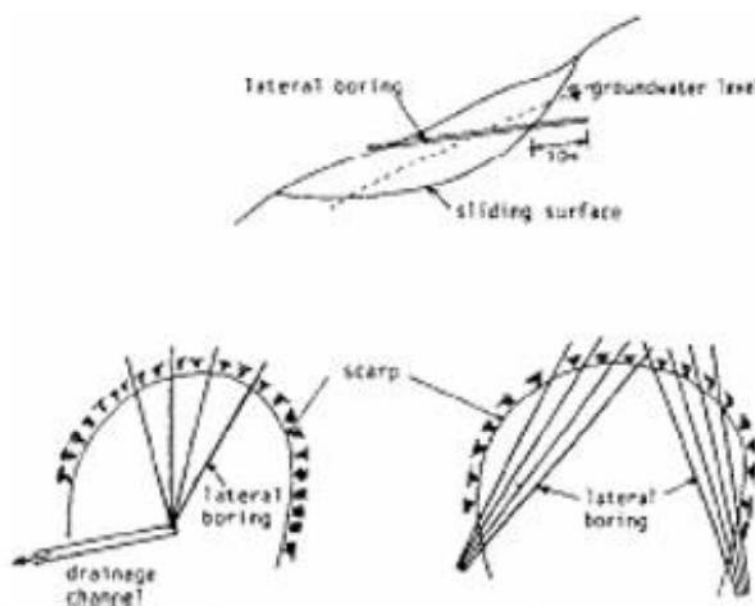
$$W_d = C_d * w * B_d^2$$

لوله های انعطاف پذیر

$$W_c = C_d * w * B_c * B_d$$

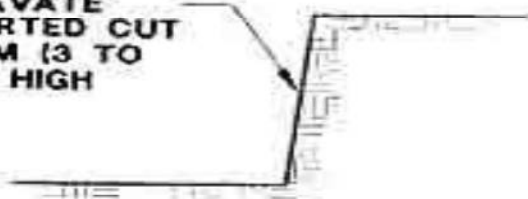
* **حفر تونل های جانبی:** حفاری های جانبی طویل به دلیل اجرای ساده و قیمت ارزان آن نسبت به سایر روش های کنترل و حفاظت در مناطق پهناور مورد استفاده قرار می گیرد. این روش هنگامی که آب زیرزمینی به طور وسیعی گسترده باشد بیشتر موثر و اقع می شود.

گمانه یا تونل حفاری معمولاً با ۱۰ درجه شیب به سمت بالا دست و با قطری حدود ۵۶-۱۰۰ میلیمتر حفر شده است به سمت لایه آب دار انجام می پذیرد. حفاری باید ۱۰ تا ۵ متر از سطح لغزنده طولانی تر باشد. لوله جداره به همراه (Strainers) باید به داخل تونل حفر شده فرستاده شود.



شکل (۲-۵) - موقعیت حفاری های افقی و جانبی در یک توده لغزنده

**EXCAVATE
UNSUPPORTED CUT
1 TO 2M (3 TO
6FT) HIGH**



STEP 1. EXCAVATE SMALL CUT



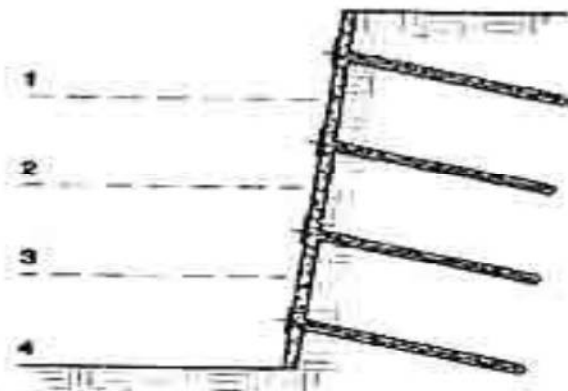
STEP 2. DRILL HOLE FOR NAIL



STEP 3. INSTALL AND GROUT NAIL



**STEP 4. PLACE DRAINAGE
STRIPS, INITIAL SHOTCRETE
LAYER & INSTALL BEARING
PLATES/NUTS**

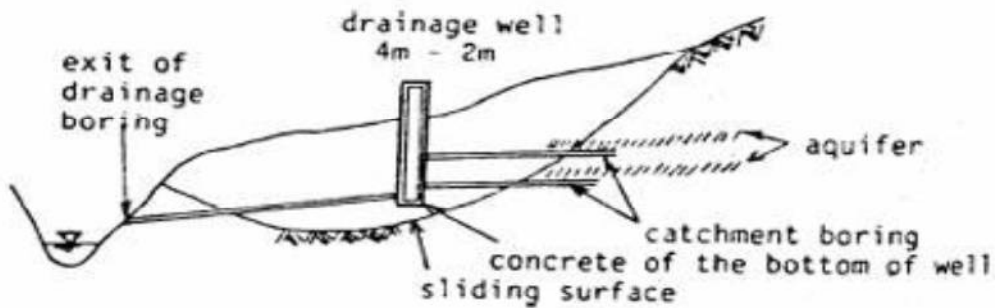


**STEP 5. REPEAT PROCESS TO
FINAL GRADE**



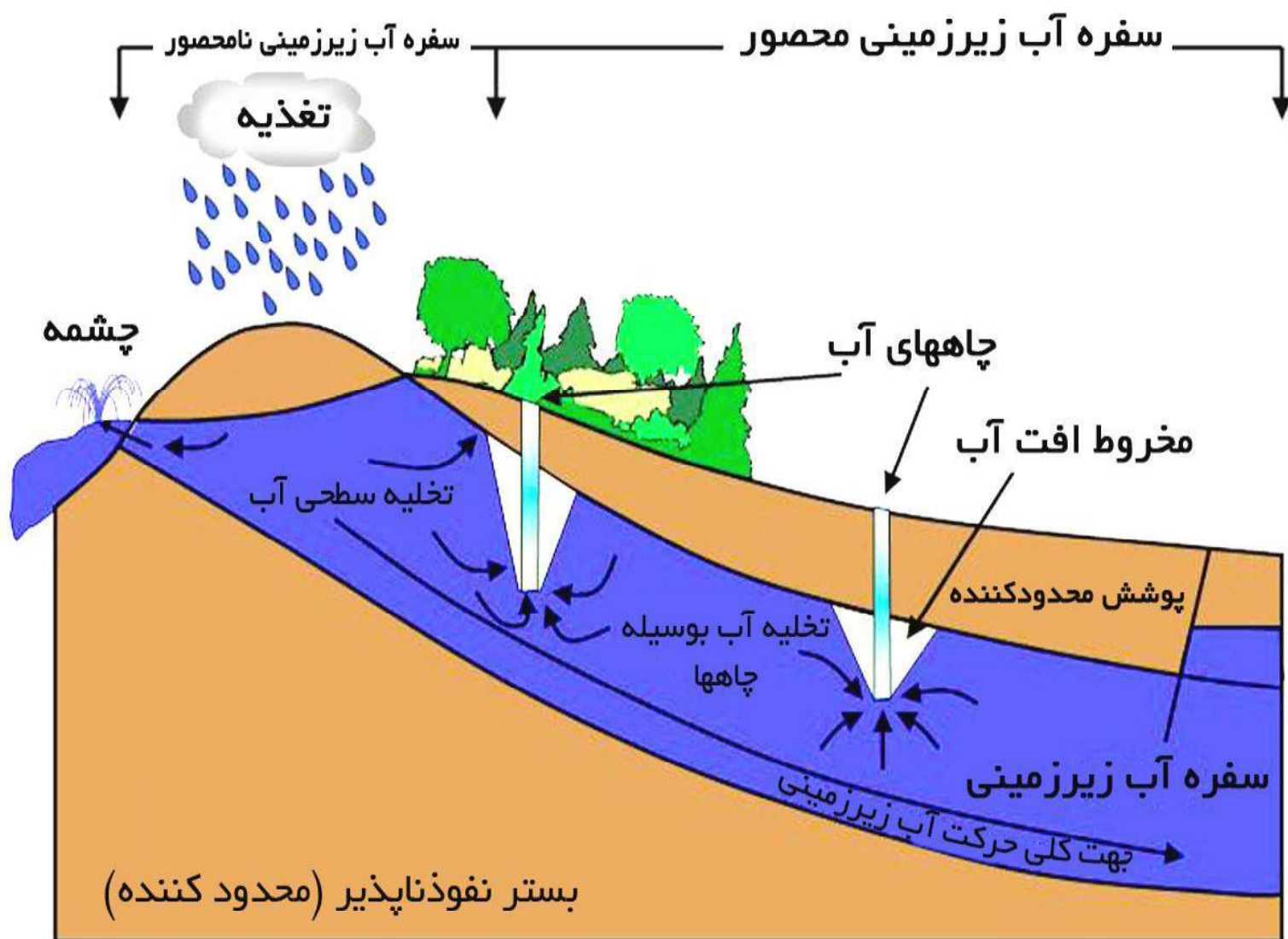
**STEP 6. PLACE FINAL FACING
(ON PERMANENT WALLS)**

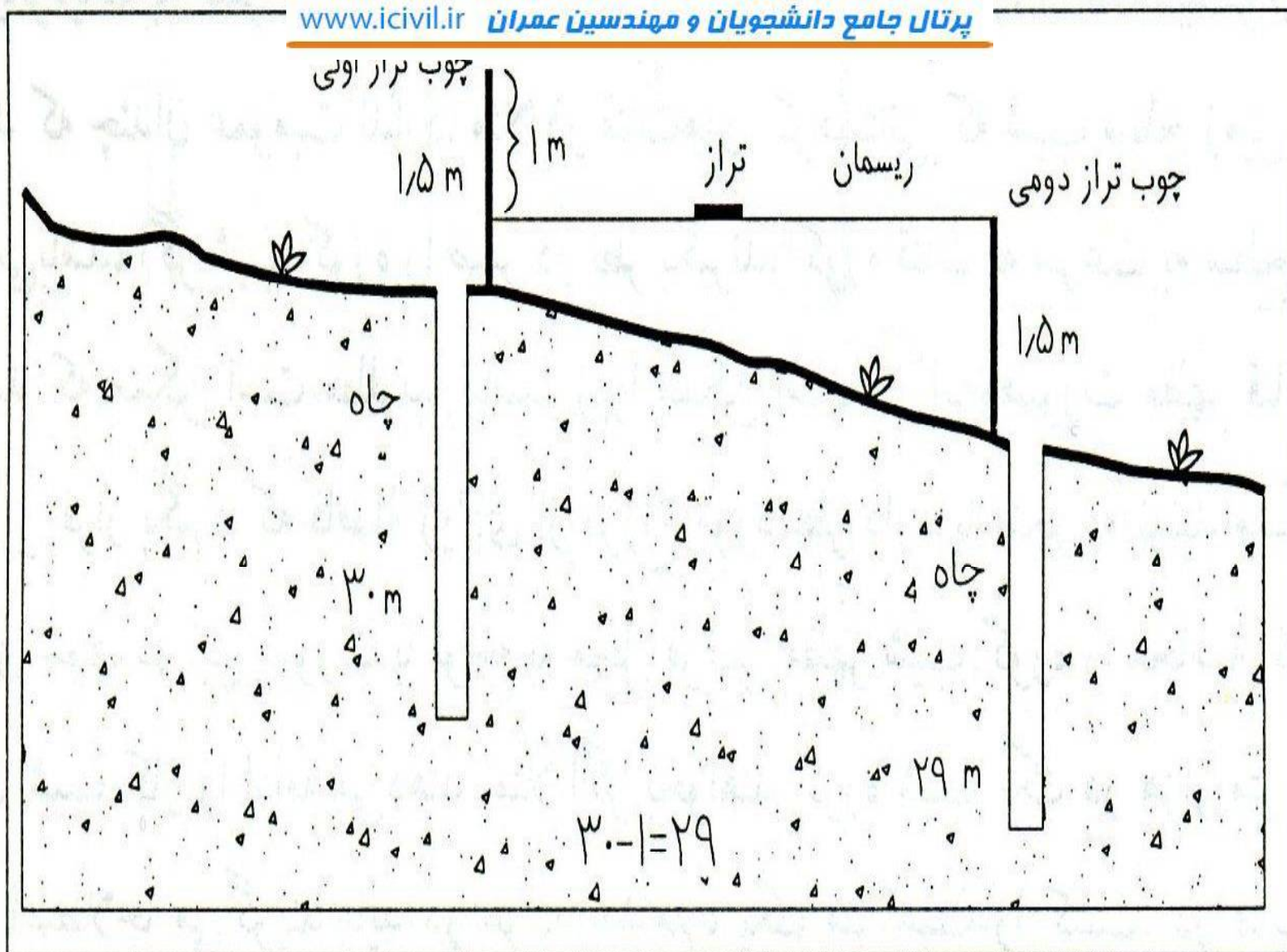
-چاه های زهکشی: وقتی که مقیاس زمین لغزش بزرگ باشد یا شیب دامنه ملایم باشد، دسترسی به لایه آبدار از طریق تونل جانبی مشکل می شود. در چنین مواقعی خیلی موثرتر خواهد بود اگر از چاه های زهکشی در ناحیه بالا دست دامنه استفاده نمود. آب زیرزمینی از طریق تعدادی چاه های اکتشافی جمع آوری شده و زهکشی می گردد. چاه ها ۳ تا ۵ متر قطر داشته و دارای اعماقی بین ۱۰ تا ۳۰ متر می باشند. جدار داخلی چاه با ورق های فلزی محافظت می شود. عمل تخلیه آب از چاه زهکشی را dewatering گویند



شکل (۲-۶-الف) - مقطع یک چاه زهکشی آب زیرزمینی

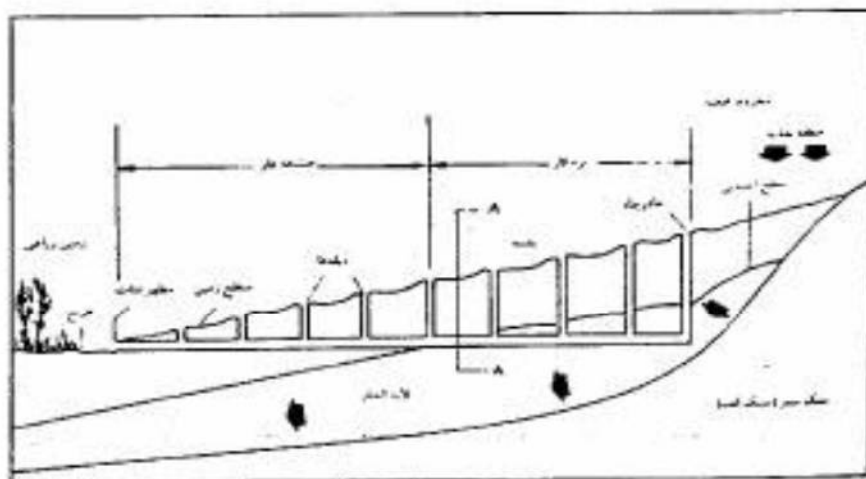
در شکل (۲-۶-ج) کاهش ارتفاع آب زیرزمینی در نتیجه زهکشی از طریق چاه نشان داده شده است.





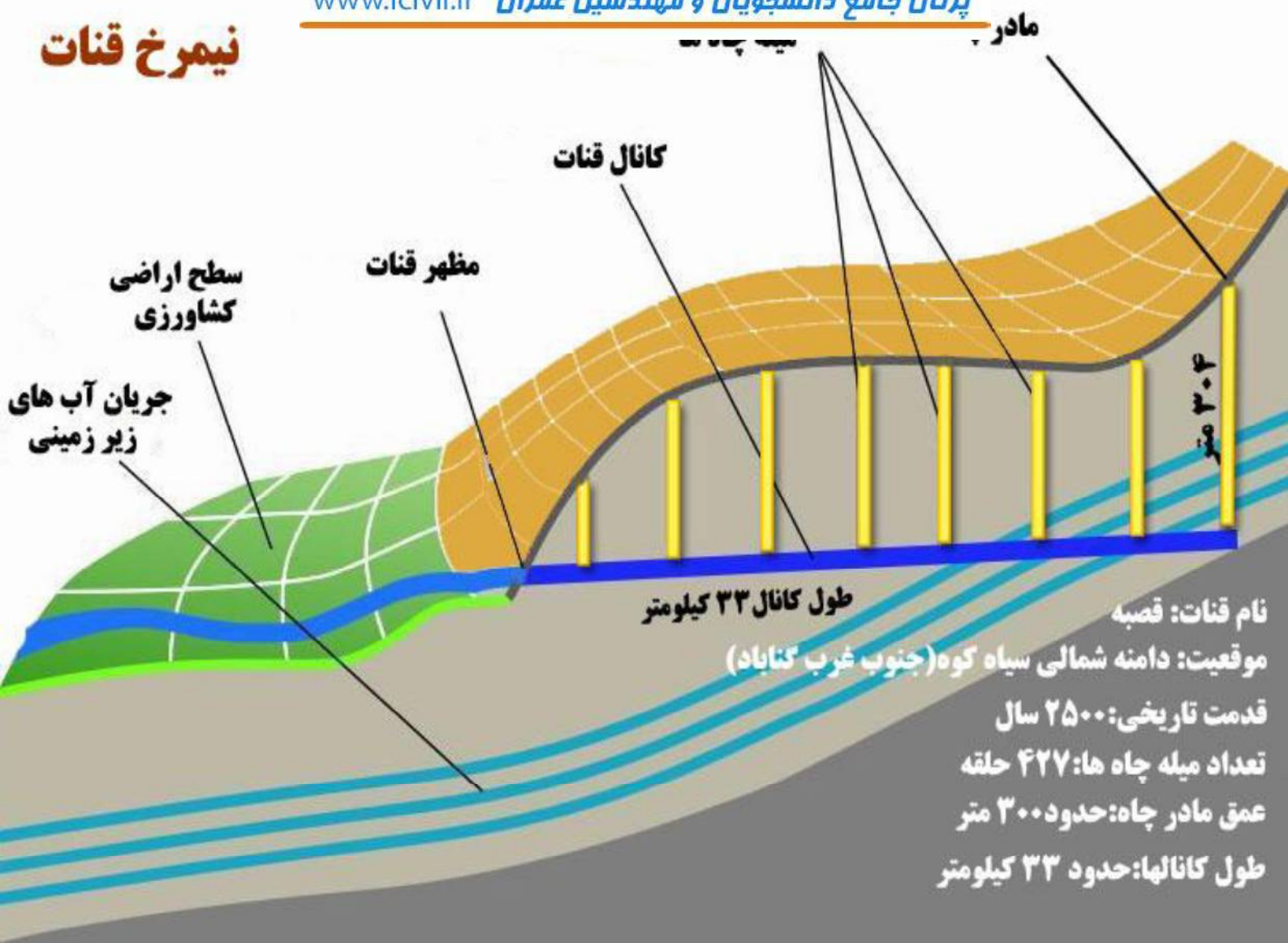
3-زهکشی از طریق قنات : قنات یکی از سیستم های استخراج آب زیرزمینی به شمار می رود. قنات ، تشکیل شده از یک دهانه یا هرنج که روباز است و یک مجرای تونل مانند زیرزمینی و چندین چاه عمودی که مجرا یا کوره زیر زمینی را در فواصل مشخص با سطح زمین مرتبط می سازد. چاه ها که به آنها در موقع حفر ، میله هم گفته می شود، علاوه بر مجاری انتقال مواد حفاری شده به خارج ، عمل تهویه کانال زیرزمینی را نیز انجام می دهد و راه ارتباطی برای لای رویی ، تعمیر و بازدید از داخل قنات نیز به شمار می رود.

از آنجا که یکی از روش های زهکشی آب های زیرزمینی حفر تونل های جانبی می باشد و سیستم قنات از نظر عملکرد به این روش زهکشی نزدیکتر است با توجه به دانش و فن شناخته شده و آسان حفر قنات می توان از این روش در زهکشی آب زیرزمینی در توده های لغزنده بهره گرفت.



شکل (۲-۷) - قسمت های مختلف یک قنات

نيمرخ قنات



اجرای قنات : حفر قنات معمولا از مظهر آن که همان سطح زمین است و خشک می‌باشد، شروع و به مناطق آبدار مادر چاه ، ختم می‌شود. بنابراین ، اول دهانه قنات یا هرنج که خشک است و بعد اولین چاه ها یا میله ها که این ها هم خشک است و آب ندارد و به اصطلاح قسمت خشک کار قنات نامیده می‌شود، حفر می‌شود. بعد کار به طرف قسمت بالا دست که همان قسمت های آبدار و بیشتر آبدار زمین باشد، ادامه پیدا می کند.

طول قنات : مهم ترین عاملی که طول قنات را مشخص می کند، شیب زمین می‌باشد. هرچه شیب زمین کمتر باشد طول قنات بیشتر و هرچه شیب بیشتر باشد طول قنات کمتر خواهد بود .طویل ترین قناتی که تاکنون در ایران حفر شده ، در حوالی گناباد از توابع خراسان است که ۳۳ کیلومتر طول آن است



نکات اجرایی:

در حفر صحیح قنات باید فواصل چاه های تهویه و مادر چاه و همچنین اصول ایمنی را کاملاً در نظر گرفت. برای جلوگیری از ریزش احتمالی کوره قنات، از کول های بتنی استفاده می کنند. آب زیرزمینی از حد فاصل قطعات کول به درون کوره قنات وارد شده و به سمت دهانه آن روان می گردد. برای زهکشی بهتر توده لغزنده که اشباع از آب گردیده می توان شاخه های فرعی قنات را نیز حفر نمود

نتیجه گیری: از میان روش های زهکشی عمقی، زهکشی به شیوه قنات به نظر اقتصادی تر می آیند و اجرای آنها نیاز به تکنولوژی بالایی ندارد و از طرفی سیستم زهکشی در این شرایط، پیوسته عمل می نماید و نگهداری آن به مراتب ساده تر و کم هزینه تر خواهد بود. ولی از طرفی سرعت اجرایی کمتری نسبت به روش های پیش ساخته دارد

مزایای زهکشی زیرزمینی

- ۱- عملیات خاک برداری به حداقل میرسد
 - ۲- می توان از زه آبی که بیرون آورده ایم استفاده کرد
 - ۳- این امکان را می دهد که سطح آب را بیشتر پایین آورد
 - ۴- در برخورد بالایه های نفوذناپذیر امکان خروج آب را فراهم می آورد
- و با این کار نشست تحکیمی سریع تر رخ می دهد.

نوع های رسی

لوله های
چدنی

لوله های
upvc

لوله های
pvc

لوله های
سفالی

لوله های
سیمانی

لوله های
پلی اتیلن

لوله های
فلزی

لوله پروپیلن

لوله های
کاروگیت

تجربه نشان داده است که لوله های به قطر ۱۵ سانتیمتر در صورتی که شرایط خیلی بد آب زیرزمینی وجود داشته باشد کفایت می کنند. میزان حداقل شیب توصیه شده برای مجاری زهکشی زیرزمینی ۱/۵ در هزار می باشد. اطراف مجاری باید حداقل ۱۵ سانتی متر با مصالح فیلتر پوشش داده شود. برای مصالح فیلتر باید

- ۱) > (اندازه سوراخ ها / d85 فیلتر) ← برای جلوگیری از بسته شدن سوراخ های یک لوله سوراخ دار
- ۵) < (d85 خاک محافظت شده / d15 فیلتر) ← برای جلوگیری از حرکت دانه های خاک به داخل فیلتر
- ۵ > (خاک d15/d15 فیلتر) ← برای اینکه آب آزاد به لوله ها برسد.

۱-لوله های pvc: این لوله ها به شکل کلاف و شکل خرطومی بوده و دارای سوراخ می باشد از ۶۳ میلی متر تا ۶۳۰ میلی مار ساخته می شوند لوله های زهکشی pvc معمولا بر اساس استاندارد DIN 1187 تولید می گردند در شرایط مساوی قطر لوله موج دار را باید ۲۰ درصد بیشتر از طول لوله صاف گرفت که این مساله به خاطر به وجود آمدن افت ناشی از موج های لوله است. طول این لوله ها تا ۱۰۰ متر می رسد



مصارف لوله زهکش pvc:

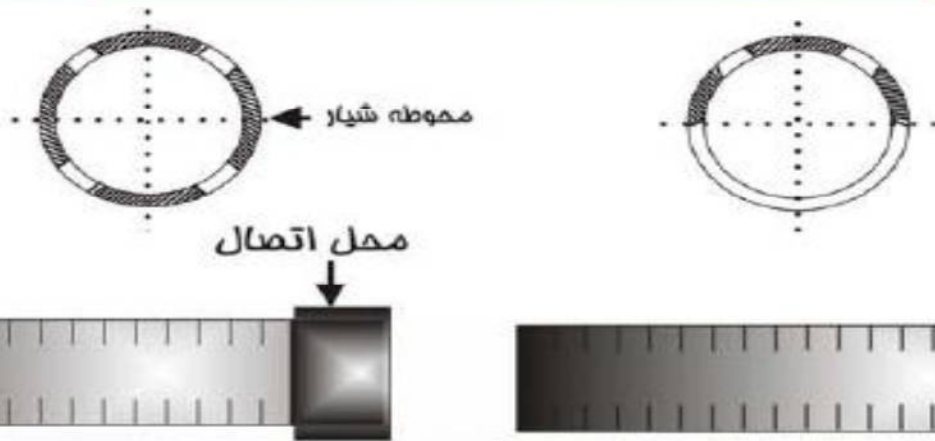
- (۱) در محیط جاده ها، پل ها و ساختمان ها
- (۲) زمین های تفریحی و ورزشی
- (۳) زمین های کشاورزی

آزمون های مختلفی جهت ضریب اطمینان بر روی لوله ها انجام می شود شامل: تست آبکش، تست استحکام، تست ابعاد، تست وضعیت ظاهری.

خواص و مزایای لوله PVC:

- ۱- مقاومت در برابر خوردگی
- ۲- مقاومت شیمیایی بالا
- ۳- مدول الاستیسیته ی بالا و انعطاف پذیری:
- ۴- استحکام کششی بلند مدت
- ۵- نسبت استحکام به وزن بالا
- ۶- وزن سبک
- ۷- اتصالات آب بند
- ۸- مقاومت در برابر سایش/خراش
- ۹- استحکام ضربه مقدار زبری پایین
- ۱۰- مقاومت در برابر شعله
- ۱۱- قیمت مناسب





نمونه اتصال گوبلینگ ساده با سهولت در نصب

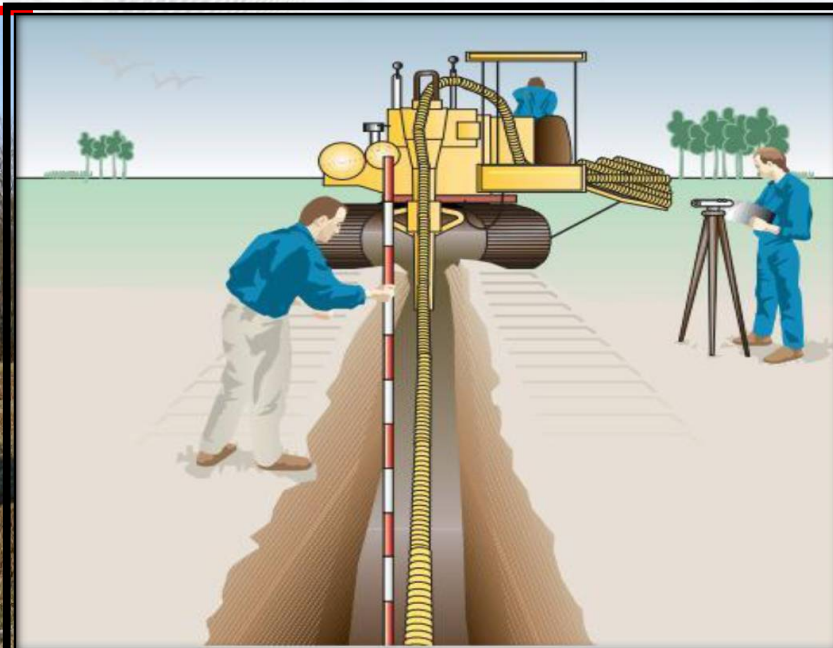


نصب لوله های pvc :

۱- با مشورت مشاورین و همچنین نظارت دستگاه های نظارت حفر ترانشه با عمق و شیب مشخص شده انجام می گیرد.

۲- پس از تأیید عمق و عرض و شیب ترانشه مصالح فیلتری (شن و ماسه دانه بندی شده) به عنوان فیلتر طبیعی زیر نظر مهندس مشاور و دستگاه نظارت به صورت لایه اول درون ترانشه ریخته می شود و سپس بعد از پایان عملیات کارگذاری لوله ، ترانشه به وسیله عملیات خاکریزی پر می گردد.

۳- خاک برداری و حفر ترانشه همواره می بایستی با توجه به نوع خاک منطقه مورد نظر ، نوع زهکشی مورد نظر و با در نظر گرفتن عمق ، عرض و شیب تعیین شده انجام پذیرد



۴ - ضخامت لایه فیلتر طبیعی (شن و ماسه) در اطراف لوله کار گذاشته شده به طور معمول ۱۵ سانتی متر بوده و همواره می بایستی نمونه برداری و آزمایشات دانه بندی از فیلتر طبیعی اطراف لوله انجام پذیرفته و مطابق با مشخصات مورد نظر باشد.

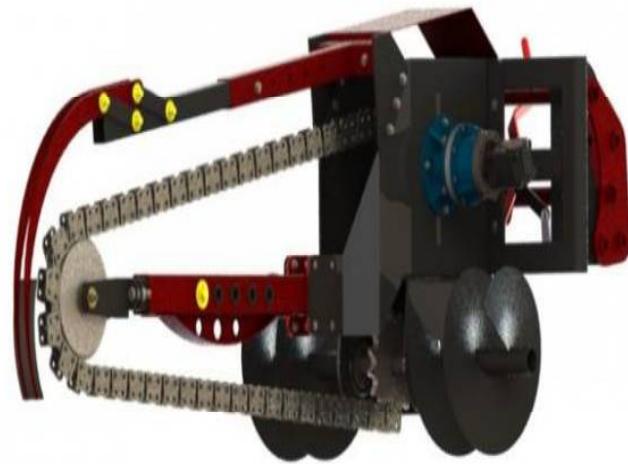
۵- در صورت استفاده از ترنچر لوله های زهکشی یو پی وی سی به صورت کلاف بر روی دستگاه قرار گرفته و کارگذاری توسط ماشین ترنچر انجام می گیرد.

* تمامی مراحل فوق زمانی امکان پذیر می باشد که خاک محل پروژه مرطوب نبوده و یا داخل ترانشه آب وجود نداشته و خاک از استحکام کافی برخوردار باشد. در چنین شرایط خاک پایداری لازم برای عملیات کارگذاری لوله را نداشته و دارای ریسک آسیب دیدن برای کارگر می باشد.



مکانیزم ترنچرها

ترنچرها ترانشه را به وسیله تیغه های گردونه ای یا زنجیری حفر می کنند. وزن تقریبی این دستگاه ۵۰ تن هست. کاملاً اتوماتیک تقریباً تا عمق ۲/۵ متر حفاری می کند. شیب طولی لوله هم به وسیله لیزری که دارد، تنظیم می کند. به طور نرمال اگر زمین چندان سفت نباشه روزانه ۱ الی ۵۰۰ متر در طول حفاری می کند.



استاندارد لوله PVC:

استانداردهای **BSI**: شامل ۷ استاندارد که بیشتر برای زهکشی و تاسیسات استفاده می شود

استانداردهای **ISO**: مشتمل بر ۴ استاندارد است

استانداردهای **DIN**: شامل ۸ استاندارد است. زهکشی-فاضلاب-خطوط آبرسانی

استانداردهای **AWWA**: مشتمل بر ۳ استاندارد است.

استانداردهای **ASTM**: شامل ۱۵ استاندارد است.



مشخصات فنی لوله زهکش P.V.C تولیدی شرکت آب و خاک شهراب گستر

لوله های زهکشی تولید شرکت آب و خاک شهراب گستر				قطر لوله (میلیمتر)
۱۰۰	۱۲۵	۱۶۰	۲۰۰	شرح
۶	۶	۶	۶	تعداد سوراخ در هر ردیف دور لوله
۶۴	۸۵	۸۴	۶۰	تعداد ردیف سوراخ دار در يك متر طول
۳۸۴	۵۱۰	۵۰۴	۳۶۰	تعداد کل سوراخ ها در يك متر طول
۱/۳×۵	۱/۳×۵	۱/۳×۵	۱/۳×۸	ابعاد سوراخ ها (میلیمتر)
۶/۵	۶/۵	۶/۵	۱۰/۴	مساحت آبکش هر سوراخ (میلیمتر مربع)
۲۹۴۶	۳۳۱۵	۳۲۷۶	۳۷۴۴	مساحت آبکش در يك متر طول (میلیمتر مربع)
۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۸	۰/۸	میانگین ضخامت لوله (میلیمتر)

لوله زهکشی مشبک u-pvc با پوشش الیاف مصنوعی

این دسته از مواد جایگزین خاک اطراف لوله شده و به لحاظ نفوذپذیری تخلیه آب با راندمان بالاتری انجام می پذیرد. با توجه به نوع خاک محل کارگذاری لوله های مخصوص زهکشی از نوع یو پی وی سی این گونه از فیلترها با قابلیت نفوذپذیری متفاوت مانع از ورود ذرات و در نتیجه انسداد سوراخ های اطراف لوله می شوند

پوشش فیلتر مصنوعی از جنس پلی پروپیلن بر روی لوله زهکشی از نوع یو پی وی سی ، بازدهی بسیار بالایی را با توجه به سرمایه گذاری دارا می باشد لوله های زهکشی PVC با پوشش فیلتر مصنوعی (PP) بدون نیاز به داشتن فیلتر طبیعی مستقیماً قابل کارگذاری بوده و به لحاظ وزن بسیار پایین و پایین بودن هزینه حمل نسبت به جا به جایی و دسترسی به شن و ماسه مناسب در هر منطقه جایگزین بسیار مناسبی می باشد. توجه به سرعت کارگذاری بسیار بالا هزینه های کلی پروژه بسیار کمتر بوده و در زمان کمتری می توان در منطقه وسیعی کارگذاری انجام پذیرد.



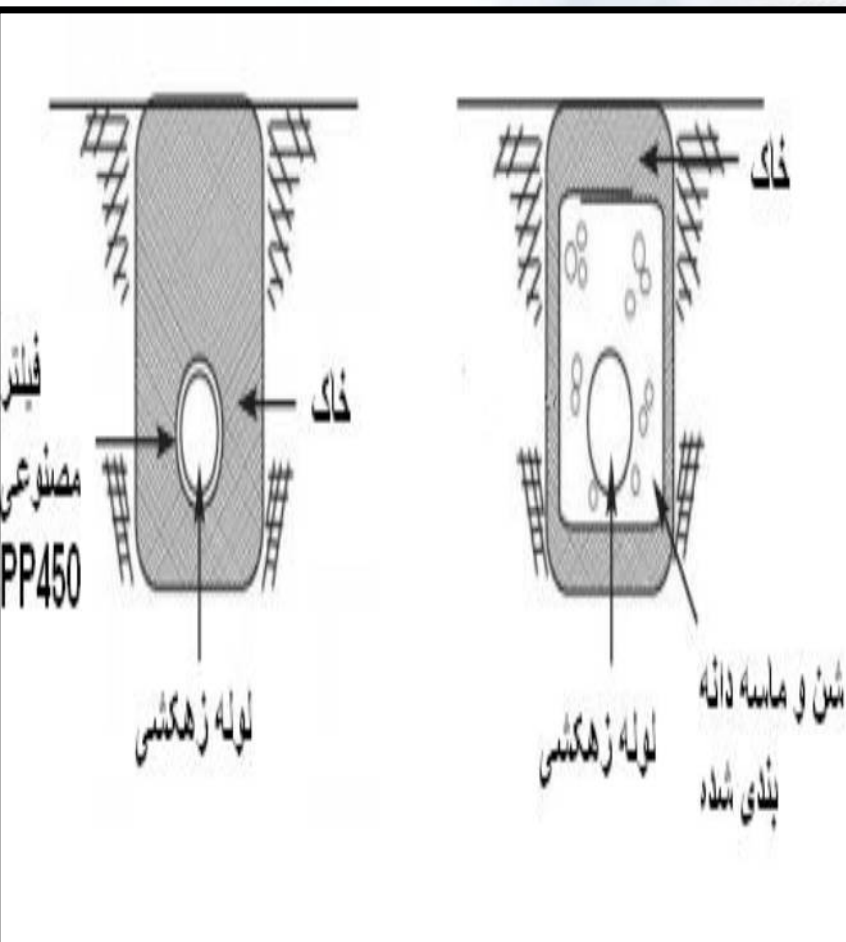
سرعت اجرایی تقریبا دو برابر فیلترهای معدنی است نوع و پوشش الیاف
مصنوعی براساس مشخصات خاک محل پروژه است و معمولا نفوذپذیری
فیلتر از ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون میباشد.



جدول مشخصه پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران www.icivil.ir

اندازه اسمی (میلیمتر)	قطر خارجی (میلیمتر)	رواداری قطر خارجی (میلیمتر)	حداقل قطر داخلی (میلیمتر)	طول کلاف
۱۰۰	۱۰۰	$\pm 0/5$	۹۱	۱۰۰ متر
۱۲۵	۱۲۵/۵	$+ 0/5$ - ۱	۱۱۵	۱۰۰ متر
۱۶۰	۱۵۹/۵	$+ 0/5$ - ۱	۱۴۴	۷۰ متر
۲۰۰	۱۹۹/۵	$+ 0/5$ - ۱	۱۸۲	۴۰ متر

کارگذاری این نوع از لوله زهکشی نیز با ترنچر و به طور مستقیم انجام می گیرد و دیگر نیازی به داشتن شن و ماسه دانه بندی شده در اطراف لوله نمی باشد.



لوله زهکش آب و خاک شهراب گستر

- از یو پی وی سی
- انعطاف پذیر
- سبک و مقاومت بالا
- نصب آسان
- حمل و نقل آسان
- بالا بودن میزان سطح آبکشی

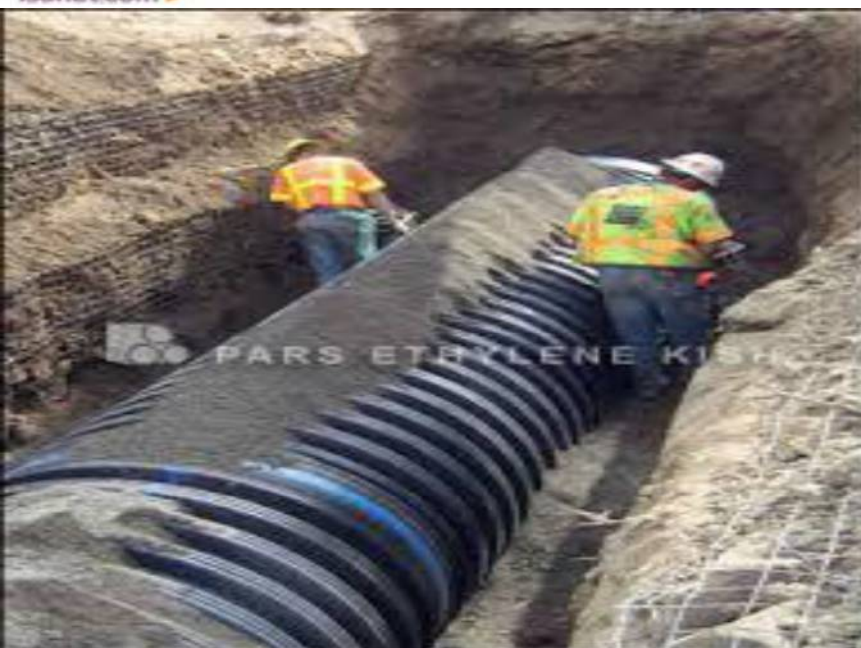
لوله های پلی اتیلن سنگین (nape):

لوله های پلی اتیلن سنگین چگالی بالا در حوزه وسیعی از خطوط لوله شهری، صنعتی، دریایی، حفاری، دفن زباله و کشاورزی به کار می روند کاربرد مطلوب این دسته از لوله ها در موقعیت هایی چون، حالت مدفون، شناور و سطوح زیر دریا آزمایش و به اثبات رسیده است معمولا در دونوع تک جداره و دوجداره هستند.

کاربرد لوله ها

- . استفاده در شبکه های آبرسانی شهری و روستایی
- . استفاده در شبکه های فاضلاب شهری و روستایی
- . استفاده در شبکه های گازرسانی و زهکشی
- . سیستم های مایعات و فاضلاب صنعتی
- . شبکه های آبیاری تحت فشار قطره ای و بارانی
- . سیستم های آبیاری متحرک
- . به عنوان کانال های تهویه





استاندارد لوله پلی ایسی.

ISO 1167:1996/EN 921:1995

ISO 3663:1976

ISO 9080:2003

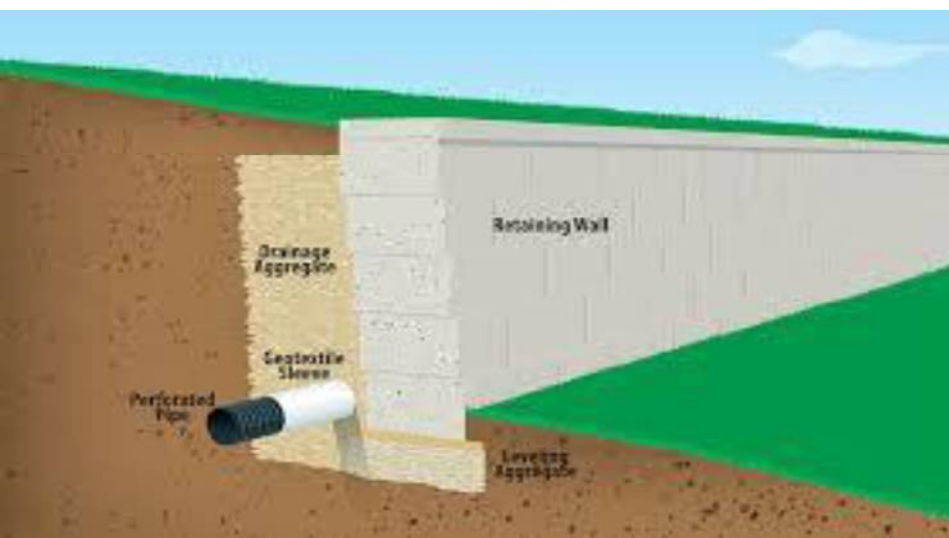
ISO 13477:1997

ISO 13478:1997

ISO 13477:1997

ISO 13480:1997

و.....

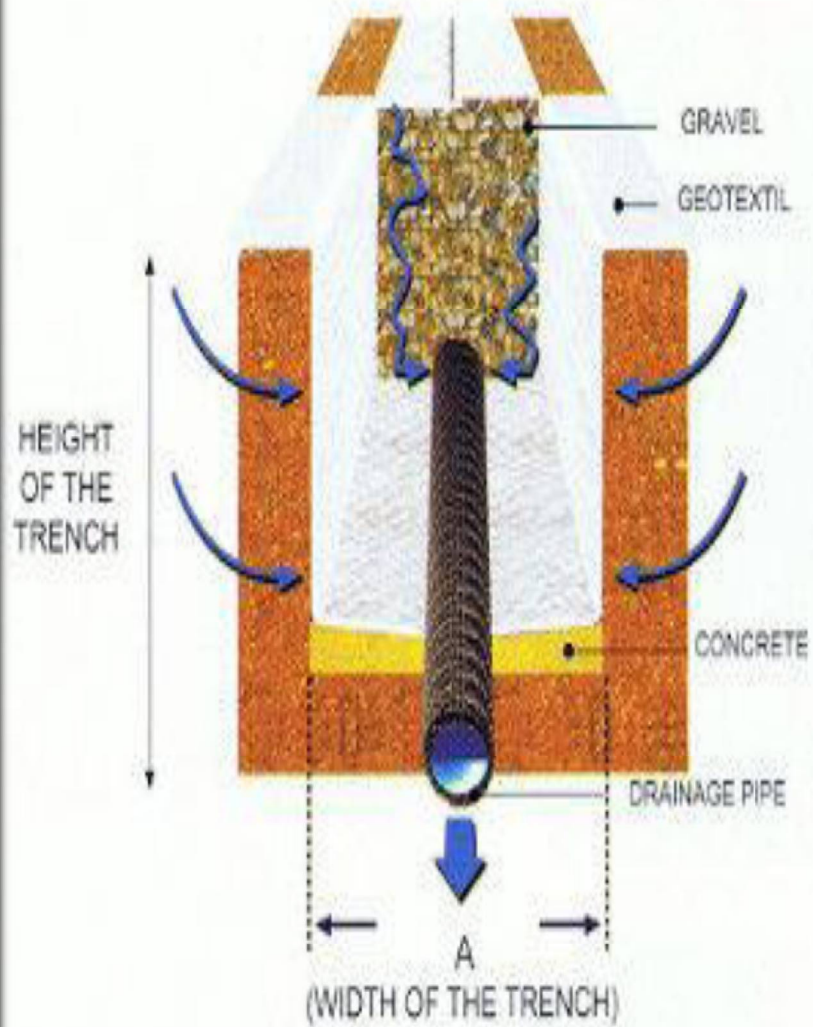


قطر	قطر داخل	قطر خارج	مقاومت KN/M ²	مقاومت KN/M ²	شماره ۱	شماره ۲
۱۱۰	۱۱۰	۱۲۹	۳۱,۵	۶۴	*	*
۱۲۵	۱۲۵	۱۴۷	۳۱,۵	۶۴	*	*
۱۵۰	۱۵۰	۱۸۷	۳۱,۵	۶۴	*	*
۲۰۰	۲۰۰	۲۳۳	۳۱,۵	۶۴	*	*
۲۵۰	۲۵۰	۲۹۱	۳۱,۵	۶۴	*	*
۳۱۵	۳۱۵	۳۶۷	۳۱,۵	۶۴	*	-
۴۰۰	۴۰۰	۴۶۸	۳۱,۵	۶۴	*	-
۵۰۰	۵۰۰	۵۸۴	۳۱,۵	۶۴	*	-
۶۰۰	۶۰۰	۷۰۸	۳۱,۵	-	*	-
۷۰۰	۷۰۰	۸۲۷	۳۱,۵	-	*	-
۸۵۰	۸۵۰	۱۰۰۳	۳۱,۵	-	*	-
۱۰۰	۱۰۰۰	۱۱۸۰	۳۱,۵	-	*	-

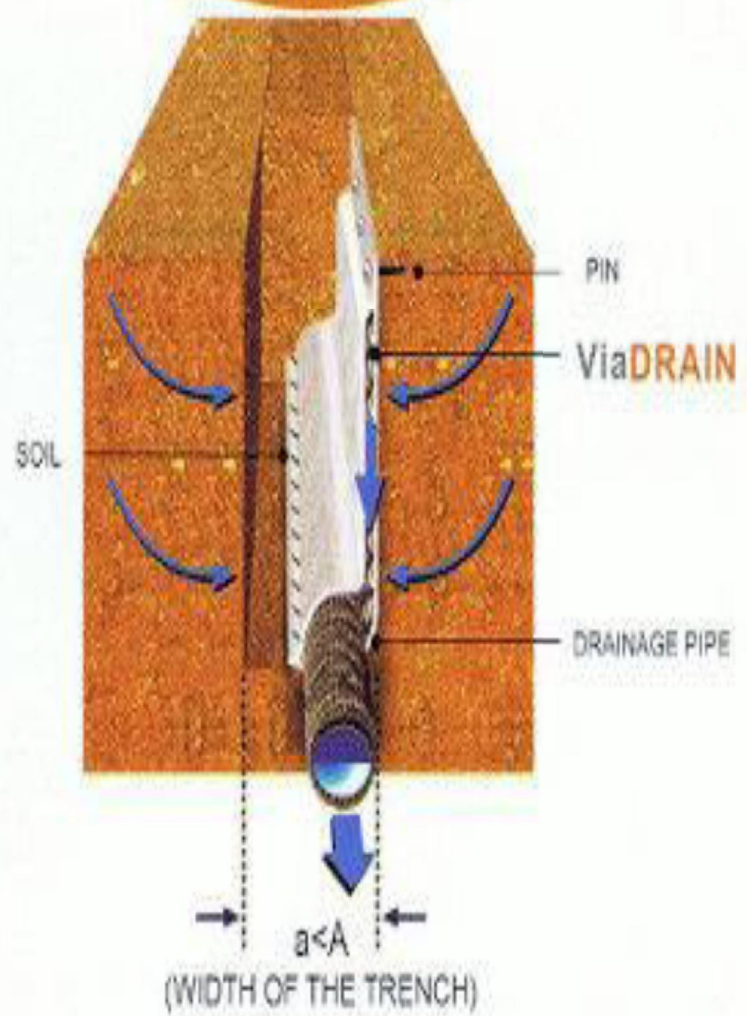
آزمایش های کنترل کیفیت بر روی این لوله ها:

- ۱- آزمون مقاومت به ضربه
- ۲- آزمون سفتی، دو پهن شدن
- ۳- آزمون منافذ آبکش
- ۴- آزمون کشش با اتصالات بوشنی
- ۵- آزمون ابعاد
- ۶- آزمون نشانه گذاری
- ۷- آزمون وضعیت ظاهری

CONVENTIONAL DESIGN

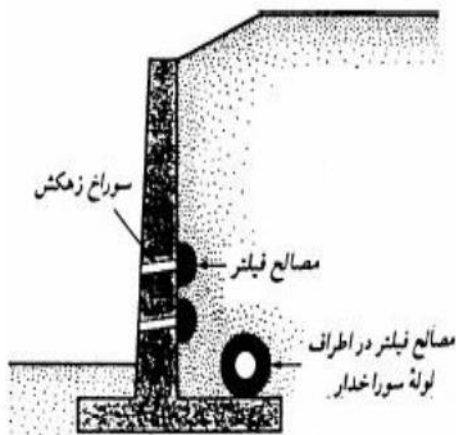


VIADRAIN

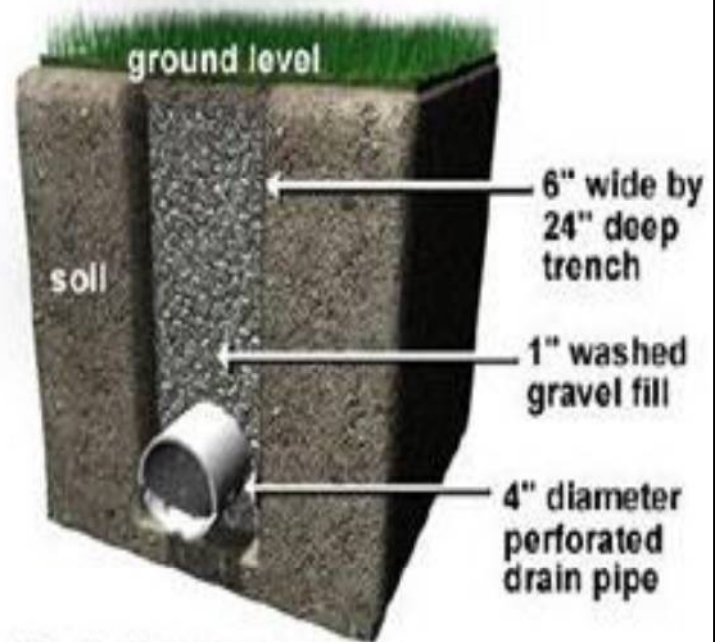


زهکش سفالی: لوله های سفالی معمولاً در قطر های ۵، ۶، ۸، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی متر و طول حداقل ۳۰ سانتی متر تولید می شوند. حسن این لوله این است که در برابر واکنش شیمیایی آب مقاوم است.

زهکش سیمانی: لوله های سیمانی معمولاً به قطر ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ سانتی متر و طول حداقل ۳۰ سانتی متر موجود است. باید توجه داشت در خاک های سولفات دار باید در ساخت این لوله ها از سیمان ضد سولفات استفاده شود



شکل (۴-۱) - تمهیدات زهکش در پشت دیوار حائل



برخی از مزایای لوله های سفالی و سیمانی

- ۱- مقاومت کامل در برابر خوردگی ناشی از پساب های شیمیایی
- ۲- عمر مفید حداقل ۱۰۰ سال تحت شرایط بارگذاری هیدرولیکی
- ۳- آب بندی فوق العاده مناسب توسط کوپلینگ های لاستیکی
- ۴- طراحی شده جهت مقابله با نیروی زلزله
- ۵- سهولت نصب و استفاده مجدد
- ۶- تولید در سایزهای گوناگون
- ۷- دارای اتصالات مقاوم در محیط اسیدی و قلیایی
- ۸- ضریب زبری کم و عدم رسوب گذاری در کف لوله
- ۹- هزینه کمتر تعمیرات و نگهداری نسبت به لوله های موجود
- ۱۰- هزینه های کمتر بستر سازی به علت مقاومت بالای بدنه.



پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران www.icivil.ir



لوله های چدنی : جنس این لوله ها از چدن ریخته گری است و بر حسب نوع کاربرد آنها انواع و مقدار آلیاژ ، شکل و طول لوله ، نوع اتصالات آنها با هم متفاوت هستند و اغلب در سیستم لوله کشی فاضلاب و به عنوان زهکش استفاده می شوند.

مزایای لوله های چدنی :

- ۱- در برابر فشار وارد بر جداره های خارجی دارای مقاومت و استحکام خوبی هستند فرسودگی این لوله ها کمتر از لوله های فلزی است .
- ۲- می توان به راحتی از دستگاه تراکم هوا جهت باز کردن و رفع گرفتگی لوله استفاده نمود
- ۳- قیمت لوله های چدنی نسبت به لوله های فلزی ارزان تر است

لوله های چدنی که در سیستم فاضلاب به کار می رود:
الف) سر توپی (یک سر توپی - دو سر توپی)
ب) دو سر تخت

معایب لوله های چدنی :
نصب لوله های چدنی نسبت به لوله های آهنی کندتر انجام می شود.
داشتن وزن زیاد قطعات و کثرت اتصالات



لوله های سبز یا پلی پروپیلن (pp) ÷

امروزه لوله های پلاستیکی از نظر تنوع و مقرون به صرفه بودن ، جایگزین خوبی برای لوله های فلزی هستند. در میان پلیمرها پلی پروپیلن ، به عنوان سومین پلاستیک پر مصرف شناخته شده است. از لوله ی سبز بیشتر در انتقال سیالات خورنده با درجه حرارت بالا استفاده می شود

مزایای لوله سبز :

عمر طولانی ، مقاومت در برابر خوردگی و پوسیدگی ، کاهش هزینه اولیه ، کاهش هزینه تعمیر و نگهداری ، عدم تأثیر بر روی مزه و رنگ و بوی آب ، تنوع در اتصالات ، نصب سریع و آسان ، صاف و صیقلی بودن .

برخی از معایب :

۱-نسبت به لوله های فلزی در مقابل نیروهای ناگهانی آسیب پذیرند.

۲- در دمای بالا انبساط طولی زیادی دارند .



بازرگانی پارسیان آبراهه

www.abrahe.com

(021) 66938909

(021) 66938872

(021) 66938909

(021) 66938872

ParsCenter.com

پارسیان آبراهه

www.abrahe.com

بازرگانی پارسیان آبراهه

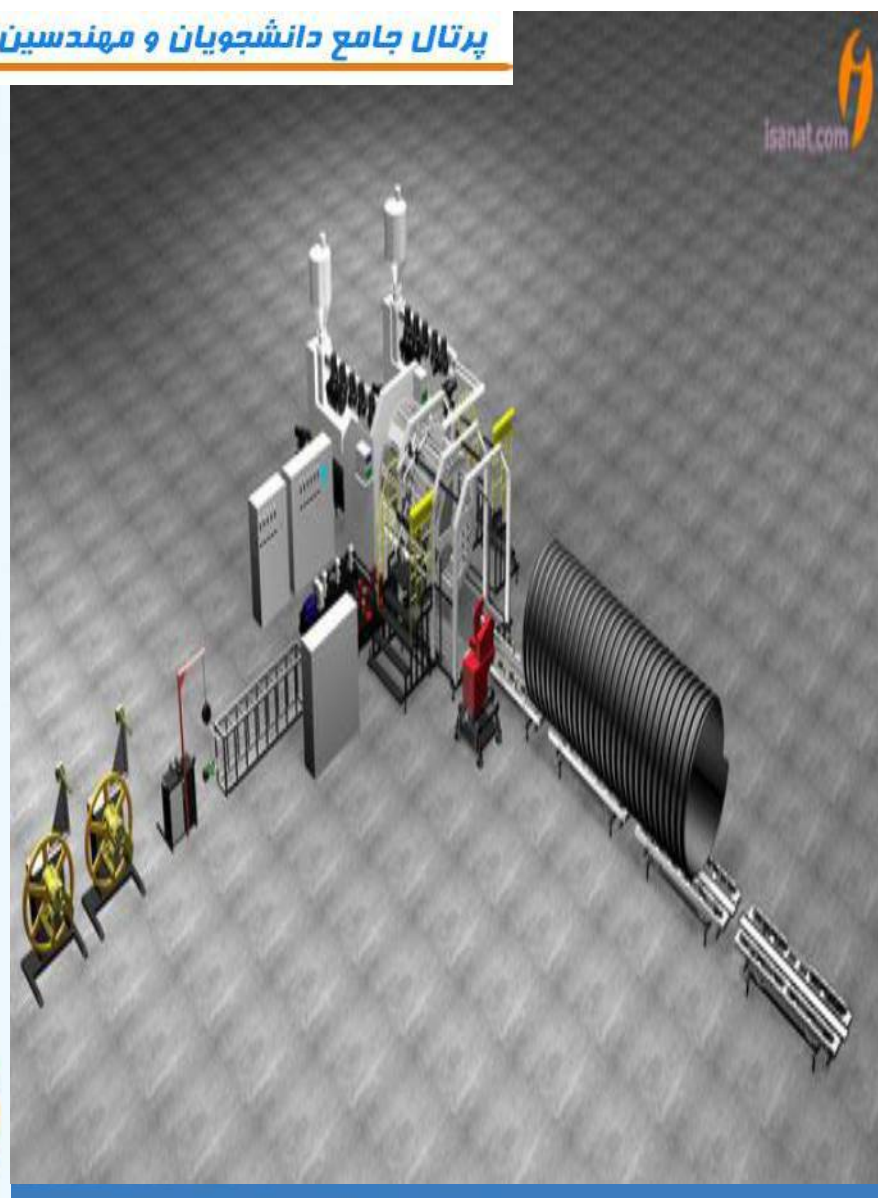
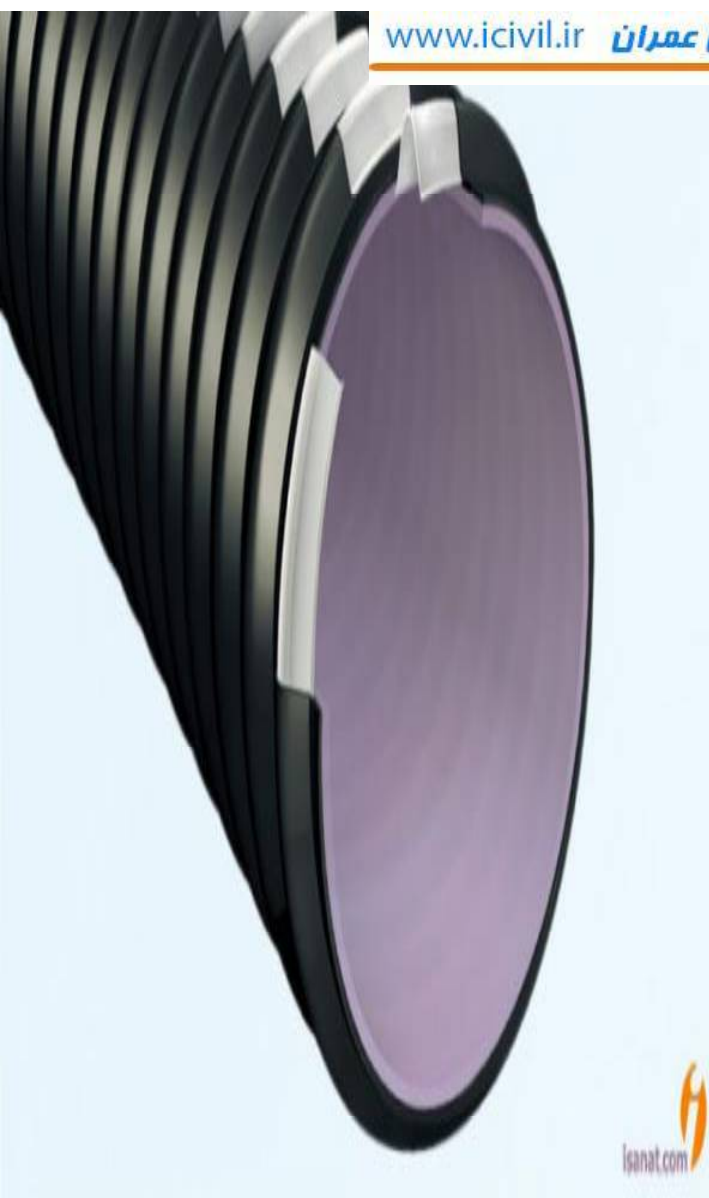
لوله های پلی اتیلن دو جداره کاروگیت: این نوع لوله ها در فاضلاب های صنعتی و خانگی کاربرد دارد همچنین می توان از آن ها در پروژه های بزرگ فاضلاب شهری نیز استفاده نمود. عموماً در سائز های بزرگ ساخته می شود. برای انتقال سیالات و فاضلاب در شرایط ثقلی و فشار پایین مورد استفاده قرار می گیرد. ضمناً لوله های کاروگیت می توانند در مواردی که وزن خاک از آستانه تحمل لوله کارگیت بالاتر است نیز استفاده می شوند

برخی از مزایا: مقاومت بالا در برابر خوردگی و سایش ، انعطاف پذیری ، هزینه پایین انتقال و نصب ، سبکی لوله ها ، بالا بودن مقاومت حلقوی .

روش اتصال :

در سیستم های آب و فاضلاب و شبکه توزیع آنها از روش But fusion یا جوش لب به لب استفاده می شود که در صورتی که به درستی انجام شود بهترین روش اتصال در لوله های پلی اتیلن است . این روش دارای استحکام بالا در برابر رانش و زلزله است . یکی دیگر از روش های اتصال لوله های پلی اتیلن استفاده از اتصالات فلنجی است که با این روش می توان لوله پلی اتیلن را به لوله های چدنی ، فولادی ، گالوانیزه و شیر آلات متصل نمود.

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران www.icivil.ir



مشخصات ابعادی لوله های دوجداره کاروگیت

اتدازه اسمی	قطر داخلی	قطر خارجی	مقاومت حلقوی KN/M2	مقاومت حلقوی KN/M2	شاخه 12M	شاخه 6M	شاخه 3M
110	110	129	31.5	64	•	•	•
125	125	147	31.5	64	•	•	•
160	160	187	31.5	64	•	•	•
200	200	233	31.5	64	•	•	•
250	250	291	31.5	64	•	•	•
315	315	367	31.5	64	-	•	-
400	400	468	31.5	64	-	•	-
500	500	584	31.5	64	-	•	-
600	600	708	31.5	-	-	•	-
700	700	827	31.5	-	-	•	-
850	850	1003	31.5	-	-	•	-
1000	1000	1180	31.5	-	-	•	-

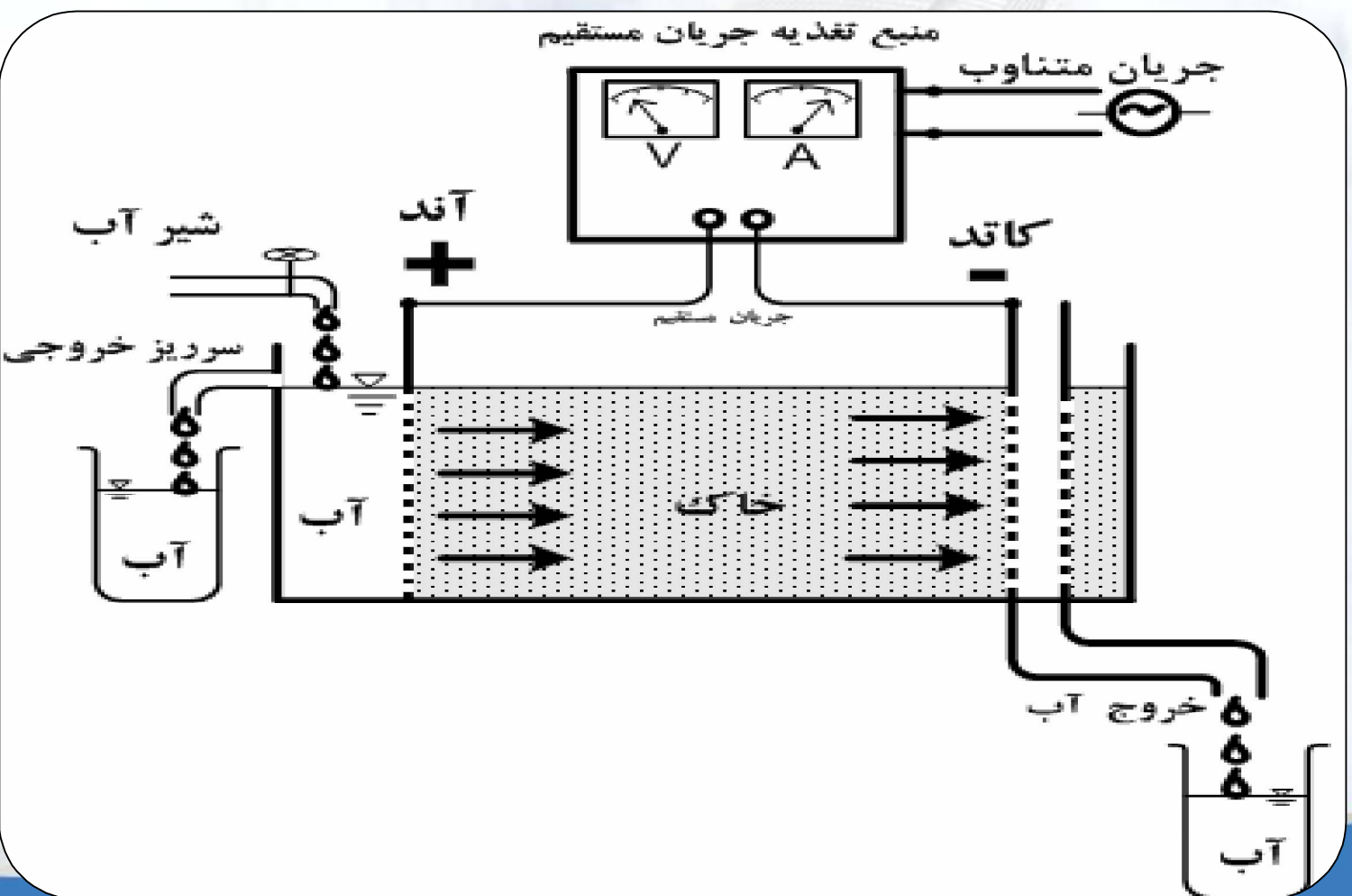
رئحسی به روس الحروسینیت

این روش برای باز یافت اراضی ساحلی و خاکهای با بافت سنگین که امکان زهکشی که رانش زمین در اثر وجود آب زیر سطحی بر روی لایه های نفوذ ناپذیر یا کم نفوذ صورت می گیرد می تواند حائز اهمیت باشد

موارد استفاده شده:

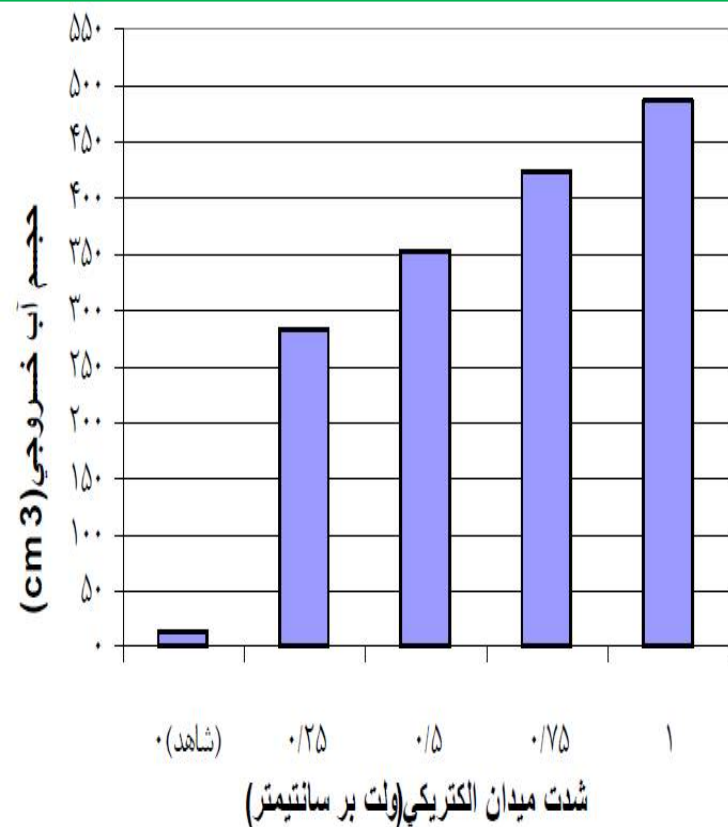
- ۱- در سال ۱۹۳۹ در جهت بهبود خواص مکانیکی خاک به کار گرفته شد .
- ۲- در سال ۱۹۷۸ پدیده مذکور برای زهکشی خاکهای با نفوذپذیری کمتر ماندرس ریزدانه و نرم مورد استفاده قرار گرفته است.
- ۳- در سال ۲۰۰۶ از اعمال جریان الکتریکی یک سو بر توده خاک توانسته اند خاک را از نظر شوری و قلیائیت در حد مدل آزمایشگاهی اصلاح نمایند.
- ۴- در سال ۲۰۰۷ با استفاده از جریان الکتریکی یک سو آب موجود در لجن را خارج ساخته و بدین طریق آن را به روش الکتریکی تثبیت نمودند.
- ۵- در یک تحقیق دیگر با قرار دادن یک جفت الکترود در خاک و برقراری شدت میدان الکتریکی در آن و ایجاد یک دیواره غنی شده از آهن در بین الکترودها توانسته اند آلودگی ها را از خاک خارج و تثبیت و پایداری خاک را نیز فراهم نمایند.

مدل فيزيكي ارميسماهي:



نتایج و بحث:

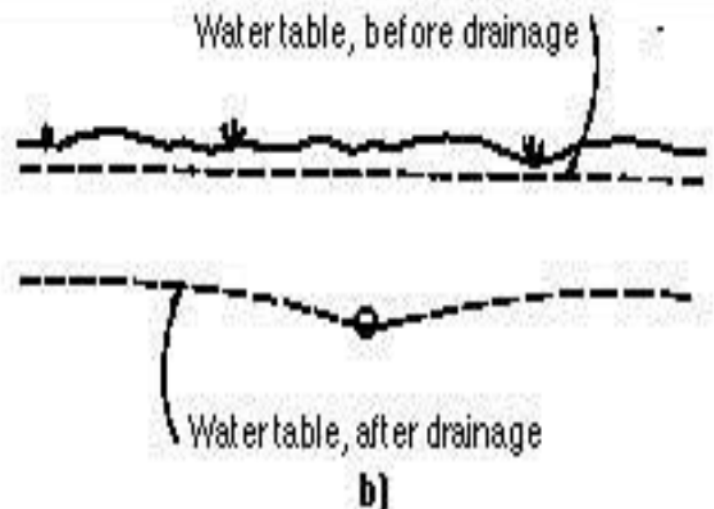
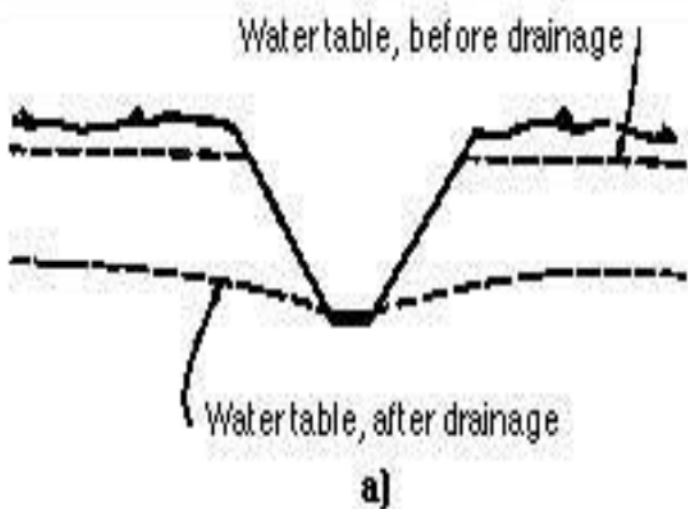
نتایج نشان می دهد که هر چه شدت میدان الکتریکی اعمال شده بر خاک بیشتر باشد حجم آب خروجی بیشتر است آزمایش با شدت میدانهای مختلف به مدت ۲ روز ادامه یافته حجم آب خروجی از لوله کاتد با حجم آب خروجی از گزینه شاهد مورد مقایسه قرار گرفتند که نتایج آن در شکل ۲ ارائه شده است.



حجم آب خروجی نسبت به شدت
میدان الکتریکی در مدت ۲ روز

زهکشی حاصل

برای حذف جریان های آب زیرزمینی کم عمق از لایه های بالایی یا زه آب کانال ها، رودخانه ها یا سایر مسیرهای آبی استفاده می شود و معمولاً شامل یک خط زهکش در جهت عمود بر جریان آب زیرزمینی است. معمولاً به صورت روباز یا روبسته می باشند همچنین به منظور جلوگیری از ورود آب سفره های سطحی به مناطق پست احداث می شوند.

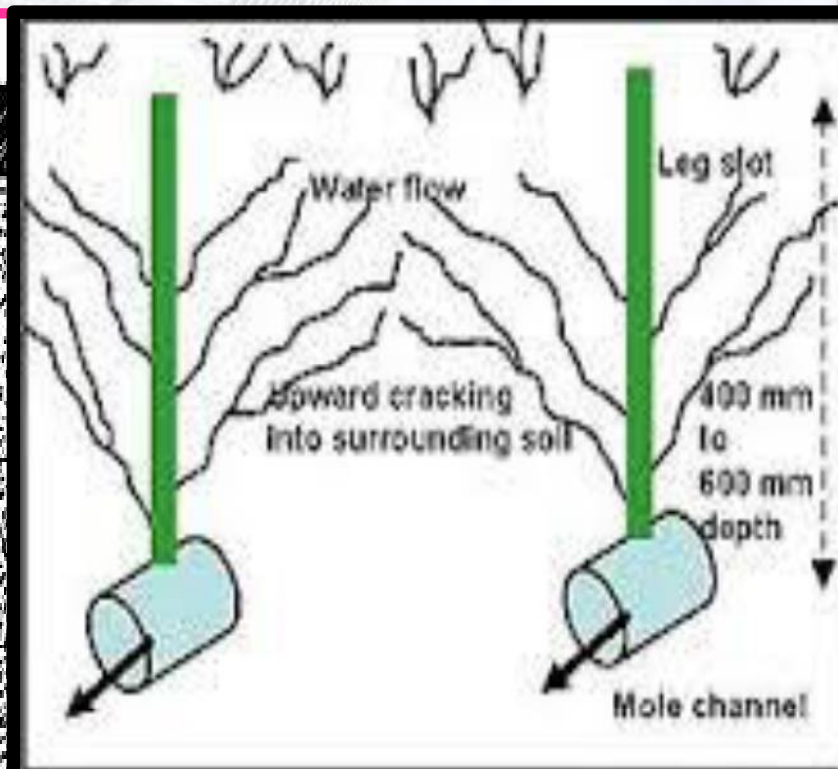
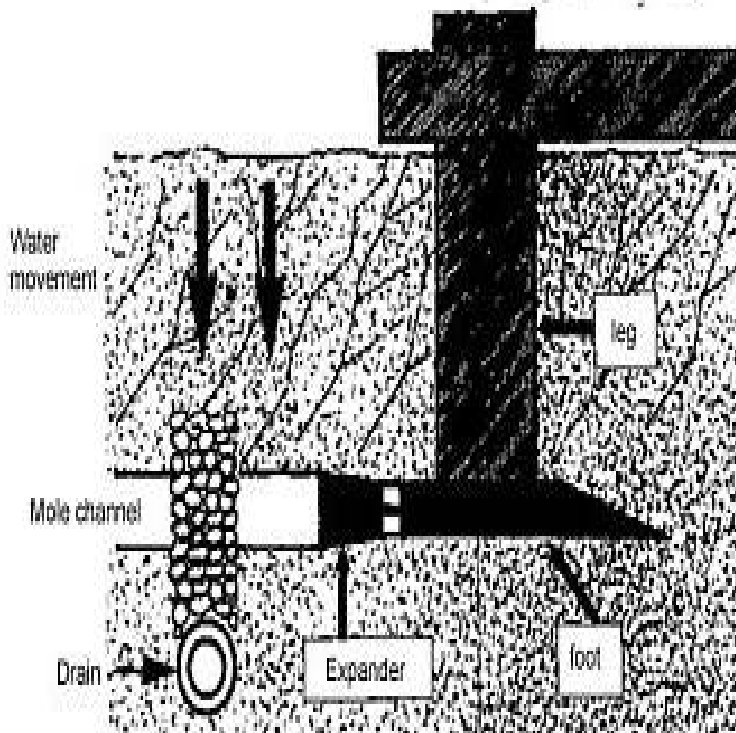


ملاحظات طراحی

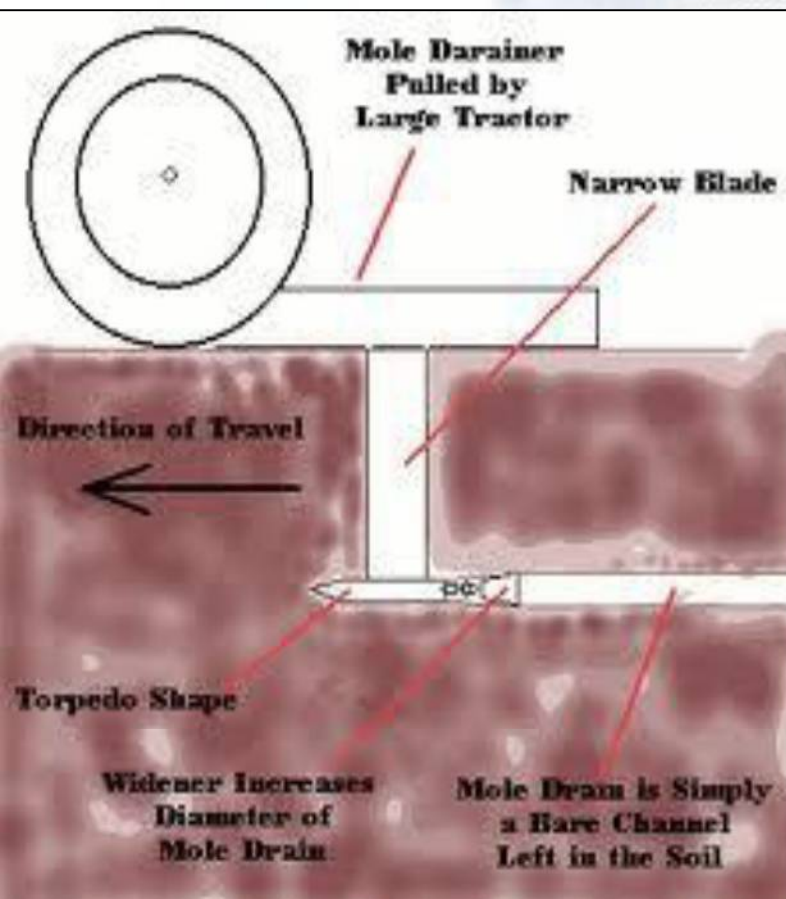
ظرفیت طراحی براساس دبی ورودی جریان آب زیرزمینی و رواناب های سطحی ورودی ناشی از رگبارها و میزان بارش مطرح می شود. مقطع طراحی شده باید به گونه ای باشد که در شرایط عبور جریان نرمال سطح آب در مقطع مساوی یا پایین تر از ترز مورد نظر برای تنظیم سطح آب زیرزمینی باشد.

زهکشی لانه موشی (MOLEDRAIN):


معمولا در مناطقی به کار میروند که مواد آلی زیادی وجود دارد و با عبور یک جسم مخروطی از داخل خاک به وجود میاید هدف اصلی این زهکش ها جمع آوری و هدایت آبهای داخل خاک به یک آب راه خروجی است



زهکش های لانه موشی با کشیدن شیئی فلزی مخروطی در داخل خاک درست می شود. زهکش های لانه موشی نیز جزء زهکش های زیر زمینی به شمار میروند



سرای

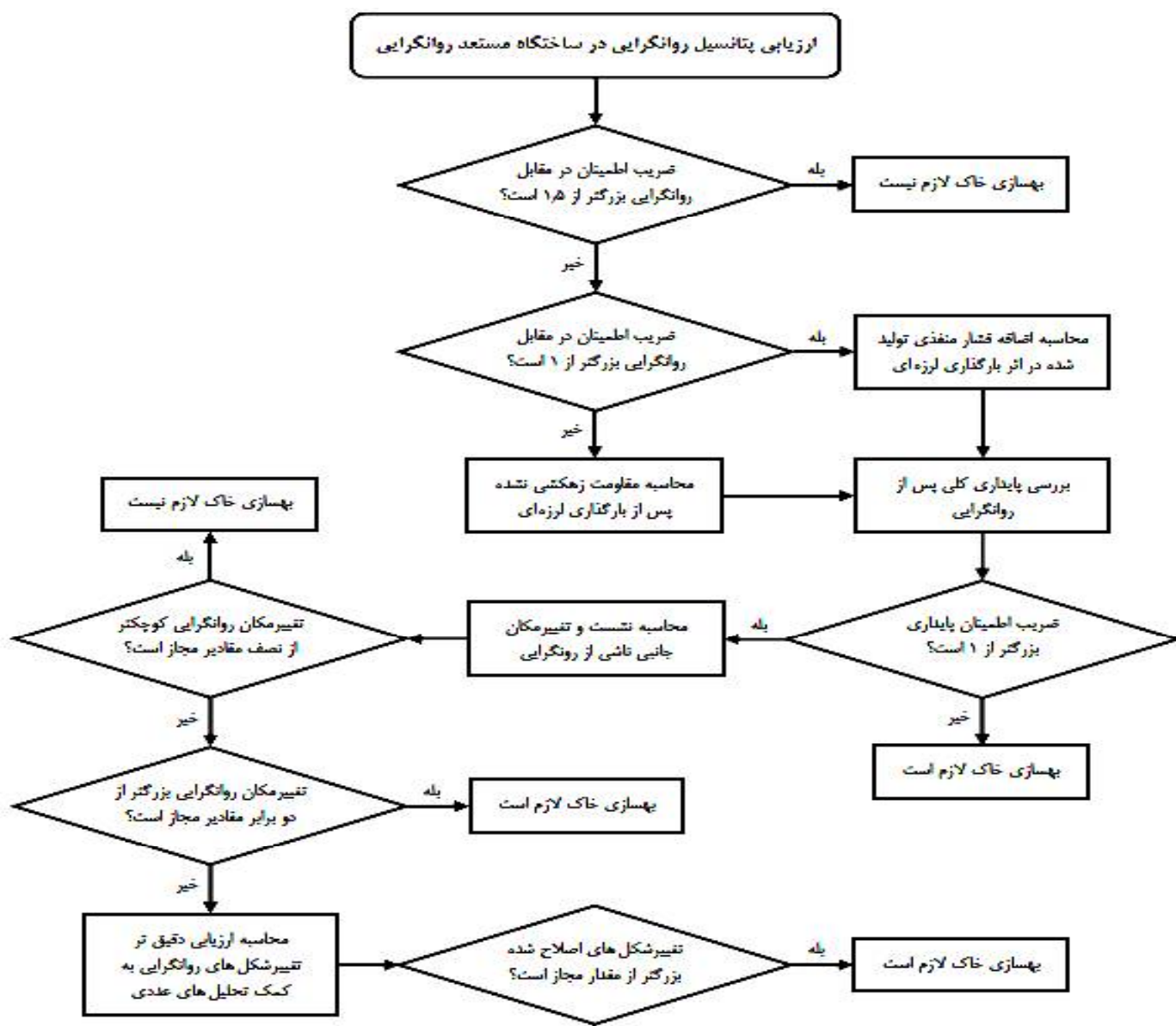
- 
- ۱- سرعت اجرایی بالایی دارند
 - ۲- نیاز به تکنولوژی خاصی ندارند
 - ۳- نیازی به اجرای کانال های روباز نیست و از این لحاظ جنبه اقتصادی تری دارند
 - ۴- معمولا طراحی خاصی ندارند چون معمولا در جاهای کم عمق استفاده می شوند.



پدیده ی روانگرایی:

هنگامی که نهشته های خاک اشباع در اثر حرکات لرز های به سرعت و به صورت دوسویه تحت برش قرار گیرند، فشار آب در داخل خلل و فرج خاک شروع به افزایش می نماید. در خاک های غیرچسبنده ی اشباع سست، فشار آب منفذی به سرعت افزایش یافته و ممکن است به حدی برسد که ذرات به صورت مجزا از یکدیگر معلق شوند و برای لحظاتی مقاومت و سختی خاک به طور کامل از بین برود.



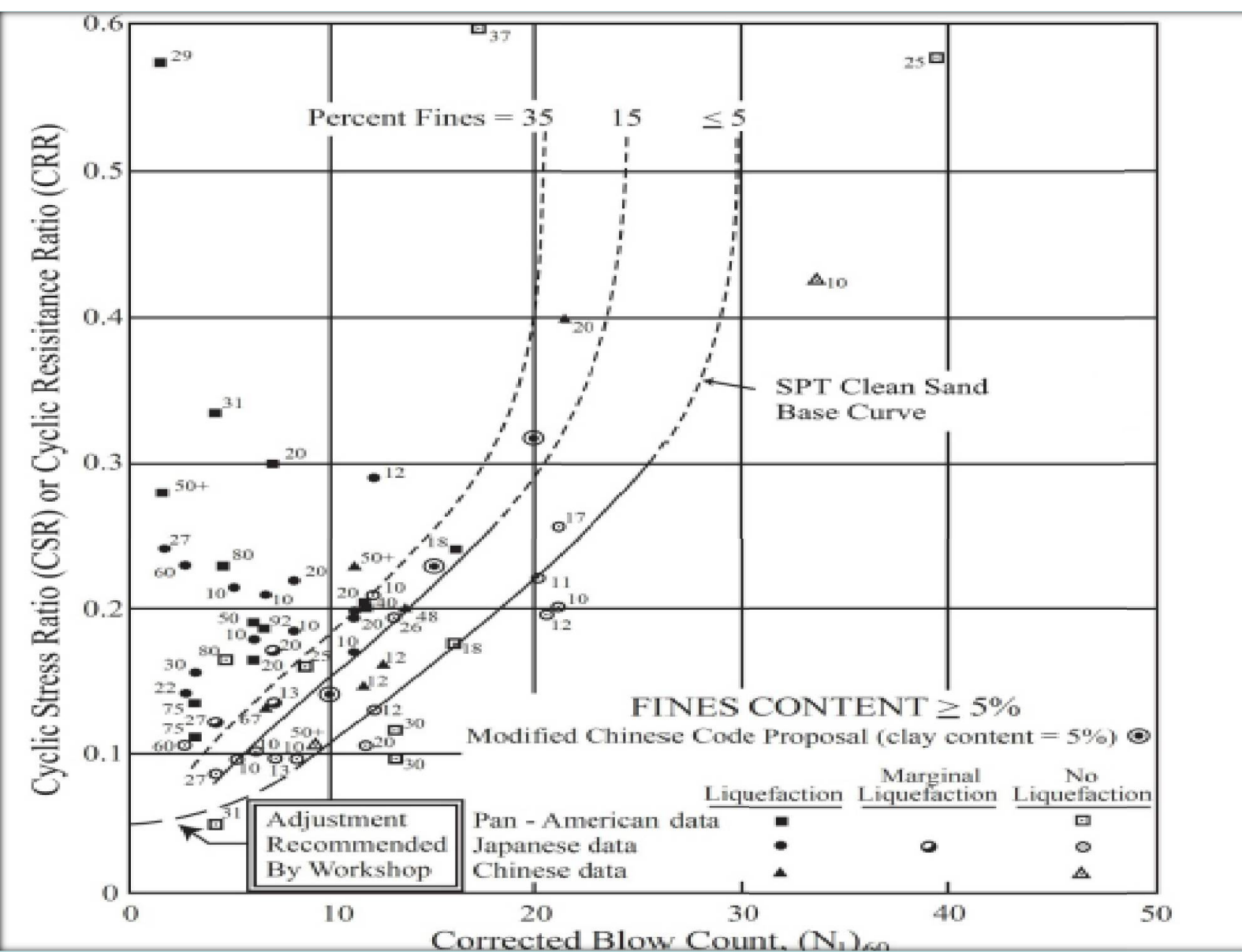


رابطه ی ضریب اضمین در معادل روانگرایی به صورت زیر بیان می شود:

$$FS = \left(\frac{CRR_{7.5}}{CSR} \right) \times MSF \times K_{\sigma} \times K_a$$

CSR: نسبت تنش تناوبی ایجاد شده در اثر تکان های لرزه های
CRR7/5: نسبت مقاومت تناوبی برای زلزله هایی به بزرگای ۷/۵
CRR7/5: برای آزمایش نفوذ استاندارد یا SPT به صورت زیر است

$$CRR_{7.5} = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{[10 \times (N_1)_{60} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$



($N_1(60)$:تعداد ذرات)
 که رابطه فوق برای $N_1(60) < 30$ کاربرد دارد
MSF: ضریب مقیاس بزرگاکه از روابط زیر بدست میاید:

$$MSF = \left(\frac{M_w}{7.5} \right)^{-3.3}$$

$$MSF = \frac{10^{2.24}}{M_w^{2.56}}$$

که در این رابطه M_w بزرگای گشتاوری یا زلزله است.

جدول ۵-۴- مقادیر ضریب مقیاس بزرگا ارایه شده توسط محققان مختلف (Youd and Noble, 1997b)

بزرگا	۵/۵	۶	۶/۵	۷	۷/۵	۸	۸/۵
Seed and Idriss (1982)	۱/۴۳	۱/۳۲	۱/۱۹	۱/۰۸	۱/۰۰	۰/۹۴	۰/۸۹
Idriss (1995)	۲/۲	۱/۷۶	۱/۴۴	۱/۱۹	۱/۰۰	۰/۸۴	۰/۷۲
Andrus and Stokoe (1997)	۲/۸	۲/۱	۱/۶	۱/۲۵	۱/۰۰	۰/۸*	۰/۶۵*

* مقدار بسیار نامعلوم و مشکوک

$$K_{\sigma} = \left(\frac{\sigma'_{v_0}}{P_a} \right)^{(f-1)}$$

ضریب اصلاح K_{σ} :

که در آن:

σ'_{v_0} : فشار موثر سربار؛

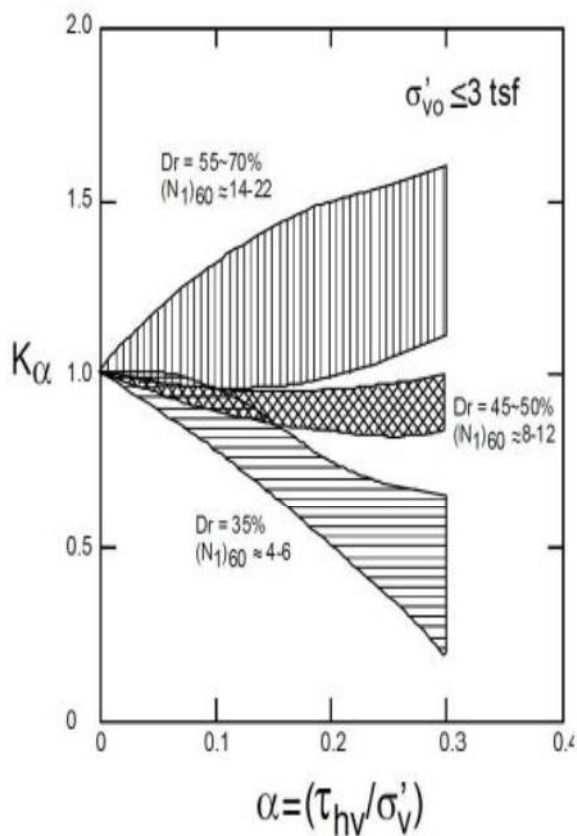
P_a : فشار اتمسفر (با واحدی مشابه σ'_{v_0})؛

f : توانی است که تابع شرایط ساختگاه شامل تراکم نسبی، تاریخچه‌ی تنش، سن و نسبت پیش تحکیمی (OCR).

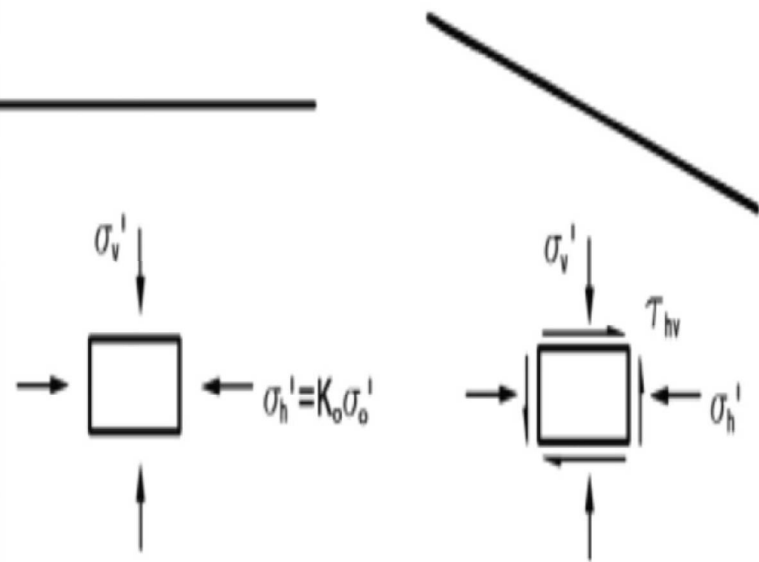
ضریب اصلاح برای شیب زمین: در این حالت ka وابسته به تنش برشی ایستایی و تنش مؤثر قائم دارد که با توجه به شکل زیر می‌توان آنرا محاسبه کرد



محاسبه مقدار k_a



K_α پیشنهادی برای فشارهای موثر همدجانبه‌ی کمتر از 3 atm (Harder and Boulanger, 1997)



$$\alpha = (\tau_{hv} / \sigma'_v)$$

(الف) زمین مسطح

(ب) زمین شیب‌دار

روش تراکم ارتعاشی

می توان برای شکل دادن ستون های خاک متراکم از شن و سنگریزه به عنوان مصالح پرکننده استفاده کرد. این شیوه مشابه با ستونهای شنی مورد استفاده در روش زهکشی است. با این حال احتمال انتقال ماسه به داخل ستون های سنگی در طی اجرای آن ها زیاد است. بنابراین روش تراکم ارتعاشی با استفاده از شن و سنگریزه تنها خاک زیرسطحی را متراکم کرده و به عنوان زهکش عمل نمیکند

جدول ۸-۹- انواع روش های زهکشی مورد استفاده به منظور بهسازی خاک در برابر روانگرایی

<p>زهکش شمی</p> <p>زهکش دیواری</p> <p>منطقه ی زهکشی در اطراف سازه ها</p> <p>اتصال عمل گر زهکش به سازه ها</p>	<p>الف) انواع زهکش با توجه به شکل</p>
<p>زهکش شنی</p> <p>زهکش پلاستیکی</p>	<p>ب) انواع زهکش با توجه به مصالح مورد استفاده</p>
<p>روش متکی بر اثر زهکشی در زهکش</p> <p>روشی که همزمان با نصب زهکش تراکم خاک را نیز افزایش می دهد.</p>	<p>پ) انواع زهکش با توجه به روش نصب</p>

کلیات طراحی: طراحی در قالب سه مرحله ی کلی زیر انجام می شود:

- ۱- تعیین مصالح زهکشی
- ۲- بررسی خاک و انجام آزمون های در محل بر روی پروفیل خاک طبیعی
- ۳ تعیین فاصله ی نصب زهکش ها.



روش طراحی بر اساس تعادل میان نرخ افزایش اضافه فشار آب منفذی در اثر زلزله و نرخ استهلاک فشار آب منفذی در نتیجه ی زهکشی است. در طی زلزله، آب منفذی همزمان با تولید اضافه فشار آب منفذی زهکشی می شود. نرخ افزایش اضافه فشار آب منفذی در اثر اعمال ترازهای بالاتر حرکات لرزه ای، لرزش های ناگهانی و شدید و سستی خاک زیرسطحی افزایش می یابد.

اگر ضریب تراکم پذیری حجمی خاک طبیعی کوچک و ضریب نفوذپذیری آن بزرگ باشد، نرخ استهلاک فشار آب منفذی افزایش می یابد. همچنین در صورتی که ظرفیت زهکشی کلی پروفیل خاک با نصب زهکش های نزدیک به هم و استفاده از مصالح زهکشی با نفوذپذیری بیش تر افزایش یابد، این نرخ استهلاک بیش تر افزایش می یابد.

طراحی زهکش شنی:

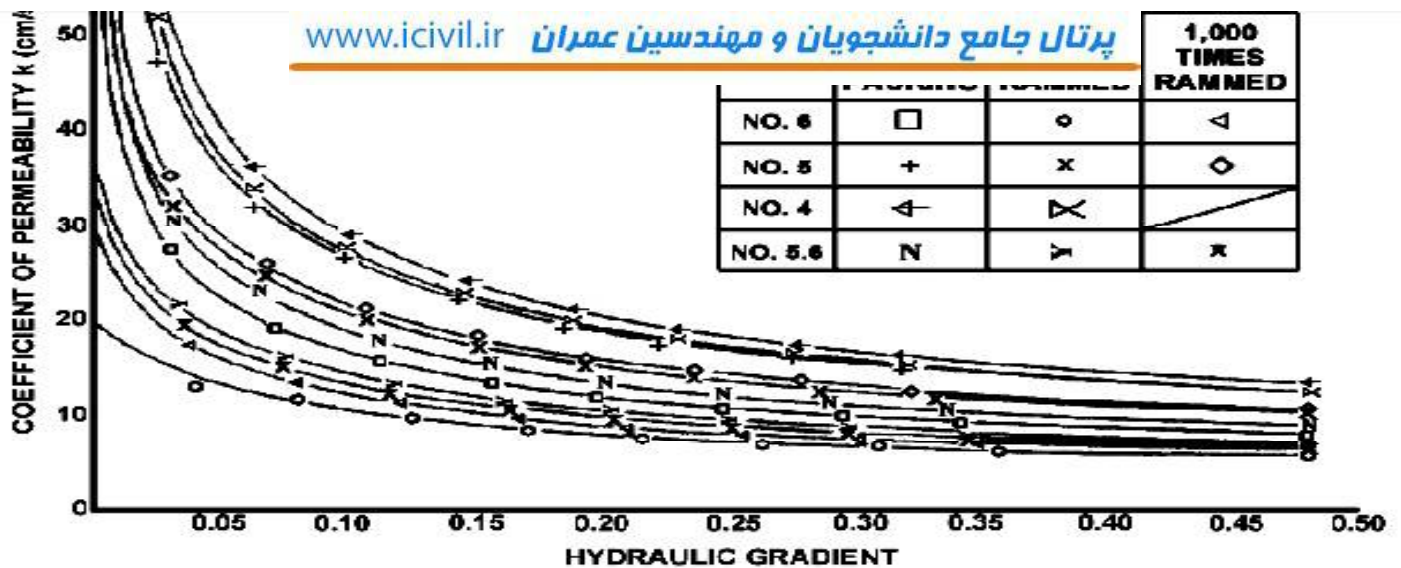
۱- مصالح: شن و سنگریزه ی مورد استفاده در زهکش شنی باید دارای نفوذپذیری به اندازه ی کافی بالا برای بهسازی مناسب خاک در برابر روانگرایی و همچنین مقاومت بالا در برابر روانگرایی باشد. در انتخاب شن و سنگریزه، بهتر است احتمال انسداد مصالح زهکش نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. در طراحی زهکش شنی، نفوذپذیری شن و سنگریزه باید به وسیله ی یک مطالعه یا آزمون مناسب تعیین شود. نتایج چنین مطالعه یا آزمونی در انتخاب شن و سنگریزه ی مناسب مورد استفاده قرار می گیرد.

kd: ضریب نفوذپذیری شن یا سنگریزه ی مورد استفاده به عنوان مصالح زهکشی

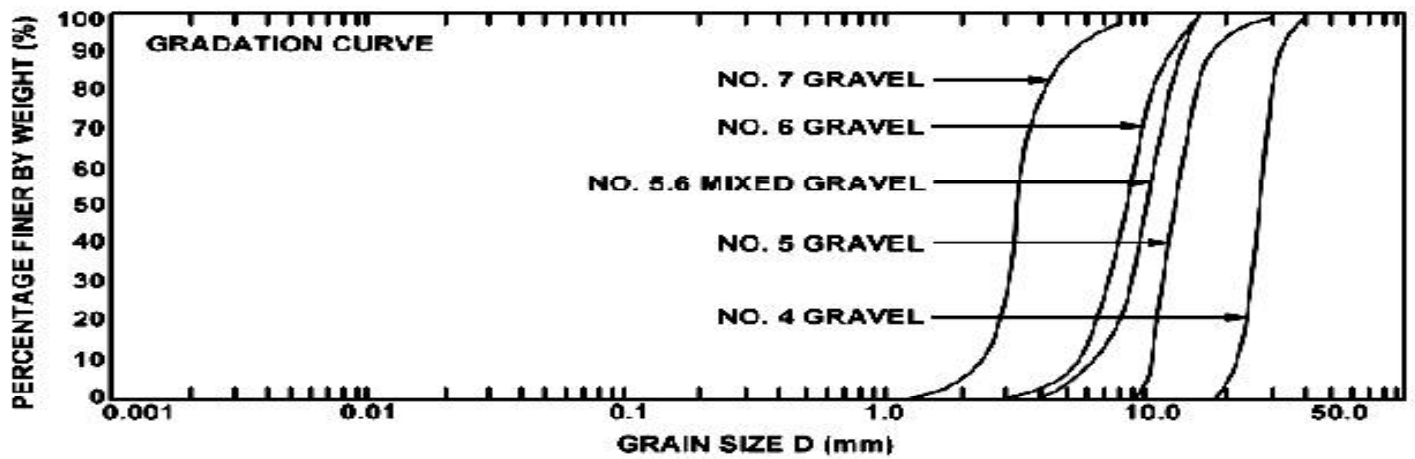
ks: ضریب نفوذپذیری در راستای افقی پروفیل خاک طبیعی

h: عمق نصب زهکش و **a:** شعاع زهکش

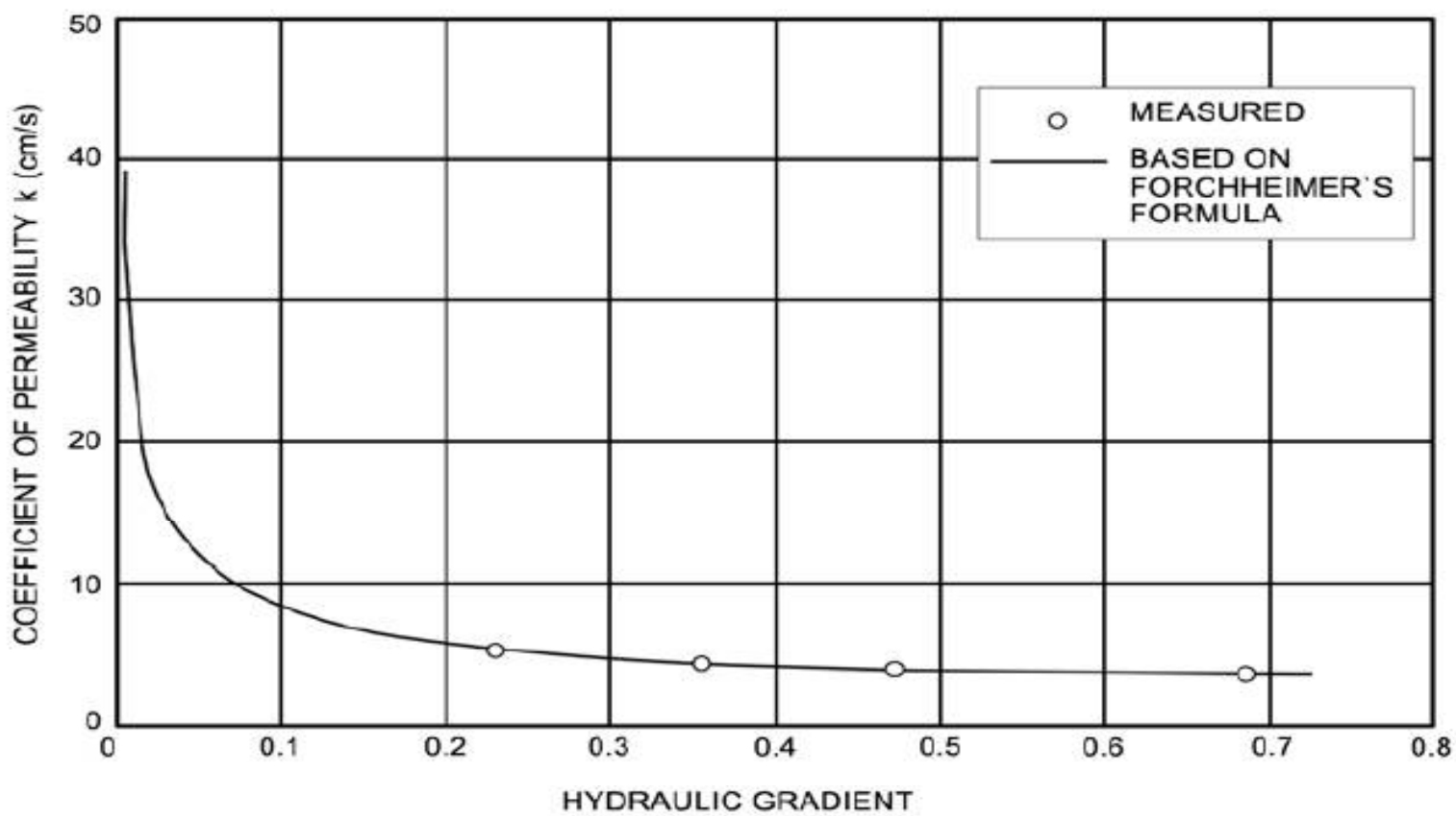
$$k_d \geq k_s \left(\frac{h}{a} \right)^2$$



(a) COEFFICIENT OF PERMEABILITY OF GRAVEL
(GRAVEL NO.4 THRU 6 AND A MIXTURE OF GRAVEL
NO.5 AND 6)



اگر هیچ کوبشی نداشته باشیم :



شکل ۸-۲۶- ضریب نفوذپذیری سنگریزی شماره ۷

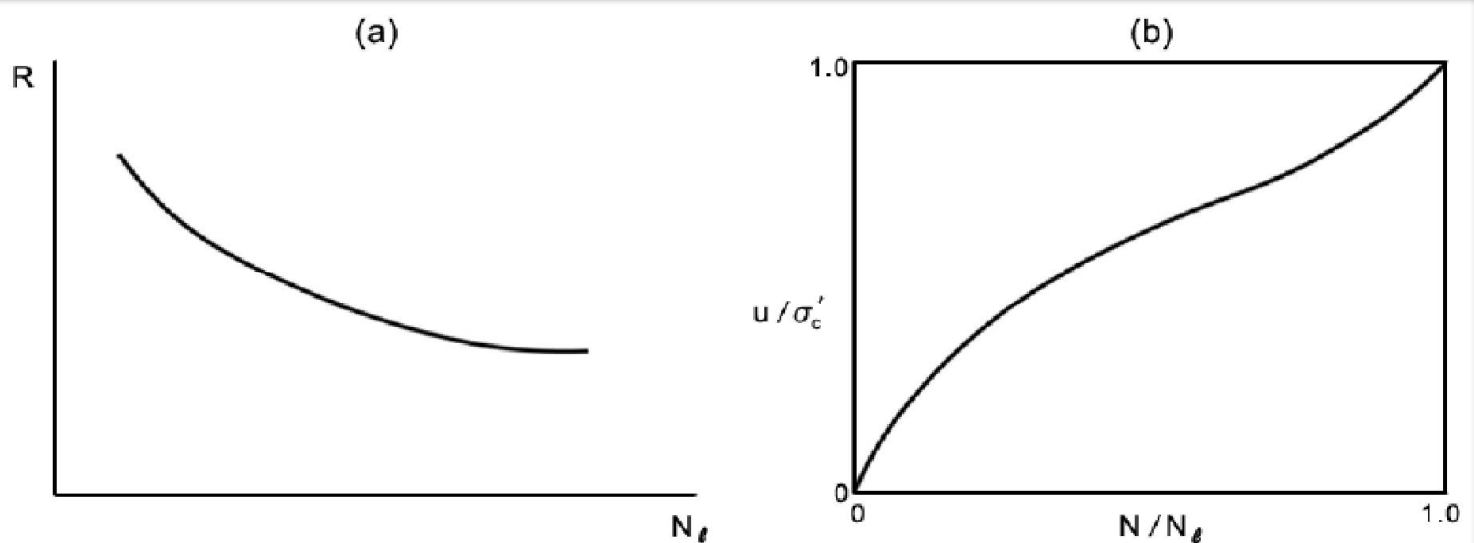
به منظور حفظ ضریب نفوذپذیری مورد نیاز زهکش شنی لازم است از انسداد آن جلوگیری شود. انسداد زهکش شنی به کاهش نفوذپذیری زهکش در اثر انتقال خاک طبیعی به داخل آن برمی گردد شرایط انسداد زهکش را می توان به سه گروه زیر دسته بندی کرد:

- ۱- انسداد در طی نصب زهکش
- ۲- انسداد بعد از نصب زهکش و قبل از وقوع زلزله
- ۳- انسداد در طی زلزله

شرایط انسداد بندهای ۱ تا ۳ را می توان به کمک آزمون های آزمایشگاهی تشخیص داد. همچنین می توان پیشنهاد های زیر را به عنوان شرایطی که در آنها انسداد رخ نمی دهد، به کار برد:

- ۱- $5 \leq d_{15}/D_{85}$ که در آن d_{15} و d_{85} به ترتیب اندازه ی ذرات متناظر با درصد عبوری ۱۵ و ۸۵ در مصالح زهکش و خاک طبیعی بر حسب میلیمتر می باشد.
- ۲- $6/4 \leq d_{15}/D_{85}$ یا $9.5 \leq d_{25}/D_{75}$ به ترتیب برای درصد عبوری ۲۵ و ۷۵ تعریف میشود.
- ۳- $d_{15}/D_{85} \leq 5$ هر چند به عنوان نتیجه گیری، شرط: $d_{15}/D_{85} \leq 9$ با رعایت ضریب اطمینان کافی پیشنهاد میشود

۲- مشخصات روانگرایی خاک: مشخصات روانگرایی خاک از آزمون های سه محوری سیکلی به دست می آید در طراحی زهکش شنی، نتایج آزمون ها به صورت نشان داده شده در شکل خلاصه می شود منحنی های ترسیم شده در این شکل ممکن است با توجه به تراز نسبت تنش سیکلی مورد استفاده در آزمایش تغییر کند؛ از این رو برای طراحی از یک منحنی میانگین استفاده می شود. نتایج به دست آمده برای تخمین نرخ افزایش اضافه فشار آب منفذی در طی زلزله مورد استفاده قرار می گیر



شکل ۸-۲۷- مشخصات روانگرایی خاک: الف- منحنی مقاومت روانگرایی، ب- منحنی نسبت اضافه فشار آب منفذی

ضریب نفوذپذیری خاک:

معمولا ضریب نفوذپذیری خاک در جهت های افقی و قائم متفاوت است. در طی زلزله، آب منفذی اغلب در جهت افقی به طرف ضریب نفوذپذیری خاک در راستای افقی به دست آید هنگامی که خاک به صورت افقی لایه بندی شده است، تعیین ضریب نفوذپذیری در هر لایه ضروری است

ضریب نفوذپذیری خاک در جهت افقی معمولا از مقدار آن در جهت قائم بزرگتر است. هنگامی که به دست آوردن ضریب نفوذپذیری در جهت افقی مشکل است، میتوان با جایگزینی ضریب نفوذپذیری در راستای قائم طراحی محافظه کارانه ای ارائه کرد خاک های نسبتا همگن با ضریب یکنواختی $U_c < 5$ و اندازه ی موثر ذرات $D_{10} = 0.1 - 0.3 \text{ mm}$ می توان رابطه ی زیر را به کار برد

k : ضریب نفوذپذیری (cm/sec):

C : ضریبی برابر با 100 cm/sec:

D_{10} : اندازه ی موثر ذرات (cm).

$$k = C \cdot D_{10}^2 (10)$$

ضریب نفوذپذیری انواع خاک‌ها

جدول ۸-۱۰- قطر ذرات و ضریب نفوذپذیری انواع ماسه‌ها (Iai, 1989)

نوع خاک	اندازه‌ی ذرات (mm)	ضریب نفوذپذیری (cm/sec)
ماسه‌ی خیلی ریز	۰.۰۵~۰.۱۰	۰.۰۰۱~۰.۰۰۵
ماسه‌ی ریز	۰.۱۰~۰.۲۵	۰.۰۰۵~۰.۰۱
ماسه‌ی متوسط	۰.۲۵~۰.۵۰	۰.۰۱~۰.۱
ماسه‌ی درشت	۰.۵~۱.۰	۰.۱~۱.۰
شن ریز	۱.۰~۵.۰	۱.۰~۵.۰

جدول ۸-۱۱- ضریب نفوذپذیری تخمین زده شده بر اساس D_{20} (Iai et al., 1990)

نوع خاک	K (cm/sec)	D_{20} (mm)
رس درشت	3.0×10^{-6}	۰.۰۰۵
سیلت ریز	1.5×10^{-5}	۰.۰۱
سیلت درشت	4.0×10^{-5}	۰.۰۲
	8.5×10^{-5}	۰.۰۳
	1.75×10^{-4}	۰.۰۴
	2.8×10^{-4}	۰.۰۵
ماسه‌ی خیلی ریز	4.6×10^{-4}	۰.۰۶
	6.5×10^{-4}	۰.۰۷
	9.0×10^{-4}	۰.۰۸
	1.4×10^{-3}	۰.۰۹
	1.75×10^{-3}	۰.۱۰
ماسه‌ی ریز	2.6×10^{-3}	۰.۱۲
	3.8×10^{-3}	۰.۱۴
	5.1×10^{-3}	۰.۱۶
	6.85×10^{-3}	۰.۱۸
	8.9×10^{-3}	۰.۲۰
	1.4×10^{-2}	۰.۲۵

ضریب تراکم پذیری حجمی خاک : ضریب تراکم پذیری حجمی خاک از انجام آزمایش سه محوری سیکلی بر روی نمونه های دست نخورده به دست می آید این ضریب با استفاده از رابطه زیر تعیین می شود:

$$M_v = \Delta v / v * 1 / U_{max}$$

که در آن:

ضریب تراکم پذیری حجمی: m_v

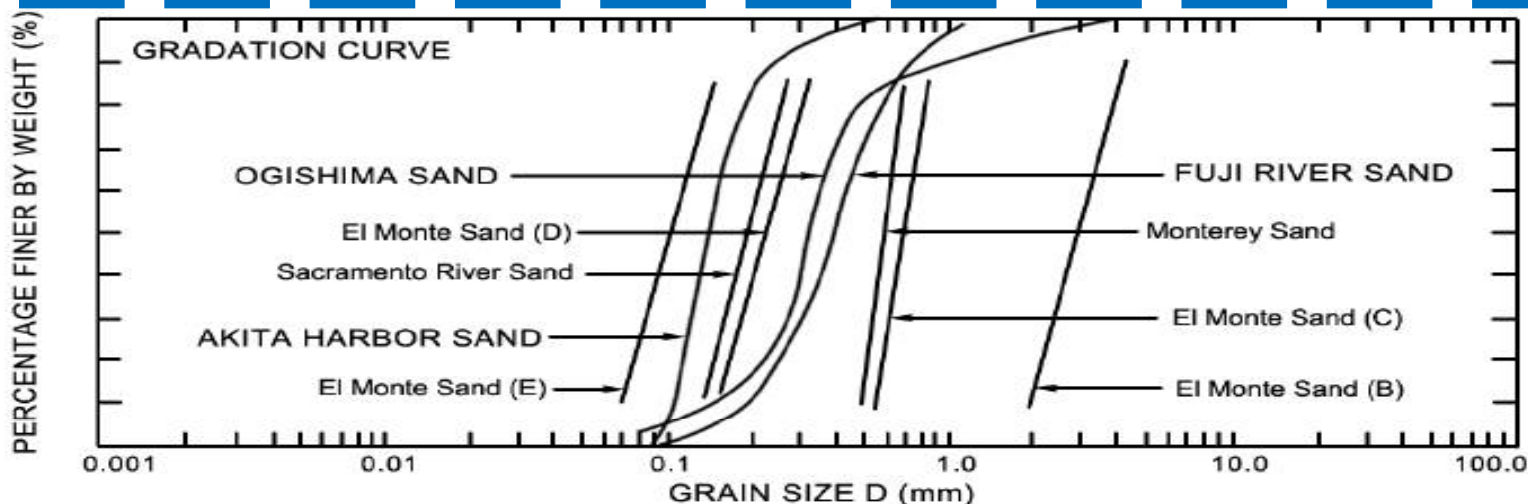
حجم آب منفذی خارج شده در اثر تحکیم: Δv

حجم نمونه: v

اضافه فشار آب منفذی در شروع تحکیم: u_{max}

جدول ۸-۱۲ - مقادیر نمونه‌ی ضریب تراکم‌پذیری حجمی ماسه‌ها

نوع ماسه	ضریب تراکم‌پذیری حجمی (cm^2/kgf) [*]	مرجع
Sacramento River Sand	2×10^{-3}	Lee et al. (1974)
El Monte sand (D)	2×10^{-3}	Lee et al. (1974)
El Monte sand (D)	2×10^{-3}	Lee et al. (1974)
Akita Port Sand	$3 \sim 4 \times 10^{-3}$	Zen et al. (1984)
El Monte sand (D)	4×10^{-3}	Lee et al. (1974)
Monerey Sand	4×10^{-3}	Lee et al. (1974)
Fuji River Sand	6×10^{-3}	Ishihara et al. (1978)
El Monte sand (D)	8×10^{-3}	Lee et al. (1974)
Ogishma Sand	10×10^{-3}	Ono et al. (1983)

* اندازه‌گیری شده در $\sigma'_c = 1 \text{ kgf/cm}^2$ و $u/\sigma'_c < 0.5$ 

شکل ۸-۲۸ - منحنی‌های دانه‌بندی ماسه‌های مورد استفاده در تعیین ضرایب تراکم‌پذیری حجمی جدول (۸-۱۲)

شعاع و فاصله ی نصب زهکش

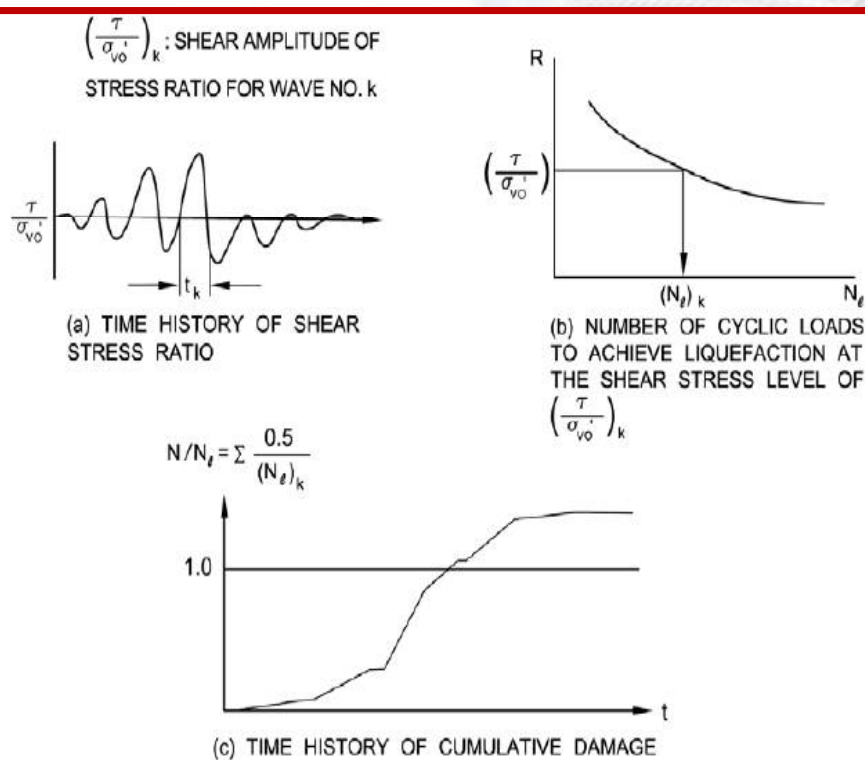
عمق نصب زهکش شنی تا زیر عمیق ترین لایه ی خاک روانگرا ادامه می یابد. شعاع و فاصله ی نصب زهکش / استفاده از دستورالعمل زیر طرح می شود. در ابتدا، فرآیند روانگرایی خاک طبیعی در شرایط زهکشی نشده با توجه به گام های ۱ تا ۳ دستورالعمل زیر تعیین می شود:

گام ۱- تحلیل پاسخ لرزهای برای ارزیابی پتانسیل روانگرایی با استفاده از نرم افزار. در یک تقسیم بندی کلی تر می توان روش های تحلیل پاسخ لرزهای را مطابق جدول زیر دسته بندی کرد.

جدول ۸-۱۳- طبقه بندی روش های تحلیل پاسخ لرزهای

تحلیل تنش موثر (با در نظر گرفتن دو فاز جامد و مایع) تحلیل تنش کل (تنها با در نظر گرفتن فاز جامد)	روش تحلیل (مدل سازی خاک اشباع)
یک بعدی، دو بعدی و سه بعدی	ابعاد
مدل اجزای محدود، مدل جرم متمرکز، مدل انعکاس چندگانه	مدل تحلیلی
خطی، معادل خطی و غیرخطی	مشخصات مصالح
تحلیل در حوزه ی زمان، تحلیل در حوزه ی فرکانس	حوزه ی زمان یا فرکانس

گام-۲: بر اساس نتایج تحلیل پاسخ لرزه ای و منحنی مقاومت روانگرایی شاخص خرابی تجمعی (N/N_I) به دست می آید. روش تعیین این شاخص به صورت هندسی در شکل زیر نشان داده شده است. شاخص خرابی تجمعی با استفاده از رابطه ی زیر به دست می آید. در تاریخچه ی زمانی نسبت تنش برشی، دامنه ی موج شماره k برابر $(\tau / \sigma'_{vo})_k$ می باشد. با استفاده از منحنی مقاومت روانگرایی، تعداد سیکل های لازم برای وقوع روانگرایی در تراز $R = (\tau / \sigma'_{vo})_k$ به دست آمده و تحت عنوان $(N_I)_k$ نام گذاری می شود؛



شکل ۸-۲۹- نمودارهای شماتیک برای محاسبه ی تاریخچه ی زمانی خرابی تجمعی

$$\frac{N}{N_I} = \sum \frac{0.5}{(N_I)_k}$$

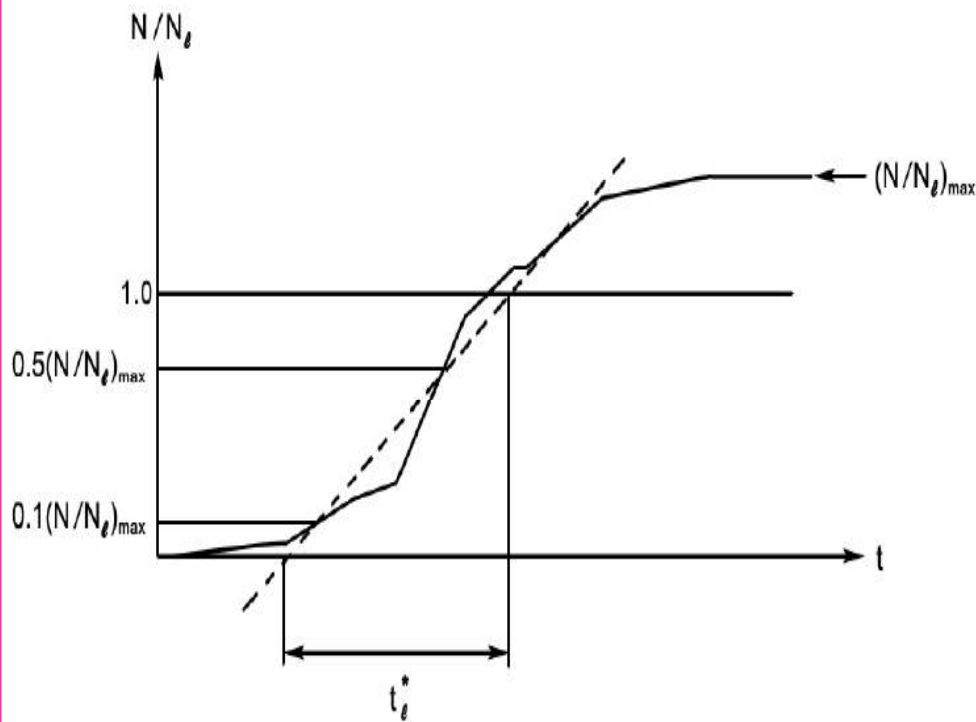
گام ۳: زمان معادل برای ایجاد روانگرایی از روی تاریخچه ی زمانی و با استفاده از رابطه ی زیر به دست می آید زمان معادل برای ایجاد روانگرایی که به وسیله ی دستورالعمل اشاره شده در گام های زیر به دست آمد، برای تعیین فاصله ی نصب زهکشهای شنی مورد استفاده قرار میگیرد

$$t_i^* = \frac{t_{0.5} - t_{0.1}}{0.4 \left(\frac{N}{N_i} \right)_{\max}}$$

$(N/N_i)_{\max}$: مقدار بیشینه ی شاخص خرابی تجمعی؛

$t_{0.5}$: زمان لازم برای رسیدن به $N/N_i = 0.5(N/N_i)_{\max}$ ؛

$t_{0.1}$: زمان لازم برای رسیدن به $N/N_i = 0.1(N/N_i)_{\max}$.



شکل ۸-۳- روش محاسبه ی زمان معادل برای ایجاد روانگرایی (t_i^*)

t_i^* : زمان معادل برای ایجاد روانگرایی (sec)؛

تعیین نسبت اضافه فشار آب منفذی مجاز:

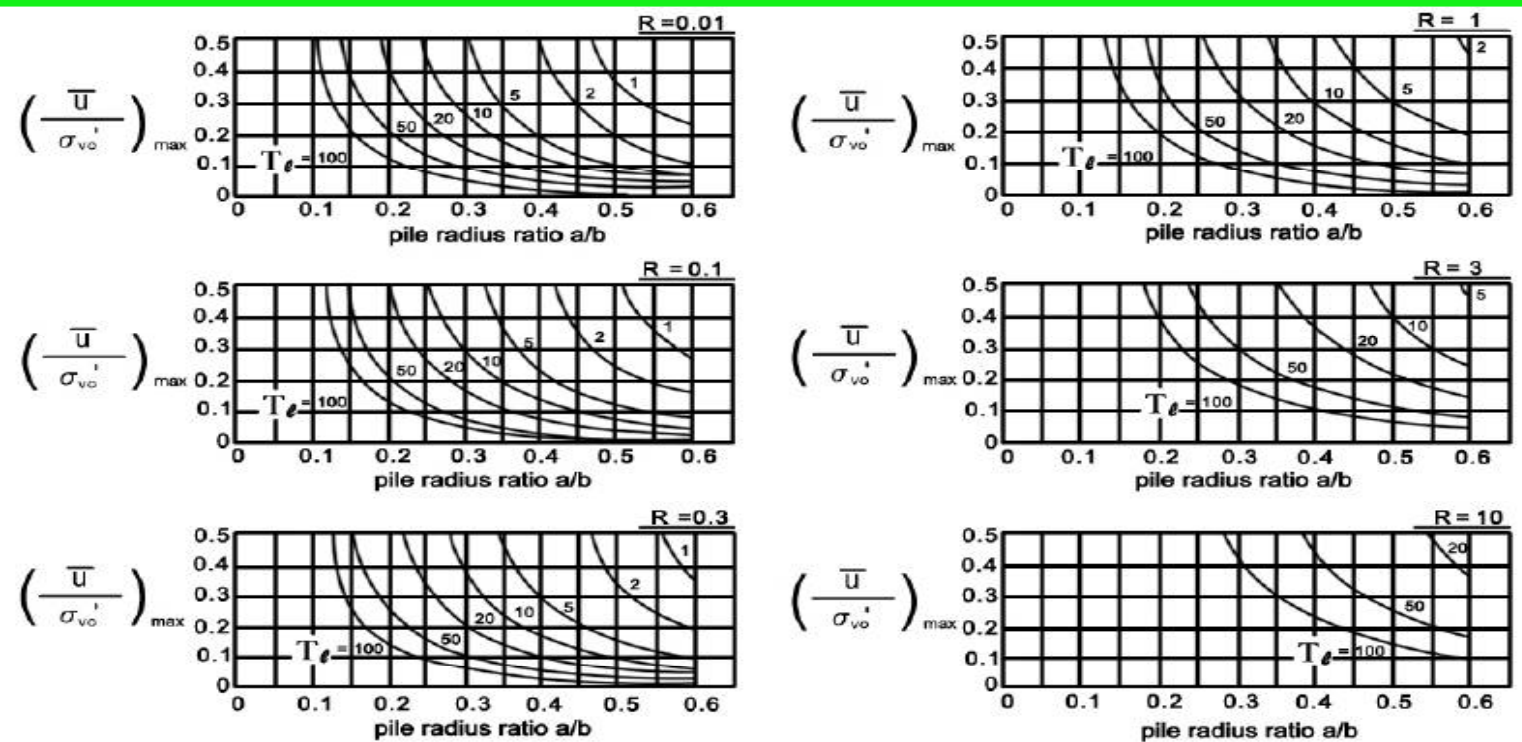
می توان از یک تحلیل پایداری که اثر فشار آب منفذی را در نظر می گیرد، به دست آورد. اگر شرط $(\bar{u}/\sigma'v_o) < 0.5$ برقرار باشد، فشار خاک برابر با مجموع فشار لرزه ای خاک و اضافه فشار آب منفذی خواهد بود.

مقدار اضافه فشار آب منفذی به شدت تحت تاثیر خطای موجود در منحنی مقاومت روانگرایی قرار دارد بنابراین با در نظر گرفتن دقت کلی طراحی، ممکن است به انجام ارزیابی دقیق تر نسبت اضافه فشار آب منفذی مجاز نیاز نباشد.

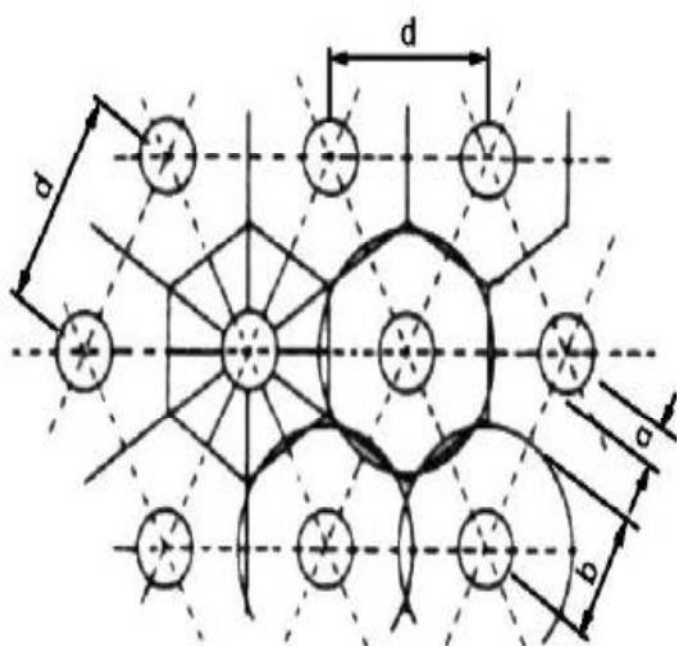
هنگامی که $\bar{u}/\sigma'v_{o\max} > 0.5$ اضافه فشار آب منفذی قابل توجه است و چنان چه $(\bar{u}/\sigma'v_o)_{\max} < 0.5$ می توان اثر آن را ناچیز در نظر گرفت.

گام ۴: با توجه به نیازمندی های طرح و عملکرد، نسبت اضافه فشار آب منفذی مجاز در طی زلزله

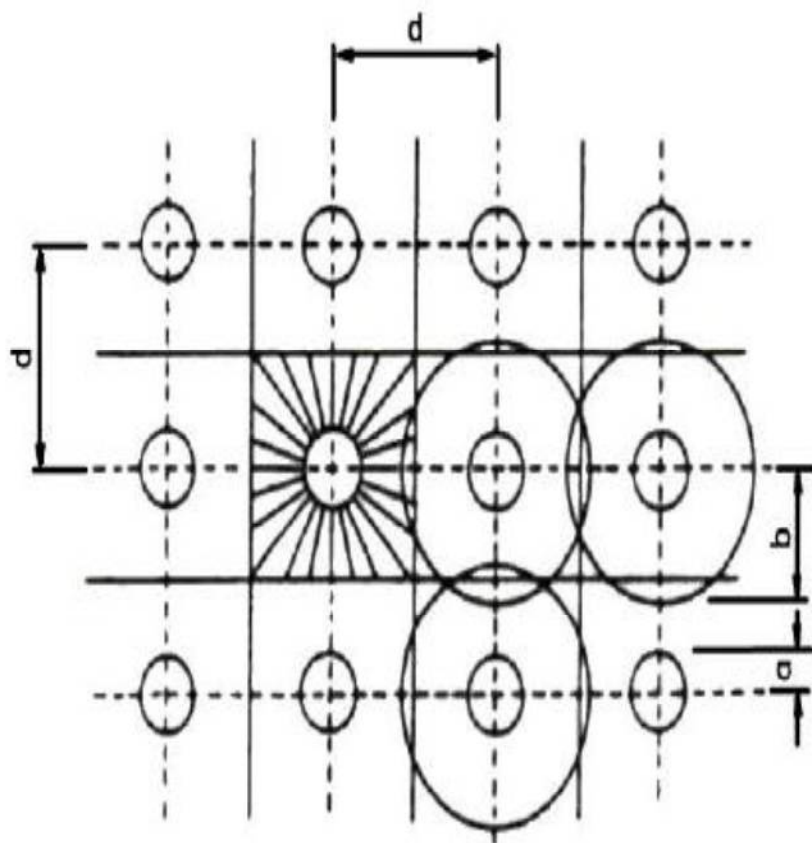
$(\bar{u}/\sigma'_{vo})_{\max}$ تعیین میشود. به معنی مقدار بیشینه ی تاریخچه ی زمانی نسبت اضافه فشار آب منفذی متوسط روی مقطع افقی خاک طبیعی اطراف زهکش شنی است نسبت قطر شمع زهکش (a/b) با استفاده از نمودارهای طراحی نشان داده شده در شکل های زیر بدست میاید. b شعاع سطح دایره ای موثر معادل زهکش می باشد



شکل ۸-۳۲- نمودارهای طراحی برای تعیین فاصله ی زهکش های شنی



(a) TRIANGLE INSTALLATION



(b) SQUARE INSTALLATION

شکل ۸-۳۳- شکل شماتیک سطح دایره‌ای موثر معادل و آرایش نصب زهکش‌ها

فاصله ي نصب زهکشا:

برای آرایش مثلثي متساوي الاضلاع $d=1/9b$ ←

برای آرایش مربعی $d=1/77b$ ←

ملاحظات طراحی

کوچکترین خطا در منحنی مقاومت روانگرایی پارامتر t_a را تحت تاثیر قرار می دهد. برای مثال بر اساس مطالعات Tanaka et al. (1984)، وجود خطای ۱۰ درصدی در منحنی مقاومت روانگرایی خطای ۷۵ درصدی در t_a را به دنبال دارد. علاوه بر این، منحنی مقاومت روانگرایی به کوچکترین دست خوردگی در نمونه ی خاک طبیعی حساس است. بنابراین اخذ نمونه های دست نخورده برای طراحی زهکش شنی باید با دقت و توجه زیاد صورت گیرد.

طراحی زهکش پلاستیکی

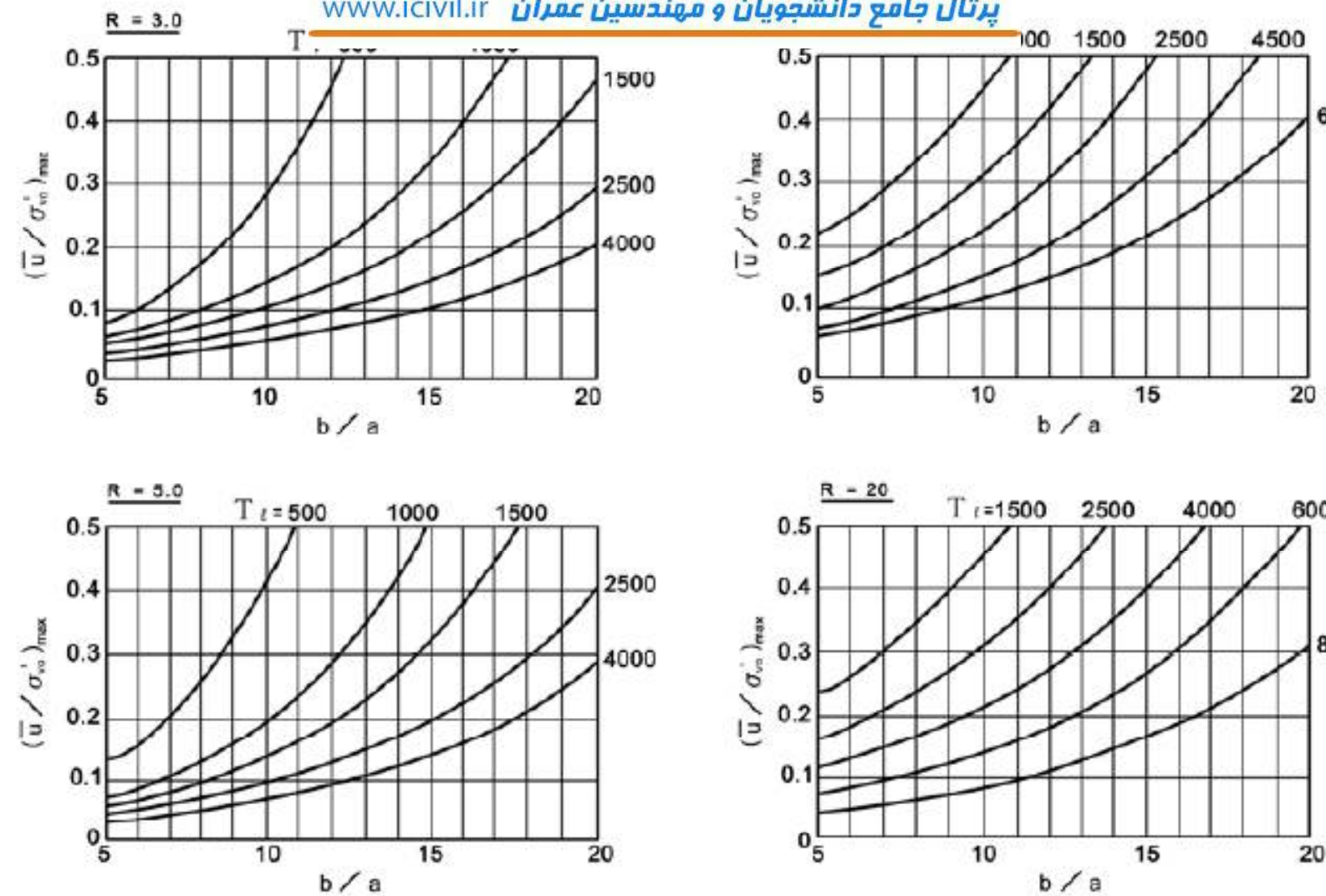
- ۱- داشتن نفوذپذیری به اندازه ی کافی بالا
- ۲- داشتن مقاومت کافی برای پایداری در برابر فشار خاک وارد بر زهکش
- ۳- داشتن ابزار مناسب به منظور جلوگیری از انسداد.

۱- مصالح



۲- مطالعه و آزمایش خاک: مشابه مواردی است که برای طراحی زهکش شنی بیان شد

۳- شعاع و فاصله ی نصب زهکش: روند طراحی مشابه زهکش شنی است هر چند سطح مقطع معادل زهکش پلاستیکی در حدود ۱۵/۰٪ زهکش شنی است



شکل ۸-۳۴- نمودارهای طراحی زهکش پلاستیکی

زهکشی آسفالت

این نوع زهکشی رami توان به چندین صورت انجام داد:

- ۱- ایجاد شیب عرضی یا دور: هدایت آب های سطحی از روی شانه ها به کانال ها و جداول کناری.
- ۲- ایجاد جزیره وسط (معمولا در بزرگ راهای چند خطه)
- ۳- لبه گذاری: لبه بیرونی شانه به ارتفاع ۴ اینچ برجسته ساخته میشود.
- ۴- کانال های جانبی: در حاشیه راه و به منظور جمع آوری آب های حاصله از جریان سطحی و زیر سطحی ساخته میشوند. میتوانند به شکل دوزنقه و مستطیل و یا گرد ساخته شوند شیب این کانال ها معمولا از یک به چهار برای کناره و یک به هشت برای نقاط دورتر تغییر میکند. طراحی این کانال ها به وسیله روش مانینگ صورت میگیرد
- ۵- زهکشی به وسیله ژئوسنتتیک ها
- ۶- به وسیله لیکا



پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران www.icivil.ir



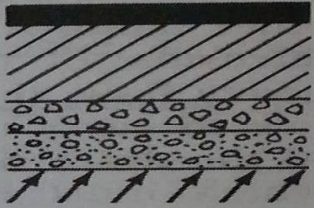
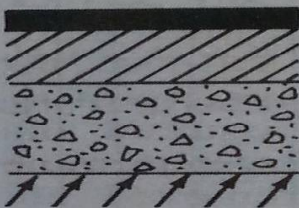
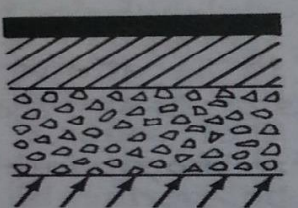
استفاده از پانلهای زهکش سه بعدی به خاطر بالا بودن باربری آن بهترین گزینه برای زهکشی زیر جاده ها، باندهای فرودگاه و ریل راه آهن می باشند.



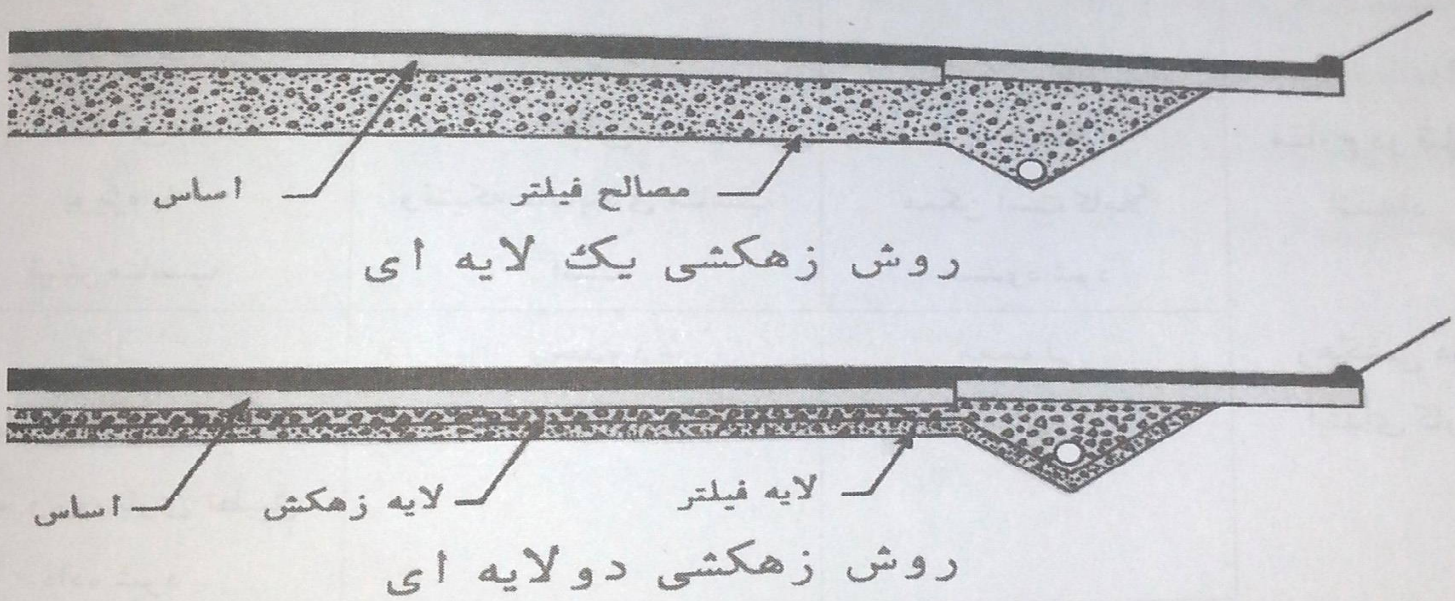
ملاحظات طراحی زهکشی سطحی-سطوح روسازی شده وسیع:

- ۱- یک نقشه توپوگرافی از منطقه مورد نظر و مناطق هم جوار
- ۲- یک نقشه که حاوی قرار گرفتن سطوح روسازی باشد
- ۳- یک نقشه از پروفیل ها و مقاطع شیب ها
- ۴- گمانه ها و مقاطع خاک
- ۵- کلیه اطلاعات در مورد بارندگی
- ۶- تغییرات دما
- ۷- اطلاعات آزمایشگاهی در مورد خواص نفوذ پذیری خاک
- ۸- اطلاعات هیدرولیکی و نمودارها و جداول لازم برای طراحی

جدول ۳-۳ شماتیک زهکشی برای روسازی

	قابل توصیه برای ظرفیت زیاد	متوسط ظرفیت محدود	ضعیف قابل انسداد
طرح زهکشی	سیستم دولایه شن با فضای زهکشی و لایه محافظ فیلتر	فیلتر با مصالح سنگی دانه بندی دارای دانه ریز کافی برای ممانعت از ورود خاک مجاور	سنگی بادانه بندی باز زهکشی فرانسوی و اساس ماکادامی
مقطع تیپ			
مقاوم در قبال انسداد	تراوش	تراوش	تراوش
زهکشی در ابتدای کار	عالی بویژه با فیلتر مناسب	عالی وقتی که دانه بندی مناسب است	ضعیف ممکن است کاملاً مسدود شود
زهکشی در طول دوره بهره برداری	عالی بایستی با نفوذ پذیری خاک و روسازی تطبیق داده شود	محدود	معمولی عالی
	عالی وقتی که خوب حفاظت شود	ثابت	معمولاً ضعیف ناشی از انسداد

در بزرگراهها معمولا شیب کمی اعمال میشود که این سبب کاهش قدرت عبور آب از مصالح اساس معمولی یا فیلتر میگردد. ظرفیت زهکشی رami توان با تند کردن شیب عرضی سابگرید افزایش داد ولی چنانچه ظرفیت بیشتری مورد نیاز باشد باید از سیستم دولایه ای استفاده کرد.



شکل ۳-۴ سیستم زهکشی یک و دولایه

مطالعه موردی

عنوان: بهسازی خاک با اجرای زهکش های قائم وپیش بارگذاری جهت غلبه بر

روانگرایی

موقعیت مکانی: استان هرمزگان -شهرستان بندرعباس

بیان مساله : با توجه به این که سطح آب زیرزمینی حدود 1/5 متری سطح زمین است و چون درهنگام زلزله فشار آب حفره ای نیز وجود دارد لذا خاک مقاومت خود

را از دست داده ، بنابراین لازم است بهسازی صورت گیرد

خطر نسبی زلزله: خطر نسبی منطقه زیاد است لذا شتاب مبنای طرح 0/3g در نظر گرفته شده و این احتمال برای زلزله با بزرگای 7 ریشتر بررسی شده است

دلیل استفاده از این روش: چون سطح آب زیرزمینی خیلی بالاست تراکم عملا تاثیر زیادی ندارد ومشکل لایه های پایین تر را حل نمی کند چون احتمالا در برخی روزهای سال امکان وقوع یخ بندان وجود دارد و همچنین به علت وجود فشار آب حفره ای بهتر است از زهکشی قائم وپیش بارگذاری استفاده شود.

در این مقاله به بررسی تجربیات عملی حاصل از مقاوم سازی و بهسازی خاک در بندر خلیج فارس که در طی یک دوره سه ماهه همراه با پیش بارگذاری جهت نشست اولیه مخازن نفتی و اجرای زهکش های قائم می پردازیم. به گونه ای که ابتدا دوگمانه یکی در نزدیکی ساحل و دیگری در فاصله ۱۰۰ متری از ساحل حفر شده تا شاخص های ژئوتکنیکی خاک برای هرگمانه تعیین می شوند. سپس با مقایسه تنش برشی لازم برای وقوع روانگرایی و تنش برشی ایجاد شده در عمق H می توان فهمید که در چه اعماقی از خاک روانگرایی رخ می دهد. برای محاسبه تنش های برشی از روابط **SEED&IDRISS** استفاده شده است.

* با استفاده از نتایج آزمایش تحکیم مشخصات لایه های خاک برای گمانه اول به صورت زیر است:

جدول ۱- مشخصات لایه های خاک

Depth(m)	U.S.C.S	γ_d	γ_{w_w}	e_o	c_v	$k(cm/s)$	c_c	c_s	$w\%$	c	ϕ
۰-۴	SM	۱۰,۸۸	۱۲,۶۴	۱,۴۵	-	$۴,۲ \times ۱۰^{-۳}$	-	-	۲۴	۰	۲۱,۶
۴-۱۰	ML	۱۷,۳۵	۱۹,۷۱	.۹۷	۱×۱۰^{-۳}	$۳,۱ \times ۱۰^{-۵}$	۰,۰۴	۰,۰۰۷۵	۱۳	۶	۱۸
۱۰-۱۶	ML	۱۳,۵۳	۱۵,۶۸	۱,۵۴	۱×۱۰^{-۳}	$۳,۱ \times ۱۰^{-۵}$	۰,۰۴	۰,۰۰۷۵	۲۵	۷	۱۳,۹
۱۶-۱۸	SM	۱۱,۷۶	۱۴,۷	۱,۳	-	$۴,۲ \times ۱۰^{-۳}$	-	-	۲۵	۰	۲۰

با توجه به مشخصات ارائه شده در دفترچه ژئوتکنیکی برای لایه های خاک در گمانه ۱ تا عمق حدود ۴ متر ماسه با تراکم متوسط، و همچنین از عمق ۴ متر تا عمق حدود ۱۶ متر جنس خاک (ML) می باشد بنابراین با توجه به نوع خاک در این لایه احتمال روانگرایی وجود ندارد. از عمق ۱۶ تا ۱۸ متری به ماسه شل برخورد شده است که با توجه به نتایج آزمایش S.P.T احتمال بروز روانگرایی در آن محتمل به نظر می رسد. همچنین احتمال بروز روانگرایی در نزدیکی سطح زمین نیز باید بررسی گردد. در اینجا برای بررسی احتمال روانگرایی از روابط ارائه شده توسط Seed & Idriss (۱۹۷۱) استفاده شده است. با توجه به کاهش احتمال روانگرایی بعد از اعمال سربار بر خاک محل، پتانسیل روانگرایی بعد از اعمال بار ناشی از مخازن پر بررسی شده است.

محاسبات تنش

حداکثر تنش برشی ایجاد شده در عمق h را می توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$\tau_{\max} = 0.65 \times \frac{\gamma h}{g} \times a_{\max \times z_d}$$

همچنین مقدار تنش برشی لازم برای بروز روانگرایی در لایه های خاک در عمقهای مختلف از رابطه زیر به دست آمده است.

$$\frac{\tau}{\sigma'_o} = \left(\frac{\sigma_{dc}}{2\sigma_a} \right) \times c_r \times \frac{D_r}{50}$$

مقادیر c_r و rd و $\frac{\sigma_{dc}}{2\sigma_a}$ با توجه به مشخصات خاک از نمودارهای ارائه شده توسط Seed & Idriss به دست می آیند.

* مقدار دانسیته نسبی برای عمق ۰-۴ متر برابر ۵۰ درصد و برای اعماق ۱۶-۱۸ متر ۱۰ درصد تخمین زده شده است

جدول ۲ - تنش برشی ایجاد شده در لایه های خاک در اثر زلزله به بزرگی ۷ ریشتر و شتاب زلزله ۰,۳g و تنش برشی لازم برای ایجاد روانگرایی در لایه های خاک قبل از اعمال بار مخازن

Depth(m)	$\tau_{\max} = 0.65 \times \frac{\gamma h}{g} \times a_{\max} \times r_d$	$\tau_{cu} = \sigma'_o \times \left(\frac{\sigma_{dc}}{2\sigma_a} \right) \times c_r \times \frac{D_r}{50}$
۲	۴,۲۱	۳,۵۸
۳	۶,۶۱	۴,۰۲
۴	۹,۰۱	۳,۷
۱۶	۳۷,۶۷	۳,۰۵
۱۷	۳۸,۰۹	۳,۱۷۲

جدول ۳ - تنش برشی ایجاد شده در لایه های خاک در اثر زلزله به بزرگی ۷ ریشتر و شتاب زلزله ۰,۳g و تنش برشی لازم برای ایجاد روانگرایی در لایه های خاک بعد از اعمال بار مخازن و محو فشار آب حفره ای

Depth(m)	$\tau_{\max} = 0.65 \times \frac{\gamma h}{g} \times a_{\max} \times r_d$	$\tau_{cu} = \sigma'_o \times \left(\frac{\sigma_{dc}}{2\sigma_a} \right) \times c_r \times \frac{D_r}{50}$
۲	۲۵,۳۸	۲۱,۶
۳	۲۵,۶۵	۲۰,۳۳
۴	۲۶,۲۲	۱۵,۷۳
۱۶	۴۲,۹۹	۴
۱۷	۴۲,۸	۴,۰۶
۱۸	۴۲,۷	۴,۱۱

با توجه به مقادیر به دست آمده برای تنش برشی ایجاد شده و تنش برشی لازم برای روانگرایی مشاهده می شود که لایه های خاک در اعماق ۰-۴ متر و ۱۶-۱۸ متر برای زلزله طرح مستعد روانگرایی می باشند و باید با استفاده از چاههای زهکش تثبیت شوند.

برای گمانه‌زدی سلسله به سلسله بهترین است، هر سلسله را کل لایه وقوع روانگرایی محتمل به نظر می‌رسد.

جدول ۴ - مقادیر مشخصه های مکانیکی تخمین زده شده برای گمانه ۲

Depth(m)	U.S.C.S	γ_d	$\gamma_{d\gamma_w}$	e_o	D_r	$k(cm/s)$	$w\%$	c	ϕ	E(kg/cm ²)	ν
0-25	SM	11.1	12.5	1.45	20	4.2×10^{-2}	24	-	24	96	0.2

جدول ۵ - تنش برشی ایجاد شده در لایه های خاک در اثر زلزله به بزرگی ۷ ریشتر و شتاب زلزله ۰.۳g و تنش برشی لازم برای ایجاد روانگرایی در لایه های خاک برای گمانه ۲

Depth(m)	$\tau_{\max} = 0.65 \times \frac{\gamma h}{g} \times a_{\max} \times r_d$	$\tau_{cu} = \sigma'_o \times \left(\frac{\sigma_{dc}}{2\sigma_a} \right) \times c_r \times \frac{D_r}{50}$
0	0	0
3	10.69	1.1
6	21.71	2.6
9	32.5	3.46
12	40.35	4.52
15	46.5	5.2
18	48	5.56
21	50.35	6.24

راه کار اجرایی:

ابتدا با توجه به سستی و نامناسب بودن خاک، خاکبرداری به ارتفاع ۱/۲ متر انجام شده سپس چاه های زهکشی اجرا شده و بعد از آن یک لایه زهکش افقی با شیب طولی ۱/۱۰۰۰ به ضخامت متوسط ۳۰ سانتی متر جهت هدایت آب زیرزمینی زهکش شده توسط چاه های زهکشی و همچنین یک بستر ارتجاعی همگن جهت یکنواختی نشست خاک اجرا شده است. سپس با خاکریزی در لایه های ۱۵ سانتی و تراکم دینامیکی آن تا میزان ۹۵٪ شروع به اجرای فنداسیون مخازن کرده اند.

شکل ۵ - دتایل اجرا شده بهسازی خاک

