

بسم الله الرحمن الرحيم



برای شرکت در دوره های آموزشی حضوری و آنلاین ، تهیه فیلم ها و
جزوات برتر عمرانی به وبسایت گروه مهندسی سبزه سازه مراجعه
نمایید و از بهترین ها لذت ببرید.



معرفی

شمع درجا از خانواده شمع های بتنی می باشد و نام های دیگر آن شمع درجا، شمع ساخته شده در محل، شمع ریختنی، شمع جایگزینی و شمع بدون تغییر مکان می باشد. شمع درجا به دلیل نامحدود بودن در قطر و عمق حفاری دارای بیشترین کاربرد و تنوع در بین تکنولوژی های اجرای پی های عمیق می باشد. در شمع های درجا ابتدا توسط ماشین آلات حفاری یک چاه با مقطع و عمق مورد نظر در زمین حفر شده و سپس در داخل آن اقدام به بتن ریزی با مصالح مرغوب می نمایند که البته این بتن می تواند مسلح یا غیر مسلح باشد.

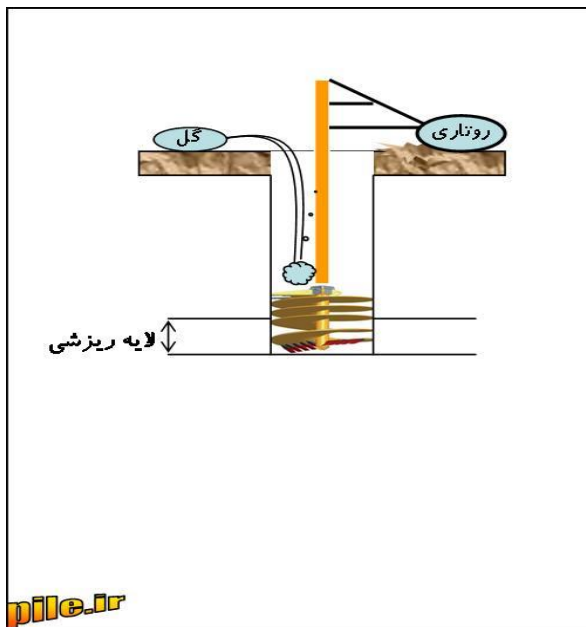
انواع شمع بتنی درجا

a: شمع درجای معمولی

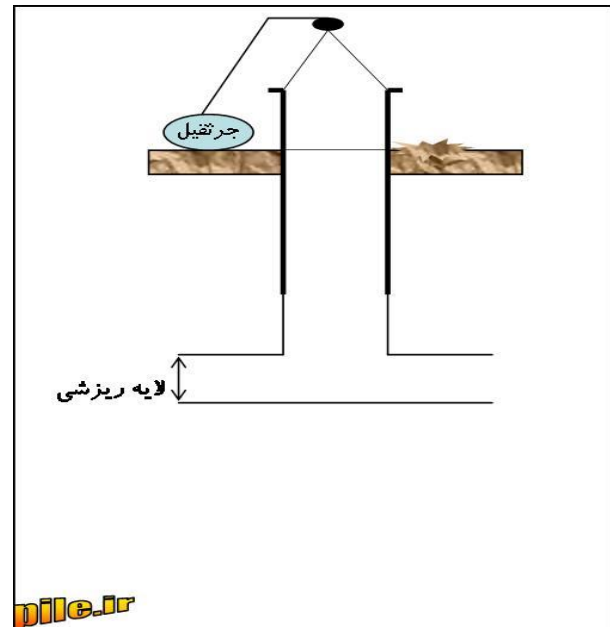
b: شمع انباره ای یا کف پهن (پدستالی)

بسته به شرایط ممکن است ترکیبی از روش های بالا اجرا شود.

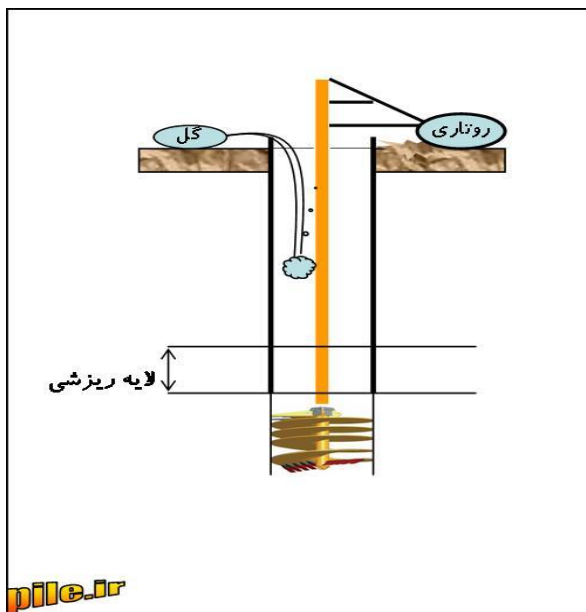
مراحل اجرای شمع در جای بتنی در یک نگاه



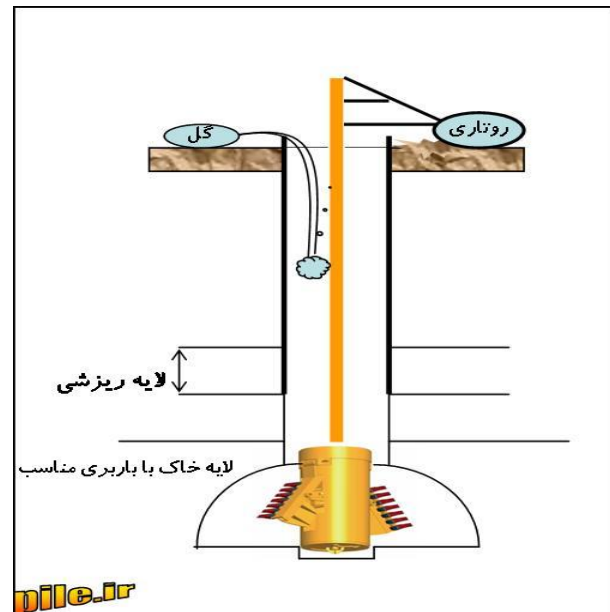
1. حفاری اولیه همراه با تزریق گل بتونیت



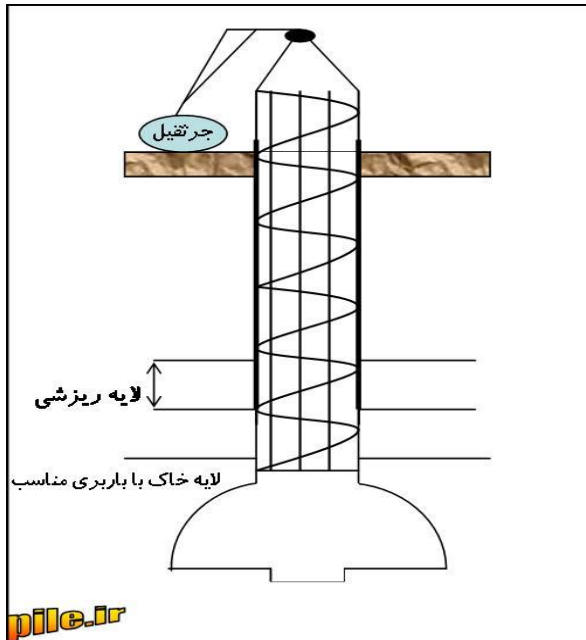
2. کیسینگ گذاری تا عمق عبوری از لایه ریزشی



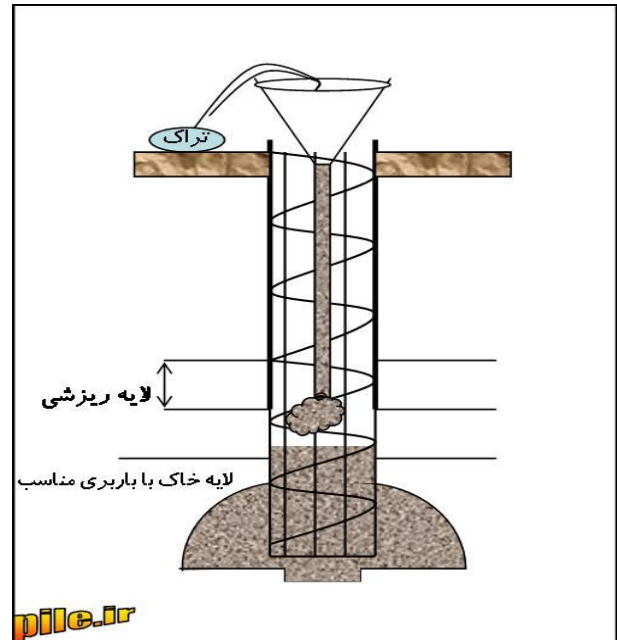
3. از سرگیری حفاری از درون کیسینگ



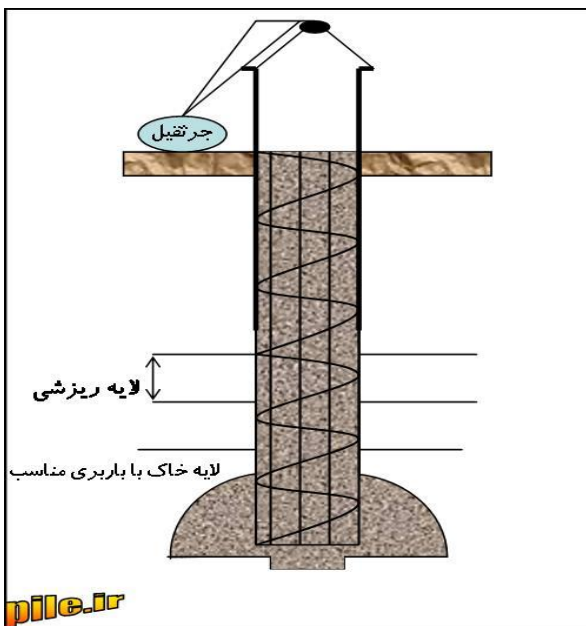
4. ایجاد انباره در انتهای شمع (ویژه شمع های پدستالی)



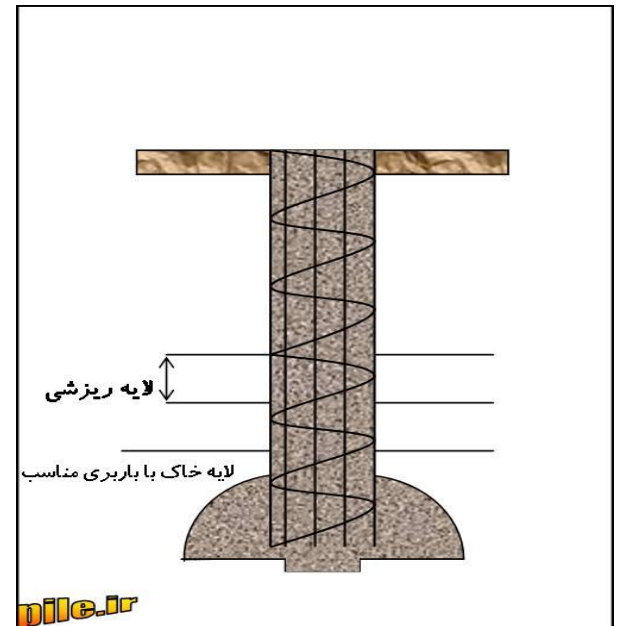
5. جاگذاری قفسه آرماتور



6. جاگذاری ترمی و قیف و انجام بتن ریزی



7. بیرون کشیدن کیسینگ



8. اتمام اجرای شمع



ابعاد

عمق معمول: ۱۰ الی ۴۰ متر

حداکثر عمق: حدود ۹۰ متر

قطر معمول: ۴۰ الی ۱۵۰ سانتیمتر

حداکثر قطر: حدود ۳ متر

توجه: صورتیکه قطر چاه از ۷۶ سانتیمتر بیشتر شود به آن پایه عمیق می گویند.

نوع زمین مناسب

امروزه با پیشرفت تکنولوژی، شمع های درجا در اکثر زمینهای دارای خاک با پایداری و ایستایی نسبی قابل اجرا می باشند.

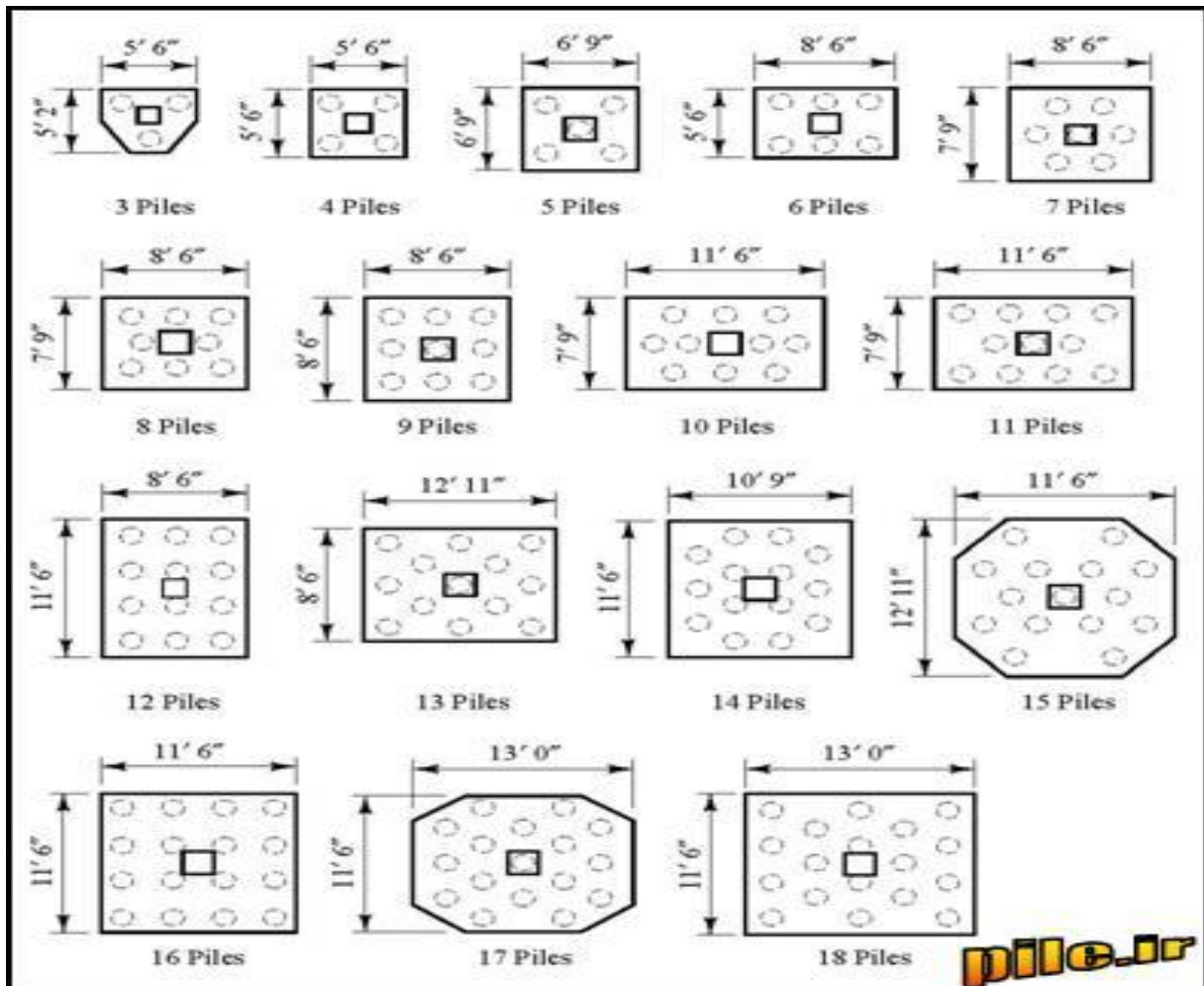
مزایا

عدم محدودیت قطر ، امکان افزایش مقطع شمع در قسمت انتهایی و افزایش توان باربری ، تدارک آسان تر ماشین آلات حفاری نسبت به شمع کوبی ، مناسب بودن برای استفاده در محیطهای شهری به دلیل سر و صدای کمتر ، تکمیل مطالعات و شناسایی خاک حین حفاری

معایب

عدم امکان کنترل کیفیت بتن مصرفی بخصوص وقتی که سطح آب زیرزمینی بالاست ، ضرورت استفاده از لوله غلاف و گل حفاری ، احتمال جابجایی محور مرکزی شمع در حین اجرا ، احتمال جا ماندن لوله غلاف بعد از بتن ریزی ، تاثیر شرایط جوی بر روند اجرا ، آلوده شدن محیط حفاری و بتن ریخته شده در چاه به دلیل استفاده از گل حفاری

شکل قرارگیری شمع های گروهی در زیر سر شمع



شمع گروهی

1. انجام مطالعات ژئوتکنیک

بر اساس مطالعات ژئوتکنیک ما به نتایج زیر دست می یابیم:

- a: تعیین تکلیف استفاده و یا عدم استفاده از پی های شمعی
b: شرایط زیر سطحی و محیطی
c: ملاحظات اقتصادی
d: انتخاب نوع پی عمیق (درجا یا کوبیدنی)

e: جنس شمع

f: تجهیزات و امکانات ساخت و اجرا

g: عمق شمع

h: ...



نمونه برداری

2. آماده سازی محل حفاری

a: محل حفاری باید کاملاً مسطح بوده و با مصالح دارای قابلیت زهکش مناسب متراکم گردد و دارای صلیبت کافی جهت انجام عملیات باشد.

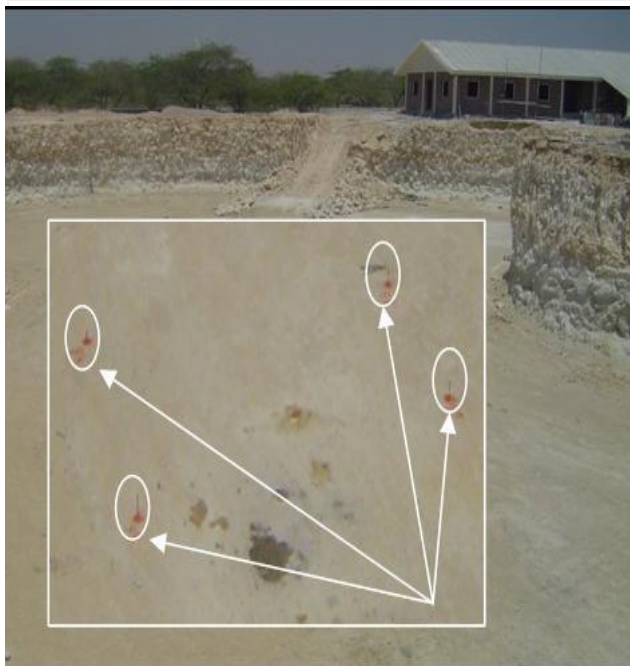
b: از فضای کافی جهت مانور دستگاه حفاری و بتن ریزی برخوردار باشد.

c: در طول عملیات حفاری، خاک حاصل از حفاری مرتباً از روی سطح پلاتفرم برداشته شود.

d: در بستر رودخانه ها و در جاهای که در معرض آبهای سطحی می باشند با استفاده از سپر کوبی در اطراف محل حفاری باید از ورود آبهای سطحی به محل حفاری جلوگیری شود.

3. نشانه گذاری محل اجرای شمع

در این مرحله محل دقیق شمع توسط اکیپ نقشه برداری مشخص و نشانه گذاری می شود.



نشانه گذاری محل دقیق شمع



عملیات نقشه برداری

۴. انتخاب مدل دستگاه حفاری

مشخصات انواع مدل های دستگاه ها و متدهای حفاری شمع درجا در قسمت معرفی این تجهیزات آورده شده است.

۵. استقرار دستگاه حفاری

پس از آماده سازی محل اجرای شمع دستگاه حفاری در محل مستقر می گردد. استقرار دستگاه حفاری بنحوی تعیین می گردد که شرایط زیر را تامین نماید :

- تا پایان حفاری یک شمع نیاز به جابجایی نداشته باشد زیرا در صورت جابجایی دستگاه حفاری و استقرار مجدد باعث اختلال در تراز و شاقول بودن دستگاه حفاری می شود.

-کمترین ضربه دینامیکی را حتی الامکان به شمع های اجرا شده در مراحل قبلی وارد نماید .

-حداقل موانع کاری را نسبت به تردد ماشین آلات مرتبط با عملیات حفاری (جرثقیل، تراک میکسر، لودر و ...) ایجاد نماید.



تراز کردن مته حفاری با محل شمع

۶. تامین امکانات لازم برای جلوگیری از ریزش دیواره محل حفاری

در صورتیکه امکان ریزش دیواره های محل حفاری شمع ، در اثر فشار خاک و یا آب وجود داشته باشد ، باید با به یکی از روش های زیر از ریزش جداره جلوگیری نمود:



a: استفاده از گل بتونیت یا مواد مشابه

با توجه به میزان آب منفذی و همچنین ساختار مکانیکی مصالح عمدتاً دیواره شمع حفری پایداری لازم را نداشته و استفاده مصالح تثبیتی مانند بتونیت با ویسکوزیته حداقل ۳۰ ثانیه و حداکثر ۵۰ ثانیه در لیتر لازم الاجرا می باشد. دوغاب بتونیت مخلوط یک نوع رس نرم در آب بصورت تعلیق می باشد که باید با استفاده از همزن از ته نشینی آن جلوگیری شود، با انتقال دوغاب بتونیت به درون چاه و بنابه خاصیت تیکسوتروپی گل رس، پوسته ای روی جدار شمع نقش بسته که از ریزش دیواره یا نفوذ آب جلوگیری می کند. بتونیت باید کاملاً با آب مخلوط شود تا مخلوط حالت کلوخه ای نداشته باشد. گل بتونیت باید قابلیت ایجاد پوشش یا کیک صافی را بر روی جداره چاه داشته باشد و ذرات حفاری شده کوچکتر (حدود ۶mm) رابه حالت معلق نگه دارد.

گل بتونیت با غلظت مناسب در حوضچه ها و یا در دستگاههای ویژه ساخت گل بتونیت، ساخته می شود و توسط لوله و پمپ به چاه حفاری منتقل می گردد. برای جلوگیری از هدر رفتن گل بتونیت هنگام سر ریز شدن چاه حفاری می توان با تعبیه کردن یک حوضچه در نزدیکی محل حفاری آن را به حوضچه هدایت و با جدا کردن ذرات معلق بزرگتر با سرند دوباره به چاه برگرداند.

در مرحله ای از انجام عملیات حفاری اگر ریزش به علت برخورد با لایه های آبرفتی با ساختار ریزدانه ماسه ای باشد که از چسبندگی لازم برخوردار نباشد دوغاب بتونیت به تنهایی جوابگوی تثبیت نبوده و اضافه کردن دوغاب سیمان با عیار ۴۰۰ کیلوگرم به دوغاب بتونیت در محل چاه حفاری توصیه می گردد که پس از اضافه نمودن دوغاب سیمان، عملیات اجرایی به مدت گیرش اولیه سیمان (حدود ۲۵ تا ۳۵ دقیقه) متوقف گردیده و بعد از آن عملیات حفاری ادامه می یابد.

باید به این نکته نیز توجه داشت که در مواقعی که برای نگهداری دیواره چاه حفاری از بتونیت و یا مواد مشابه استفاده می شود، این مواد چنانچه غلظت زیاد داشته باشند، می توانند در قسمت هایی از بتن ریزی با ایجاد یک لایه پوشاننده بر روی بتن موجب قطع پیوستگی بتن شمع شوند.



دستگاه بتونیت ساز

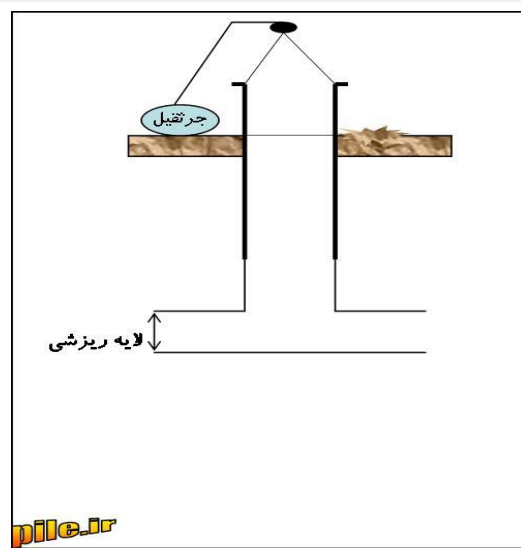
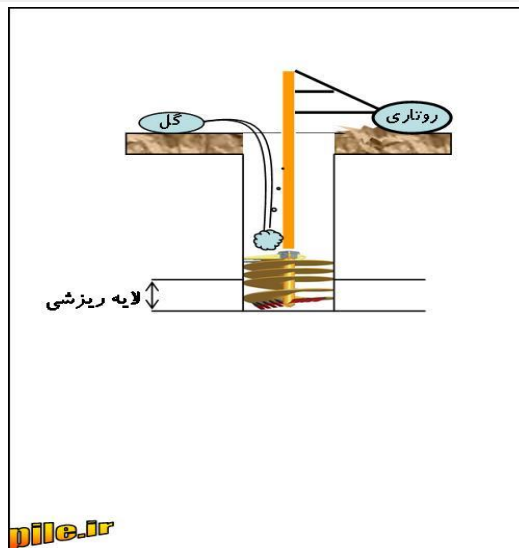
b: استفاده از لوله غلاف (کیسینگ)

از کیسینگ در زمین های استفاده می شود که امکان فرو ریزی و یا تغییر شکل جانبی زیاد خاک به درون فضای خالی چاه وجود دارد. همچنین در مواردی که آب بندی کردن دیواره چاه از ورود آبهای زیر زمینی مورد نظر است نیز از کیسینگ استفاده می شود. الزامی ندارد که ما در تمام طول چاه از کیسینگ استفاده کنیم در صورتیکه فقط عمق خاصی از چاه دارای خاک ریزشی باشد می توانیم کیسینگ تا عمقی که از آن لایه عبور کنیم ادامه دهیم.

در بیشتر مواقع از یک لوله کیسینگ ۳ الی ۵ متری در عمق اولیه شمع برای جلوگیری از ریزش دهانه چاه حفاری استفاده می شود.

نحوه نصب کیسینگ:

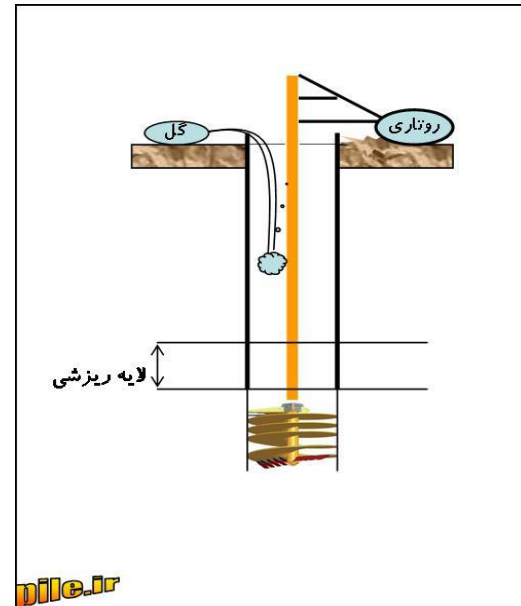
۱. ابتدا چاه را تا عمقی که از لایه ریزشی عبور کنیم ، حفر می کنیم و بعد از آن لوله کیسینگ را در آن جاگذاری می کنیم. ادامه حفاری از دون لوله کیسینگ انجام می شود.



کیسینگ گذاری تا عمق عبوری از لایه ریزشی حفاری اولیه تا عبور از لایه ریزشی



جاگذاری کیسینگ



ادامه حفاری از درون کیسینگ



ادامه حفاری از درون کیسینگ



تعبیه دستک و محل عبور لوله بنتونیت

۲. قبل از شروع حفاری ، لوله کیسینگ را توسط ویراتور تا عمق مورد نظر (عبوری از لایه ریزشی) در زمین می کوبیم و در مرحله بعد از داخل لوله شروع به حفاری می کنیم. این روش بیشتر در خاک های سست و ضعیف مانند سواحل دریا کاربرد دارد .

امروزه دستگاه های روتاری خود قابلیت کوبش (بصورت دورانی) لوله کیسینگ در زمین را دارا می باشند و نیازی به ویراتور نمی باشد.



کوبش کیسینگ توسط ویراتور



روتاری با قابلیت کوبش کیسینگ

بعد از جاگذرای کیسینگ حفاری از درون لوله ادامه پیدا می کند و در صورت لزوم تزریق گل بنتونیت نیز در چاه ادامه می یابد. در قسمت فوقانی کیسینگ باید تکیه گاههای لازم جهت نگه داشتن آن در دهانه چاه حفاری و بیرون کشیدن آن تعبیه شود.

کیسینگ را می توان در جای خود باقی گذاشت یا آن را بیرون کشید (بیشتر مواقع بیرون کشیده می شود بجز در حالتی که به دلیل مشکلات اجرایی غیر قابل بیون کشیدن باشد).

لوله کیسینگ را باید بعد از اتمام بتن ریزی و قبل از گیرش اولیه بتن بیرون کشید. در مواقعی که ابعاد کیسینگ بزرگ می باشد معمولاً کیسینگ همزمان با آخرین مراحل بتن ریزی بیرون کشیده می شود. شکل هر دو حالت در قسمت بتن ریزی آورده شده است.

۷. حفاری



دستگاه روتاری



شروع حرکت مته حفاری بصورت دورانی



حفاری



تزریق دوغاب بنتونیت به چاه در حین حفاری



قرارگیری کیسینگ در دهانه شمع



پیگیری ادامه حفاری بعد از کیسینگ گذاری



تخلیه باکت بعد از هر بار پر شدن



تخلیه مداوم خاک حفاری از محل

C. ایجاد انباره در انتهای شمع (ویژه شمع های پدستالی)

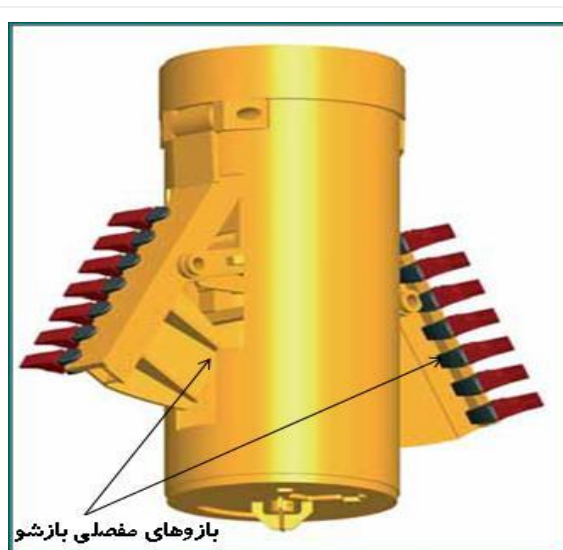


در صورتیکه قطر مقطع انتهایی شمع از قطر چاه بیشتر باشد به آن شمع انباره ای یا کف پهن (پدستالی) گفته می شود.

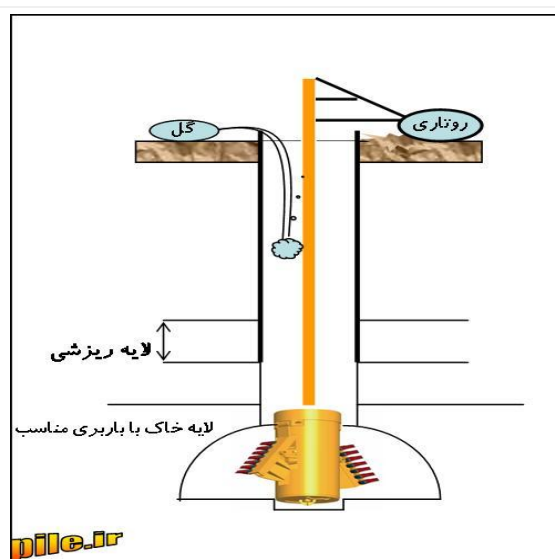
انباره را می توان در خاک های پایدار و غیر ریزشی و در صورت پایین بودن سطح آب زیر زمینی جهت افزایش ظرفیت باربری شمع ایجاد نمود.

از شمع های پدستالی در مواقعی استفاده می شود که در انتهای شمع یک لایه مقاوم خاک یا یک لایه ضیف سنگی موجود باشد و گرنه در شمع هایی که انتهای آنها بر روی لایه سنگی سخت قرار دارد اکثراً ظرفیت باربری آنها به اندازه مقاومت بتن شمع می باشد و نیازی به خزانه انتهایی ندارند.

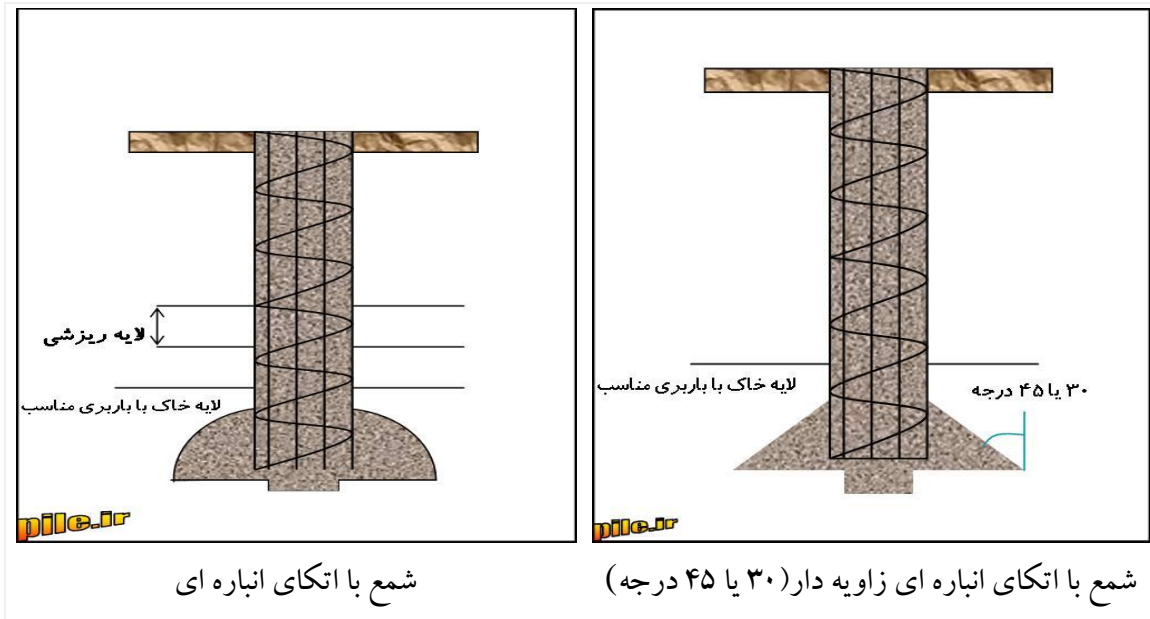
در شمع های پدستالی، برای افزایش مقطع قسمت انتهایی شمع از باکت های زنگوله ای (Belling bucket) استفاده می شود. به انتهای این باکت ها بازوهای مفصلی مجهز به دندانه های برنده تعبیه شده که خاک را به صورت مخروطی در می آورند. در هنگام بالا آمدن باکت، بازوها جمع می شوند. به دلیل مشکلات اجرایی بتن قسمت کناری خزانه بصورت غیر مسلح در نظر گرفته می شود.



باکت مخصوص ایجاد انباره



ایجاد انباره در انتهای شمع



۸. فولاد گذاری (قفسه آرماتور یا هسته فولادی)

قفسه آرماتور

در این مرحله در صورت مسلح بودن بتن شمع ، قفسه های آرماتور طبق مشخصات فنی بافته شده و با جرثقیل حمل و به داخل چاه حفاری شده منتقل می شود . معمولاً طول هر قفسه ۱۲ متر می باشد که با توجه به عمق شمع در صورت نیاز به اضافه کردن قفسه های بیشتر ، قفس اول در دهانه چاه حفاری نگه داشته می شود و با توجه به مشخصات آرماتور همپوشانی لازم انجام و توسط آرماتور بند به هم متصل می شوند و بعد از اتصال ، قفسه ها در چاه حفاری کارگذاری می شود.

توجه داشته باشید که قفسه آرماتور هرگز نباید تا کف چاه پایین رود زیرا رعایت حداقل پوشش بتنی بین قفسه و کف چاه الزامی می باشد. جهت رعایت پوشش بتنی بین قفسه و دیوار شمع نیز از غلطکهای بتنی نصب شده بر روی آرماتورهای عرضی استفاده می شود.



تهیه قفسه آرماتور



جاگذاری قفسه آرماتور



تعبیه غلتکهای بتنی جهت رعایت فاصله طولی



همپوشانی قفسه های آرماتور

هسته فولادی

گاهی بجای قفسه آرماتور از پروفیل های فولادی (در محور شمع) استفاده می شود.



جاگذاری پروفیل



...



نصب پروفیل در چاه



شاقول کردن پروفیل برای قرار گرفتن در مرکز شمع



۹. بتن ریزی

آماده کردن بتن مصرفی

برای کاهش قطر چاه ، مقاومت بتن مصرفی در شمع اغلب در حدود ۲۸ الی ۳۵ مگاپاسکال در نظر گرفته می شود. بتن مصرفی در شمع های درجا باید حدود ۱۳ الی ۲۱ سانتیمتر روانی (اسلامپ) داشته باشد (اسلامپ بهینه=حدود ۱۵ سانتیمتر) . جهت بهبود کارایی بتن مصرفی از روان کننده استفاده می شود .

فواصل زمانی ما بین اتمام تخلیه هر تراک میکسر با شروع تخلیه تراک میکسر بعدی نباید بیشتر از ۱۰ دقیقه باشد .

عملیات بتن ریزی

بتن ریزی در محل حفاری شده شمع بصورت پیوسته و مداوم ، به وسیله لوله مخصوص (ترمی) انجام می گیرد ، بدین شکل که لوله های ترمی در مترهای مختلف ۲ الی ۵ متری و قطر ۱۰ الی ۲۰ سانتی متری را به اندازه عمق شمع به هم متصل نموده و در داخل چاه حفاری کارگذاری می شود و در قسمت فوقانی آن یک قیف برای ورود بتن نصب می گردد حال شروع به ریختن بتن در قیف می کنیم و با بالا و پایین کردن لوله ترمی بوسیله جرثقیل بتن از لوله ترمی تخلیه و به درون چاه حفاری ریخته می شود . برای جلوگیری از ورود گل حفاری (دوغاب بنتونیت و مواد مشابه) به درون بتن باید همیشه انتهای لوله ترمی در بتن باقی بماند با این کار گل حفاری به دلیل سبکتر بودن نسبت به بتن بر روی بتن باقی می ماند و از نفوذ آن در بتن جلوگیری می شود.

کم کم با بالا آمدن بتن در چاه حفاری برای کوتاه کردن لوله ترمی از قسمت فوقانی و بدون خارج شدن انتهای لوله ترمی از بتن ، قطعه ابتدایی آن را جدا می کنیم و با نصب دوباره قیف شروع به بتن ریزی می کنیم .

زمان خاتمه حفاری تا شروع بتن ریزی، نباید بیش از ۶ ساعت به طول انجامد. در صورتی که این مدت به دلایل غیر قابل پیش بینی بیشتر شد، به دلیل رسوب مواد معلق و یا ریزش جداره چاه، ممکن است مواد آلوده کننده را در ته چاه جمع شود که باید قبل از شروع بتن ریزی با وسایل مناسب تخلیه گردند.

برای اطمینان از پیوستگی بتن شمع باید حجم چاه و بتن مصرفی را بعد از اتمام بتن ریزی کنترل کرد.

بتن ریزی باید تا بالاتر از سطح نهایی بتن شمع ادامه یابد. ارتفاع بتن ریزی اضافی، در صورتی که بتن ریزی در زیر سطح آب انجام شود، معادل ۱/۵ الی ۳ متر و در صورتی که بتن ریزی در محل خشک انجام شود، معادل ۷/۵ الی ۳۰ سانتیمتر خواهد بود (به دلیل مخلوط شدن گل حفاری با بتن قسمت پایانی). ارتفاع بتن ریزی اضافی باید در نقشه ها و مشخصات فنی خصوصی تعیین گردد.



جاگذار لوله ترمی



نگه داشتن ترمی در دهانه چاه جهت نصب قیف



نصب قیف بتن ریزی



بالا و پایین کردن ترمی جهت تخلیه بتن درون آن



انتهای لوله ترمی نباید از درون بتن خارج شود



کوتاه کردن لوله ترمی به دلیل بالا آمدن بتن



اتمام بتن ریزی



سر ریز شدن بنتونیت بعد از بالا آمدن بتن در
هنگام بکاربری گل بنتونیت



خارج کردن کیسینگ همزمان با اتمام بتن ریزی



خارج کردن کیسینگ بعد از اتمام بتن ریزی

۱۰. تخریب بتن اضافی

پس از اتمام عملیات بتن ریزی شمع، روی شمعها باید برای مدت ۷ روز، خیس نگهداری شود و سپس سر کلیه شمعها به اندازه مورد لزوم تخریب شود. تحت هیچ شرایطی نباید بتن اضافی روی شمع قبل از ۷ روز تخریب شود.



تخریب بتن کثیف روی شمع بعد از ۷ روز