

# ضوابط آماده سازی بستر شالوده ها و عملیات اجرایی خاکی

هدف های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند :

- ۱- انواع خاک بستر شالوده ها و خصوصیات فنی آن ها را شرح دهد.
- ۲- ضوابط صحیح گودبرداری در انواع بسترهای خاکی را بیان کند.
- ۳- روش های اصولی در گودبرداری هنگام برخورد با آب های زیرزمینی را شرح دهد.
- ۴- اصول صحیح اجرای چاه های جذبی ساختمان ها را توضیح دهد.
- ۵- روش های اصولی عملیات اجرایی خاکی در هنگام برخورد با چاه های قدیمی، قنوت و معادن زیرزمینی را بیان کند.
- ۶- ضوابط اجرای مخازن فاضلاب را شرح دهد.
- ۷- روش های تثبیت و تحکیم خاک های سست و نشست پذیر را بیان کند.
- ۸- اصول اجرایی ساخت شالوده ها در مجاورت همسایه را بیان کند.
- ۹- مقاومت مجاز و مقاومت نهایی را توضیح دهد و کاربرد آن ها را بیان کند.
- ۱۰- مقاومت مجاز نسبی بسترهای خاکی مختلف را به صورت تقریبی بیان کند.

## ۴-۱- مقدمه و کلیات

به منظور ساخت کلبه ساختمان‌های دولتی یا متعلق به نهادهای انقلاب اسلامی یا ساختمان‌های عمومی غیردولتی یا ساختمان‌هایی که نگه‌دارنده‌ی مواد اشتعال‌زا، قابل انفجار و یا تشعشع‌زا به صورت وسیع هستند، رعایت مقررات ملی و ضوابط مربوط به امور پی و پی‌سازی الزامی است. بر اساس عمیق، نیمه‌عمیق یا سطحی و یا ویژه بودن نوع پی ساختمان‌های مورد احداث تدابیری باید اتخاذ کرد تا تعادل و پایداری لازم بین بارهای بنا و مواضع اتکا روی زمین برقرار شود. بدین سبب انجام بررسی‌های ژئوتکنیکی روی لایه‌های خاک بستر؛ شناسایی نوع خاک بستر؛ تعیین مسیر قنات؛ چاه‌ها و فاضلاب‌های قدیمی به کمک حفاری محل؛ انجام آزمایشات لازم؛ تجزیه و تحلیل کارشناسانه اطلاعات آزمایشی به دست آمده و اعلام نظر درباره‌ی ویژگی‌های خاک بستر ساختمان‌های مزبور و شرایط پایداری آن کاملاً ضروری است.

### ۴-۱-۱- تعاریف و کلمات کلیدی

۴-۱-۱-۱- پی: مجموعه بخش‌هایی از سازه و خاک در تماس با آن، که انتقال بار بین سازه و زمین از طریق آن صورت می‌پذیرد، «پی» نام دارد.

۴-۱-۱-۲- انواع پی: پی به چهار دسته عمده به شرح زیر تقسیم می‌شود:

الف - پی‌های سطحی یا شالوده‌هایی که در عمق کم و نزدیک سطح زمین ساخته می‌شوند و از جنس سنگ یا بتن مسلح‌اند. این شالوده‌ها به سه شکل منفرد، نواری و گسترده ساخته می‌شوند و نسبت عمق جایگیری به بعد آن‌ها کمتر از ۵ می‌باشد.

ب - پی‌های نیمه‌عمیق از نظر عمق بین شالوده‌های چاهی یا شمعی و شالوده‌های سطحی قرار می‌گیرند و نسبت عمق جایگیری به بعد آن‌ها کمتر از ۱۰ و بیشتر از ۵ است.

ج - پی‌های عمیق، شالوده‌های چاهی با عمق زیاد مانند شمع‌ها و سپرها را گویند که نسبت عمق جایگیری به بعد آن‌ها بیش از ۱۰ است.

د - پی‌های ویژه: شالوده‌هایی که شکل متعارف ندارند و به شکل‌های فشاری، کششی یا اصطکاکی بار سازه را به زمین منتقل می‌کنند مانند پوشش تونل‌ها، صندوقه‌ها، مهارها، ستون‌های شنی، دیوارهای نگهبان، سپرهای فلزی، دیوارهای جداکننده و ... نکته: ژرفا یا عمق جایگیری شالوده‌ها، ارتفاع کف شالوده‌ها نسبت به سطح آزاد زمین را گویند.

۴-۱-۱-۳- شالوده‌های مرکب: در اثر نزدیک بودن فواصل شالوده‌های منفرد می‌توان آن‌ها را با یکدیگر درگیر نمود و به شکل مرکب طراحی و اجرا کرد.

### ۴-۱-۱-۴- بررسی ژئوتکنیکی: بررسی خصوصیات زمین‌شناسی از دیدگاه فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی

و به‌ویژه پایداری و دوام لایه‌های خاک و سطوح آب زیرزمینی، تعیین رفتار خاک در مقابل اثرات و شرایط محیطی و بار حاصل از احداث ابنیه موقت یا دائمی را گویند.

### ۴-۱-۱-۵- گزارش شناسایی و تحلیل ژئوتکنیکی: از نظر شناسایی بستر خاک، لازم است موقعیت

فضایی، مکانی، ضخامت، نوع و جنس لایه‌های زمین، وجود حفره‌ها، مسیر قنات، چاه‌های فاضلاب و معادن، خصوصیات فیزیکی، مکانیکی، شیمیایی خاک و رفتار آن در مقابل اثرات تنش حاصل از بنای احداثی، تشخیص خطرات خاک‌های سست، نشست‌پذیر و ریزشی و به‌ویژه حضور خاک‌های دستی؛ امکان لغزش لایه‌های خاک و تأثیر حضور آب‌های زیرزمینی در محل بررسی شود.

در تجزیه و تحلیل کارشناسی بایستی تهیه نیمرخ‌ها و برش‌های زمین‌شناسی، معرفی مشخصات خاک در ارتفاعات و موقعیت‌های مختلف، ویژگی‌های آب‌های زیرزمینی، حساسیت لایه‌های سطحی در مقابل یخبندان، میزان خوردندگی آب‌های زیرزمینی و نمک‌های موجود در خاک‌ها، رفتار دینامیکی و لرزه‌ای خاک بستر، شیوه اصولی عملیات خاکی، پایداری شیب‌های شیروانی و ابنیه نگهبان، روش زهکشی و کاهش ارتفاع آب، مقاومت مجاز خاک بستر، شکل مناسب و تراز مطلوب جایگیری شالوده‌ها، تخمین تقریبی نشست‌های کل، ناهمگون و تقابل رفتار خاک و شالوده مد نظر باشد.

## ۴-۲- انواع بسترهای خاکی

خاک‌ها به‌طور کلی به سه دسته عمده تقسیم می‌شوند که از نظر آیین‌نامه‌های کاربردی نام‌های مختلفی دارند: خاک‌های چسبنده، خاک‌های غیرچسبنده و خاک‌های مرکب و مخلوط.

۴-۲-۱- خاک غیرچسبنده: خاکی است که قطر ذرات آن بالاتر از  $0.06$  میلی‌متر است و در اثر حضور یا عدم حضور آب خصوصیات رفتاری آن زیاد تغییر نمی‌کند. این‌گونه خاک‌ها عاری از مواد رسی می‌باشند.

۴-۲-۲- خاک چسبنده: خاکی است که قطر ذرات کمتر از  $0.06$  میلی‌متر است و در اثر حضور یا عدم حضور آب خصوصیات رفتاری آن‌ها شدیداً تغییر می‌کند. این‌گونه خاک‌ها عمدتاً از مواد رسی تشکیل شده‌اند.

۴-۲-۳- خاک مرکب: که شامل بخشی از هر دو نوع خاک فوق است؛ برحسب مقدار حضور هر بخش خصوصیات آن بخش را به‌خود می‌گیرد.

## ۴-۳- مقاومت مجاز و نهایی خاک‌های مختلف و بستر شالوده‌ها

بر اساس میزان سفتی یا سستی و تراکم یافتگی و میزان حضور چسبندگی (خاک رس) و قدرت اصطکاکی (سنگدانه‌ها) در خاک بستر می‌توان میزان مقاومت خاک بستر را تخمین زد. این درحالی است که حضور آب در داخل خاک رس می‌تواند شدیداً خواص مکانیکی خاک مزبور را کاهش دهد.

۴-۳-۱- مقاومت نهایی و مجاز و ابعاد شالوده‌ها: طاقت نهایی باربری خاک را قبل از گسیختگی و وارفتگی، مقاومت نهایی گویند که به‌صورت نیرو تقسیم بر سطح اعمال نیرو تعیین می‌شود. مقاومت مجاز همان مقاومت طراحی ابعاد شالوده‌ها است که در اثر کاهش میزان مقاومت نهایی خاک به مقدار مطمئن به کمک ضریب اطمینان به دست می‌آید و با تقسیم بار ستون‌ها بر مقاومت مجاز خاک بستر می‌توان ابعاد یا سطح شالوده‌ها را طراحی کرد.

$$\text{مقاومت نهایی} = \frac{\text{بار قابل تحمل نهایی}}{\text{سطح اعمال بار نهایی}}$$

$$\text{مقاومت مجاز} = \frac{\text{مقاومت نهایی}}{\text{ضریب اطمینان}}$$

$$\text{بار واقعی ستون} = \frac{\text{مقاومت مجاز خاک}}{\text{سطح شالوده لازم}}$$

۲-۳-۴- حدود تقریبی مقاومت‌های مجاز انواع بسترهای خاک: به منظور طراحی انواع شالوده‌های سطحی در صورت همگون و یکدست بودن خاک‌های بستر طبق آیین‌نامه فرانسه طبقه‌بندی زیر موجود است.  
(الف) سنگ‌های سالم، بی‌ترک و متلاشی نشده (گرانیت و بازالت و ماسه‌سنگ)

$$۳۰ \text{ Kg/cm}^۲ \text{ . مقاومت مجاز . } ۵ \text{ Kg/cm}^۲$$

(ب) سنگ‌های ترک خورده و هوازده، شن و ماسه متراکم تا نیمه‌متراکم با دانه‌بندی پیوسته

$$۵ \text{ Kg/cm}^۲ \text{ . مقاومت مجاز . } ۲/۵ \text{ Kg/cm}^۲$$

(ج) سنگ‌های سست و نرم رسی و آهکی هوازده، شن و ماسه نامتراکم، خاک رس سخت و خشک

$$۲/۵ \text{ Kg/cm}^۲ \text{ . مقاومت مجاز . } ۰/۷۵ \text{ Kg/cm}^۲$$

(د) سنگ رسی نرم و ترک خورده، خاک رسی سست و چسبنده و در معرض آب زیرزمینی

$$۰/۷۵ \text{ Kg/cm}^۲ \text{ . مقاومت مجاز . } ۰/۲ \text{ Kg/cm}^۲$$

#### ۴-۴- ضوابط کلی و اصول گودبرداری و شالوده‌ریزی

(الف) عملیات گودبرداری به منظور تأمین فضای جایگیری و اتکای بخش‌های در تماس با خاک از سازه صورت می‌پذیرد و بایستی ضوابط و مقررات زیر در آن رعایت شود:

۴-۴-۱- حفاظت کف گودها: کف گودها و شالوده‌ها باید از اثرات شرایط جوی و محیطی مصون باشد.

۴-۴-۲- آماده‌سازی کف گودها: جداره‌های گود و کف آن قبل از ساخت شالوده باید ترازبندی و آماده‌سازی شده

باشند.

۴-۴-۳- گودبرداری در مجاورت آب: شالوده بایستی در شرایط محیطی خشک ساخته شود و در صورت لزوم

آب‌کشی و زه‌کشی باید ثبات و پایداری شیب شیروانی و ابنیه‌ی مجاور گود تأمین شود و از بالا آمدن کف گود جلوگیری به عمل آید.

۴-۴-۴- پیش‌گیری مربوط به یخبندان: از یخ‌زدگی سطح گود و یا آب داخل آن باید جلوگیری شود و در صورت

بروز یخ‌زدگی بایستی قبل از کار به‌طور کامل یخ‌زدایی شود.

۴-۴-۵- پیش‌گیری از ورود آب به گود: پیش‌بینی مربوط به خطر آب شستگی و ورود آب و تخریب شالوده در

گود صورت گرفته باشد.

۴-۴-۶- محافظت از بناهای موجود: رعایت احتیاط و حفاظت از ابنیه‌ی موجود در مجاورت گود در حال احداث

به صورت موقت و دائمی اجباری است.

(ب) عملیات اجرای شالوده‌ها اگرچه بایستی طبق «دفترچه‌ی مشخصات فنی» صورت پذیرد ولی رعایت ضوابط زیر

الزامی است:

۴-۴-۷- بتن پاکیزگی: اجرای یک لایه بتن پاکیزگی در مجاورت بتن اصلی مسلح به آرماتور برای پرهیز از آلوده

شدن بتن اصلی با خاک بستر به ضخامت حداقل ۵ سانتی متر ضروری است.

۴-۴-۸- حداقل عیار بتن شالوده‌ها: عیار حداقل سیمان بتن پاکیزگی ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن، عیار حداقل سیمان بتن شالوده‌های غیر مسلح و زیر دیوارهای باربر ۲۰۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب، برای بتن‌ریزی در داخل آب ۳۰۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب، عیار حداقل سیمان بتن شالوده‌های نواری خشک با آرماتورهای کلاف ۲۵۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب و برای بتن‌ریزی در داخل آب ۳۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب، عیار حداقل سیمان بتن شالوده‌های بتن مسلح خشک ۳۰۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب و برای بتن‌ریزی در داخل آب ۴۰۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب است.

۴-۴-۹- بتن‌ریزی شالوده‌ها: در صورت عدم وجود قالب‌بندی تنها زمانی عملیات بتن‌ریزی مجاز است که از ریزش دیواره‌ی خاکی در حین بتن‌ریزی جلوگیری شود و با وجود آب در گود بتن‌ریزی مجاز است که از شسته‌شدن بتن قبل از گیرش ممانعت شود.

۴-۴-۱۰- محیط خورنده: اولاً در شرایط محیطی شدید و موعد مناسب، آزمایش خوردگی انجام شود و ثانیاً روش‌ها و دستورالعمل‌های ویژه‌ی مقابله با شرایط محیط خورنده که در دفترچه‌ی مشخصات فنی اعلام شده است، رعایت شود.

۴-۴-۱۱- حضور خاک‌های سست: قبل از ساخت شالوده‌ها از حضور خاک‌های دستی، نباتی، گچی، نمکی و سست بایستی جلوگیری شده باشد.

۴-۴-۱۲- حضور نزولات جوی: در حین گودبرداری و یا بتن‌ریزی شالوده در صورت بارندگی شدید بایستی عملیات در مقطع مناسبی قطع شود و پس از اتمام بارش از مقاطع قبلی بازدید لازم به عمل آید و در صورت حصول اطمینان از کیفیت، عملیات ادامه یابد.

۴-۴-۱۳- تراکم و مقاومت سطحی: قبل از اجرای بتن مگر و شالوده بایستی از مقاومت مجاز خاک بستر اطمینان حاصل کرد و در صورت ضعف مقاومت بایستی با کوبیدن لایه‌های خاک یا بتن‌ریزی واسطه به کیفیت مطلوب در تراز لازم دست یافت.

۴-۴-۱۴- پرکردن اطراف شالوده‌ها: قبل از بتن‌ریزی در پشت قالب‌های شالوده و بعد از اتمام بایستی در اطراف شالوده از خاک کوبیده‌شده برای پرکردن استفاده کرد. حداکثر ضخامت خاک‌ریزی در هر لایه قبل از کوبیدن ۲۰ سانتی‌متر با رطوبت در حد بهینه و بعد از آن حداکثر ۱۵ سانتی‌متر است. هرگونه صدمه و خسارت ناشی از کوبیدگی خاک در مجاورت شالوده برعهده‌ی مجری است، از این‌رو، دقت در این کار ضروری است.

## ۴-۵- موانع اجرایی در عملیات گودبرداری و شالوده‌ریزی

این موانع به شرح زیر در حین تخریب و آماده‌سازی به وجود می‌آیند که باید رفع شوند:

۴-۵-۱- قطع انشعابات: در حین خاکبرداری و شالوده‌ریزی باید به مسائل ایمنی، اصول فنی و علائم هشداردهنده به‌ویژه در ارتباط با برق فشارقوی، خطوط گاز و آبرسانی توجه کرد و هماهنگی‌های لازم را با سازمان‌های مسئول انشعابات آب، برق، گاز و تلفن به عمل آورد.

۴-۵-۲- محیط زیست و اشجار: عملیات اجرایی در محیط طبیعی و همجوار با حیات وحش باید با هماهنگی سازمان محیط‌زیست صورت گیرد و درمورد فصل تولیدمثل حیوانات و نیز قطع اشجار رعایت قوانین الزامی است.

۴-۵-۳- ابنیه و مستحذات: قبل از گودبرداری یا تخریب، باید هماهنگی لازم با سازمان میراث فرهنگی درمورد

ابنیه‌ی بارزش فرهنگی شده باشد و رعایت ضوابط شهرداری‌ها و وزارت کار در مورد اجرای گودبرداری‌ها در مجاورت ساختمان‌های همجوار و رعایت اصول ایمنی و حفاظت از دیواره‌های گودبرداری ضروری است. تردد مناسب و ایمن افراد و وسایل نقلیه نیز باید تأمین شده باشد.

**۴-۵-۴- آب‌های زیرزمینی و سطحی:** رعایت شیوه‌های اصولی در هدایت آب‌های سطحی یا جذب و دفع آن‌ها و به‌ویژه آب‌های زیرزمینی و انتخاب مناسب روش آب‌کشی و زهکشی در زمین‌های چسبنده، غیرچسبنده و مرکب ضروری است تا بدین ترتیب از امکان تورم، نشست و حرکت لایه‌های زمین و تولید شکاف در سطح و خرابی سازه‌های مجاور جلوگیری شود. در این عملیات روش‌های نقلی، پمپاژ و روش پرده‌ی عایق به کمک سیمان و بنتونیت تا عمق لازم مورد قبول است.

**۴-۵-۵- رعایت موقعیت:** در حین پیاده‌سازی نقشه و گودبرداری رعایت مسائل حقوقی، مستغلاتی و کنترل نقاط مبنا و مرجع در موقعیت احداث ابنیه و شالوده‌ها لازم است هرگونه حفاری در زمین همسایه باید با اطلاع و رضایت او صورت پذیرد.

**۴-۵-۶- چاه، قنات و حفرات:** در صورت برخورد عملیات گودبرداری با چاه‌های آب، فاضلاب، قنات، تونل‌های معادن و مسیرهای زیرزمینی متروکه لازم است، تا با استفاده از مصالح پرکننده‌ی مناسب مانند خاک، شفته آهک و سنگ، حفرات پر شوند و با کمک سربندی از نشست احتمالی نیز جلوگیری کرد. چنان‌چه پرکردن حفرات مقرون به صرفه نباشد به کمک طوقه‌بندی، انسداد و سربندی مناسب در سطح اقدام لازم صورت می‌پذیرد. در مورد قنات تا عمق حداکثر ۱۰ متر پرکردن اصولی الزامی و برای بیش از ۱۰ متر دستورالعمل دستگاه نظارت ملاک عمل خواهد بود. در این رابطه استفاده از دال‌های بتنی مسلح به‌عنوان پرکننده سطح، انسداد و سربندی توصیه می‌شود.

**۴-۵-۷- تثبیت خاک سست:** در مورد زمین چمن معمولی با برداشت حداقل ۱۵ سانتی‌متر می‌توان به زمین طبیعی رسید ولی در مناطق جنگلی باید تا تراز بستر طبیعی گودبرداری ادامه یابد. در مورد خاک‌های رسی یا سیلنتی ریزدانه و یا ماسه‌ی ریزدانه‌ی در معرض تماس با آب و برای تثبیت و استحکام بسترهای خاکی زمین‌های چسبنده می‌توان از دوغاب، پودر سیمان یا آهک و در مورد زمین‌های غیرچسبنده از سیمان، آهک و رس (به‌روش اختلاط، آبدهی و متراکم‌سازی و به‌صورت تزریقی یا خشک) استفاده کرد. در خصوص زمین‌های لجنی به‌روش‌های زهکشی در عین بارگذاری نیاز است و حصول اطمینان از این که دفع آب یا تخلیه‌ی کامل لجن صورت گرفته است، ضروری است.

#### **۴-۶- ضوابط انبارسازی (جذبی دائم یا موقت)**

در شهرها و اماکنی که سیستم‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی، آب باران و فاضلاب‌ها قابلیت تصفیه‌ی مصنوعی و هدایت آب‌ها را به مسیرهای طبیعی و رودخانه‌ها ندارند، ناگزیر از چاه‌های جذبی یا انبارهای موقت غیرجذبی استفاده می‌شود. در این رابطه رعایت ضوابط و معیارهای اصولی زیر ضروری است:

**۴-۶-۱- آب زیرزمینی:** احداث چاه جذبی تنها زمانی که آب‌های زیرزمینی حداقل ۵ متر پایین‌تر از زمین طبیعی قرار گرفته باشند، مجاز است و در صورت استفاده از آب زیرزمینی به‌عنوان آب آشامیدنی باید احتمال سرایت پساب فضولات چاه‌های جذبی به آب آشامیدنی در نظر گرفته شود. در نتیجه رعایت ضوابط بهداشتی الزامی است. در غیر این صورت از روش‌های لوله‌کشی، تصفیه‌ی فضولات و فاضلاب یا انبارسازی موقت غیرجذبی بایستی استفاده شود.

**۴-۶-۲- مواد دفع شده:** روغن‌ها و مواد غیرقابل انحلال نباید به چاه راه پیدا کنند زیرا روزنه‌های جداره‌ی چاه را پر می‌کنند و چون امکان تخلیه‌ی آب فاضلاب از جداره انبارها وجود ندارد، موجب ریزش سقف آن و فروکش نمودن چاه خواهد شد.

۴-۶-۳- موقعیت حفر چاه: چاه‌های آب و فاضلاب باید حتی المقدور در محوطه‌های باز حفر شوند و از حفر چاه و انباره‌ی آن در زیر ستون‌ها و دیوارها و نیز در زمین غیر و همسایه باید اجتناب کرد و لازم است مسیر دستیابی به چاه همواره واضح و امکان‌پذیر باشد.

۴-۶-۴- خاک‌ریزشی: در صورت احتمال ریزش خاک میله‌ی چاه می‌توان به کمک لوله‌های بتنی یا سفالی (کول) یا طوقه و آجر چینی در جداره‌ی میله‌ی چاه از ریزش‌های احتمالی جلوگیری کرد. در مورد شن و ماسه‌ی روان کنار دریا یا مناطق کویری تنها به‌روش لوله‌گذاری و حفاری در درون لوله‌های حفاظت شده می‌توان اقدام کرد.

۴-۶-۵- تهویه‌ی چاه: عمل تهویه در دو مرحله بایستی رعایت شود. اول در حین اجرای حفاری که توسط لوله و دستگاه دم، هوای تازه به درون چاه دمیده و از تجمع گاز و رطوبت و در نتیجه خفگی جلوگیری می‌شود. دوم در حین بهره‌برداری به منظور جلوگیری از تجمع گازهای حاصل از تجزیه‌ی فضولات، تخلیه به کمک لوله از داخل گلدان چاه تا یک متر بالاتر از بلندترین نقطه ساختمان صورت می‌گیرد. در صورت استفاده از چاه به‌عنوان چاه باران، تخلیه‌ی هوا می‌تواند توسط همان لوله آب باران صورت گیرد، به شرط آن که ضابطه‌ی ارتفاع از سطح بلندترین نقطه‌ی بام رعایت و سر لوله نیز خم شده باشد تا از ورود اجسام به درون لوله جلوگیری شود.

۴-۶-۶- میله و انباره: قطر میله بایستی بین ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر باشد و در جداره‌ی میله جای پا برای تردد در شرایط خاص در نظر گرفته شود. عمق میله‌ها حداقل ۱۰ تا ۲۰ متر باشد تا تنش شالوده‌ها بهتر گسترش یابد و احتمال ریزش از بین برود. لازم است محور میله، قائم و شاقولی باشد و انبار به صورت مخروطی که ارتفاع رأس آن هم اندازه‌ی قاعده‌اش است، حفر شود و به کمک تعدد جهات حفاری میله‌ها از طولانی‌شدن محور انباره‌ها جلوگیری کرد تا مقرون به صرفه و مقاوم‌تر باشد.

۴-۶-۷- طوقه‌چینی و نصب گلدان: در پایان عملیات حفاری میله، انباره‌ی چاه و مسیرهای لوله‌کشی فاضلاب در کف طبقه مورد نظر محل طوقه‌چینی چاه روی میله‌ی چاه به منظور عبور لوله‌های فاضلاب مربوطه تعیین می‌شود و به کمک آجر آبدیده (زنجاب شده) و ملات ماسه سیمان با عیار حداقل ۳۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب به شکل گنبدی از جداره‌ی میله با ارتفاع حداقل یک متر پایین‌تر از سطح گلدان‌گذاری، طوقه اجرا می‌شود. در رأس گنبدی طوقه به قطر گلدان یا هر نوع فرآورده‌ی ساختمانی مخروطی شکل، به شکل مخروط درآورده می‌شود و پس از تنظیم مسیر فاضلاب گلدان در محل مزبور نصب می‌شود. باید دقت شود که مسیر تخلیه و ریزش فاضلاب به گونه‌ای باشد که با جداره‌ی میله‌ی چاه برخورد نداشته باشد و از وسط میله مستقیماً به داخل چاه بریزد تا موجبات خرابی مسیر میله‌ی چاه و تخریب بدنه‌ی چاه فراهم نشود. اگر احتمال ریزش بدنه‌ی چاه در اثر خیس خوردگی وجود داشته باشد، باید قطر چاه بیشتر حفر شود یا به کمک طوقه‌چینی روی سه‌پایه از کف میله‌ی چاه این معضل برطرف شود.

۴-۶-۸- انباره‌های سطحی: در خاک‌های آهکی نرم از گودال معمولی، در خاک‌های رسی از گودال پرشن و در خاک‌های شن و ماسه‌ای از گودال با جداره‌ی آجری یا سنگی می‌توان استفاده کرد.

۴-۶-۹- اصول ایمنی حین اجرا: در هنگام اجرای چاه بایستی نکات زیر رعایت شود؛

الف - هر روز پس از اتمام عملیات چاه کنی باید دلو و طناب از داخل چاه جمع‌آوری شود.

ب - پس از خاتمه کار روزانه باید برای جلوگیری از افتادن افراد به داخل چاه با وسیله‌ای در چاه را پوشاند.

ج - برای تأمین روشنایی در داخل چاه بایستی از کابل‌های مناسب، یکسره و سالم و چراغ‌های بی‌خطر استفاده کرد.

د - استفاده از چراغ‌های نفتی یا گازی هنگام حفاری مجاز نیست، مگر آن‌که چاه کاملاً خشک و بدون خطر باشد.

ه - از ریختن آب و خیساندن اطراف دهانه‌ی چاه یا نفوذ سیلاب سطحی از بالای چاه باید جلوگیری کرد.

و - رعایت ضوابط و مقررات حفاظت در حفر چاه‌های دستی مصوب شورای عالی حفاظت فنی وزارت کار و امور اجتماعی

الزامی است.

ز - از احتمال پاره شدن طناب یا قطعات اتصال تجهیزات و پرتاب سنگ و سقوط افراد، حیوانات و مصالح ساختمانی و ماشین آلات به داخل محل حفاری باید جلوگیری شود.

ح - قبل از عملیات حفر چاه لازم است درباره‌ی مسائل جانبی همچون آب‌های زیرزمینی، فاضلاب، قنوات قدیمی، شالوده‌های مجاور، تأسیسات زیربنایی مانند آب، برق، گاز و جنس لایه‌های زمین در منطقه؛ بررسی و مطالعه‌ی کافی به عمل آید تا در حین عملیات خطرات مالی و جانی بروز نکند.

ط - مواد و مصالح حاصل از حفاری نایستی کمتر از ۵/۰ متر از لبه‌ی گود یا چاه، تخلیه یا انباشته شوند.

ی - تجهیزات و وسایل بالابرنده خاک‌های مورد حفاری شده باید در محلی مطمئن استقرار یافته باشند و مراقبت کافی از آن‌ها به عمل آید.

ک - وسایل بالابرنده‌ی خاک باید دارای اتصال لازم، استقامت و ابعاد مناسب باشند تا در حین حمل دچار مشکل نشوند.

ل - در حین حفاری با بیل و کلنگ به‌ویژه در چاه‌هایی که نور کمی وجود دارد، فاصله‌ی کافی ایمنی بین کارگران رعایت شود.

#### ۴-۷- انباره‌ها یا حوضچه‌های تجمع فاضلاب (سپتیک تانک)

در صورت نفوذناپذیر بودن خاک بستر پروژه در محل، احداث ۱۰ متر زیرزمین و یا بالا بودن سطح آب زیرزمینی یا نزدیک بودن سفره‌ی آب آشامیدنی زیرزمینی و یا ریزشی بودن شدید خاک‌های بستر پروژه‌ی به‌کارگیری چاه‌های جذبی مقرون به صرفه نبوده و احتمال بروز خطرات و ویرانی جبران‌ناپذیر وجود دارد. در این رابطه لازم است آب‌های فاضلاب به سمت مسیرهای فاضلاب شهری و یا تالاب‌های منطقه هدایت شوند یا از انباره‌های تجمع فاضلاب غیرجذبی به‌صورت تخلیه شوند در دوره‌های مداوم استفاده شود و یا به‌شکل ترکیبی از انباره‌های هم‌زمان با اتصال به شبکه‌ی فاضلاب شهری بهره‌گیری شود. امروزه در برخی نقاط حتی تخلیه‌ی هفتگی انباره‌ها رایج است و گاهی از تجزیه‌ی مواد و فضولات و حرارت حاصله در جهت (بیوشیمیایی) تهیه انرژی استفاده می‌شود. گاهی نیز حوضچه‌های تجمع مجهز به وسایل تصفیه‌ی مواد و فضولات می‌باشند و آن‌ها را به طبیعت باز می‌گردانند.

لازم است بر اساس حجم انباره‌ی مخازن فاضلاب و روش کارکرد آن‌ها (معمولی تصفیه شونده) به زمان پر و خالی شدن و رعایت فواصل زمانی تخلیه پای بند بود. در چیه‌ی تهویه و تخلیه‌ی هوای مخزن نصب شده باشد، کف مخزن از سطح آب‌های زیرزمینی بالاتر و سطح فوقانی مخزن از سطح و عمق یخبندان پایین‌تر قرار گرفته باشد. برای دسترسی و بازدید و تعمیرات موردی در چیه‌ی بازدید در سقف انباره تعبیه شده باشد. حداقل ضخامت دیواره‌ی بتنی مسلح انباره ۱۵ سانتی‌متر باشد و پشت بند آجری مناسب ۲۲ سانتی‌متری و کف بتنی مسلح با ضخامت ۱۵ سانتی‌متر نیز در نظر گرفته شود. سطح داخلی انباره به کمک آسفالت یا قیرگونی یا ایزوگام پوشش یابد تا سطح انباره در مقابل نفوذ آب از بیرون و داخل ایمن باشد.

#### ۴-۸- ضوابط آب‌کشی و زهکشی

با توجه به روش‌های متداول (فوق‌الارضی ثقلی، تحت‌الارضی، پمپاژ و پرده‌ی عایق) بایستی موارد زیر رعایت شود:

۴-۸-۱- در روش ثقلی که از جوی‌های سطحی استفاده می‌شود، رعایت شیب مجاز الزامی است و در صورت استفاده

از لوله‌های زهکشی به‌صورت یکسره یا شبکه‌ای (سفالی PVC بی‌وی‌سی، پلی‌اتیلن یا آزیست سوراخدار) عرض لوله باید ۳۵ تا ۴۵



ساتی متر اختیار شود و در اطراف آن از مصالح فیلرز هکش با قطر حداکثر ۳۷/۵ میلی متر طبق دانه بندی استاندارد با ضخامت لازم پر شود.

۴-۸-۲- در روش پمپاژ رعایت عمق سطح آب زیرزمینی و سرعت آبکشی و نوع حساسیت خاک بستر در هنگام پمپاژ و خطرات مربوط به شکاف خوردگی و نشست ناهمگون و احتمال روان گونگی خاک های در حال زهکشی در نظر گرفته شود.

۴-۸-۳- در روش پرده ی عایق به کمک حفر خندق با عرض ۵۰ تا ۶۰ سانتی متر و با عمق لازم و پرکردن شیار حفر شده از سیمان و بتونیت یا استفاده از سپرهای فولادی به عمق لازم می توان از عبور و دستیابی آب به محل خطر جلوگیری کرد.

## خلاصه‌ی مطالب فصل چهارم

- ۱- در گودبرداری، شیوه‌ی اجرا و مهارسازی باید براساس نوع، جنس خاک و ارتفاع مورد نظر تصمیم گرفت.
- ۲- در صورت برخورد با آب‌های زیرزمینی یا زمین‌های سست و قابل حرکت باید تدابیر خاص برای جلوگیری از گسیختگی و ناپایداری دیواره‌های گودبرداری صورت گیرد.
- ۳- در مورد چاه‌های قدیمی و معادن متروکه با حفرات طبیعی زمین و مسیرهای راه‌آهن شهری و قنوات قدیمی در زیرزمین قبل از احداث شالوده پرکردن فضای خالی و یا اقدام تثبیتی باید انجام شود.
- ۴- قبل از احداث ساختمان و شالوده بر زمین‌های سست و روان‌گونه اطلاعات تثبیتی در خاک‌های مزبور انجام شود.
- ۵- در هنگام ساخت شالوده در مجاورت ساختمان همسایه مهارسازی کافی و اقدامات احتیاطی انجام شده باشد.
- ۶- قبل از عملیات شالوده‌ها با توجه به خاک‌های حفاری شده در محل مقاومت مجاز لازم کنترل شود.
- ۷- در حین حفاری و تهیه چاه‌های جذبی یا مخازن انباری فاضلاب موقتی یا دائم رعایت ضوابط فنی الزامی است.