

دستورالعمل نصب لوله‌های کاروگیت



مقدمه:

طیف گسترده ای از لوله با جنس های مختلف همچون **لوله کاروگیت** وجود دارد که بصورت دفنی برای انتقال یا ذخیره سازی فاضلاب استفاده می شود. تمامی لوله ها به دو گروه اصلی لوله های صلب و انعطاف پذیر تقسیم می شوند. در حالیکه لوله های صلب و انعطاف پذیر رفتارهای کاملاً متفاوتی در شرایط نصب از خود نشان می دهند اما روش نصب و کیفیت آن برای هر دو گروه از اهمیت یکسانی برای عملکرد موفقیت آمیز در بلند مدت برخوردار است. زمانی که لوله ها با جنس های مختلف را بررسی می کنیم، نتیجتاً استحکام سیستم به خود لوله و خاک دربرگیرنده آن بعنوان دو مولفه ای که با یکدیگر در اندرکنش هستند و تحت عنوان سیستم خاک-لوله تعریف می شوند وابسته است و خاک و لوله جمعاً باهم بارهای وارده را تحمل می کنند. توصیه های موجود در این دستورالعمل نصب بر پایه استاندارد ASTM D۲۳۲۱ "روش استاندارد برای نصب و کارگذاری دفنی لوله های ترموپلاستیک برای مصارف فاضلابی و سایر کاربردهای ثقلی" می باشد. در این بخش ما در باره ی جابجایی و حمل در محل نصب (کارگاه)، حفر ترانشه، انتخاب خاکریز و جایگذاری و همچنین چند جنبه دیگر از مشخصات فنی نصب لوله ها کاروگیت بحث می کنیم.

حمل و نقل، جابجایی و انبار لوله های کاروگیت:

لوله های ترموپلاستیک از قبیل لوله های کاروگیت پلی اتیلنی و پلی پروپیلنی دارای ویژگی هایی هستند که آن ها را به گزینه ای ایده ال جهت کاربری های دفنی تبدیل کرده است. لوله ترموپلاستیک سبک وزن است و بهمین علت براحتی می توان با دست یا با ماشین آلات سبک آن ها را جابجا کرد. این لوله ها همچنین بسیار با دوام بوده و معمولاً از مقاومت بالایی در برابر ضربه، تخریب اشعه ماورابنفش و اکثر مواد شیمیایی برخوردار هستند. اما با این وجود همانند تمامی لوله های دیگر برای لوله های کاروگیت مجموعه ای از اقدامات اساسی احتیاطی وجود دارد که برای کاهش احتمال هرگونه آسیب و اطمینان از عملکرد بدون نقص آن ها باید مدنظر قرار گیرد. در این دستورالعمل روش هایی برای حصول اطمینان از عدم آسیب دیدگی قبلی، در حین و بعد از نصب معرفی می شود.

بازرسی:

زمانی که لوله های کاروگیت به محل پروژه می رسد قبل از تایید نهایی و تحویل بار، یک مرحله بازرسی باید صورت پذیرد تا صحت تمام لوله، هم از لحاظ تعداد و هم از لحاظ عدم آسیب دیدگی بررسی شود. تمام لوله های کاروگیت تولیدی شرکت ناب زیست دارای یک برچسب شناسایی هستند که بر روی آن نام محصول تولیدی، ساینز اسمی لوله و استاندارد ی که بر طبق آن لوله ساخته شده است درج شده است.

تخلیه و انبارش:

قبل از تخلیه لوله ها باید یک محوطه مناسب در کارگاه در نظر گرفته شود تا لوله ها و متعلقات آن انبار شوند. این محوطه باید کاملاً مسطح بوده و عاری از هرگونه آوار و مخاطراتی از قبیل سنگ های درشت، نخاله های ساختمانی و

مواد شیمیایی خطرناک باشد. همچنین محوطه در نظر گرفته شده برای انبار باید به اندازه ی کافی ترافیک ماشین آلات ساختمانی دور باشد تا از احتمال هرگونه برخورد جلوگیری شود.

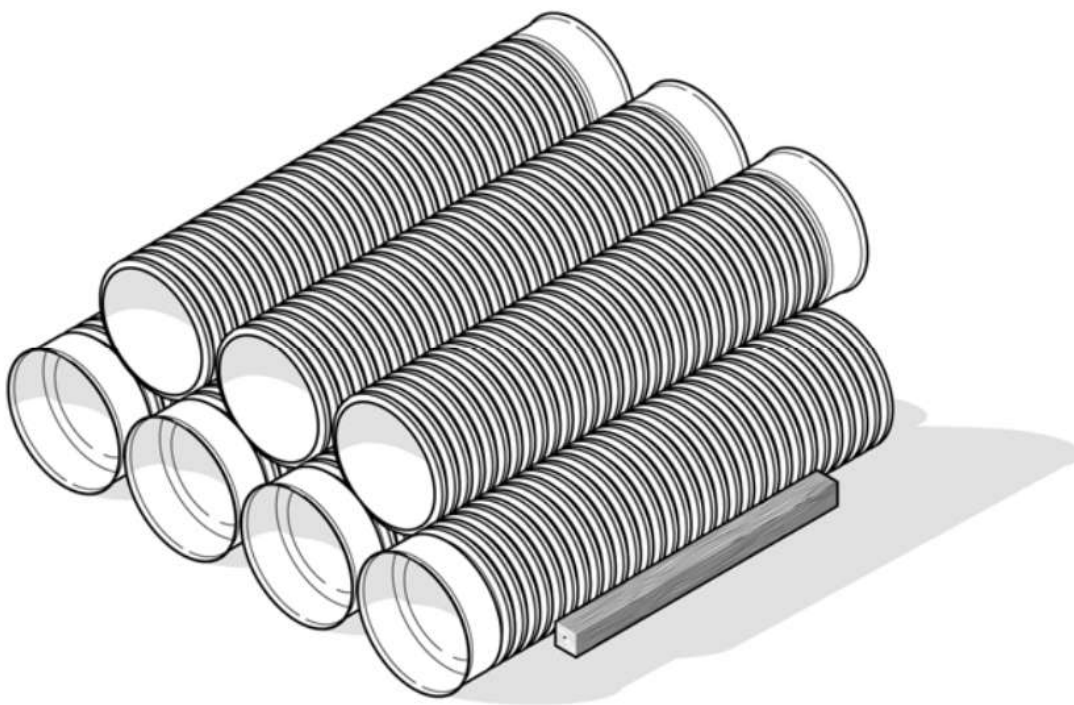
لوله‌های کاروگیت ناب زیست با توجه به نوع و تعداد لوله به یکی از دو حالت زیر در محل پروژه تحویل داده می شوند:

✓ بدون پالت

✓ بسته بندی و به همراه پالت

لوله‌های بدون بسته بندی پالتی با غلتاندن دقیق و با احتیاط لوله بر روی چنگال های یک لودر تخلیه از جلو و سپس قرار دادن بر روی زمین می توان تخلیه کرد. روش جایگزین دیگر، تخلیه لوله‌ها با استفاده از سطح شیبدار یا تسمه می باشد.

لوله‌های بسته بندی پالتی نیز به کمک بیل مکانیکی و با تسمه‌های پلاستیکی یا کابل یا به استفاده از شاخ های لیفتراک تخلیه می شوند. پالت ها را باید با کابل های پیچیده شده در اطراف پالت ها برداشت. شاخهای لیفتراک را بیش از حد زیر پالت ها قرار ندهید، زیرا ممکن است انتهای شاخ ها به پالت های مجاور آسیب وارد کند، یا سایر پالت ها را به طرف مقابل کامیون فشار دهید. لوله هایی که با پالت هستند می توانند تا زمانی که نصب شوند روی پالت ها باقی بمانند. لوله‌هایی که کوپلر سرخود هستند در زمان انبار کردن باید سرها بصورت تناوبی در جهت مخالف یکدیگر بر روی هم قرار گیرند تا از تغییر شکل کوپلر ها ممانعت شود.

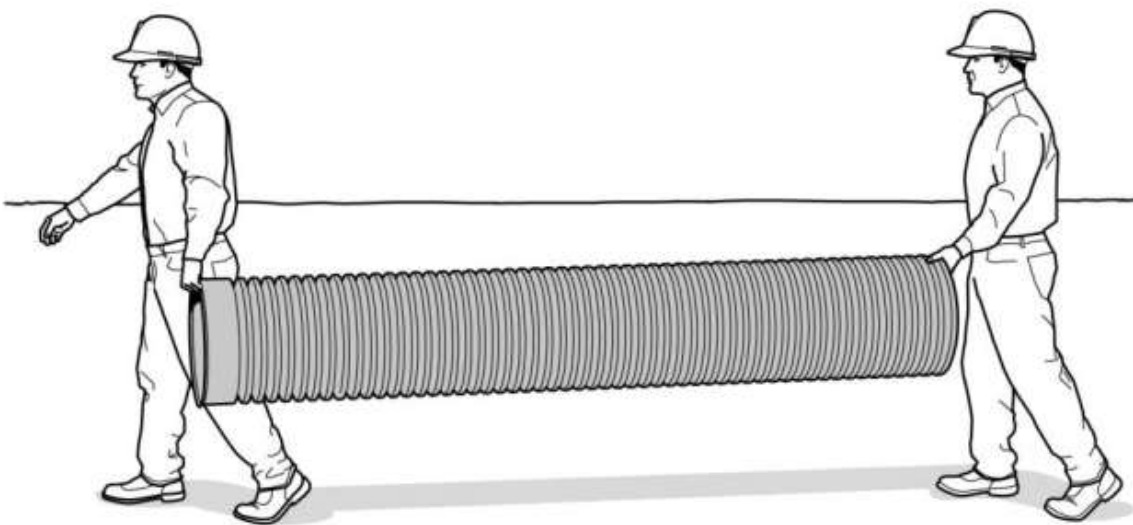


شکل ۱: روش صحیح انبار کردن لوله‌ها در جهت مخالف

همچنین لوله‌هایی با واشرهای نصب شده در کارخانه باید به گونه ای قرار بگیرند که واشرها در محل فرورفتگی کنگره‌های لوله مجاور آن قرار بگیرند. اتصالات اضافی، واشر و سایر لوازم جانبی دیگر نیز باید در یک مکان امن و مناسب ذخیره شود.

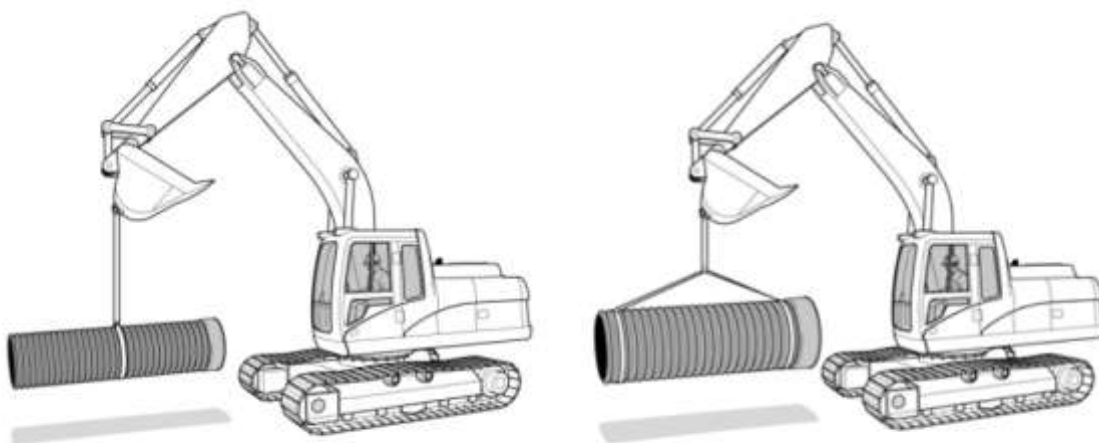
جابه جایی و قرار دادن لوله‌ها در مسیر ترانشه قبل از کارگذاری:

لوله‌های کاروگیت پلی اتیلنی در مقایسه با لوله‌های دیگر از مزیت سبکی وزن برخوردارند اما با این وجود تخلیه و جابه جایی آن‌ها می تواند مخاطره آمیز باشد. بلند کردن و جابجایی قطرهای پایین (سایز ۱۱۰ تا ۴۰۰ میلیمتر) براحتی با دست قابل انجام است (شکل ۲).



شکل ۲: حمل لوله‌ها تا سایز ۴۰۰ میلیمتر

بلند کردن لوله‌های با قطر بزرگتر (۵۰۰ میلیمتر و بالاتر) نیاز به استفاده از بیل مکانیکی یا تجهیزات دیگر دارد. لوله باید به طور تراز و با تسمه برداشته شود تا لوله روی زمین کشیده نشود. استفاده از زنجیر یا کابل‌های فلزی می‌تواند به طور بالقوه لوله را خراب کند و استفاده از آنها توصیه نمی‌شود.



شکل ۳: بلند کردن صحیح لوله‌های کاروگیت با قطر بزرگ توسط بیل مکانیکی



شکل ۴ : روش غیر قابل قبول بلند کردن لوله‌های کاروگیت با قطر بالا (عدم تراز بودن لوله و کشیده شدن روی زمین)

قرار دادن لوله‌های کاروگیت در امتداد ترانشه مورد نظر عملیاتی است که معمولاً همزمان با بلند کردن لوله انجام می‌شود. لوله‌های کاروگیت باید بنحوی در امتداد ترانشه قرار بگیرند که در عملیات حفر ترانشه خللی وارد نکنند. جهت جلوگیری از غلطیدن لوله‌ها به داخل ترانشه و ایجاد تغییر شکل‌های ناخواسته در لوله باید از یکسری ساپورت‌ها و موانع برای فیکس کردن لوله‌ها استفاده شود.

حفر ترانشه:

با توجه به مخاطرات ذاتی حفر ترانشه، باید اقدامات احتیاطی ویژه‌ای در زمان حفر صورت پذیرد. اولین و مهمترین اقدام این است که ترانشه باید به گونه‌ای حفاری شود که دیوارهای آن تحت هر شرایط عملیاتی پایدار بماند. دیوارهای ترانشه باید مطابق با تمام دستورالعمل‌های ایمنی شیب دار بوده یا توسط یک سری ساپورت تقویت شوند. بمنظور رعایت ملاحظات ایمنی، عرض ترانشه را تا حدی که دیواره‌های آن پایدار باشد می‌توان بزرگتر حفر کرد. عرض ترانشه باید تا حد امکان باریک باشد تا از مزیت مقاومت طبیعی خاک متراکم درجا استفاده شود و در عین حال به اندازه‌ای عریض باشد که فضای لازم برای ایجاد خاک ریز مناسب و استفاده از تجهیزات متراکم کردن خاک (کمپکتور) را فراهم کند.

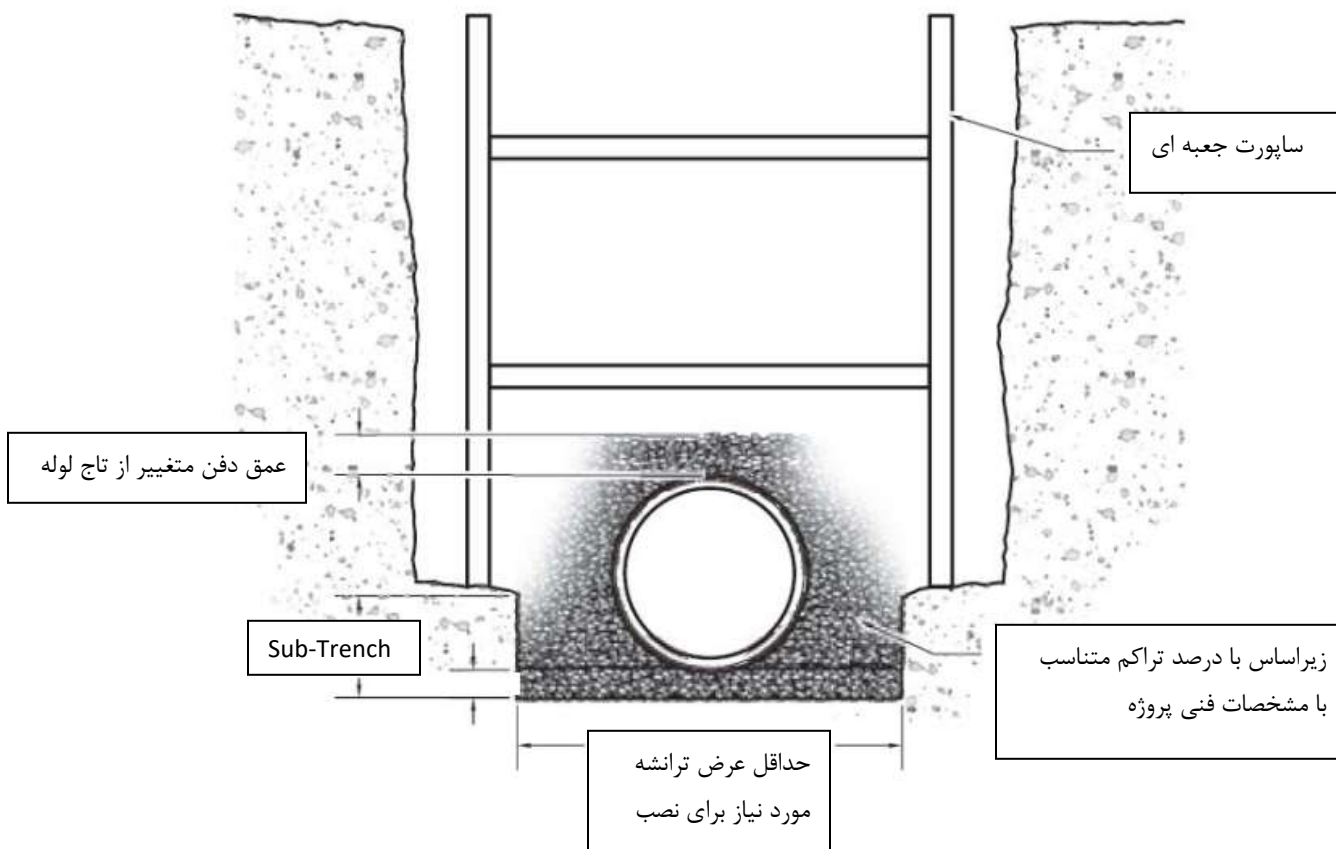
با استفاده از دستورالعمل های ارائه شده در استاندارد ASTM D۲۳۲۱ و ASHTO Bridge Construction و Specifications Section ۳۰ شرکت ناب زیست برای حفر ترانشه عرض های زیر را بر اساس قطر لوله های کاروگیت پیشنهاد می کند:

حداقل عرضه ترانشه (mm)	قطر لوله (mm)
۵۰۰	۱۱۰
۵۵۰	۱۲۵
۶۰۰	۱۶۰
۶۵۰	۲۲۵
۷۰۰	۳۰۰
۷۵۰	۳۱۵
۸۵۰	۴۰۰
۱۰۰۰	۵۰۰
۱۲۵۰	۶۰۰
۱۵۰۰	۷۰۰
۱۶۵۰	۸۰۰
۲۰۰۰	۱۰۰۰
۲۲۵۰	۱۲۰۰
۲۶۰۰	۱۴۰۰

عرض ترانشه برای قطرهای کوچک (قطر ۳۰۰ و کمتر از آن) کاملاً وابسته به کوچکترین باکت بیل مکانیکی موجود برای حفر ترانشه می باشد و معمولاً عرض ترانشه بیش از موارد توصیه شده ی فوق خواهد شد.

ترانشه با دیواره‌های ناپایدار:

با توجه به طبیعت ناپایدار برخی از خاکها، برای جلوگیری از ریزش دیواره‌ها، ممکن است خاکبرداری بیش از حد لازم داشته باشد. در این موارد عرض ترانشه باید بر اساس ارزیابی خاک درجا و میزان بار پیش بینی شده تعیین شود. راهکار دیگر امکان استفاده از ساپورت های جعبه ای برای نگهداری دیواره‌های ترانشه است تا محیط کار ایمنی را در مرحله لوله گذاری فراهم آورد. باتوجه به طراحی ساپورت جعبه ای ممکن است نیاز به ایجاد Sub-Trench باشد تا از هرگونه برخوردی بین ساپورت و خط لوله جلوگیری شود. نمونه ای از Sub-Trench در شکل شماره ۵ نمایش داده شده است.



هنگام کار با ساپورت های جعبه ای، جلوگیری از اختلال در نصب لوله در هنگام جابجایی ساپورت بسیار مهم است. اگر ساپورت ترانشه بدون ایجاد اختلال در خط لوله یا خاکریز اولیه قابل برداشتن نیست، باید مرحله به مرحله و بصورت بخش بخش برداشته شود. قبل و در حین نصب آب درون ترانشه باید کنترل شود. لوله های کاروگیت فقط تحت شرایط خشک؛ بدون جاری شدن هر گونه آب سطحی یا غیر سطحی و یا آب جمع شده و ساکن در ترانشه باید نصب شوند. به همین علت برای کنترل منابع آب های سطحی و غیر سطحی می توان یکی از روش های زیر را بکار بست:

استفاده از پمپ های لجن کش - استفاده از فرش زهکش / پهنه زهکش - حفر چاه یا چاهک های زهکشی - بکارگیری سپرهای مقاوم در برابر نفوذ آب

کنترل منابع آب باید تا زمانی که مرحله خاکریز اولیه بطور کامل انجام می شود و همچنین بخش قابل قبولی از مرحله خاکریز نهایی اجرا می شود ادامه یابد تا از شناور شدن لوله کاروگیت جلوگیری شود. حتی در صورت لزوم ممکن است به موانعی که از شناور شدن لوله ی کاروگیت جلوگیری می کنند مانند ستون ها یا لنگرها نیاز باشد.

فونداسیون (بستر نصب لوله)

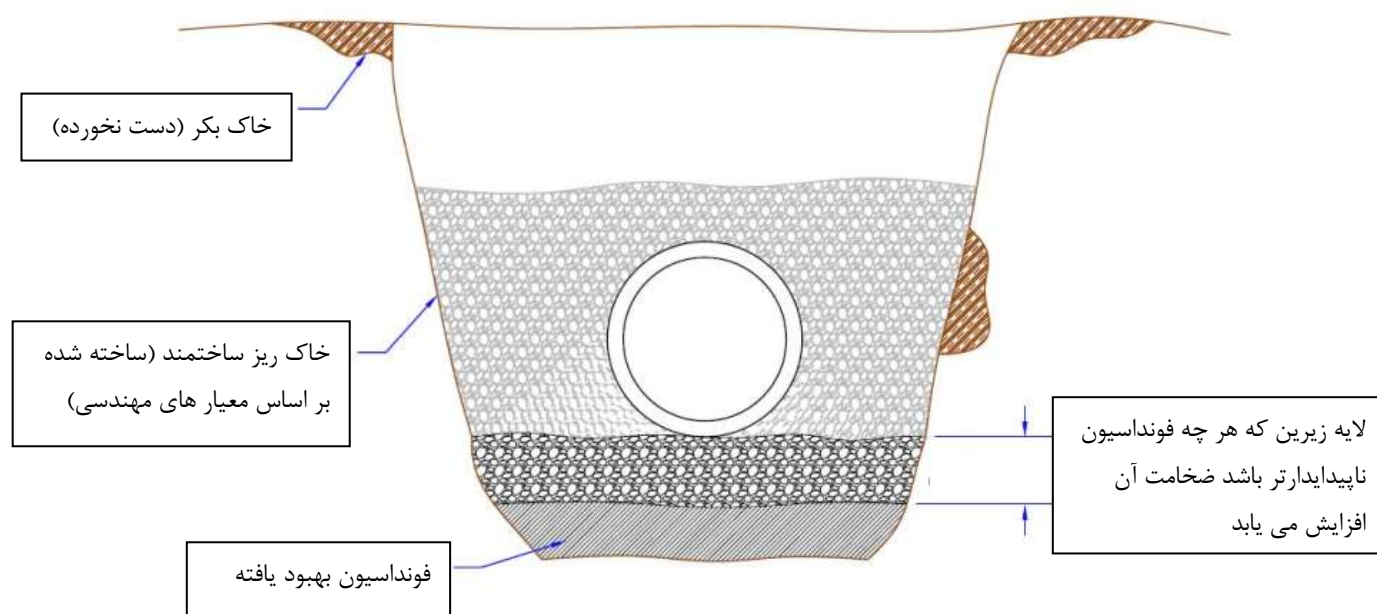
به خاک زیر لوله (بستر) فونداسیون اطلاق می شود و همانند دیواره های ترانشه از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و یکی از کلیدی ترین پارامتر های نصب لوله های کاروگیت می باشد. جنس مواد فونداسین باید به گونه ای باشد که از پایداری و ثبات کافی برخوردار بوده و بتواند نقش تقویت کننده برای لوله کاروگیت را ایفا نماید تا از نشست های اضافی جلوگیری بعمل آید. در بسیاری از موقعیت ها خاک در جا (خاک موجود در محل) پایدار بوده و می تواند یک فونداسیون مناسب را فراهم کند. مشخصا به خاکی پایدار گفתי می شود که فردی بتواند بر روی آن راه برود بدون اینکه در آن اثری از رد پای فرد باقی بماند یا حتی فرد احساس کن که خاک زیرپایش جابه جا می شود. اگر با خاک های ناپایدار همانند خاک آلی (خاک متشکل از شاخ و برگ و ریشه درختان) مواجه هستید یکی از راه های معمول اصلاحی برداشتن و جایگزین کردن آن با خاک پایدار می باشد. با این وجود قبل از نصب لوله های کاروگیت برای بهبود و مقاوم سازی فونداسیون چندین روش وجود دارد که به شرایط خاک بستگی دارد:

تقویت : خاک های نرم با افزودن خاک خشک، ژئوتکستایل های پایدارساز یا مواد ژئوگرید و یا اضافه کردن آهک و سپس کمپکت کردن پایدار می شوند.

جابجا کردن : خاک های مرطوب را با برداشتن و قرار دادن مصالح رویی مانند مصالح با دانه بندی درشت در کف تا حدی که فونداسیون کاملا مستحکم و پایدار شود.

ترمیم کردن: خاک های سست را می توان با کمپکت کردن و در نتیجه افزایش چگالی ترمیم نمود.

برداشتن : خاک هایی که غیر قابل استفاده هستند باید بطور کامل حفر شوند و با مواد مناسب جایگزین شوند.



با توجه به منحصر بفرد بودن شرایط هر پروژه روش و نوع مصالح مصرفی برای ساخت فونداسیون باید توسط مهندس ژئوتکنیک انتخاب گردد.



فونداسیون های صلب / سخت

مصالح صلب در کف ترانشه، از قبیل سنگ، مشکلاتی به همراه دارد. برای محافظت از لوله کاروگیت به ضخامت لایه زیرین تحت نظارت مهندس ژئوتکنیک باید ۱۶۰ تا ۲۵۰ میلیمتر اضافه شود. برای جا دادن این افزایش ضخامت لایه زیرین در ترانشه و دستیابی به سطح تراز و شیب مورد نظر در خط لوله ممکن است نیاز شود که ترانشه با عمق بیشتری حفر شود.

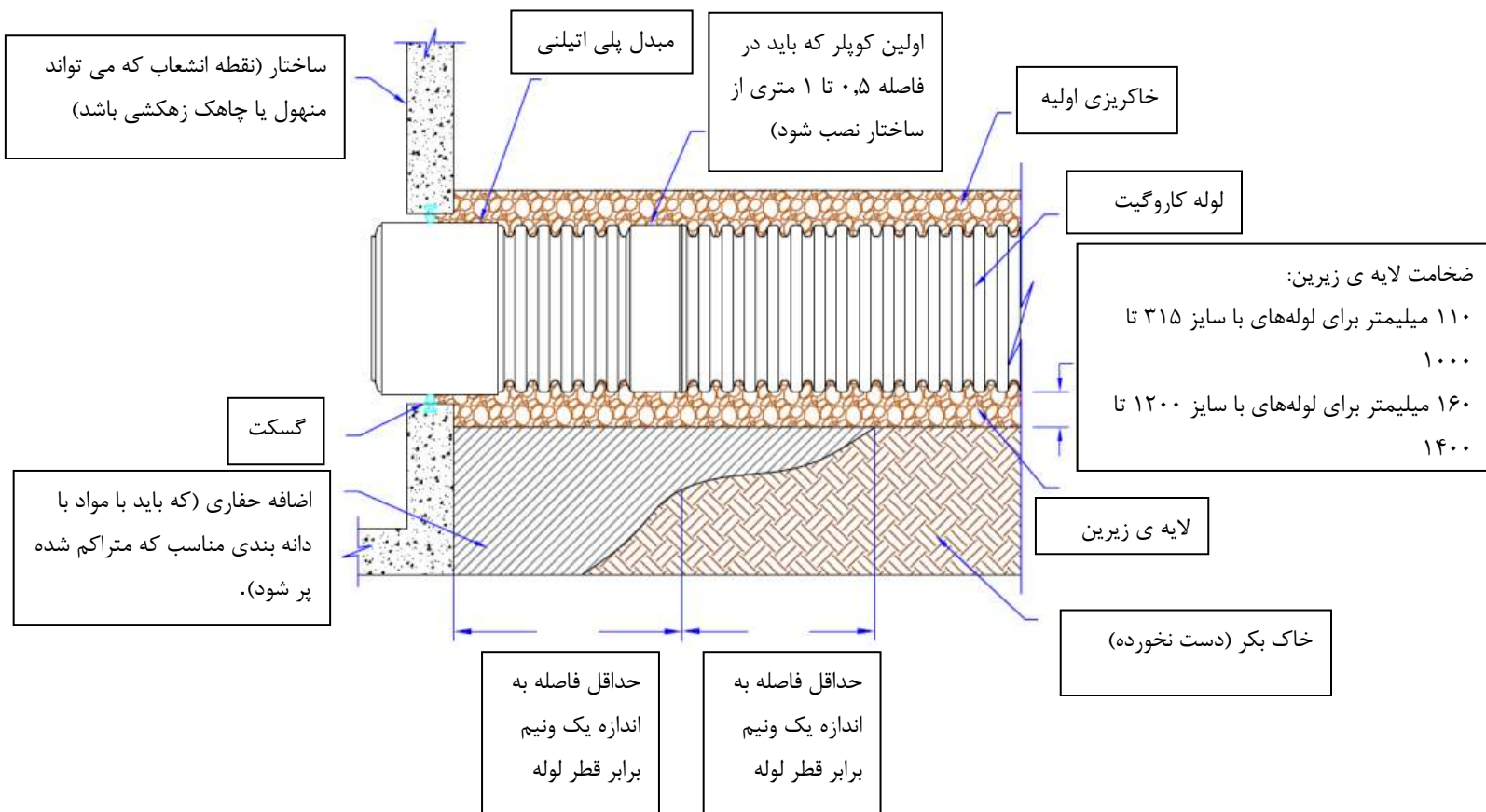
فونداسیون ناهمگن

در حالتی که یک فونداسیون صلب در مجاورت فونداسیون نرم قرار دارد احتمال آسیب دیدن لوله کاروگیت وجود دارد. این فونداسیون های ناهمگن با نرخ های متفاوتی نشست می کنند و در نتیجه ایجاد فرورفتگی (گودال) می کنند. به منظور متعادل کردن و بهبود شرایط، بخش های کوتاهی از لوله که دارای اتصالات و یا کوپلر هستند باید در این نقاط بینابینی (نقطه ی تغییر از حالت صلب به نرم و برعکس) قرار گیرند تا این نشست های متفاوت را دفع کنند.

فونداسیون در نزدیکی منهول ها و ساختمان های چاهک جمع آوری

ایجاد ترانشه برای شبکه هایی که ساختارهای اتصال انشعبات از قبیل منهول ها و چاهک های جمع آوری را دربر دارد نیاز به حفاری بیشتری دارد. در این شرایط برای ساخت فونداسیون نیاز به مصالح پر کننده ی متراکم ساختاری یا مصالحی که قابلیت کنترل مواد با مقاومت کمتر را دارند می باشد. همچنین باید از یک مبدل پلی اتیلنی برای ایجاد

امکان نشست های ناهمگن بدون اینکه تغییری در ساختار لوله ی کاروگیت بوجود آید استفاده شود. اولین اتصال باید در فاصله ای ۰,۵ تا ۱ متری از از نقطه ی انشعاب نصب شود.



شکل : نمونه ای از روش اجرای اتصال لوله ی کاروگیت به ساختار انشعابی (مانند منهول یا چاهک های زهکشی)

لایه ی زیرین

مصالح لایه زیرین در کف ترانشه و مابین فونداسیون و کف لوله قرار می گیرند. لایه ی زیرین دو وظیفه ی اصلی زیر را به عهده دارد:

وظیفه ی اول: فراهم کردن یک ساپورت طولی یکنواخت برای لوله کاروگیت
وظیفه دوم: توزیع یکنواخت بار های وارده به کف لوله

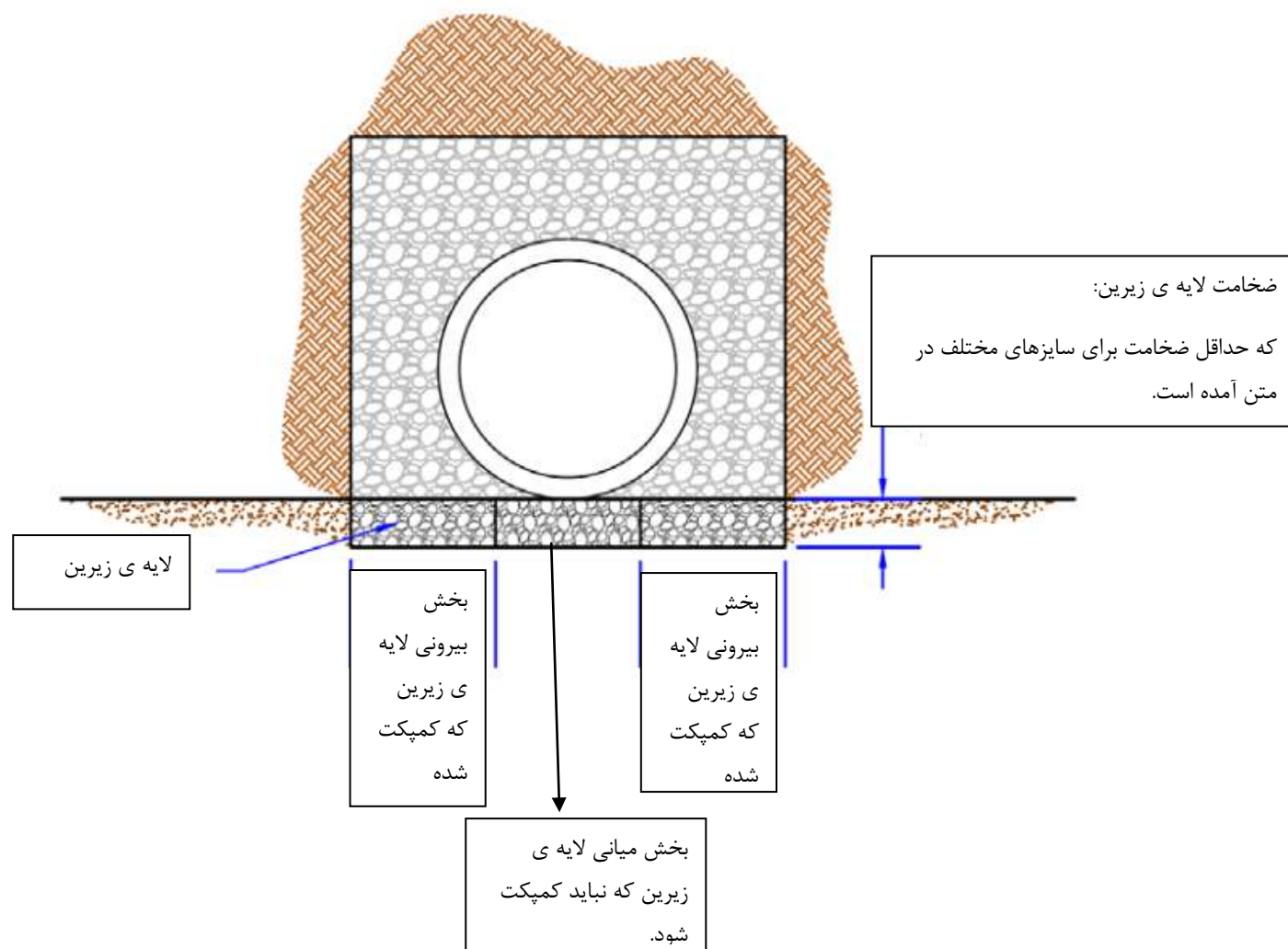
حداقل ضخامت مورد نیاز لایه ی زیرین برابر با ۱۱۰ میلیمتر برای سایزهای ۳۱۵ تا ۱۰۰۰ و ۱۶۰ میلیمتر برای سایز ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ می باشد. مصالحی که برای لایه زیرین پیشنهاد می گردد شامل مصالح کلاس I، کلاس II و کلاس III مطابق طبقه بندی انجام شده در جدول زیر می باشد. بزرگترین سایز دانه های مصالح لایه زیرین نباید از ۳۰

میلیمتر تجاوز کند. اگر قرار است لایه زیرین بعنوان زهکش نیز مورد استفاده قرار گیرد می توان از مصالح با دانه بندی بزرگتر و تمیز تر استفاده نمود به شرط آنکه اندازه دانه ها از اندازه مجاز بیشینه (یعنی ۳۰ میلیمتر) تجاوز نکند.

ASTM D2321		ASTM D2487		Percentage Passing Sieve Sizes				Atterberg Limits	
Class	Type	Notation	Description	AASHTO M43 Notation	1 1/2 in.	No. 4	No. 200	LL	PI
					(40 mm)	(4.75 mm)	(0.075 mm)		
IA	Manufactured Aggregates; clean open-graded	N/A	Angular crushed stone or rock, crushed gravel, broken coral, crushed slag, cinders or shells; large voids with little or no fines	5	100%	≤10%	<5%	Non Plastic	
IB	Manufactured processed aggregates; dense-graded, clean	N/A	Angular crushed stone or other Class IA material and stone/sand mixtures; little or no fines	56	100%	≤50%	<5%		
II	Coarse-Grained Soils, clean	GW	Well-graded gravel, gravel/sand mixtures; little or no fines	57	100%	<50% of "Coarse Fraction"	<5%	Non Plastic	
		GP	Poorly-graded gravels, gravel sand mixtures; little or no fines	6		>50% of "Coarse Fraction"			
		SW	Well-graded sands, gravelly sands; little or no fines	67					
		SP	Poorly-graded sands, gravelly sands; little or no fines						
	Coarse-Grained Soils, borderline clean/fines	e.g. GW-GC, SP-SM	Sands and gravels which are borderline between clean and with fines			Varies	5% to 12%	Non Plastic	
III	Coarse-grained soils with fines	GM	Silty gravels, gravel/sand/silt mixtures	Gravel and sand with <10% fines	100%	<50% of "Coarse Fraction"	12% to 50%		<4 or "A" line
		GC	Clayey gravels, gravel/sand/clay mixtures			<7 or <"A" Line			
		SM	Silty sands, sand/silt mixtures			>4 or <"A" Line			
		SC	Clayey sands, sand/clay mixtures			>7 or <"A" Line			
IVA	Fine-Grained Soils (inorganic)	ML	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands, silts with slight plasticity		100%	100%	>50%	<50	<"A" Line
		CL	Inorganic clays of low to medium plasticity; gravelly sandy, or silty clays; lean clays						>"A" Line
IVB	Fine-Grained Soils (inorganic)	MH	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic silts		100%	100%	>50%	>50	<"A" Line
		CH	Inorganic clays of high plasticity, fat clays						>"A" Line

جدول ۱: طبقه بندی خاک ها براساس استاندارد های ASTM و AASHTO

لایه زیرین به سه بخش تقسیم می شود که دو بخش کناری باید متراکم (کمپکت) شوند ولی بخش میانی که دقیقا در زیر لوله کاروگیت قرار دارد و کفبند (کف کانال) نامیده می شود نباید متراکم شود (شکل زیر). هدف از کفبند فراهم کردن ساپورت یکنواخت در زیر لوله کاروگیت است.



شکل : جانمایی نحوه ی اجرای لایه زیرین

لایه ی زیرین باید به نحوی اجرا شود که کف کانل در زمان خاکریزی بر روی لوله کاروگیت کف لوله در شیب مناسبی قرار داشته باشد. باید به این نکته توجه نمود که احتمال بروز نشست لوله زمانی که بر روی خاک کمپکت نشده و یا خاک سست قرار می گیرد وجود دارد. برای تراز کردن لوله نباید از فشار بکت بیل مکانیکی استفاده شود. همچنین در لایه ی زیرین نباید خاک بصورت توده ای و یا کلوخه وجود داشته باشد زیرا منجر به ایجاد بار نقطه ای برای لوله ی کاروگیت می شود.

