جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
معاونت روابط کار

مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

ایمنی کار درگود برداری ساختمان و حفاری

ویژه کارگران و کارفرمایان

تهیه شده درمرکز تحقیقات وتعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

بسم الله الرحمن الرحيم

جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی

معاونت روابط کار

ایمنی کار در گودبرداری ساختمان و حفاری ویژه کارگران و کارفرمایان

گردآورنده:
علیرضا رهایی

تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با همکاری دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران)

مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

چاپ اول

۱۴۰۴

سرشناسه :
رهایی، علیرضا، ۱۳۳۲ -
عنوان و نام پدیدآور: ایمنی کار در گودبرداری ساختمان و حفاری ویژه کارگران و کارفرمایان / گردآورنده علیرضا رهایی؛ تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با همکاری دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران). مشخصات نشر: تهران: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار، ۱۴۰۴. مشخصات ظاهری: ۱۸۸ ص. شابک: ۸-۶۳-۶۲۰۳-۶۰۰-۹۷۸ وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
موضوع: گودبرداری — پیش‌بینی‌های ایمنی Excavation — Safety measures
گودبرداری Excavation
مهاربندی (مهندسی سازه) Anchorage (Structural engineering)
میخکوبی خاک — پیش‌بینی‌های ایمنی Soil nailing — Safety measures
شناسه افزوده: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران) Amir Kabir University of Technology (Tehran Polytechnic)
رده‌بندی کنگره: ۵۱۰۱
رده‌بندی دیویی: ۱۵۲/ ۶۲۴ شماره کتابشناسی ملی: ۱۰۲۴۸۵۲۱ اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا
TH

ایمنی کار در گودبرداری ساختمان و حفاری ویژه کارگران و کارفرمایان

تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با همکاری دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران)

گردآورنده: ..... علی رضا رهایی
ناشر: ..... مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار
ویراستار فنی: ..... احسان پاک نیت جهرمی
صفحه آرایی: ..... نشر برزان
نوبت چاپ: ..... اول/ ۱۴۰۴
قیمت: ..... رایگان
شمارگان: ..... ۵۰ نسخه
شابک : ۸-۶۳-۶۲۰۳-۶۰۰-۹۷۸ ..... ISBN:978-600-6203-63-8
مرکز پخش: تهران، بزرگراه آیت الله سعیدی، چهارراه یافت آباد، بلوارمعلم، نرسیده به میدان معلم
کد پستی: ۱۳۷۱۶۱۳ ۵۱ /کلیه حقوق مادی و معنوی برای این مرکز محفوظ است.
و هرگونه سوء استفاده و فروش به غیر پیگرد قانونی دارد.
https://crtosh.mcls.gov.ir

مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

فهرست مطالب

عناوین | فهرست | صفحه

سخن معاون روابط کار ۱۵
مقدمه ناشر ۱۷
فصل اول: گودبرداری و لزوم توجه به اصول آن ۲۱
۱-۱.مقدمه ۲۱
۱-۲.ملاحظات ژئوتکنیک ۲۳
۱-۲-۱. دانه‌بندی ۲۳
۱-۲-۲. مقاومت ۲۴
۱-۲-۳. چسبندگی ۲۴
۱-۲-٤. زاویه اصطکاك داخلی ۲۵
۱-۲-۵. فشار جانبی خاك ۲۵
۱-۲-٦. نشست ۲۶
۱-۲-۷. تخلخل ۲۷
۱-۲-۸. تراکم خاك ۲۸
۱-۲-۹. رطوبت ۲۹
۱-۲-۱۰. وزن مخصوص ۳۰
۱-۳. ناپایداری گود ۳۱
۱-۳-۱. خاك محل ۳۱
۱-۳-۲. رطوبت بالا ۳۲
۱-۳-۳. زلزله ۳۲
۱-۳-٤. زمان گودبرداری ۳۳
۱-۳-۵. عمق گود و عدم رعایت عمق پایدار گود ۳٤
۱-۳-٦. ساختمان مجاور ۳۵
۱-۳-۷. گودبرداری نامناسب و غیر اصولی ۳۵
۱-٤. لزوم ایمن‌سازی گود ۳٦

عناوین | فهرست | صفحه

۱-٤-۱. خسارت‌های جانی ۳٦
۱-٤-۲. خسارت‌های مالی ۳۷
۱-٤-۳. حفظ دستگاه‌ها و تجهیزات ۳۸
۱-۵. مسئولیت طراحی، اجرا و نظارت پایش گودبرداری ۳۹
۷-۳-۷ پایش و کنترل ٤۱
۷-۳-۷- ٤ مسئولیت طراحی اجرا و نظارت پایش ٤۲
فصل دوم: گودبرداری از نظر قوانین جاری ٤۷
۲-۱. قوانین شهرداری و مسئولیت‌ها ٤۷
۲-۲. قانون کار ٤۹
۲-۳. قانون تامین اجتماعی ۵۱
۲-٤. مقررات ملی ساختمان ۵٤
۱۲-۹-۱. کلیات ۵۵
۱۲-۹-۲ گودبرداری(حفر طبقات زیرزمین و پی‌کنی ساختمان‌ها). ۵۷
۱۲-۹-۳. حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب. ۵۹
۲-۵. قانون مجازات اسلامی ٦۰
۲-٦. مشخصات فنی و عمومی راه ٦۱
۲-۷. آیین‌نامه حفاظتی کارگاه‌های ساختمانی ٦۲
۲-۸. سازمان آتش نشانی ٦۹
۲-۹. قانون مسئولیت مدنی ۷۰
فصل سوم: روش‌های پایدارسازی گود ۷۵
۳-۱. مقدمه ۷۵
۳-۲. استفاده از سازه نگهبان مناسب ۷٦
۳٫۳. مروری بر روش‌های پایدارسازی گود ۷٦
۳-۳-۱. شیب پایدار ۷٦
۳-۳-۲. میخ کوبی ۷۷

۳-۳-۳. انکراژ ۷۸
۳-۳-٤. دیوار برلنی ۷۹
۳-۳-٥. شمع ۸۰
۳-۳-٦. خرپا ۸۱
۳-۳-۷. سپرها ۸۲
۳-۳-۸. دیوارخاك مسلح ۸۳
۳-۳-۹. مهار متقابل ۸٤
۳-۳-۱۰. دیوار دیافراگمی ۸٥
۳-۳-۱۱. دیوارهای حائل کلاسیک ۸٦
۳-٤. سازه نگهبان موقت یا دائم ۸۷
۳-٤-۱. سازه نگهبان موقت ۸۸
۳-٤-۲. سازه نگهبان دائم ۹۰
۳-٥. سازه نگهبان پیش‌ساخته یا درجا ۹۱
فصل چهارم: روش‌های دائم پایدارسازی گود ۹۷
٤-۱.مقدمه ۹۷
٤-۲.شمع ۹۷
٤-۲-۱. دامنه کاربرد این روش ۹۹
٤-۲-۲. روش اجرای شمع ۹۹
٤-۲-۳. مزایا و محدودیت‌ها ۱۰۰
مزایا: ۱۰۰
محدودیت‌ها ۱۰۰
٤-۳.دیوار خاك مسلح ۱۰۱

عناوین | فهرست | صفحه

٤-٣-١. دامنه کاربرد ١٠٤

٤-٣-٢. روش اجرای دیوار خاك مسلح ١٠٤

٤-٣-٣. مزایا و محدودیت‌ها ١٠٥

مزایا: ١٠٥

محدودیت‌ها ١٠٦

٤-٤.دیوار دیافراگمی ١٠٦

٤-٤-١. دامنه کاربرد: ١٠٨

٤-٤-٢. روش اجرا: ١٠٩

٤-٤-٣. مزایا و محدودیت‌ها ١١٠

محدودیت‌ها: ١١٠

٤-٥.دیوار پاریسی ١١١

٤-٦.دیوار دیافراگمی مرکب ١١٢

٤-٧.دیوار حائل ١١٣

٤-٧-١. دیوار حائل وزنی ١١٤

٤-٧-٢. دیوار حائل پشت بنددار ١١٥

٤-٧-٣. دیوار حائل طرهای ١١٦

٤-٧-٤. دیوار حائل گابیون ١١٧

٤-٧-٥. دامنه کاربرد ١١٩

٤-٧-٦. مزایا و محدودیت‌ها ١١٩

محدودیت‌ها: ١١٩

فصل پنجم: روش‌های موقت پایدارسازی گود ١٢٣

٥-١. مقدمه ١٢٣

٥-٢. بررسی روش‌های موقت پایدارسازی گود ١٢٤

۵-۳. شیب پایدار ۱۲۴
۵-۳-۱. دامنه کاربرد ۱۲۵
۵-۳-۲. مزایا و محدودیت‌ها ۱۲۶
مزایا: ۱۲۶
محدودیت‌ها: ۱۲۶
۵-۳-۳. روش اجرای شیب پایدار ۱۲۶
۵-۴. میخ‌کوبی ۱۲۷
۵-۴-۱. دامنه کاربرد ۱۲۸
۵-۴-۲. روش اجرای میخ‌کوبی ۱۲۹
۵-۴-۳. مزایا و محدودیت‌ها ۱۳۰
مزایا: ۱۳۰
محدودیت‌ها ۱۳۱
۵-۵. انکراژ ۱۳۲
۵-۵-۱. دامنه کاربرد ۱۳۳
۵-۵-۲. روش اجرای انکراژ ۱۳۴
۵-۵-۳. مزایا و محدودیت‌ها ۱۳۴
مزایا: ۱۳۴
محدودیت‌ها: ۱۳۵
۵-۶. دیوار برلنی ۱۳۵
۵-۶-۱. دامنه کاربرد ۱۳۶
۵-۶-۲. روش اجرا ۱۳۶
۵-۶-۳. مزایا و محدودیت‌ها ۱۳۶
مزایا: ۱۳۷
محدودیت‌ها: ۱۳۷
۵-۷. خرپا ۱۳۷

۵-۷-۱. دامنه کاربرد ۱۳۸
۵-۷-۲. روش اجرای خرپا ۱۳۸
۵-۷-۳. مزایا و محدودیت‌ها ۱۳۹
مزایا: ۱۳۹
محدودیت‌ها: ۱۴۰
۵-۸. سپرها ۱۴۰
۵-۸-۱. دامنه کاربرد ۱۴۲
۵-۸-۲. روش اجرا ۱۴۲
۵-۸-۳. مزایا و محدودیت‌ها ۱۴۳
مزایا: ۱۴۳
محدودیت‌ها: ۱۴۴
۵-۹. مهار متقابل ۱۴۵
۵-۹-۱. دامنه کاربرد ۱۴۷
۵-۹-۲. روش اجرای مهار متقابل ۱۴۷
۵-۹-۳. مزایا و محدودیت‌ها ۱۴۸
مزایا: ۱۴۸
محدودیت‌ها: ۱۴۹
فصل ششم: بررسی مواردی از آسیب‌های ناشی از گودبرداری ۱۵۲
۶-۱.مقدمه ۱۵۲
۶-۲.ریزش گود مجتمع اداری تجاری در شهرك غرب ۱۵۲
۶-۳.ریزش ساختمان مسکونی ناشی از گودبرداری در شهران ۱۵۳
۶-۴.ریزش ساختمان مسکونی ناشی از گودبرداری در تبریز ۱۵۴
۶-۵. ریزش ساختمان در منطقه بلوار فردوس ۱۵۵
۶-۶. ریزش ساختمان در منطقه کوی نصر تهران ۱۵۶
۶-۷. ریزش ساختمان در منطقه مشیریه تهران ۱۵۷

۶-۸. ترک در ساختمان مسکونی هروی ۱۵۹
۶-۹. ترک در ساختمان به دلیل احداث تونل‌های زیرزمینی ۱۶۰

سخن معاون روابط کار

در جهانی که پیشرفت های صنعتی و فناوری، چهره کار را دگرگون ساخته، ایمنی کار و حفاظت فنی، به ستونی حیاتی برای حفظ جان و سلامت نیروی کار تبدیل شده است. از سویی، ترکیبی از دانش روز، تجربه های عملی و قوانین معتبر ملی و بین المللی، راهنمایی جامع برای شناسایی و مدیریت مخاطرات محیط کار ارایه می نماید.در همین راستا برای مقابله با خطرات محیط کار و چالش های نوظهور در حوزه های دیجیتال، باید تلاش نمود آگاهی را به ابزاری قدرتمند برای پیشگیری از حوادث تبدیل نمود. از این مجمل، بهره مندی از پژوهش های کاربردی و نیاز محور در تولید محصولات و محتوای های فرهنگی و آموزشی تخصصی یکپارچه و استاندارد ایمنی، یکی از کاربردی ترین و موثرترین ابزار در امر یادگیری، آموزش و ترویج در مقوله حفاظت فنی و ایمنی کار می باشد که ضمن تحقق آموزش های مستمر و هدفمند، نهایتا به ایجاد کار شایسته منجر می گردد. بدین منظور معاونت روابط کار، با اتخاذ سیاست های نوین و بروز آموزشی و پژوهشی از طریق مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار و به واسطه کارشناسان مجرب آن مرکز و دانش تخصصی اساتید دانشگاهی و متخصصین مراکز علمی و پژوهشی کشور و نیز با حمایت های بی دریغ جناب آقای دکتر میدری وزیر محترم تعاون، کار و رفاه اجتماعی، اقدام به تهیه و تدوین کتاب های تخصصی در زمینه حفاظت فنی و ایمنی نموده است. امید است نتایج و ثمرات این مکتوب که بر فرهنگ پیشگیری، مسئولیت پذیری و استفاده از فناوری های نوین تاکید دارد، بتواند بستر لازم را در ساختن فضایی امن، سالم و پایدار برای نسل های امروز و فردا، فراهم نماید.

پروانه رضایی بختیاری

معاون وزیر تعاون، کار و رفاه اجتماعی

مقدمه ناشر

تلفیق پژوهش های کاربردی و آموزش مستمر، نه تنها فرهنگ پیشگیری از خطرات شغلی را نهادینه میکند، بلکه به کاهش هزینه های ناشی از حوادث شغلی و افزایش بهره وری نیروی کار می انجامد .بی شک سرمایه گذاری در این دو حوزه، تضمین کننده محیطی امن و پایدار برای نسل های حال و آینده شاغلین کشور بوده که تهیه و انتشار کتب، دستورالعمل های فنی و استانداردهای ایمنی و حفاظت فنی، بویژه اگر از طریق نیازسنجی های علمی دقیق، کاربردی و نیاز محور انجام شده باشد، می تواند به عنوان یکی از نتایج موثر این تلفیق در ارتقای دانش علمی و تخصصی به شمار آید.

در همین راستا مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار وزارت تعاون کار و رفاه اجتماعی از سال ۱۳۸۸ و در راستای وظایف قانونی آموزشی و پژوهشی خود و رفع خلاء ناشی از کمبود کتب فنی و تخصصی در زمینه ایمنی و بهداشت کار، اقدام به تاسیس واحد انتشارات با هدف هدایت، راهبری و انتشار این کتب در سطح کشور نمود. همچنین این مرکز استاندارد سازی منابع آموزشی ایمنی و حفاظت فنی و تدوین دستورالعمل های حفاظت فنی و ایمنی را به عنوان یک حرکت پویا و نوین با تکیه بر آخرین دستاوردهای حوزه ایمنی و حفاظت فنی از طریق بهره گیری از دانش اساتید و متخصصان مراکز دانشگاهی، علمی و تحقیقاتی کشور در دستور کار خود قرار داده است. امید است بهره مندی از پژوهش های کاربردی و محتواهای آموزشی، بتواند در ترویج و ارتقای فرهنگ ایمنی کار، افزایش بهره وری، کاهش حوادث و بیماری های ناشی از کار نقش موثری ایفا نماید. در این میان برخود لازم می دانم از گردآورنده این اثر و نیز تلاش های همکاران ارزشمند خود در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار که در تولید و تدوین این کتاب ما را یاری نموده اند، تشکر و سپاسگزاری نمایم. در پایان؛ مرکز تحقیقات وتعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار؛ آمادگی بهره مندی مستمر از بازخوردها و نظرات و پیشنهادات اصلاحی و سازنده کلیه اساتید، متخصصان و فعالین این عرصه؛ به منظور بروزرسانی و رفع نواقص احتمالی و هرچه پربار تر شدن محتوای آن را خواهد داشت.

محمود حیدری

رئیس مرکز تحقیقات و تعلیمات

حفاظت فنی و بهداشت کار

فصل اول :

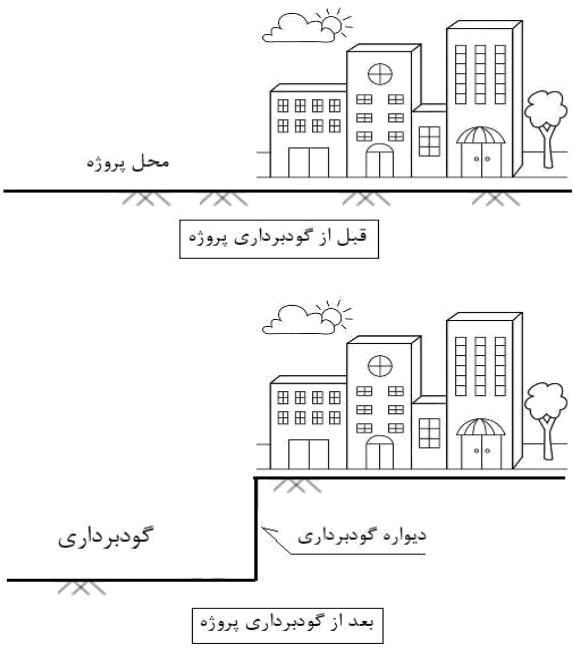
گودبرداری و لزوم توجه به اصول آن

فصل اول:گودبرداری و لزوم توجه به اصول آن

۱-۱.مقدمه

در جوامع شهری تراکم جمعیت افزایش قابل توجهی پیدا کرده است. با توجه به افزایش جمعیت نیاز به ساخت و ساز نیز متناسباً گسترش یافته است. بنابراین، احداث ساختمان‌ها در مجاورت هم به فراوانی دیده می‌شود. بعضاً دیده می‌شود که این ساختمان‌ها به تعداد طبقات بیشتر در بالای زمین نیاز پیدا می‌کنند. با توجه به ضرورت احداث طبقات روسازه به‌منظور تأمین حداقل امکانات زندگی ساکنان واحدها، از جمله تامین پارکینگ و سایر امکانات رفاهی ، به احداث طبقات زیر سازه نیاز می‌باشد که طبیعتاً در این حالت به توجه به عوامل مختلف و پیشگیری از وقوع حوادث احتمالی نیاز می‌باشد. در شرایطی که ساختمانی به گودبرداری از سطح زمین نیاز دارد، ملاحظات مربوط به گودبرداری باید مورد توجه قرار گیرد. در شکل ۱-۱، گوبرداری عمیق شهری به منظور ساخت یک پروژه نشان داده شده است. منظور از گودبرداری در این کتاب خاکبرداری پایین‌تر از سطح زمین می‌باشد که در این حالت احتمال ریزش دیواره گود وجود داشته و به اقدامات پیشگیرانه در این زمینه نیاز می‌باشد. در شکل ۱-۲، نمایی شماتیک از گودبرداری قبل و بعد از شروع پروژه نشان داده شده است.

برای وارد کردن متن، اینجا را کلیک یا لمس کنید.قبل و بعد از عملیات گودبرداری



عکس ۱-۱. تصویری از یک عملیات گودبرداری شهری

شکل ۱-۲. محل پروژه قبل و بعد از عملیات گودبرداری

۱-۲.ملاحظات ژئوتکنیک

علم ژئوتکنیک یا خاك و پی، علم بررسی خصوصیات مهندسی خاك در ارتباط با ساخت و سازه‌ای عمرانی می‌باشد. پارامترهای ژئوتکنیکی اثر قابل توجهی در ارزیابی و طراحی گودبرداری‌ها دارند. شناخت این پارامترها می‌تواند در ارزیابی بهتر شرایط، راهنمای مناسبی باشد. پارامترهایی همچون دانه‌بندی، تخلخل، تراکم، رطوبت، وزن مخصوص، و پارامترهای مقاومتی خاک همچون چسبندگی و زاویه اصطکاك داخلی، مدول الاستیسته و ضریب پواسون، از جمله مواردی می‌باشند که اثر قابل توجهی در رفتار خاك دارند. در ادامه این موارد به‌طور کلی مورد اشاره قرار می‌گیرند.

۱-۲-۱. دانه‌بندی

دانه بندی خاك اثر قابل توجهی در رفتار خاك دارد. خاک‌ها به دو گروه عمده ریزدانه و درشت دانه تقسیم می‌شوند. خاک‌های درشت دانه نسبت به خاک‌های ریزدانه مقاومت بیشتری دارند. خاک‌های رسی و سیلتی جزء خاک‌های ریزدانه و خاک‌های شنی و ماسه‌ای جزء خاک‌های درشت دانه تقسیم‌بندی می‌شوند. در گودبرداری در خاک‌های ریزدانه و درشت‌دانه باید دقت کافی به‌عمل آید. در شکل ۱-۳، نمونه ای از خاک‌های مختلف نشان داده شده است.

شکل ۱-۳ نمایی خاک‌های مختلف

۱-۲-۲. مقاومت

مقاومت یک خاك توان تحمل یک خاك در برابر بارهای وارده می‌باشد. این پارامتر در طراحی‌ها اثر قابل توجهی دارد. هر اندازه مقاومت یک خاك بالاتر باشد، امکان تحمل بارهای بیشتری را دارد. مقاومت خاك به شرایط مختلفی از قبیل دانه‌بندی، تراکم، مقدار رطوبت و ... بستگی دارد. دو پارامتر چسبندگی و زاویه اصطکاك داخلی در این خصوص تعریف می‌شوند که مقاومت خاك را مشخص می‌نمایند. در ادامه در این خصوص توضیحاتی ارائه می‌شود.

۱-۲-۳. چسبندگی

چسبندگی خاك از عوامل مهم و اثرگذار در مقاومت خاك می‌باشد. چسبندگی در واقع چسبیدن ذرات خاك به یکدیگر می‌باشد که این چسبندگی می‌تواند براثر عوامل مختلفی ایجاد شود. در خاک‌های ریزدانه عامل چسبندگی اثر قابل توجهی در مقاومت دارد. خاک‌های دانه ای تمیز فاقد چسبندگی می‌باشند، مگر اینکه حاوی مقادیری خاك ریزدانه در خود باشند و یا عامل چسباننده‌های همچون سیلیس دانه‌های آنها را به‌هم چسبانده باشد. در گودبرداری‌هایی

که حاوی خاک‌های با چسبندگی بالا می‌باشند، ایمنی بالاتری وجود دارد. تصویری از یک خاک دارای چسبندگی و یک خاک فاقد چسبندگی در شکل ۱-٤ نشان داده شده است. با توجه به تصاویر، دیده می‌شود که خاک ماسه‌ای قابلیت شکل‌دهی ندارد؛ اما در مورد خاک‌های رسی با توجه به چسبندگی و قابلیت شکل پذیری بالایی که این نوع از خاک‌ها دارند، امکان تهیه سفال با شکل مشخص نیز از آنها وجود دارد.

الف) خاک ماسه ای

ب) خاک رسی

شکل ۱-۴ تصویری از
الف. یک خاک فاقد چسبندگی (ماسه ای) و ب. یک خاک دارای چسبندگی (رسی)

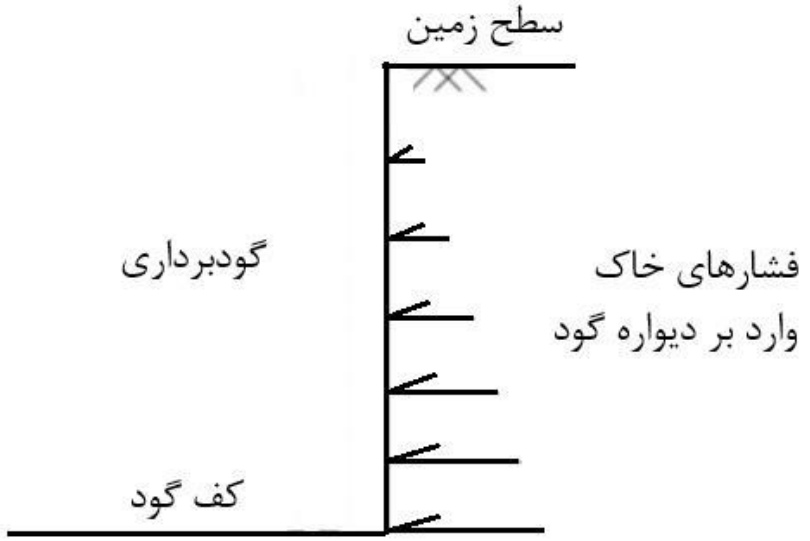
۱-۲-٤. زاویه اصطکاک داخلی

از پارامترهای دیگری که در مقاومت خاک اثرگذار می‌باشد، زاویه اصطکاک داخلی می‌باشد. این پارامتر بیشتر در خاک‌های دانه‌ای مطرح می‌باشد و در واقع اصطکاک موجود بین دانه‌های خاک می‌باشد. هر اندازه دانه‌ها یا به عبارتی ذرات یک خاک تیزگوشه‌تر باشند و سطح زبرتری داشته باشند، میزان اصطکاک داخلی در آنها بیشتر خواهد بود. در خاک‌های با اصطکاک بیشتر مقاومت بیشتری دیده می‌شود.

۱-۲-۵. فشار جانبی خاک

در گودبرداری‌ها دیواره گود تحت تاثیر فشار افقی قرار دارد. با توجه به پیش‌بینی حضور حداقل سربارهای موقتی، از جمله دپو مصالح، تردد ماشین‌آلات خاکبرداری، بیل مکانیکی و

جرثقیل، فشار وارد بر دیواره گود از طرف زمین در سطح زمین هیچ‌گاه صفر نبوده و با افزایش عمق گودبرداری مقدار این فشار به صورت خطی و به تدریج افزایش پیدا می‌کند. در صورتی که این فشار به‌عنوان یک نیروی عمل بیشتر از مقاومت خاك (عکس‌العمل) باشد، تعادل رعایت نشده و گود ریزش خواهد کرد. در شکل ۱-۵ توزیع فشار خاك بر دیواره گود نشان داده شده است. در طراحی‌های مرتبط با گودبرداری ضروری است به عمق پایدار گود توجه کامل شود. در ادامه مطالب این بخش در خصوص عمق پایدار گود مطالبی ارائه شده است.



شکل ۱-۵. فشار جانبی وارد بر دیوار گود

۱-۲-۶. نشست

نشست خاك که سبب پایین رفتن ساختمان می‌شود، به معنای تغییر شکل خاك به دلیل فشرده شدن آن می‌باشد. این نشست بستگی به بارهای وارده به آن و جنس خاک می‌تواند متفاوت باشد. این پارامتر به همراه مقاومت خاك از عوامل مهم طراحی در خاک‌های مختلف می‌باشد. مقدار نشست یک خاك به عوامل مختلفی از قبیل نوع خاك، میزان رطوبت خاك و تراکم خاك بستگی دارد. تغییرشکل نواحی اطراف گود با توجه به برهم خوردن میدان تنش‌ها

ناشی از باربرداری (گودبرداری) امری اجتناب‌ناپذیر است؛ لیکن ضروری است با انتخاب روش مناسب در پایدارسازی گود، مقادیر نشست زمین و ساختمان مجاور را در محدوده مجاز کنترل کرد. گفتنی است مقدار مجاز تغییرشکل‌ها بر اساس مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان ویرایش چهارم.سال ۱۴۰۰ توسط طراح گود تعیین می‌شود که مشخصاً به دانش، تجربه و قضاوت مهندسی مبتنی بر تجربه بسیار بستگی خواهد داشت. در شکل ۱-۶، نمایی از یک ساختمان در مجاورت گودبرداری نشان داده شده است. با توجه به نشستی که در خاك زیر ساختمان در بخش خاك اتفاق افتاده است؛ این ساختمان در قسمت‌هایی پایین‌تر رفته و ترک‌هایی در دیوارهای آن ایجاد شده است.

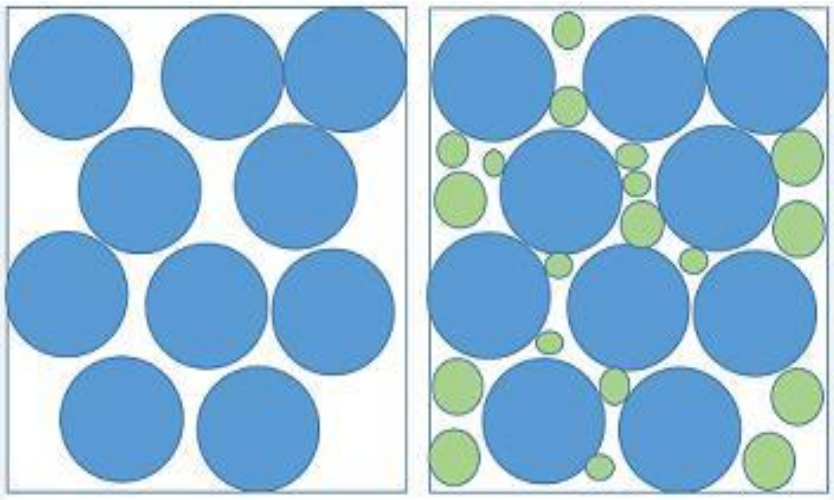
شکل ۱-۶. نمایی از ساختمانی در مجاورت گودبرداری و آسیب ناشی از نشست خاک

۱-۲-۷. تخلخل

یکی از عوامل مهم و اثرگذار در مقاومت خاك تخلخل یا به عبارتی میزان حفرات موجود در خاك می‌باشد. با افزایش تخلخل در خاك، میزان حفرات آن افزایش پیدا می‌کند. افزایش تخلخل در خاك سبب کاهش مقاومت خاك می‌شود و کاهش تخلخل سبب افزایش مقاومت

خاك می‌شود. در شکل ۱-۷ نمونه خاك با تخلخل پایین و نمونه خاك با تخلخل بالا نشان داده شده است. در صورتی که خاك محل دارای تخلخل بالایی باشد، یا به عبارتی حفرات داخل خاك زیاد باشند، تلاش می‌شود با استفاده از روش‌های مناسب تخلخل خاك و میزان حفرات کاهش پیدا کند. خاک‌های با تخلخل بالا مستعد ریزش در گودبرداری‌ها می‌باشند. استفاده از روش‌های بهسازی زمین، از جمله تراکم خاك با غلتک مناسب در این زمینه می‌تواند موثر باشد.

الف) تخلخل پایین (حفرات کمتر) ب) تخلخل بالا (حفرات بیشتر)

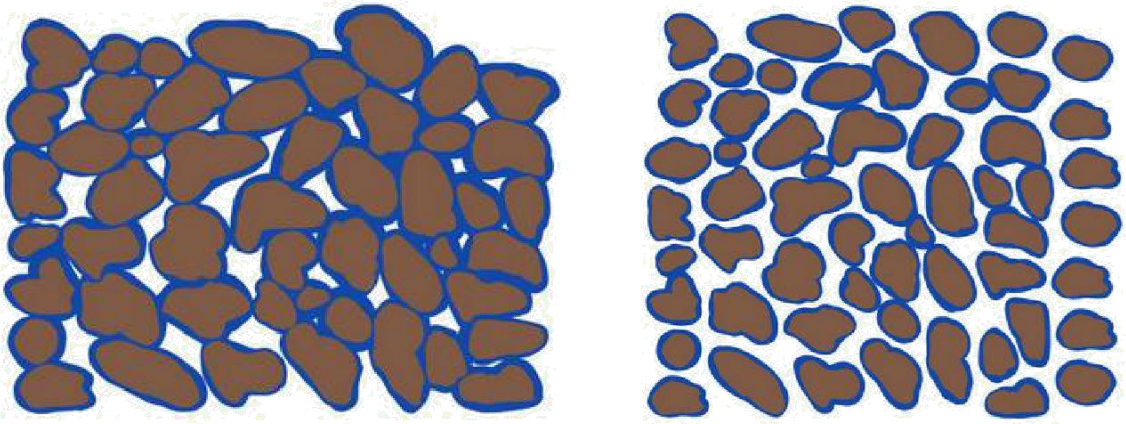


شکل ۱-۷. تخلخل در خاک

۱-۲-۸. تراکم خاك

افزایش تراکم در خاك به معنای نزدیک شدن ذرات آن به یکدیگر می‌باشد. تراکم خاك مشابه تخلخل خاك اثر قابل توجهی در مقاومت خاك دارد. افزایش تراکم در خاك سبب کاهش تخلخل و افزایش مقاومت و کاهش تراکم سبب افزایش تخلخل و کاهش مقاومت می‌شود. با استفاده از ابزارهای مناسب امکان متراکم کردن خاك وجود دارد. غلتک‌ها از انواع معمول دستگاه‌های افزایش تراکم در خاك می‌باشند. خاک‌های با تراکم پایین درگودبرداری‌ها مستعد ریزش گود می‌باشند. در شکل ۱-۸ خاك سست و متراکم نشان داده شده است.

الف) خاك غیرمتراکم (فواصل ذرات دورتر) ب) خاك متراکم (فواصل ذرات نزدیکتر)



شکل ۱-۸. تراکم در خاک

۱-۲-۹. رطوبت

یکی از مسائل اصلی در پروژه‌های عمرانی وجود رطوبت یا آب در داخل خاك می‌باشد. در هر یک از خاک‌های ریزدانه و خاک‌های درشت‌دانه، رطوبت می‌تواند رفتار خاك را تغییر دهد. حضور آب در رفتار خاک‌های ریزدانه نسبت به حضور آب در خاک‌های درشت دانه آثار بیشتری دارد. رفتار خاک‌های ریزدانه به میزان رطوبت آنها بستگی دارد. در شکل ۱-۹، اثر آب در حالت خاك ریزدانه نشان داده شده است. مطابق این تصویر دیده می‌شود که در خاك رسی با رطوبت بالا، خاك تحت وزن پای انسان مقاومت خود را از دست داده و پا در آن فرو می‌رود، در صورتی که در شرایطی که رطوبت خاك کم و خاك متراکم می‌باشد، مقاومت تا حدی بالا است که تاب تحمل یک گودبرداری، چند متری و ساختمان ساخته شده روی آن را دارد. با توجه به اثر آب در شرایط خاك، در مسائل گودبرداری یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد کننده مشکل، وجود آب و یا جریان آب در داخل خاك در حین گودبرداری و یا پس از اجرای گودبرداری می‌باشد که باید با دقت بالایی مورد توجه و پایش قرار گیرد.

- الف) خاك با رطوبت بالا و مقاومت خیلی پایین
- ب) گود پایدار در خاك رسی با رطوبت کم و متراکم

شکل ۱-۹. اثر رطوبت در خاک در شرایط خاک

۱-۲-۱۰. وزن مخصوص

وزن مخصوص خاك یا به عبارتی وزن واحد حجم خاك به نوع خاك و تراکم خاك بستگی دارد. بدیهی است با افزایش تراکم در خاك وزن مخصوص خاك افزایش پیدا می‌کند. در شرایطی که وزن مخصوص خاك پایین باشد، مشکلاتی، از قبیل کاهش مقاومت و افزایش نشست امکان پذیر می‌باشد. با استفاده از ماشین آلات مختلفی از جمله غلتک‌های شبکه‌ای، پاچه بزی، ارتعاشی، فولادی صاف و کفشک دار، امکان افزایش تراکم و وزن مخصوص خاك وجود دارد. در شکل۱-۱۰ افزایش تراکم در خاك با استفاده از غلتک نشان داده شده است.

شکل ۱-۱۰. استفاده از غلتک به منظور افزایش وزن مخصوص خاک و تراکم خاک

۱-۳. ناپایداری گود

عوامل مختلفی در ناپایداری گود اثرگذار می‌باشند. آشنایی با این عوامل کمک قابل توجهی به پیگیری در موارد خطر می‌نماید. در ادامه توضیحاتی در خصوص علل ناپایداری گود ارائه شده است.

۱-۳-۱. خاك محل

همانطور که اشاره شد خاک‌ها می‌توانند انواع مختلفی داشته باشند. خاك محل اثر قابل توجهی در پایداری یا ناپداری گود دارد. خاک‌های دانه‌ای فاقد چسبندگی می‌باشند و بنابراین، با شروع گودبرداری، به تدریج دیواره گود ریزش خواهند کرد و پایدارسازی گود در این حالت ضروری می‌باشد. در خاک‌های چسبنده نیز مقدار مقاومت گود در برابر ریزش به عمق گودبرداری و مقدار رطوبت و تراکم خاك بستگی دارد. در شرایطی که امکان ریزش خاك وجود دارد پیش‌بینی سازه نگهبان مناسب ضروری خواهد بود. در شکل ۱-۱۱، تصویری از دو پروژه مختلف نشان داده شده است. همان‌طور که در این شکل‌ها دیده می‌شود، به‌رغم اینکه در خاك

مناسب، خاك پایداری خوبی در برابر گودبرداری دارد؛ در خاك سست امکان ریزش گود و تحمیل هزینه‌های سنگین به پروژه وجود دارد.

الف) خاك سست و ریزش گود ب) خاك مقاوم با دیواره پایدار

شکل ۱-۱۱. شکل اثر خاک محل در پایداری گود

۱-۳-۲. رطوبت بالا

رطوبت خاك اثر قابل توجهی در شرایط گودبرداری دارد. با افزایش رطوبت، وزن مخصوص و مقاومت کاهش پیدا کرده و نشست افزایش پیدا می‌کند. به‌علاوه وزن ناشی از رطوبت، سبب افزایش فشار وارد بر دیواره گود شده و در صورتی که فشار و تغییرشکل‌ها به طور قابل توجهی افزایش پیدا کنند، دیواره گود پایداری خود را از دست می‌دهد. یکی از عوامل مهم ناپایداری در گودهای اجرا شده و فاقد سیستم‌های نگهدارنده؛ افزایش رطوبت خاك ناشی از بارندگی و نشت آب به دیواره گود می‌باشد.

۱-۳-۳. زلزله

زلزله نیروی افقی و قائم قابل توجهی را در مدت زمان کوتاه به دیواره گودبرداری وارد می‌کند. درصورتی که این نیروی اعمال شده یا جابه‌جایی اعمال شده ناشی از زلزله بیش از توان قابل تحمل خاك باشد؛ گسیختگی اتفاق می‌افتد و دیواره گود ناپایدار خواهد شد. در خاک‌های مختلف این نوع از ناپایداری امکان وقوع خواهد داشت. یکی دیگر از شرایطی که زلزله در

خاک‌های اشباع از آب می‌تواند ایجاد کند، کاهش توان باربری آنها می‌باشد که در این حالت نیز دیواره‌های گودبرداری مقاومت خود را از دست داده است و امکان تخریب آنها وجود دارد. در شکل ۱-۱۲، تغییر شکل زیاد یک گودبرداری در اثر نیروی حاصل از زلزله نشان داده شده است. با توجه به این تصویر دیده می‌شود که زلزله سبب افت مقاومت دیواره گود شده و شرایط نامناسبی برای آن ایجاد شده است که به اصلاح و ترمیم آن نیاز ضروری می‌باشد. ناگفته نماند در طراحی سیستم‌های پایدارسازی دائم ضرورتاً باید زلزله پیش بینی شده باشد، درصورتی‌که این امر در خصوص سیستم‌های پایدارسازی موقت ضروری نیست.

شکل ۱-۱۲. تغییر شکل قابل توجه دیواره گود ناشی از بار زلزله

۱-۳-٤. زمان گودبرداری

یکی از مواردی که دارای اهمیت بالایی در گودبرداری‌ها می‌باشد، فاصله بین زمان گودبرداری و زمان اجرای پروژه است. گاهی اوقات با توجه به مقاومت نسبی خوب خاك در روزها و ماه‌های اولیه گودبرداری، شرایط پایدار می‌باشد؛ اما به مرور زمان با توجه به شرایط محیطی مقاومت خاك به تدریج کاهش پیدا می‌کند و گود پایداری خود را از دست می‌دهد. بنابراین، حفظ حداقل فاصله زمانی اجرای گود و اجرای پروژه از مسائل مهم در اجرای کار می‌باشد. یکی از نکات حائز توجه در زمان گودبرداری، احتمال نشت آب به داخل خاك از طرق

مختلف و خصوصاً بارندگی می‌باشد که در این حالت مقاومت خاك به شدت کاهش یافته و ریزش گود را به همراه خواهد داشت.

۱-۳-۵. عمق گود و عدم رعایت عمق پایدار گود

عمق پایدار گود عمقی است که گودبرداری تا آن عمق به‌صورت موقت بدون نیاز به سازه نگهبان قابل اجرا می‌باشد. این عمق در مهندس خاك و پی قابل ارزیابی می‌باشد و بر اساس روابط موجود امکان محاسبه آن وجود دارد. در صورتی که عمق گودبرداری پایدارسازی نشده، بیش از عمق پایدار گود باشد امکان ریزش دیواره گود وجود دارد. به طور کلی با افزایش عمق گودبرداری در صورتی که تمهیدات لازم در خصوص پایداری جداره‌ها اجرا نگردد، احتمال ریزش گود افزایش پیدا می‌کند. در شرایطی که رطوبت خاك بنا به دلایلی افزایش پیدا کند، عمق پایدار گود تغییر خواهد کرد و این عمق کاهش خواهد یافت. در شکل ۱-۱۳گودبرداری تا عمق پایدار انجام شده است (پنل برداری) و کارگران مشغول رگلاژ بدنه پیش از نصب مش فولادی و عملیات شاتکریت در گود می‌باشند.

شکل ۱-۱۳. عمق پایدار گود

۱-۳-۶. ساختمان مجاور

یکی از عوامل مهم اثرگذار در گودها وجود ساختمان‌های مجاور می‌باشد. در این حالت هر اندازه حساسیت تغییرشکل ساختمان مجاور بیشتر باشد، دقت بالاتری در طراحی و اجرای گودبرداری نیاز خواهد بود. قدمت ساختمان، نوع اسکلت، عرض پلاک، شیوه ساخت، نوع سقف‌ها، تعداد طبقات، رفتار بهره‌بردار در سالیان بهره‌برداری ساختمان مجاور همگی در برآورد این میزان حساسیت به تغییرشکل‌ها اثرگذار خواهند بود. به‌علاوه وجود ساختمان مجاور گود، فشار مضاعفی بر جداره گود ایجاد می‌کند و احتمال ریزش آن‌را افزایش خواهد داد. در شرایطی که ساختمان‌های قدیمی در کنار گود موجود باشند، دقت انجام دادن کار باید افزایش قابل توجهی پیدا کند. این ساختمان‌ها عموماً دارای استحکام پایینی بوده و بعضاً دارای دیوارهای مشترك می‌باشند و با کوچکترین خطا، ریزش ساختمان محتمل خواهد بود.

۱-۳-۷. گودبرداری نامناسب و غیر اصولی

گودبرداری در خاک‌ها و شرایط مختلف مستلزم بررسی وضعیت موجود و انتخاب روش متناسب گودبرداری و استفاده از سازه نگهبان مناسب می‌باشد. در صورتی که این شرایط مورد بررسی قرار نگیرند و دقت مناسبی در اجرای گودبرداری وجود نداشته باشد؛ امکان ریزش گود و ایجاد خسارت‌های قابل توجه وجود دارد. هر چند در این خصوص در بسیاری مواقع همکاری کارفرما در انتخاب روش مناسب و تخصیص بودجه مربوط، همچنین جدیت مرجع کنترل مضاعف و مرجع صدور پروانه به ترتیب در کنترل نقشه‌های پایدارسازی و نظارت صحیح و مبتنی بر دستورالعمل گودبرداری بر عملیات اجرایی و ابلاغ به موقع اخطار ایمنی گود و بررسی گزارش‌های مهندس ناظر بسیار تعیین‌کننده است.

۱-٤. لزوم ایمن‌سازی گود

از مهم‌ترین دلایل کنترل پایداری در گودبرداری‌ها جلوگیری از خسارت‌های وارده می‌باشد. این خسارت‌ها ممکن است محدود و مختصر باشند و یا گاهی خسارت‌های سنگین مالی، جانی و یا خسارت به تاسیسات پروژه را شاهد باشیم. در ادامه به ارائه توضیحاتی در خصوص مهم‌ترین دلائل ایمن سازی گود پرداخته می‌شود. یقیناً برگزاری جلسه مشترک، داشتن نیروی HSE، داشتن عملیات پایش و استقرار ناظر ذی‌صلاح ژئوتکنیک بر اساس مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان و دستورالعمل گودبرداری به ارتقای هرچه بیشتر کیفیت در ایمنی کمک به سزایی خواهد کرد.

۱-٤-۱. خسارت‌های جانی

در شرایطی که گودبرداری ریزش می‌کند، حجم زیادی از خاك و سنگ فرو می‌ریزد و در این حالت احتمال وقوع حوادث ناگوار وجود دارد. در صورتی که در داخل گود افرادی در حال فعالیت باشند، احتمال آسیب جانی به این افراد وجود خواهد داشت. از طرفی در صورتی که ساختمانی در مجاورت گود وجود داشته باشد، ریزش گود ساکنان آن ساختمان را نیز با مخاطره روبه‌رو خواهد ساخت و احتمال آسیب‌های شدید جسمانی و حتی تلفات در این شرایط دور از ذهن نخواهد بود. بنابراین، یکی از مهم‌ترین دلایل نیاز به رعایت استانداردها و اصول گودبرداری در حفاری‌ها حفظ جان انسان‌ها می‌باشد.

در شکل ۱-۱٤ تصویری از ریزش گود و آسیب به افراد نشان داده شده است.

شکل ۱-۱۴. خسارت‌های جانی شدید ناشی از ریزش گود

۱-٤-۲. خسارت‌های مالی

کم نیستند گودهایی که به دلیل بی‌توجهی افراد مرتبط با پروژه فروریخته‌اند و خسارت‌های سنگین مالی به همراه داشته‌اند. در گودهایی که اطراف آنها ساختمانی وجود ندارد، خسارت تنها ریزش گود و ساخت مجدد دیواره‌های آن می‌باشد؛ اما در شرایطی که بناهایی قدیمی و یا جدیدی در مجاورت گود وجود داشته باشند، علاوه بر خسارت احداث مجدد گود، خسارت سنگین ساختمان مجاور نیز به هزینه‌های اجرایی اضافه خواهد شد. علاوه بر این خسارت‌ها، ساکنان ساختمان‌های مجاور و افراد پروژه نیز مدتها درگیر موضوعات مرتبط با این موضوع خواهند بود و چه بسا اجرای پروژه با توجه به هزینه‌های تحمیل شده و اقدامات قضایی ماه‌ها و سال‌ها با تاخیر مواجه شود. در شکل ۱-۱۵ آسیب به ساختمان‌های مجاور گودبرداری با توجه به ریزش گود نشان داده شده است.

عکس ۱-۱۵. خسارتهای مالی شدید ناشی از ریزش گود

۱-٤-۳. حفظ دستگاه‌ها و تجهیزات

در اجرای پروژه‌ها معمولاً از دستگاه‌ها و ماشین آلات سنگین، از جمله بیل مکانیکی استفاده می‌شود و این تجهیزات اجرای امور پروژه را بر عهده دارند. در صورت عدم توجه به اصول ایمنی در گودبرداری و ریزش گود، احتمال آسیب‌های شدید به این دستگاه‌ها که در داخل گود و یا بالای گود قرار دارند، وجود دارد و خسارت‌های سنگینی را به همراه خواهد داشت.

۱-۵. مسئولیت طراحی، اجرا و نظارت پایش گودبرداری

با وجودی که تکنیک شیب پایدار یکی از روش‌های فنی و آشنا در پایدارسازی گودهاست و توصیه‌های فنی مربوط در بسیاری منابع معتبر قابل دسترس است؛ از ویرایش چهارم، مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان این موضوع را از سرفصل خود حذف کرده است، اما در خصوص اجرای گودها با زاویه قائم ضوابط بر اساس این مبحث به شرح ذیل ارائه شده است:

با توجه به ویرایش چهارم مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان.سال ۱۴۰۰، میزان خطرپذیری گود و تفویض مسئولیت‌های مربوط از فصل سوم این مبحث و جدول ۷٫۳٫۱ مطابق زیر قابل ارزیابی می‌باشد.

۷-۳-۳-٦ به منظور واگذاری طراحی اجرا و نظارت گودبرداری و تفویض مسئولیت ها به مرجع ذیصلاح ارزیابی خطر گودبرداری باید طبق الزامات بندهای ۷-۳-۳-٦-۱ تا ۷-۳-۳-٦-۱۱ صورت گیرد.

۷-۳-۳-٦-۱ جهت ارزیابی خطر گود قائم لازم است هر سه شرط تعیین شده برای هر دسته در جدول ۱-۳-۷ برقرار باشد. در صورتی که هر سه شرط مذکور به طور همزمان برقرار نباشد، خطر گود با توجه به شرطی که بحرانی است تعیین میشود در صورت وجود اختلاف در ارزیابی خطر گود در وجوه مختلف آن بحرانی ترین وجه به عنوان شاخص انتخاب می گردد.

عمق h_c از رابطه ۷-۳-۱ محاسبه می شود.

$$h_c = \frac{2c}{\gamma\sqrt{k_a}} - \frac{q}{\gamma} \qquad (۷-۳-۱)$$

که در آن h_c بر حسب متر عمقی است که از نظر تئوری به دلیل وجود چسبندگی در خاک دیواره جدار گودبرداری میتواند بدون استفاده از سیستم نگهبان پایدار بماند که به آن عمق بحرانی گودبرداری گفته شده است c چسبندگی خاک بر حسب کیلو پاسکال r وزن مخصوص خاک بر حسب کیلونیوتن بر متر مکعب Ka ضریب فشار افقی زمین

در حالت محرک و ۹ تنش ناشی از سربار کناره گود بر حسب کیلو پاسکال میباشد. مقادیر منفی h_c معادل صفر در نظر گرفته شود.

جدول ۷-۳-۱ ارزیابی خطر گود یا دیوار قائم

مقدار $\frac{h}{h_c}$	عمق گود از تراز صفر	عمق گود از زیر پی ساختمان موجود در محدودهٔ ناپایداری دیوارهٔ گود	خطر گود
کمتر از ۰/۵	کمتر از ٤ متر	صفر	معمولی
بین ۰/۵ تا ۲	بین ٤ تا ۱۰ متر	بین صفر تا ٦ متر	زیاد
بیشتر از ۲	بیشتر از ۱۰ متر	بیشتر از ٦ متر	بسیار زیاد

۷-۳-۳-٦-۲ اگر فاصله ساختمان مجاور از لبه گود کمتر از عمق گود باشد باید تنش حاصل از کل بار ساختمان (q) در محاسبات پایداری گود در نظر گرفته شود.

۷-۳-۳-٦-۳ در صورت حضور آب یا رطوبت قابل توجه به کاهش h_c با توجه به اثر آب بر خواص خاک در رابطه ۷-۳-۱ توجه شود.

h عمق گود مورد نظر است و عمق بحرانی بر اساس رابطه ۷-۳-۱ به دست می آید.

۷-۳-۳-٦-٤ اگر تراوش آب در گود موجود باشد همواره خطر گود زیاد یا بسیار زیاد است.

۷-۳-۳-٦-٥ اگر خاکی که در آن گودبرداری انجام میشود دستی یا فاقد چسبندگی قابل اعتماد باشد، خطر گود با توجه به معیارهای دیگر زیاد یا بسیار زیاد است.

۷-۳-۳-٦-٦ چنانچه ساختمان موجود در حوزه تأثیر ناپایداری گود دارای یکی از مشخصات در بندهای زیر زیاد یا بسیار زیاد باشد، خطر گود همواره بسیار زیاد در نظر گرفته میشود.

الف - ساختمان فاقد انسجام و یکپارچگی کافی برای تحمل نشستهای افقی و قائم نظیر ساختمان بدون اسکلت یا بدون پی پیوسته بتنی مسلح (پی‌های نواری و گسترده) یا هرگونه ساختمانی که در آن نشانه آشکار فرسودگی و ضعف در باربری مشاهده گردد.

ب - ساختمان با ارزش فرهنگی و تاریخی

ج - ساختمان با اهمیت بسیار زیاد در استاندارد ۲۸۰۰

د - ساختمان ۸ طبقه یا بیشتر

۷-۳-۳-٦-۷ در صورت وجود تأسیسات شهری عمده(مانند خطوط اصلی آب گاز و مخابرات) در مجاورت گود خطر گود زیاد یا بسیار زیاد ارزیابی می شود.

۷-۳-۳-٦-۸ در صورتی که خطر گود مطابق با جدول ۱-۳-۷ معمولی باشد مسئولیت طراحی گودبرداری بر عهده مهندس طراح ساختمان خواهد بود. البته توصیه میشود کارفرما در کنار مهندس طراح در پایدار سازی گود از یک مهندس ذیصلاح استفاده نماید.

۷-۳-۳-٦-۹ در صورتی که خطر گود مطابق با جدول ۱-۳-۷ زیاد باشد مسئولیت طراحی گودبرداری باید بر عهده یک شرکت مهندسی ژئوتکنیک ذیصلاح واگذار شود نظارت بر اجرای عملیات بر عهده ناظر ذیصلاح ژئوتکنیک است.

۷-۳-۳-٦-۱۰ در صورتی که خطر گود مطابق با جدول ۱-۳-۷بسیار زیاد باشد. مسئولیت طراحی گودبرداری باید توسط یک شرکت مهندسی ژئوتکنیک ذیصلاح عملیات پایدارسازی گود توسط پیمانکار ذیصلاح و نظارت بر اجرای عملیات توسط ناظر ذیصلاح ژئوتکنیک انجام گردد.

۷-۳-۳-٦-۱۱ حضور ناظر ژئوتکنیک در گودهای با خطر زیاد و بسیار زیاد در طول مدت اجرای عملیات گودبرداری و پایدارسازی گود به صورت تمام وقت و پیوسته در کارگاه ضروری است.

۷-۳-۷ پایش و کنترل

در گودهای با خطر زیاد و بسیار زیاد لازم است رفتار سازه های مجاور و دیواره گود مورد پایش دقیق قرار گیرد و نتایج آن به طور منظم تفسیر شود.

۷-۳-۷-۱ اهداف ابزارگذاری و پایش

پایش به منظور تأمین اهداف زیر انجام می گیرد:

تأمین ایمنی گود در حین عملیات اجرایی و پس از گودبرداری

ارزیابی پاسخ سازه های موجود به وضعیت جدید در حین و پس از گودبرداری

کنترل روش و پارامترهای طراحی انتخاب شده و بازنگری آن در صورت نیاز

۷-۳-۷-۲- برنامه پایش

ابزارگذاری و پایش گودها و ساختمان‌های مجاور مستلزم برنامه ریزی دقیق و تخصصی است که شامل نوع تعداد محل نصب فواصل اندازه گیری و دیگر مواردی است که باید توسط مهندس ذیصلاح انجام گیرد.

به طور معمول این ابزارها شامل نشست سنج کشش سنج انحراف سنج سلولهای بارگذاری پیزومتر و غیره می‌باشند. در گودهای با خطر بسیار زیاد استفاده از پایش توسط حسگرهای مناسب علاوه بر عملیات نقشه برداری یا میکروژئودزی اجباری است.

۷-۳-۷-۳ بخشی از ابزار پایش باید قبل از شروع عملیات گودبرداری نصب و قرائت شوند به همین دلیل لازم است انتخاب مهندس ذیصلاح انجام دهنده این امر و تنظیم برنامه پایش قبل از شروع عملیات سامان یابد.

۷-۳-۷- ٤ مسئولیت طراحی اجرا و نظارت پایش

طراح گودبرداری مسئولیت تهیه برنامه پایش را به عهده دارد.

مسئولیت اجرای روزمره برنامه پایش شامل تأمین نصب قرائت پردازش اعلام خطر به عهده پیمانکار پایش میباشد. اطلاع رسانی به موقع به کلیه دست اندرکاران پروژه از وظایف پیمانکار پایش است.

ناظر پروژه مسئولیت نظارت بر حسن اجرای انجام مراحل پایش را به عهده دارد.

در گودهای با خطر معمولی در صورتی که شرایطی موجود باشد که انجام پایش را ضروری سازد، باید این عملیات انجام پذیرد.

با کمی دقت‌نظر در محتوای ارائه شده در ویرایش چهارم مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان و تطبیق آن با ساخت و سازه‌های شهری می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که عملاً به ندرت گودی شرایط خطر معمول را دارا بوده و بنابراین اکثر گودهای شهری نیازمند پایش تغییرشکل‌ها و تفویض حساس مسئولیت در حوزه‌های طراحی، نظارت و اجرا خواهند بود.

فصل دوم :

گودبرداری از نظر قوانین جاری

فصل دوم: گودبرداری از نظر قوانین جاری

گودبرداری در پروژه‌های‌عمرانی و خصوصاً در مناطق شهری از حساسیت بالایی برخوردار است. عدم رعایت اصول فنی در این زمینه، زمینه ساز مشکلات فنی و حقوقی بسیار زیادی خواهد شد. بنابراین، در زمینه‌های مختلف، قوانینی به منظور بالابردن دقت و آشنایی افراد دست‌اندرکار در این زمینه و کاهش خطرات احتمالی و حوادث غیر منتظره ارائه شده است. تعدادی از این قوانین به‌طور مستقیم مرتبط با موضوع گودبرداری بوده و تعدادی از قوانین نیز به طور غیر مستقیم مرتبط با آن می‌باشند. آشنایی با این قوانین، به افراد مرتبط با این پروژه‌ها توصیه می‌شود. خلاصه ای از مهم‌ترین این قوانین در این فصل اشاره شده است:

۲-۱. قوانین شهرداری و مسئولیت‌ها

- با توجه به مفاد تبصره ۷ ماده ۱۰۰ قانون شهرداری ها، ماموران شهرداری مکلفند بر عملیات گودبرداری ساختمان‌ها نظارت نمایند و هرگاه از موارد تخلف به موقع جلوگیری نکنند، طبق مقررات قانونی به تخلف آنها رسیدگی شده و در صورتی‌که عمل ارتکابی آنها واجد جنبه جزایی هم باشد، ازاین جهت نیز قابل تعقیب خواهند بود.

اهم مسئولیت‌های شهرداری‌ها در پروژه‌های گودبرداری ساختمانی شامل موارد زیر است:

- شهرداری‌ها مکلفند مشخصاتی از املاك مجاور را که در سامانه آرشیو الکترونیک اسناد موجود است، در اختیار صاحب کار قرار دهد؛
- الزام صاحب کار و سازنده برای خرید بیمه مسئولیت و کیفیت در کلیه گودبرداری ها؛

- تمهیدات لازم در گودبرداری‌های رها شده به هر طریق لازم جهت رفع خطر و اخذ هزینه‌های مربوطه از صاحب کار؛
- کنترل گزارش‌های گودبرداری تهیه شده توسط ناظر.

▪ در گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد حضور نماینده فنی شهرداری در جلسه مشترك و تحویل و تایید فرم درخواست صدور مجوز شروع عملیات ساختمانی؛

▪ بازرسی از گودبرداری‌های در حال اجرا، کنترل نحوه انجام عملیات اجرایی گودبرداری و رعایت برنامه زمان بندی اعلام شده؛

▪ مطابق تبصره ماده ۱۰ آیین نامه اجرایی ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، شهرداری‌ها موظفند نام و مشخصات سازنده ذیصلاح معرفی شده توسط مالک و قرارداد منعقد شده با وی را، مگر در خصوص مالکان دارای پروانه اشتغال به کار اجرا، در پروانه ساختمان قید کنند؛ در غیر این صورت، کلیه مسئولیت‌های ذکر شده برای سازنده در این دستورالعمل بر عهده شهرداری خواهد بود؛

▪ **تبصره ۷.** در نقاط خارج از محدوده شهرها که مرجعی به غیر از شهرداری عهده دار صدور پروانه ساختمان است، مرجع صدور پروانه جایگزین شهرداری در این دستورالعمل بوده و کلیه وظایف و مسئولیت‌های ذکر شده برای شهرداری در این دستورالعمل، بر عهده مرجع صدور پروانه، مانند بخشداری ها، دهیاری ها، فرمانداری ها، شرکت‌های عمران شهرهای جدید و بنیاد مسکن انقلاب اسلامی خواهد بود.

۲-۲. قانون کار

این قانون یکی از قوانین کشوری می‌باشد و طبق ماده ۱ آن کلیه کارفرمایان، کارگران، موسسات تولیدی، صنعتی، خدماتی و کشاورزی مکلف به تبعیت از این قانون می‌باشند.

ماده ۸۵ . برای صیانت نیروی انسانی و منابع مادی کشور رعایت دستورالعمل‌هایی که از طریق شورای عالی حفاظت فنی (جهت تأمین حفاظت‌فنی) و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (جهت جلوگیری از بیماری حرفه‌ای و تأمین بهداشت کار و کارگر و محیط کار) تدوین می‌شود، برای‌کلیه کارگاه‌ها، کارفرمایان، کارگران و کارآموزان الزامی است.

تبصره . کارگاه‌های خانوادگی نیز مشمول مقررات این فصل بوده و مکلف به رعایت اصول فنی و بهداشت کار می‌باشند.

ماده ۸۷. اشخاص حقیقی و حقوقی که بخواهند کارگاه جدیدی احداث نمایند و یا کارگاه‌های موجود را توسعه دهند، مکلف هستند بدواً برنامه کار و نقشه‌های ساختمانی و طرحهای مورد نظر را از لحاظ پیش‌بینی در امر حفاظت فنی و بهداشت کار، برای اظهار نظر و تأیید به وزارت کار تعاون و رفاهی اجتماعی ارسال دارند. وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی موظف است نظرات خود را ظرف مدت یک ماه اعلام نماید. بهره‌برداری از کارگاه‌های مزبور منوط به رعایت مقررات حفاظتی و بهداشتی خواهد بود.

ماده ۸۹ . کارفرمایان مکلف هستند پیش از بهره‌برداری از ماشین‌ها، دستگاه‌ها، ابزار و لوازمی که آزمایش آنها مطابق آیین‌نامه‌های مصوب شورای‌عالی حفاظت فنی ضروری شناخته شده است، آزمایش‌های لازم را توسط آزمایشگاه‌ها و مراکز مورد تأیید شورای عالی حفاظت فنی انجام داده و مدارك مربوط را حفظ و یک نسخه از آنها را برای اطلاع به وزارت تعاون کار و رفاه اجتماعی ارسال نمایند.

ماده ۹۱. کارفرمایان و مسئولان کلیه واحدهای موضوع ماده ۸۵ این قانون مکلف هستند براساس مصوبات شورای عالی حفاظت فنی برای تأمین‌حفاظت و سلامت و بهداشت کارگران

در محیط کار، وسایل و امکانات لازم را تهیه و در اختیار آنان قرار داده و چگونگی کاربرد وسایل فوق‌الذکر را به آنان بیاموزند و در خصوص رعایت مقررات حفاظتی و بهداشتی نظارت نمایند. افراد مذکور نیز ملزم به استفاده و نگهداری از وسایل حفاظتی و بهداشتی فردی و اجرای دستورالعمل‌های مربوطه کارگاه می‌باشند.

ماده ۹٤ . در مواردی که یک یا چند نفر از کارگران یا کارکنان واحدها موضوع ماده ۸۵ این قانون امکان وقوع حادثه یا بیماری ناشی از کار را درکارگاه یا واحد مربوطه پیش‌بینی نمایند می‌توانند مراتب را به کمیته حفاظت فنی و بهداشت کار یا مسئول حفاظت فنی و بهداشت کار اطلاع دهند و این‌امر نیز بایستی توسط فرد مطلع شده در دفتری که به همین منظور نگهداری می‌شود ثبت گردد.

تبصره : چنانچه کارفرما یا مسئول واحد، وقوع حادثه یا بیماری ناشی از کار را محقق نداند، موظف است در اسرع وقت موضوع را همراه با دلایل و نظرات خود به نزدیک‌ترین اداره کار و امور اجتماعی محل اعلام نماید. اداره کار و امور اجتماعی مذکور موظف است در اسرع وقت توسط بازرسین کاربه موضوع رسیدگی و اقدام لازم را معمول نماید.

ماده ۹۵ . مسئولیت اجرای مقررات و ضوابط فنی و بهداشت کار بر عهده کارفرما یا مسئولین واحدهای موضوع ذکر شده در ماده ۸۵ این قانون خواهد بود. هر گاه بر اثر عدم رعایت مقررات مذکور از سوی کارفرما یا مسئولین واحد، حادثه‌ای رخ دهد، شخص کارفرما یا مسئول مذکور از نظرکیفری و حقوقی و نیز مجازاتهای مندرج در این قانون مسئول است.

تبصره ۱ . کارفرما یا مسئولان واحدهای موضوع ماده ۸۵ این قانون موظف هستند کلیه حوادث ناشی از کار را در دفتر ویژه‌ای که فرم آن از طریق وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی اعلام می‌گردد ثبت و مراتب را سریعاً به صورت کتبی به اطلاع اداره کار و امور اجتماعی محل برسانند.

تبصره ۲ . چنانچه کارفرما یا مدیران واحدهای موضوع ماده ۸۵ این قانون برای حفاظت فنی و بهداشت کار وسایل و امکانات لازم را در اختیارکارگر قرار داده باشند و کارگر با وجود آموزش‌های لازم و تذکرات قبلی بدون توجه به دستورالعمل و مقررات موجود از آنها استفاده ننماید کارفرما مسئولیتی نخواهد داشت. در صورت بروز اختلاف، رأی هیأت حل اختلاف نافذ خواهد بود.

۲-۳. قانون تامین اجتماعی

در این قانون، ضمن بیان مشخصات بیمه شده، کارگر، کارفرما، کارگاه و سایر موارد مرتبط، به موضوعات مرتبط با آسیب حین کار اشاره شده است. با توجه به اینکه در این‌گونه حوادث مشکلاتی برای افراد بیمه شده و کارفرما ایجاد می‌شود، آشنایی با قوانین یاد شده کمک موثری در آشنایی بیشتر مخاطبان داشته و با توجه به عواقب ناخوشایند این‌گونه حوادث و اطلاع از موارد متناسب با آن کمک قابل توجهی به کاهش این‌گونه حوادث خواهد شد. در ادامه به بخش‌هایی از این قانون که مرتبط با موضوع بحث هستند، اشاره خواهد شد:

- طبق بند ۸ ماده ۱ این قانون، حادثه، اتفاقی پیش‌بینی نشده است که تحت تأثیر عامل یا عوامل خارجی در اثر عمل یا اتفاق ناگهانی رخ می‌دهد و موجب صدماتی بر جسم یا روان بیمه شده می‌گردد.
- مطابق ماده ۳ این قانون، حوادث، از کارافتادگی و مرگ شامل این قانون می‌شود.
- مطابق ماده ٤ این قانون، افرادی که به هر عنوان در مقابل دریافت مزد یا حقوق کار می‌کنند نیز شامل این قانون می‌شوند.
- همچنین مطابق ماده ٥ این قانون، اتباع بیگانه نیز که طبق قوانین و مقررات مربوط به کار اشتغال دارند، در شرایط خاصی مشمول این قانون می‌باشند.

- طبق ماده ٥٤. بیمه‌شدگان و افراد خانواده آنها از زمانی که مشمول مقررات این قانون قرار می‌گیرند، در صورت مصدوم شدن بر اثر حوادث یا ابتلا به بیماری می‌توانند از خدمات پزشکی استفاده کنند. خدمات پزشکی که به عهده سازمان تأمین خدمات درمانی است، کلیه اقدامات درمانی‌سرپایی . بیمارستانی . تحویل داروهای لازم و انجام آزمایشات تشخیص طبی را شامل می‌باشد
- **ماده ٥٥.** خدمات درمانی موضوع این قانون به دو صورت انجام می‌گیرد:

الف) روش مستقیم برای بیمه‌شدگانی که از پزشک. درمانگاه. بیمارستان‌ها و سایر امکانات درمانی متعلق به این سازمان استفاده می‌کنند.

ب) روش غیر مستقیم برای بیمه‌شدگانی که در انتخاب پزشک درمانگاه . بیمارستان آزادی عمل خواهند داشت و سازمان تعهدات درمانی خودرا از طریق خرید خدمات درمانی انجام می‌دهد.

تبصره . ضوابط استفاده از روش‌های فوق طبق آیین‌نامه‌ای که ظرف شش ماه از تاریخ تصویب این قانون تهیه و به تصویب شورای فنی سازمان تأمین خدمات درمانی خواهد رسید تعیین می‌گردد.

- **ماده ٥٦.** به منظور توانبخشی ترمیم و تجدید فعالیت بیمه‌شدگان آسیب‌دیده که قدرت کار اولیه خود را از دست داده‌اند، سازمان تأمین خدمات درمانی برای اشتغال آنها به کارهای مناسب دیگر طبق آیین‌نامه‌هایی که از طرف شورای فنی سازمان مذکور پیشنهاد و به تصویب شورای عالی سازمان خواهد رسید، از طریق مؤسسات حرفه‌ای معلولین اقدام خواهد نمود.

▪ **ماده ٦٠.** حوادث ناشی از کار، حوادثی است که در حین انجام وظیفه و به سبب آن برای بیمه شده اتفاق می‌افتد. مقصود از حین انجام وظیفه، تمام اوقاتی است که بیمه شده در کارگاه یا مؤسسات وابسته یا ساختمان‌ها و محوطه آن مشغول کار باشد و یا به دستورکارفرما در خارج از محوطه کارگاه عهده‌دار انجام مأموریتی باشد. اوقات مراجعه به درمانگاه و یا بیمارستان و یا برای معالجات درمانی و توانبخشی و اوقات رفت و برگشت بیمه شده از منزل به کارگاه جزء اوقات انجام وظیفه محسوب می‌گردد، مشروط بر اینکه حادثه در زمان عادی رفت و برگشت به کارگاه اتفاق افتاده باشد. حوادثی که برای بیمه شده حین اقدام برای نجات سایر بیمه‌شدگان و مساعدت به آنان اتفاق می‌افتد؛ حادثه ناشی از کار محسوب می‌شود.

▪ **ماده ٦٣.** در مورد بیماری‌ها یا حوادث آخرین مزد یا حقوق روزانه بیمه شده به منظور محاسبه غرامت دستمزد ایام بیماری عبارت است از: جمع کل‌دریافتی بیمه شده که به مأخذ آن حق بیمه دریافت شده است در آخرین ۹۰ روز قبل از شروع بیماری تقسیم به روزهای کار و در مورد بیمه‌شدگانی که‌کارمزد دریافت می‌کنند آخرین مزد عبارت است از: جمع کل دریافتی بیمه شده که به مأخذ آن حق بیمه دریافت شده است در آخرین ۹۰ روز قبل ازشروع بیماری تقسیم بر نود، مشروط بر اینکه غرامت دستمزد این مبلغ از غرامت دستمزدی که به حداقل مزد کارگر عادی تعلق می‌گیرد، کمتر نباشد. درصورتی که بیمه شده دریافت‌کننده کارمزد ظرف سه ماه مذکور مدتی از غرامت دستمزد استفاده کرده باشد متوسط دستمزدی که مبنای محاسبه غرامت‌دستمزد مذکور قرار گرفته است به منزله دستمزد روزانه ایام بیماری تلقی و در محاسبه منظور خواهد شد.

▪ **ماده ٦٥.** در صورت وقوع حادثه ناشی از کار، کارفرما مکلف است اقدامات لازم اولیه را برای جلوگیری از تشدید وضع حادثه دیده به عمل آورده و مراتب را ظرف سه روز اداری کتباً به اطلاع سازمان برساند. در صورتی که کارفرما بابت اقدامات اولیه مذکور متحمل هزینه‌ای شده باشد، سازمان تأمین خدمات درمانی هزینه‌های مربوط را خواهد پرداخت.

▪ **ماده ٦٦.** در صورتی که ثابت شود وقوع حادثه مستقیماً ناشی از عدم رعایت مقررات حفاظت فنی و بروز بیماری ناشی از عدم رعایت مقررات بهداشتی و احتیاط لازم از طرف کارفرما یا نمایندگان او بوده؛ سازمان تأمین خدمات درمانی و سازمان هزینه‌های مربوط به معالجه و غرامات و مستمری‌ها و غیره را پرداخته و طبق ماده ٥٠ این قانون از کارفرما مطالبه و وصول خواهد نمود.

تبصره ١. مقصر می‌تواند با پرداخت معادل ده سال مستمری موضوع این ماده به سازمان از این بابت بری‌الذمه شود.

تبصره ٢. هر گاه بیمه شده مشمول مقررات مربوط به بیمه شخص ثالث باشد، در صورت وقوع حادثه سازمان و سازمان تأمین خدمات درمانی و یاشخصاً کمک‌های مقرر در این قانون را نسبت به بیمه شده انجام خواهند داد و شرکت‌های بیمه موظفند خسارات وارده به سازمان‌ها را در حدود تعهدات خود نسبت به شخص ثالث بپردازند.

٢-٤. مقررات ملی ساختمان

در مبحث ١٢ مقررات ملی ساختمان به مواردی در خصوص ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا اشاره شده است. این مجموعه از مجلدهای مقررات ملی ساختمان به مباحث ایمنی و موارد

مرتبط با آن با هدف کاهش خسارت در این زمینه پرداخته است. در بخش‌هایی از این مجموعه به بحث خاکبرداری اشاره شده است که به مهم‌ترین آنها در ادامه مطالب اشاره می‌شود:

۱۲-۹-۱. کلیات

۱۲-۹-۱-۱. عملیات خاکی عبارت است از: خاکبرداری، خاکریزی، تسطیح زمین، گودبرداری، پی‌کنی ساختمان‌ها، حفر شیارها، شمع‌ها، کانال‌ها، چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب با وسایل دستی یا مکانیکی؛

۱۲-۹-۱-۲ .گودبرداری به هر گونه حفاری و خاکبرداری در تراز پایین‌تر از سطح طبیعی زمین یا تراز زیر پی ساختمان مجاور گودبرداری اطلاق می‌شود.

۱۲-۹-۱-۳. سطح خطر گودبرداری سطح خطر گودبرداری‌ها با توجه به عمق گود، نوع خاك، وجود آب، وجود منبع ارتعاش در مجاورت گود و حساسیت ساختمان‌های مجاور آن به صورت گودبرداری با خطر معمولی، زیاد و بسیار زیاد تعیین می‌گردد. ارزیابی سطح خطر گودبرداری بر اساس ضوابط و مقررات مبحث "ژئوتکنیک و مهندسی پی (مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان) انجام می‌شود.۱۲-۹-۱-٤ قبل از شروع خاکبرداری باید اقدامات زیر توسط سازنده انجام شود:

الف) زمین مورد نظر توسط شخص و یا اشخاص ذیصلاح از لحاظ استحکام و جنس خاك و همچنین پایداری ابنیه مجاور به دقت مورد بررسی قرار گیرد. به علاوه نقشه گودبرداری و پایدارسازی جداره‌های گود و برنامه گودبرداری باید توسط این اشخاص تهیه و به تایید مرجع رسمی ساختمان برسد.

ب) روش، برنامه اجرایی گودبرداری و همچنین زمان شروع آن به همراه مجوز صادره توسط مرجع رسمی ساختمان در اختیار مهندس ناظر قرار گیرد.

پ) موقعیت تاسیسات زیرزمینی از قبیل چاه‌ها، کانال‌های فاضلاب، چشمه‌ها و قنوات قدیمی، لوله کشی آب و گاز، کابل‌های برق و تلفن که ممکن است در حین عملیات گودبرداری و خاك برداری موجب بروز خطر و حادثه گردند و یا خود دچار خسارت شوند؛ مورد بررسی و شناسایی قرار گرفته و با همکاری سازمانهای ذیربط، نسبت به تغییر مسیر دائم یا موقت و یا قطع جریان و همچنین ایمن سازی آنها اقدام گردد.

ت) در صورتی که تغییر مسیر یا قطع جریان برخی از تاسیسات مندرج در مفاد بند ۱۲-۹-۱-٤

پ) امکان پذیر نباشد، باید با همکاری سازمان‌های مربوط و به طرق مقتضی نسبت به حفاظت آنها اقدام شود.

ث) چنانچه محل گودبرداری در نزدیکی و یا مجاورت یکی از ایستگاه‌های خدمات عمومی، از قبیل آتش نشانی و اورژانس بوده و یا در مسیر خودروهای آنها باشد؛ باید قبلا مراتب به اطلاع مسئولین‌ذیربط رسانده شود تا احیاناً در سرویس رسانی عمومی وقفه‌ای ایجاد نگردد.

ج) کلیه اشیا زاید، از قبیل تخته سنگ ضایعات ساختمانی و یا بقایای درختان که ممکن است مانع از انجام کار شده و یا موجب بروز حوادث شوند؛ باید از زمین مورد نظر خارج گردند.

چ) در استفاده از روش‌های پایدارسازی دیواره‌های گودبرداری، از قبیل میخ‌کوبی و میل مهار ورود به محدوده مالکیت املاك مجاور و همچنین معابر عمومی ممنوع می‌باشد، مگر با موافقت ذینفع و مرجع رسمی ساختمان.

۱۲-۹-۱-۵ در صورتی که در خاکبرداری از دستگاه‌های برقی، مانند الکتروموتور برای هوادهی، تخلیه آب و نظایر آن استفاده شود، این گونه دستگاه‌ها باید با رعایت مفاد بخش ۱۲-۱-٦ به کار گرفته شده و به وسایل حفاظتی مناسب مجهز باشند.

۱۲-۹-۱-٦ چنانچه محل مورد نظر برای خاکبرداری، نظیر حفر چاه در معابر عمومی یا محل‌هایی باشد که از احتمال رفت و آمد افراد متفرقه وجود داشته باشد، باید با اقدامات احتیاطی، از قبیل محصور کردن محوطه حفاری، نصب علائم هشدار دهنده و وسایل کنترل مسیر، از ورود افراد به منطقه حفاری جلوگیری به عمل آمده و دهانه این گونه محل‌ها در پایان کار روزانه مسدود گردند.

۱۲-۹-۲ گودبرداری(حفر طبقات زیرزمین و پی کنی ساختمان‌ها).

۱۲-۹-۲-۱ در صورتی که در عملیات گودبرداری و خاکبرداری احتمال خطری برای پایداری و سرویس دهی دیواره‌های گود، دیوارها و ساختمان‌های مجاور و یا مهارها وجود داشته باشد؛ باید قبل از گودبرداری و خاکبرداری، ایمنی و پایداری آنها با استفاده از روش‌هایی نظیر نصب شمع، سپر و مهارهای مناسب و رعایت فاصله لازم و ایمن گودبرداری و در صورت لزوم با اجرای سازه‌های نگهبان تأمین گردد.

۱۲-۹-۲-۲ سازنده موظف است در عملیات گودبرداری و پایدار سازی جداره‌های گود مفاد مبحث پی و پی سازی (مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان) و دستورالعمل اجرایی گودبرداری‌های ساختمانی ابلاغی وزارت راه و شهرسازی را رعایت نماید.

۱۲-۹-۲-۳ در مواردی که عملیات گودبرداری در مجاورت بزرگراه‌ها، خطوط راه آهن یا مراکز و تاسیسات دارای ارتعاش انجام می‌شود، باید اقدامات لازم را برای جلوگیری از لغزش یا ریزش جداره‌ها صورت گیرد.

۱۲-۹-۲-٤ در موارد زیر باید دیواره‌های محل گودبرداری، همچنین دیوارها و ساختمان‌های مجاور، دقیقا توسط شخص ذیصلاح مورد بررسی و بازدید قرار گرفته و در نقاطی که خطر ریزش، لغزش یا تغییر شکل‌های غیر مجاز به وجود آمده است، مهارها و وسایل ایمنی لازم از قبیل شمع و سپر نصب و یا مهارهای موجود تقویت گردند:

الف) قبل از پایدار سازی کامل، به صورت روزانه و بعد از پایدار سازی، حداقل هفته‌ای یک بار؛

ب) بعد از وقوع بارندگی، طوفان، سیل، زلزله و یخبندان؛

پ) بعد از هر گونه عملیات انفجاری؛

ت) بعد از ریزش ناگهانی؛

ث)بعد از وارد آمدن صدمات اساسی به مهارها.

۱۲-۹-۲-۵ برای جلوگیری از بروز خطرهایی، نظیر پرتاب سنگ، سقوط افراد، حیوانات، مصالح ساختمانی و ماشین آلات، سرازیر شدن آب به داخل گود و نیز برخورد افراد و وسایل نقلیه با کارگران و وسایل و ماشین آلات حفاری و خاکبرداری، باید اطراف محل گودبرداری و خاکبرداری با رعایت مفاد بخش ۱۲-۵-۲ به نحو مناسب محصور و محافظت شود. در صورتی که گودبرداری و خاکبرداری در مجاورت معابر و فضاهای عمومی صورت گیرد، باید این حصار با رعایت مفاد بخش‌های ۱۲-۵-۲ و ۱۲-۵-۹ و در فاصله حداقل ۱/۵ متر از لبه گود احداث و با علائم هشدار دهنده که در شب و روز و از فاصله دور قابل رویت باشند، مجهز گردد.

۱۲-۹-۲-٦ در گودبرداری‌هایی که عملیات اجرایی به علت محدودیت ابعاد آن با مشکل نور و تهویه هوا مواجه می‌گردد؛ لازم است نسبت به تامین وسایل روشنایی و تهویه هوا اقدام لازم به عمل آید.

۱۲-۹-۲-۷ مواد حاصل از گودبرداری نباید به فاصله کمتر از ۱ متراز لبه گود ریخته شوند. همچنین این مواد نباید در پیاده‌روها و معابر عمومی به نحوی انباشته شوند که مانع عبور و مرور گردیده یا موجب بروز حادثه گردند.

۱۲-۹-۲-۸ محل استقرار ماشین آلات و وسایل مکانیکی، از قبیل جرثقیل، بیل مکانیکی، لودر، کامیون یا انباشتن خاک‌های حاصل از گودبرداری و یا مصالح ساختمانی در

مجاورت گود، باید توسط شخص ذیصلاح بررسی و حداقل فاصله مناسب تعیین گردد. این فاصله باید دقیقا از لبه گود رعایت شود.

۱۲-۹-۲-۹ در گودهایی که عمق آنها بیش از ۱متر می‌باشد، نباید کارگر در محل کار به تنهایی به کار گمارده شود.

۱۲-۹-۲-۱۰ در گودبرداری‌ها، عرض معابر و راه‌های شیب دار (رمپ) احداثی ویژه وسایل نقلیه نباید کمتر از ٤ متر باشد.

۱۲-۹-۲-۱۱ در محل گودبرداری‌های عمیق و وسیع، باید یک نفر نگهبان مسئولیت نظارت بر ورود و خروج کامیونها و ماشین آلات سنگین را عهده دار باشد. برای آگاهی کارگران و سایر افراد، باید علائم هشدار دهنده در معبر و محل ورود و خروج کامیون‌ها و ماشین آلات مذکور نصب گردد.

۱۲-۹-۳. حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب.

۱۲-۹-۳-۱. قبل از آغاز عملیات حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب به ویژه در حفاری دستی چاه‌ها باید بررسی‌های لازم در خصوص وجود و کیفیت موانعی از قبیل قنوات قدیمی، فاضلاب‌ها، پی‌ها جنس خاك لایه‌های زمین و تاسیسات مربوط به آب، برق، گاز، تلفن و نظایر آن به عمل آید و در صورت لزوم از سازمان‌های ذیربط استعلام گردد. محل حفاری نیز باید طوری تعیین شود که هنگام کار، خطر ریزش یا نشت قنات، فاضلاب و چاه مجاور یا برخورد با تاسیسات یاد شده وجود نداشته باشد.

۱۲-۹-۳-۲ به منظور ایجاد تهویه کافی در عملیات حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب، باید هر نوع گاز، گرد و غبار و مواد آلوده کننده دیگر که برای سلامتی افراد مضر است، به طرق مقتضی از محل کار خارج شود و به وسیله پمپ هوا دهی نسبت به تهویه هوای

چاه اقدام گردد. در صورت لزوم باید کارگران به ماسک و دستگاه‌های تنفسی مناسب مجهز شوند تا همواره هوای سالم به آنها برسد.

۱۲-۹-۳-۳ کلیه افرادی که فعالیت آنها با عملیات حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب مرتبط است، باید متناسب با نوع کار به وسایل و تجهیزات فردی، مطابق با ویژگی‌های فصل ۱۲-٤ مجهز شوند.

۱۲-۹-۳-٤ مقنی قبل از ورود به چاه برای عملیات چاه کنی باید نسبت به موارد زیر اقدام نماید:

الف) هوادهی و تهویه مناسب چاه و اطمینان از عدم وجود گازهای سمی و مضر. همچنین اطمینان از عدم امکان سرازیر شدن آب و سیلاب به داخل چاه.

ب) بستن طناب نجات و حمایل بند کامل بدن به خود و محکم نمودن انتهای آزاد طناب به نقطه ثابتی در بالای چاه و حاضر بودن همکار وی بر سر چاه.

۱۲-۹-۳-۵ پس از خاتمه کار روزانه و یا در مواقعی که حفاری انجام نمی‌شود، دهانه چاه باید با صفحات مشبک مقاوم و مناسب به نحو مطمئن پوشانده شود.

۱۲-۹-۳-٦ در حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب باید ضوابط مندرج در آیین نامه و مقررات «حفاظتی چاه‌های دستی» لحاظ گردد.

همچنین در مبحث ۷ مقررات ملی ساختمان در خصوص ضوابط فنی طراحی، پایش و سایر موارد مرتبط اطلاعات مهم و کاربردی ارائه شده است.

۲-۵. قانون مجازات اسلامی

ماده ۱۷. دیه اعم از مقدر و غیرمقدر، مالی است که در شرع مقدس برای ایراد جنایت غیرعمدی بر نفس، اعضا و منافع و یا جنایت عمدی در مواردی که به هر جهتی قصاص ندارد، به موجب قانون مقرر می‌شود.

طبق ماده ١٤٣ قانون مجازات اسلامی مصوب ١٣٩٢، در تعیین مسئولیت کیفری، اصل بر مسئولیت شخص حقیقی است؛ اما چنانچه شخص حقیقی به نام یا در جهت منافع شخص حقوقی مرتکب عملی شود که خسارت دیگری را به دنبال داشته باشد؛ شخص حقوقی نیز طبق ماده ٢٠ قانون مجازات اسلامی قابل مجازات است. البته مجازات شخص حقوقی مانع مجازات شخص حقیقی نیست. به عنوان مثال، چنانچه متصدی بیل مکانیکی شهرداری به دستور شهردار یا مقام مافوق خود اقدام به حفاری یا گودبرداری در یکی از محلات شهری اقدام کند و در جریان آن به هر علت به خانه، زمین، خودرو یا هر مال متعلق به دیگری خسارتی وارد شود، شهرداری باید خسارت زیان‌دیده را جبران کند و مامور متصدی بیل مکانیکی نیز تا جایی که از قانون تخطی کرده و نظامات فنی و مهندسی را رعایت نکرده، مجازات می‌شود.

٢-٦. مشخصات فنی و عمومی راه

بخشی از عملیات گودبرداری، شامل عملیات خاکبرداری می‌باشد که در ویرایش سال ١٣٩٢ نشریه ١٠١ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور به مواردی در این خصوص اشاره شده است. در بند ٢٤-١٠ مرتبط با موضوع ایمنی در اجرای عملیات این آیین نامه آمده است که در کارهای عمرانی تعیین وظایف شغلی کارکنان و انتخاب روش‌های اجرا باید به نحوی انجام پذیرد که با اصول مهندسی و معیارهای ایمنی سازگار باشد. پیمانکار در برابر سلامتی کارکنان مسئول است و باید بر مبنای آیین نامه‌ها و استانداردهای مصوب شورای عالی حفاظت فنی و کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور تدابیر لازم را برای ایمنی آنها در حین اجرای پیمان به‌کار گیرد.

در این مشخصات فنی آمده است که قبل از شروع کار، محل اجرای عملیات باید به‌طور کامل و دقیق مورد بررسی قرار گیرد. در مسیر حرکت ماشین آلات، وضعیت ترافیک، وجود گودال، گل و لای، گرد و غبار زیاد و مه غلیظ، جنس خاك، احتمال ریزش، نزدیکی به پرتگاه، خطوط لوله آب و فاضلاب و گاز، موانع، کابل‌های برق و تلفن در زیرزمین و بالای سر و به‌طور

کلی هر نوع شرایط غیر عادی و خطرناك احتمالی باید شناسایی شوند و تمهیدات لازم برای تامین ایمنی کارکنان فراهم گردد.

کلیه کارکنان، هنگام اجرای عملیات خاکی باید به وسائل حفاظت فردی مناسب مجهز شوند و به وظایف خود آشنایی کافی داشته باشند و به طور غیر ضروری خود را در معرض عوامل زیان آور، مثل گرد و غبار، صدا، گرما و پرتوهای خورشیدی و نیز عوامل مخاطره آمیز مانند سقوط از ارتفاع، ریزش مواد و برخورد با ماشین آلات قرار ندهند. در صورت لزوم، برای تعیین موقعیت‌های خطرناك و حفظ هوشیاری کارکنان باید از علائم هشدار دهنده و برچسب‌های ایمنی استفاده کرد. در صورت نیاز برای جلوگیری از ریزش‌های احتمالی دیواره محل حفاری‌ها، ترانشه‌ها و شیروانی‌ها باید با قرار دادن و بستن حائل‌های موقت محافظت شوند. در زمین‌های ریزشی، در مهاربندی‌ها و به‌کارگیری سپرها باید دقت بیشتر به‌عمل آید و قفل و بست‌های مناسب تامین شود.

در مواردی که کارکنان قرار است در محل ترانشه یا در محل حفاری کار کنند، باید بازرسی‌های زیر از نظر ریزش و اکسیژن مورد نیاز انجام پذیرد و در صورت کاهش درصد اکسیژن هوا و خطر ریزش یا مشاهده ترك در جبهه خاك و یا سنگ، کار متوقف شود. برای شروع دوباره عملیات، تامین نظر دستگاه نظارت به لحاظ رعایت مقررات ایمنی ضروری است:

الف) حداقل روزی یک‌بار، در صورتی که کارکنان به طور مرتب درون ترانشه کار می‌کنند؛

ب) پس از هر ریزش غیر منتظره مصالح به داخل ترانشه.

۲-۷. آیین‌نامه حفاظتی کارگاه‌های ساختمانی

هدف از تدوین این آئین نامه که توسط معاونت روابط کار وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی ارائه شده است؛ پیشگیری از حوادث منجر به صدمات وخسارات جانی مالی در عملیات ساختمانی و تامین ایمنی و حفاظت نیروی انسانی شاغل در کارگاه‌های ساختمانی است. مقررات این آیین نامه باستناد ماده ۸۵ قانون کار جمهوری اسلامی ایران تدوین شده و در مورد

کلیه کارگاه‌های ساختمانی لازم الاجرا است. در فصل دوم این آیین نامه، مقررات کلی، از جمله اقدامات لازم قبل از شروع عملیات ساختمانی، مسئولیت اجرای مقررات این آیین نامه، مسئولیت پیمانکاران، مسئولیت‌های مهندسان ناظر، صاحب کار، اقدامات مورد نیاز در حوادث احتمالی، استفاده از سرپوش‌های حفاظتی، استفاده از کلاه و کفش ایمنی و سایر موارد قابل توجه اشاره شده است. در فصل ششم این آیین نامه، در چهار بخش به نکات قابل توجه و موارد حفاظتی گودبرداری و حفاری به شرح زیر اشاره شده است:

در بخش اول این آیین نامه به عملیات مقدماتی گودبرداری و حفاری اشاره شده است.

ماده ۲۳۸. قبل از اینکه عملیات گودبرداری وحفاری شروع شود، اقدامات زیر باید انجام شود:

الف) زمین مورد نظر ازلحاظ استحکام دقیقاً مورد بررسی قرار گیرد؛

ب) موقعیت تاسیسات زیرزمینی از قبیل کانال‌های فاضلاب، لوله کشی آب، گاز، کابل‌های برق، تلفن و غیره که ممکن است در حین اجرای عملیات گودبرداری موجب بروز خطر و حادثه گردند و یا خود دچار خسارت شوند؛ باید مورد شناسائی قرار گرفته و در صورت لزوم نسبت به تغییر مسیر دائم یا موقت و یا قطع جریان آنها اقدام گردد.

ج) در صورتی که تغییر مسیر یا قطع جریان تاسیسات مندرج در بند "ب" امکان پذیر نباشد، باید به طرق مقتضی، از قبیل نگه‌داشتن به طورمعلق و یا محصور کردن، نسبت به حفاظت آنها اقدام شود،

د) موانعی از قبیل درخت، تخته سنگ و غیره از زمین موردنظر خارج گردند؛

ه) در صورتی که عملیات گودبرداری و حفاری احتمال خطری برای پایداری دیوارها و ساختمان‌های مجاور در برداشته باشد، باید از طریق نصب شمع، سپر و سازه‌های نگهبان قبل از شروع عملیات، ایمنی و پایداری آنها تامین گردد.

در بخش دوم این آیین نامه به اصول کلی گودبرداری و حفاری اشاره شده است.

ماده ۲۳۹. اگر در مجاورت محل گودبرداری و حفاری کارگرانی مشغول به کار دیگری باشند، باید اقدامات احتیاطی برای ایمنی آنان به عمل آید.

ماده ۲٤۰. دیواره‌های هر گودبرداری که عمق آن بیش از۱۲۰ سانتیمتر بوده و احتمال خطر ریزش وجود داشته باشد، باید به وسیله نصب شمع، سپر و مهارهای محکم ومناسب حفاظت گردد مگر آنکه دیواره‌ها دارای شیب مناسب (کمتر از زاویه پایدار شیب خاکریزی) باشند.

ماده ۲٤۱. در مواردی که عملیات گودبرداری و حفاری در مجاورت خطوط راه آهن، بزرگراه‌ها و یا مراکز و تاسیساتی که تولید ارتعاش می‌نمایند، انجام شود؛ باید تدابیر احتیاطی، از قبیل نصب شمع، سپر و مهارهای مناسب برای جلوگیری از خطر ریزش اتخاذ گردد.

ماده ۲٤۲. مصالح حاصل از گودبرداری و حفاری نباید به فاصله کمتر از نیم متر از لبه گود ریخته شود. همچنین این مصالح نباید در پیاده روها و معابر عمومی به نحوی انباشته شود که مانع عبور و مرور گردد:

ماده ۲٤۳. دیواره‌های محل گودبردای و حفاری در موارد ذیل باید دقیقاً مورد بررسی و بازدید قرار گرفته و در نقاطی که خطر ریزش به وجود آمده است، وسائل ایمنی نصب و یا نسبت به تقویت آنها اقدام گردد.

الف) بعد از یک وقفه ٢٤ ساعته یا بیشتر در کار؛

ب) بعد از هر گونه عملیات انفجاری؛

ج) بعد از ریزش‌های ناگهانی؛

د) بعد از صدمات اساسی به مهارها؛

ه) بعد از یخبندان‌های شدید؛

و) بعد از باران‌های شدید.

ماده ۲٤٤. در محله‌ای که احتمال سقوط اشیا به محل گودبرداری و حفاری وجود دارد، باید موانع حفاظتی برای جلوگیری از وارد شدن آسیب به کارگران پیش بینی گردد.

همچنین برای پیشگیری از سقوط کارگران وافراد عابر به داخل محل گودبرداری و حفاری باید اقدامات احتیاطی، از قبیل محصور کردن محوطه گودبرداری، نصب نرده ها، موانع، وسائل کنترل مسیر و علائم هشدار دهنده انجام شود.

ماده ۲٤٥. شب‌ها در کلیه معابر و پیاده روهای اطراف محوطه گودبرداری و حفاری باید روشنایی کافی تامین شود. همچنین علائم هشدار دهنده شبانه، از قبیل چراغ‌های احتیاط، تابلوهای شبرنگ و غیره در اطراف منطقه محصور شده نصب گردد، به طوری که کلیه عابران و رانندگان وسائل نقلیه از فاصله کافی و به موقع متوجه خطرگردند.

ماده ۲٤٦. قبل از قراردادن ماشین آلات و وسائل مکانیکی، از قبیل جرثقیل، بیل مکانیکی، کامیون و غیره و یا انباشتن خاک‌های حاصل از گودبرداری و حفاری و مصالح ساختمانی در نزدیکی لبه‌های گود، باید شمع، سپر و مهارهای لازم جهت افزایش مقاومت در مقابل بارهای اضافی در دیواره گود نصب گردد.

ماده ۲٤۷. در صورتی‌که از وسائل بالابر برای حمل خاك و مواد حاصل از گودبرداری و حفاری استفاده شود، باید پایه‌های این وسائل به طور محکم و مطمئن نصب گردیده و خاك و مواد مذکور نیز باید با محفظه‌های ایمن و مطمئن بالا آورده شود.

ماده ۲٤۸. هرگاه بنایی که جهت حفاظت یکی از دیواره‌های گودبرداری مورد استفاده قرار گیرد، باید به وسیله مهارهای لازم پایداری آن تامین شود.

ماده ۲٤۹. در صورتی که از موتورهای احتراق داخلی در داخل گود استفاده شود، باید با اتخاذ تدابیر فنی، گازهای حاصله از کار موتور به طور موثر از منطقه کار کارگران تخلیه گردد.

ماده ۲۵۰. چنانچه وضعیت گود یا شیار به نحوی است که روشنایی کافی یا نور طبیعی تامین نمی‌شود، باید جهت جلوگیری از حوادث ناشی از فقدان روشنایی، از منابع نور مصنوعی استفاده شود.

ماده ۲۵۱. در صورتی که احتمال نشت و تجمع گازهای سمی وخطرناك در داخل کانال وجود داشته باشد، باید با اتخاذ تدابیر فنی ونصب وسائل تهویه، هوای منطقه تنفسی کارگران به طور موثر تهویه گردد. همچنین در صورت تجمع آب در کانال باید نسبت به تخلیه آن اقدام شود.

ماده ۲۵۲. در مواردی که حفاری در زیر پیاده‌روها ضروری باشد، باید جهت پیشگیری از خطر ریزش، اقدامات احتیاطی، از قبیل نصب مهارهای مناسب با استقامت کافی انجام و با نصب موانع، نرده‌ها و علائم هشدار دهنده، منطقه خطر به طور کلی محصور و از عبور ومرور افراد جلوگیری به عمل آید.

ماده ۲۵۳. در گودها و شیارهایی که عمق آنها از یک متر بیشتر باشد، نباید کارگر را به تنهایی به کار گمارد.

ماده ۲۵٤. در حفاری با بیل وکلنگ باید کارگران به فاصله کافی از یکدیگر به کار گمارده شوند.

ماده ۲۵۵. در شیارهای عمیق و طولانی که عمق آنها بیش از یک متر باشد، باید به ازاء حداکثر هر سی متر طول، یک نردبان کار گذارده شود. لبه بالایی نردبان باید تا حدود یک متر بالاتر ازلبه شیار ادامه داشته باشد. در بخش سوم این آیین نامه به راه‌های ورود و خروج به محل گودبرداری و حفاری اشاره شده است.

ماده ۲۵٦. برای رفت وآمد کارگران به محل گودبرداری باید راه‌های ورود و خروجی مناسب و ایمن در نظر گرفته شود. در محل گودهایی که عمق آن بیش از ٦ متر باشد، باید برای هر

شش متر یک سکو و یا پاگرد برای نردبان‌ها، پله‌ها و راه‌های شیب دار پیش بینی گردد. این سکوها یا پاگردها و همچنین راه‌های شیب دار و پلکان‌ها باید به وسیله نرده‌های مناسب محافظت شوند.

ماده ۲۵۷. عرض معابر و راه‌های شیب‌دار ویژه وسایط نقلیه نباید کمتر از چهارمتر باشد و در طرفین آن باید موانع محکم ومناسبی نصب گردد. در صورتی که این حفاظ از چوب ساخته شود قطر آن نباید از بیست سانتی متر کمتر باشد.

ماده ۲۵۸. در محل گودبردای باید یک نفر نگهبان مسئول نظارت بر ورود و خروج کامیون و ماشین آلات سنگین باشد و نیز برای آگاهی کارگران و سایر افراد علائم هشدار دهنده در معبر ورود و خروج کامیون‌ها و ماشین الات مذکور نصب گردد.

ماده ۲۵۹. راه‌های شیب دار و معابری که در زمین‌های سخت (بدون استفاده از تخته‌های چوبی) ساخته می‌شود، باید بدون پستی و بلندی و ناهمواری باشد.

ماده ۲٦۰. افرادی که در عملیات گودبرداری و حفاری به کارگرفته می‌شوند، باید دارای تجربه کافی بوده و همچنین افراد ذیصلاح بر کار آنان نظارت نمایند. در بخش چهارم این آیین نامه به حفر چاه‌های آب و فاضلاب با وسائل دستی اشاره شده است.

ماده ۲٦۱. کلیه پیمانکاران چاه کن باید دارای وسائل و ابزار کار سالم و بدون نقص و همچنین وسائل حفاظت فردی طبق ضوابط آئین نامه حفاظتی حفر چاه‌های دستی وآئین نامه وسائل حفاظت انفرادی، به ویژه کلاه ایمنی، پمپ هوادهی، چکمه لاستیکی، کمربند ایمنی و طناب نجات باشند و این وسایل را در اختیار کارگران خود قرار داده و در مورد کاربرد صحیح آن نظارت نمایند.

ماده ۲٦۲. افرادی که در عملیات حفر چاه‌های آب و فاضلاب به‌کار گرفته می‌شوند، باید دارای تجربه کافی در این امر بوده و پیمانکاران مربوط بر کار آنان نظارت نمایند.

ماده ٢٦٣. در انتخاب محل حفر چاه فاضلاب باید موقعیت چاه‌های فاضلاب قدیمی مورد توجه قرار گرفته و فاصله چاه جدید با چاه قدیم با نظر مهندس ناظر صاحب کار یا پیمانکار اصلی صاحب کار به اندازه‌ای در نظر گرفته شود که خطر ریزش و مرتبط شدن خودبه‌خود دو چاه وجود نداشته باشد و یا قبل از شروع حفاری، نسبت به تخلیه چاه فاضلاب قدیمی و پرکردن آن با خاك و شفته یا مصالح مناسب دیگر اقدام گردد.

ماده ٢٦٤. در هر مرتبه ورود مقنی به چاه، باید بررسی لازم از نظر وجود گازهای سمی وخطرناك و همچنین کمبود اکسیژن به عمل آید.

ماده ٢٦٥. برای پیشگیری از خطرات و عوارض مربوط به کمبود اکسیژن و وجود گازهای زیان آور وخطرناك، باید به وسیله پمپ هواده نسبت به تهیه هوای چاه اقدام گردد و چنانچه شرایط کار به نحوی باشد که اقدام فوق کافی وموثر نباشد، باید کارگر مقنی به ماسک تنفسی با هوای فشرده و لوله خرطومی مجهز گردد.

ماده ٢٦٦. مقنی قبل از ورود به چاه باید طناب نجات وکمربند ایمنی را به خود بسته و انتهای آزاد طناب نجات را در بالای چاه در نقطه ثابتی محکم نموده باشد.

ماده ٢٦٧. پس از خاتمه کار روزانه، دهانه چاه باید به وسیله صفحات محکم، مقاوم و مناسب به نحو ایمن پوشانده شده و علامت گذاری شود.

ماده ٢٦٨. دهانه چاه باید به عمق حداقل ١/٥ متر با آجر و ملات سیمان طوقه چینی شده و در خاتمه عملیات طوری مسدود و پوشانده شود که مقاومت کافی در برابر بارهای وارده و نیز عوامل جوی داشته باشد، همچنین در زمین‌هایی که خاك دستی ریخته شده باشد، عمل طوقه چینی باید بعد از برداشتن خاك دستی انجام شود.

ماده ٢٦٩. لوله‌های فاضلاب باید از طریق گلدان به چاه مرتبط گردند. همچنین گلدان باید دارای استحکام کافی بوده و نحوه استقرار آن در دهانه چاه به نحوی باشد که بتواند

فاضلاب را به طورعمودی و در امتداد استوانه چاه هدایت و از ریزش آب به دیواره چاه جلوگیری نماید.

ماده ۲۷۰. چنانچه دهانه چاه دارای درب باشد، این درب باید مجهز به قفل و بست مناسب و مطمئن باشد.

ماده ۲۷۱.محل چاه باید در نقشه نهایی ساختمان دقیقاً مشخص باشد. همچنین در خاتمه عملیات ساختمانی بر روی محل احداث یا پوشش دهانه چاه نیز باید علائم مشخصه نصب گردد.

ماده ۲۷۳. در عملیات حفر چاه با وسائل دستی، باید علاوه بر موارد فوق، مفاد آیین نامه مقررات حفاظتی حفر چاه‌های دستی نیز رعایت گردد.

۲-۸. سازمان آتش نشانی

با توجه به نقش سازمان آتش نشانی در کمک به حادثه دیدگان و کنترل شرایط در حوادث احتمالی، در خصوص ایمنی گودبرداری و نکات قابل توجه در این زمینه توصیه‌هایی از طرف سازمان آتش نشانی ارائه شده است که در ادامه در این خصوص مطالبی ارائه شده است:

- مهندسان ناظر و مجری باید قبل از هر گونه کاری در جهت ساختمان سازی اطلاعات کافی در مورد شناسایی خاك منطقه و محل داشته باشند؛
- اگر در منطقه محل خاکریزی‌های دستی و ضایعات باشد، عملیات خاك برداری باید به تدریج و با مهار کردن کامل دیوارهای جانبی گودال انجام شود؛
- در عملیات خاکبرداری سعی شود از افراد با تجربه و حداقل تعداد کارگران استفاده شود؛
- حفاظ گذاری و ایجاد حریم برای جلوگیری از سقوط افراد به داخل گودال الزامی است؛

- هنگام حفر چاهک برای ستون‌ها و اجرای ستون‌ها باید چاهک کاملاً طوقه چینی و مهار شود تا کارگر یا کارگران در اثر ریزش خاك مدفون نشوند؛
- در مناطقی که ساختمان‌های قدیمی تخریب و به جای آنها قرار است ساختمان‌های جدید ساخته شوند، مهندسان ناظر و مجری باید مقاومت ایستایی ساختمان‌های هم جوار را نیز بررسی کنند و چنانچه احتمال داده شود که در اثر گودبرداری ساختمان مجاور دچار حادثه می‌شود، باید به اقدامات ایمنی کامل متوسل شد؛
- هنگام عملیات خاکبرداری با ماشین آلات سنگین از ساکنان ساختمان‌های مجاور بخواهید تا در اثر شنیدن هر صدای مشکوك (شکستن شیشه، ترك در دیوارها و ...) فوراً محل مسکونی را ترك و به مکان امنی خارج از ساختمان پناه ببرند؛
- اگر گودبرداری دارای عمقی بیش از سه متر باشد، باید قبل از خاکبرداری، محل ستون‌ها گودبرداری شود و با اجرای ستونها و مهار آنها به یکدیگر از ریزش و رانش خاك‌های سست جلوگیری شود

۲-۹. قانون مسئولیت مدنی

مسئولیت مدنی عبارت از جبران ضرر و زیان و خسارت به دیگری است که این مسئولیت بر اساس رابطه‌ای دینی بین زیاندیده از جرم و زیان‌زننده ایجاد می‌شود. بر این اساس، شخص به جبران خسارتی که به دیگران وارد می‌کند، ملزم می‌شود و در حقیقت این الزام، ناشی از عمل منتسب و مرتبط به او نسبت به دیگری است. در این نوع مسئولیت، چون عمل ارتکابی مخل نظم عمومی نیست، جامعه از خود دفاع نمی‌کند و متضرر از جرم باید زیان وارده به خود را از مرتکب مطالبه کند.

بخش‌هایی از این قانون مرتبط با موضوع گودبرداری در ادامه ارائه شده است.

ماده ۱. هرکس بدون‌مجوز قانونی عمداً یا در نتیجه بی احتیاطی به جان یا سلامتی یا مال یا آزادی یا حیثیت یا شهرت تجارتی یا به هر حق دیگر که به موجب قانون برای افراد ایجاد گردیده لطمه ای وارد نماید که موجب ضرر مادی یا معنوی دیگری شود؛ مسئول جبران خسارت ناشی از عمل خود می‌باشد.

ماده ۲. در موردی که عمل واردکننده زیان موجب خسارت مادی یا معنوی زیان دیده شده باشد، دادگاه پس از رسیدگی و ثبوت امر او را به جبران خسارات مزبور محکوم می‌نماید و چنانچه عمل واردکننده زیان فقط موجب یکی از خسارات مزبور باشد دادگاه او را به جبران همان نوع خساراتی که وارد نموده محکوم خواهد نمود.

ماده ۳. دادگاه میزان زیان و طریقه و کیفیت جبران آن را با توجه به اوضاع و احوال قضیه تعیین خواهد کرد جبران زیان را به صورت مستمری نمی‌شود تعیین کرد، مگر آن که مدیون تضمین مقتضی برای پرداخت آن بدهد.

ماده ۵. اگر در اثر آسیبی که به بدن یا سلامتی کسی وارد شده در بدن او نقصی پیدا شود، یا قوه کار زیان دیده کم گردد و یا از بین برود و یا موجب افزایش مخارج زندگانی او بشود واردکننده زیان مسئول جبران کلیه خسارات مزبور است.

دادگاه جبران زیان را با رعایت اوضاع و احوال قضیه‌به طریق مستمری و یا پرداخت مبلغی دفعتاً واحده تعیین می‌کند و در مواردی که جبران زیان باید به طریق مستمری به عمل آید تشخیص این که به چه اندازه و تا چه میزان و تا چه مبلغ می‌توان از واردکننده زیان تامین گرفت، با دادگاه است.

اگر در موقع صدور حکم تعیین عواقب صدمات بدنی به طور دقیق ممکن نباشد، دادگاه از تاریخ صدور حکم تا دو سال حق تجدید نظر نسبت به حکم خواهد داشت.

ماده ٦ . در صورت مرگ آسیب دیده زیان شامل کلیه هزینه‌ها مخصوصا هزینه کفن و دفن می‌باشد اگر مرگ فوری نباشد هزینه معالجه و زیان ناشی از سلب قدرت کردن در مدت ناخوشی نیز جزء زیان محسوب خواهد شد. در صورتی که در زمان وقوع آسیب زیاندیده قانوناً مکلف بوده و یا ممکن است بعدها مکلف شود شخص ثالثی را نگاهداری نماید و در اثر مرگ او شخص ثالث از آن حق محروم گردد؛ واردکننده زیان باید مبلغی به عنوان مستمری متناسب با مدتی که ادامه حیات آسیب دیده عادتاً ممکن و مکلف به نگاهداری شخص ثالث بوده به آن شخص پرداخت کند. در این صورت تشخیص میزان تضمین که باید گرفته شود با دادگاه است.

ماده ۱۲. کارفرمایانی که مشمول قانون کار هستند، مسئول جبران خساراتی می‌باشند که از طرف کارکنان اداری و یا کارگران آنان در حین انجام کار یا به مناسبت آن وارد شده است، مگر این که محرز شود تمام احتیاطهایی که اوضاع و احوال قضیه ایجاب می‌نموده به عمل آورده و یا این که اگر احتیاط‌های مزبور را به عمل می‌آورند، باز هم جلوگیری از ورود زیان مقدور نمی‌بود کارفرما می‌تواند به واردکننده خسارت در صورتی که مطابق قانون مسئول شناخته شود، مراجعه نماید.

ماده ۱۳ . کارفرمایان مشمول ماده ۱۲ مکلفند تمام کارگران و کارکنان اداری خود را در مقابل خسارت وارده از ناحیه آن به اشخاص ثالث بیمه نمایند.

ماده ١٤ . در مورد ماده ۱۲ هر گاه‌چند نفر مجتمعاًزیانی وارد آورند، متضامناً مسئول جبران خسارت وارده هستند.

در این مورد میزان مسئولیت هر یک از آنان با توجه به نحوه مداخله هر یک از طرف دادگاه تعیین می‌شود.

فصل سوم :

روش‌های پایدارسازی گود

فصل سوم: روش‌های پایدارسازی گود

۳-۱. مقدمه

امروزه با توجه به گسترش ساخت و سازها در مناطق شهری و لزوم اجرای گودبرداری‌های مختلف، استفاده از روش‌های مناسب برای گودبرداری و پایدارسازی گود از اهمیت قابل توجهی در زمینه حفظ ایمنی و صرفه اقتصادی برخوردار می‌باشد. روش‌های پایدارسازی مختلفی به منظور حفظ پایداری گود وجود دارد که هر کدام دارای ویژگی‌های خاصی می‌باشد. شرایط خاك منطقه، شرایط پروژه و برخی عوامل دیگر در انتخاب نوع سیستم پایدارسازی اثرگذار می‌باشند. استفاده از سازه‌های نگهبان بسته به نوع آنها در حالت موقت و دائم امکان پذیر است. در این فصل در خصوص سازه نگهبان موقت و دائم و تقسیم بندی آنها، معرفی روش‌های مختلف پایدارسازی و جزئیات اجرایی سازه‌های نگهبان توضیحاتی ارائه شده است. روش‌های مختلف پایدارسازی گود شامل موارد زیر می‌باشند:

- شیب پایدار،
- میخ‌کوبی،
- انکراژ،
- شمع،
- خرپا،
- سپرها،
- دیوار خاك مسلح،
- مهار متقابل،

- دیوار دیافراگمی،
- دیوارهای مرکب،
- انواع دیوارهای حائل دائم.

۳-۲. استفاده از سازه نگهبان مناسب

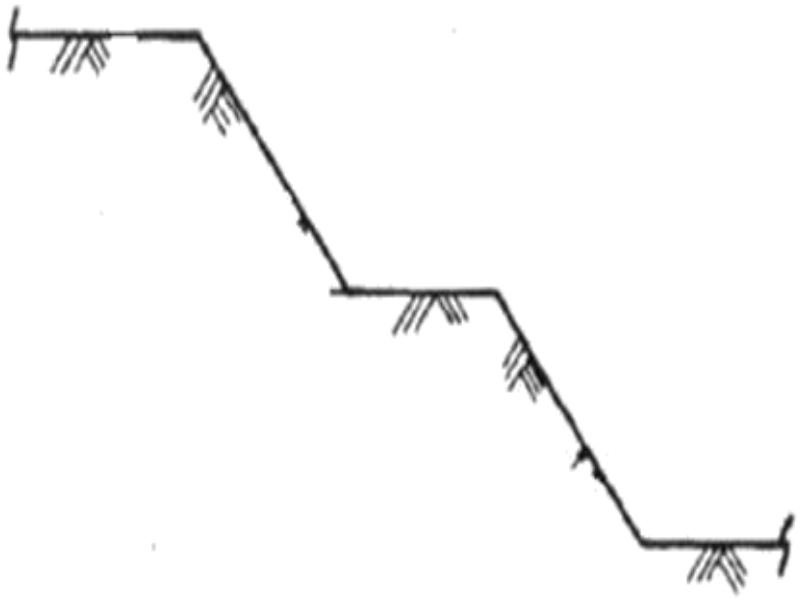
در فصل اول در خصوص گودبرداری و تعریف آن مطالبی ارائه شد. بدیهی است عوامل ژئوتکنیکی می‌توانند اثر قابل توجهی در شرایط گودبرداری داشته باشند و باید در طراحی‌ها مورد نظر قرار گیرند. ناپایداری گود عواقبی دارد که مشکلات زیادی را برای افراد مختلف ایجاد می‌کند و لزوم پایدارسازی گود از نظر حفظ جان، مال و تجهیزات پروژه حائز اهمیت می‌باشد. از نظر قانونی نیز قوانین مختلفی در این خصوص پیش بینی شده که در بخش‌های قبلی به‌طور مفصل مطرح گردید. با توجه به اهمیت سازه نگهبان‌ها و استفاده از سازه مناسب در این بخش توضیحات کامل تری در این خصوص ارائه شده است.

۳-۳. مروری بر روش‌های پایدارسازی گود

۳-۳-۱. شیب پایدار

استفاده از شیب پایدار در شرایط خاصی برای پایدارسازی گودها امکان پذیر می‌باشد. در این حالت از مقاومت طبیعی خاك استفاده می‌شود دیواره گود پایدار می‌شود.

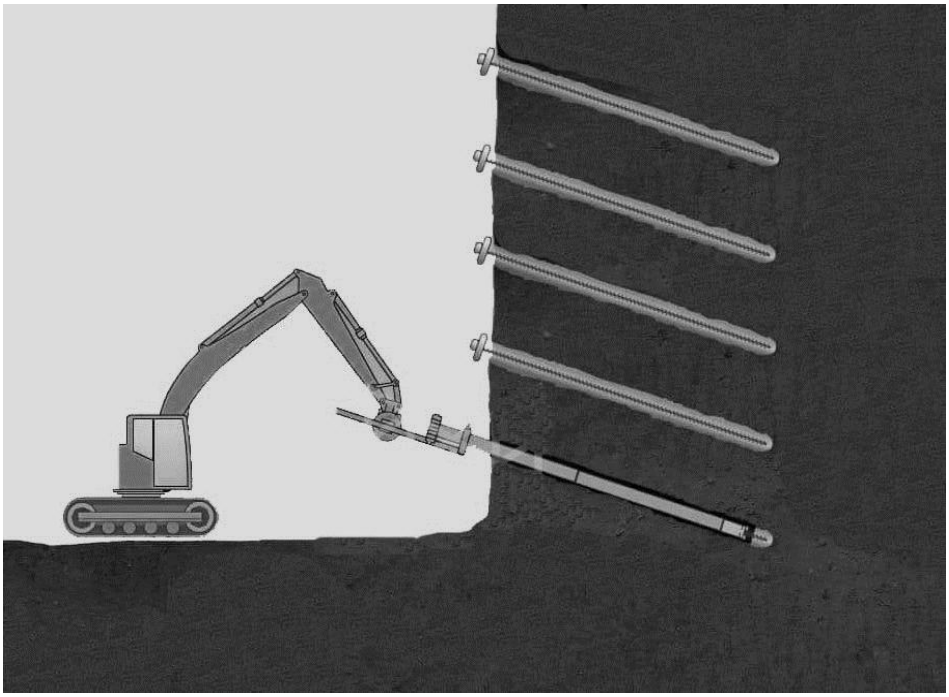
استفاده از این روش در شرایطی امکان پذیر است که خاك محل از مقاومت مناسبی برخوردار باشد. در خاک‌هایی که حالت ریزشی دارند، استفاده از این روش امکان پذیر نمی‌باشد. در این روش با توجه به ابزار آلات معمول مورد استفاده در حفاری، هزینه‌های اجرایی مناسب بوده و لذا این راهکار یکی از روش‌های متداول در طرح‌های مختلف می‌باشد. عمق پایدار گود در این روش محاسبه شده و معیاری برای تصمیم گیری در خصوص عمق مناسب گودبرداری می‌باشد. در فصل چهارم توضیحات کامل تری در خصوص استفاده از این روش ارائه خواهد شد. در شکل ۳-۱ پایدارسازی گود با این شیوه نشان داده شده است.



شکل ۳-۱. استفاده از شیب پایدار در پایدارسازی پروژه

۳-۳-۲. میخ کوبی

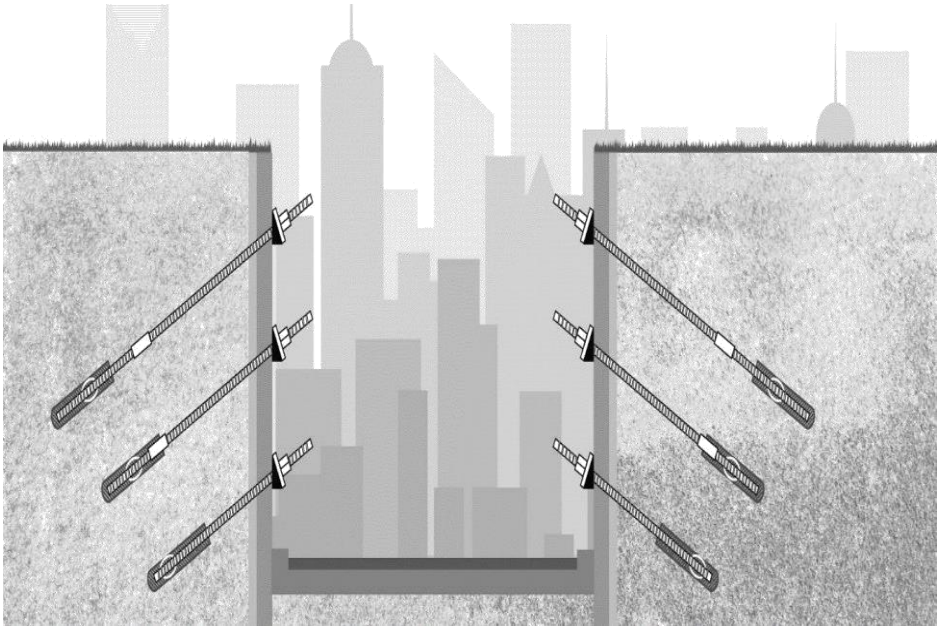
این روش با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد آن از روش‌های معمول در پایدار سازی می‌باشد. در این روش دستخوردگی زمین به حداقل می‌رسد و تغییر شکل‌های خاك به مقدار قابل توجهی کاهش پیدا می‌کند. در این شیوه، دیواره گودبرداری به صورت مرحله به مرحله حفاری شده و میخ‌کوبی در خاك انجام می‌شود. پس از میخ‌کوبی برای پایدارسازی مناسب دیواره حفاری، از بتن پاشی روی دیوار استفاده می‌شود. در پروژه‌های مختلفی در مناطق شهری، راهسازی و راه آهن از این شیوه استفاده می‌شود. در فصل سوم توضیحات کامل‌تری از ویژگی‌های این روش و استفاده از آن ارائه شده است. نمایی از اجرای گودبرداری با استفاده از این روش در شکل ۳-۲ نشان داده شده است.



شکل ۳-۲. پایدارسازی گود با استفاده از روش میخ‌کوبی

۳-۳-۳. انکراژ

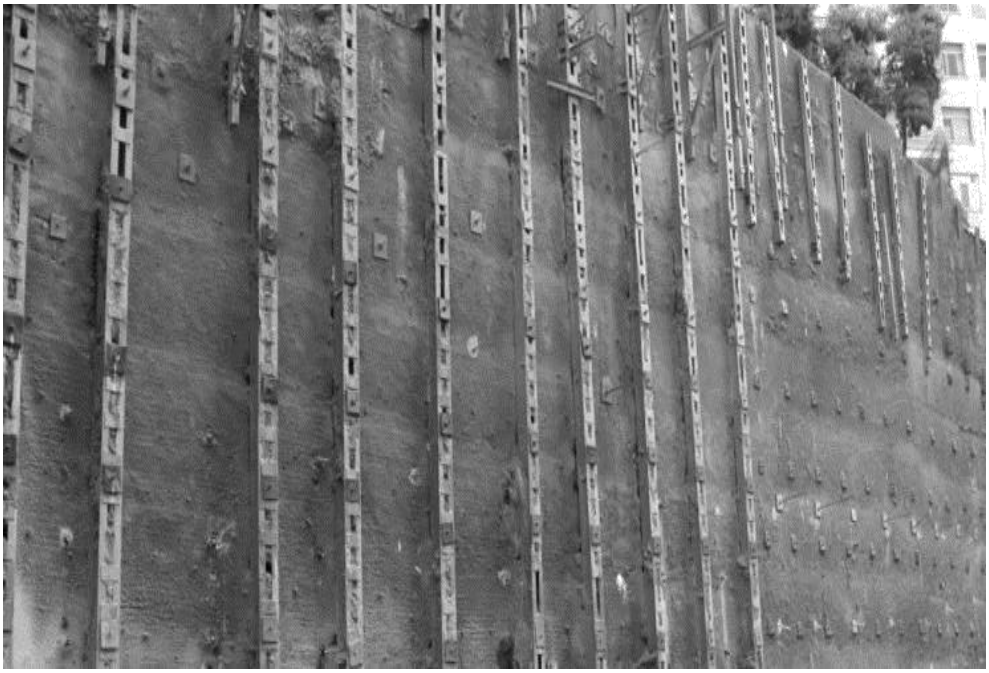
استفاده از انکراژ در پایدارسازی گودهای عمیق متداول می‌باشد. در این روش نیز با استفاده از اجرای المان‌های مهار کننده در داخل خاك، مقاومت دیواره گودبرداری افزایش پیدا کرده و پایداری لازم حاصل می‌شود. این روش به روش میخ‌کوبی شباهت زیادی دارد. با توجه به نوع ادوات مورد استفاده و لزوم کشیدن مهارها این روش نسبت به روش میخ‌کوبی هزینه بالاتری خواهد داشت. البته مقاومت دیواره در این حالت، بالاتر بوده و تغییر شکل‌ها نیز کاهش قابل توجهی پیدا می‌کند. لذا در پروژه‌های حساس استفاده از این شیوه برای کنترل تغییر شکل‌ها در جداره گود توصیه می‌شود. نمایی از اجرای گودبرداری با استفاده از این روش در شکل ۳-۳ نشان داده شده است.



شکل ۳-۳. تصویرپایدارسازی گودبرداری به روش انکراژ

۳-۳-٤. دیوار برلنی

در این روش مصالح مصرفی ترکیبی از پروفیل‌های فولادی است که مابین آنها از چوب، بتن و یا مصالح دیگر پر شده است. استفاده از این روش در بسیاری از پروژه‌های شهری معمول بوده و در مناطق شهری که در مجاورت محل پروژه ساختمان‌ها و تاسیسات مختلفی وجود دارند، اجرای آن دارای مزیت‌های قابل توجهی می‌باشد. استفاده از این شیوه پایداری خیلی مناسبی در گود ایجاد می‌کند و تغییر شکل‌ها نیز به شکل مطلوبی کنترل می‌شود. استفاده از این روش همراه با ترکیب با روش‌های دیگر امکان پذیر می‌باشد. در شکل ۳-٤ تصویری از اجرای این نوع از سازه نگهبان در یک پروژه نشان داده شده است.



شکل ۳-۴. تصویر شماتیک از دیوار برلنی

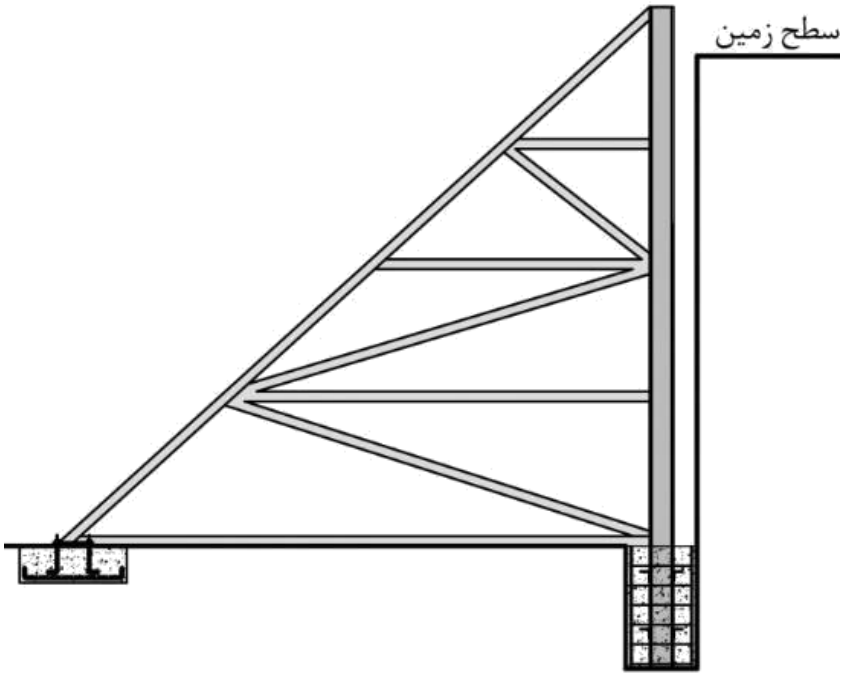
۳-۳-۵. شمع

شمع‌ها یا المان‌های میله‌ای‌شکل که عمدتاً از مصالح بتن مسلح هستند، به منظور ایمن سازی گود مورد استفاده قرار می‌گیرند و به عنوان سازه نگهبان ایفای نقش می‌کنند. در این شیوه از پایدارسازی گود، فشار وارد از طرف خاك با استفاده از المان‌های شمع که در کنار هم اجرا شده اند، مهار می‌شود. این روش در زمین‌های مختلف قابل استفاده است و بسته به عمق شمع‌ها هزینه اجرای آن متفاوت می‌باشد. در صورتی که محل اجرای گودبرداری دارای تراکم ساخت و ساز بالایی باشد، تمهیدات ویژه‌ای در استفاده از این روش باید مورد توجه قرار گیرد و در این شرایط حتی ممکن است لازم باشد از شیوه‌های دیگر پایداری گود استفاده شود. در فصل چهارم توضیحات جامعی در خصوص استفاده از این شیوه پایدارسازی گود ارائه شده است. در شکل ۳-۵ اجرای شمع‌ها در کنار هم، به منظور پایدارسازی گود نشان داده شده است.

شکل ۳-۵. پایدارسازی گود به روش اجرای شمع

۳-۳-۶. خرپا

استفاده از سیستم خرپا از روش‌های معمول در پایدارسازی گودها می‌باشد. در این روش با استفاده از پروفیل‌های مختلف فلزی سازه‌ای ساخته می‌شود و دیواره گود در برابر بارهای وارده پایدار می‌شود. در منابع مختلف دستورالعمل‌ها و نمودارهای مربوط به طرح این نوع از سازه نگهبان‌ها دیده می‌شود. با توجه به نوع این سازه نگهبان، طراحی، ساخت و اجرای آن به سادگی قابل ارزیابی و انجام بوده و در اکثر پروژه‌ها استفاده از آن توصیه می‌شود. البته ساخت و نصب خرپاها پرکار و پرهزینه است؛ اما امکان استفاده مکرر از آنها فراهم است. در شکل ۳-۶، نمای کلی این نوع از سازه نگهبان نشان داده شده است.

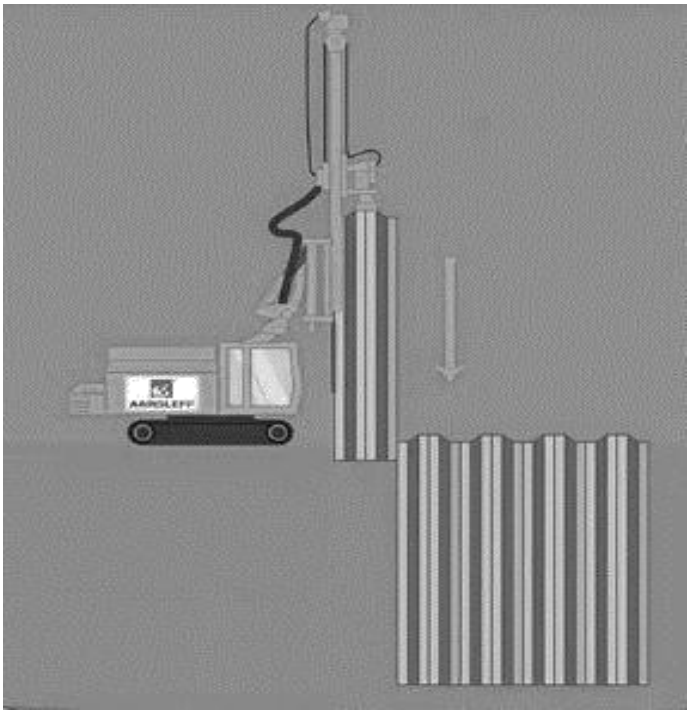


شکل ۳-٦. پایدارسازی گود به روش اجرای خرپا

۳-۳-۷. سپرها

از روش‌های دیگر پایدارسازی گود می‌توان به روش سپرکوبی اشاره کرد. در این روش صفحه‌هایی از جنس عمدتاً فولادی با استفاده از دستگاه سپرکوب داخل خاك کوبیده می‌شود. در صورتی که خاك محل سست و ریزشی باشد، استفاده از این روش مفید و سودمند خواهد بود. البته با توجه به ماهیت اجرای روش به فضای کافی در اطراف محل سپرکوبی برای استقرار تجهیزات مورد نیاز است. در مناطقی که دارای سطح آب زیرزمینی بالایی هستند، استفاده از این روش می‌تواند به خوبی پایداری لازم را فراهم کند.

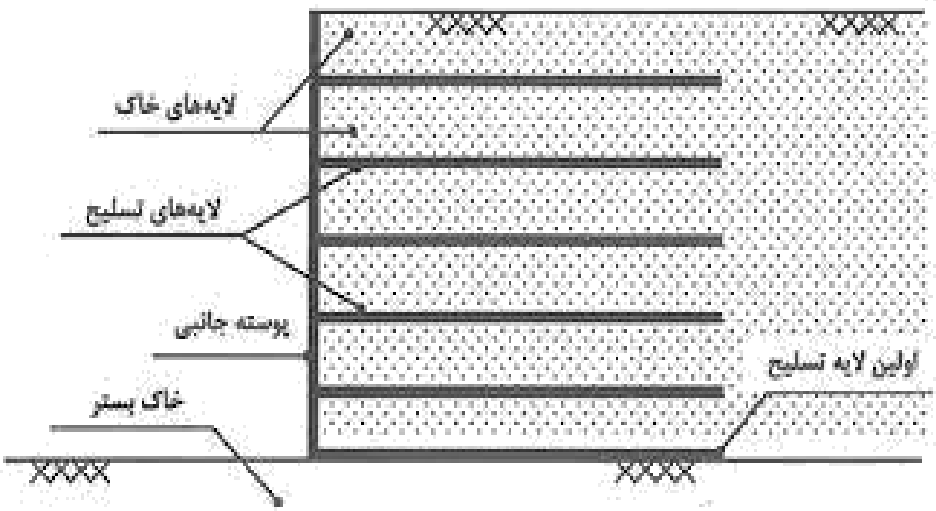
در شکل ۳-۷، تصویری شماتیک اجرای سپر در یک پروژه نشان داده شده است.



شکل۳-۷.سپرکوبی به منظور پایدارسازی گودبرداری

۳-۳-۸. دیوارخاك مسلح

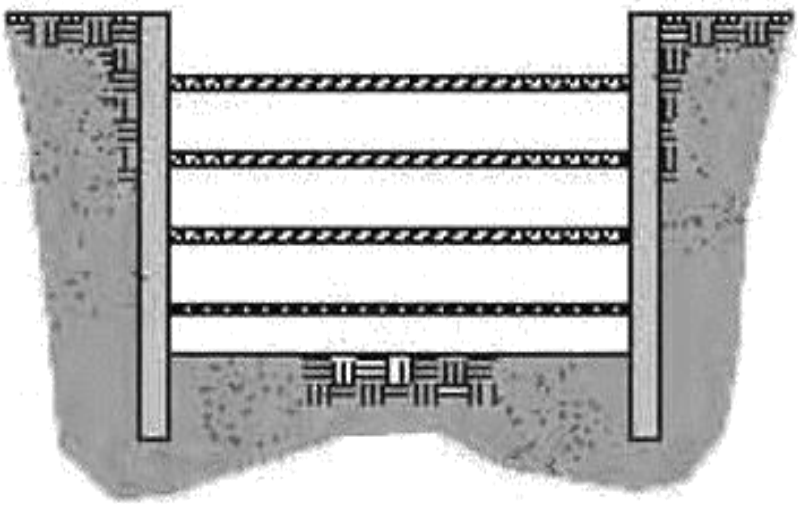
دیوار خاك مسلح با استفاده از خاك، المان‌های تسلیح کننده و پوسته نما دیوار حائل مناسبی را در برابر بارهای وارده ایجاد و پایداری دیوار گود را تامین می‌کند. استفاده از این روش در پروژه‌های مختلف به عنوان حائل دائم امکان پذیر بوده و در مناطقی قابل استفاده می‌باشد که اطراف آن فضای مناسبی برای اجرای کار وجود داشته باشد. نمای مناسب دیوار گود در این روش این امکان را فراهم می‌کند که سطح زیبای خارجی در پروژه‌های شهری و خارج از شهر فراهم شود. در سازه نگهبان‌هایی از نوع دائم در فصل چهارم توضیحات کامل‌تری در خصوص این نوع از سازه نگهبان ارائه خواهد شد. در تصویر ۳-۸، نمایی از استفاده از این نوع از سازه نگهبان ملاحظه می‌شود.



شکل ۳-۸. اجرای دیوار خاک مسلح با استفاده از تسمه

۳-۳-۹. مهار متقابل

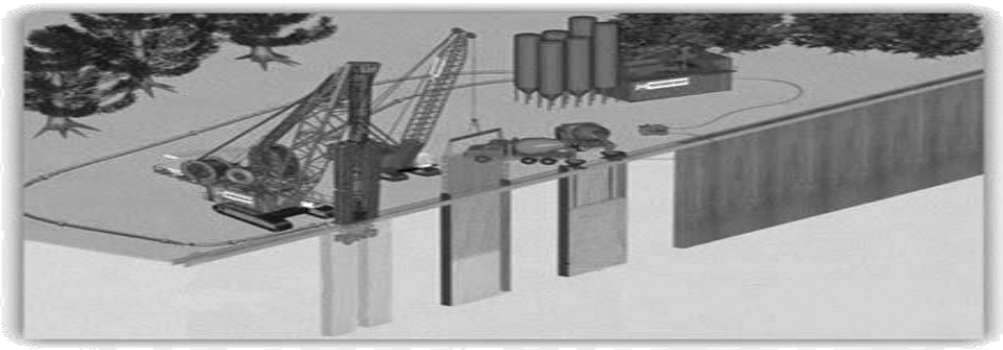
این روش از روش‌های با هزینه نسبتاً پایین در اجرای گودبرداری‌ها است که در شرایط خاصی استفاده از آن امکان پذیر می‌باشد. این روش در گودبرداری‌هایی با عرض کم و به‌خصوص در مناطق شهری استفاده می‌شود. سرعت اجرای کار بالا بوده و نسبت به سایر روش‌های پایدارسازی گود به مهارت خیلی بالایی نیاز نیست و ادوات مورد استفاده در آن نیز تجهیزات پیچیده‌ای نمی‌باشد که این موضوع سبب سهولت در اجرای آن شده است. در این شیوه از اجرای سازه نگهبان‌ها دو سمت گود توسط پروفیل‌های مناسبی به هم متصل شده و مهار می‌شود. به همین دلیل، مهار متقابل به آن گفته می‌شود. در فصل چهارم توضیحات تکمیلی در خصوص استفاده از این روش ارائه خواهد شد. در شکل ۳-۹ نمایی از اجرای این نوع از سازه نگهبان ملاحظه می‌شود.



شکل ۳-۹. تصویر گودبرداری پایدار شده به روش مهار متقابل

۳-۳-۱۰. دیوار دیافراگمی

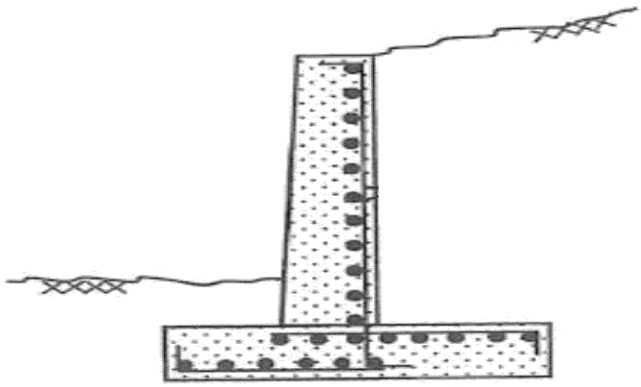
استفاده از دیوار دیافراگمی در پروژه‌هایی، از قبیل ایستگاه مترو، تونل، اجرای یک لایه نفوذناپذیر و احداث زیرزمین و کاربری‌های مشابه امکان پذیر می‌باشد. در این روش با استفاده از عملیات حفاری و آرماتورگذاری، بتن ریزی و دیواره پایداری ایجاد می‌شود.این روش معمولاً به‌صورت پانل به پانل اجرا می‌شود و همپوشانی مناسب بین پانل‌ها مقاومت خوبی را به دیوار می‌دهد. این روش قابل استفاده در پروژه‌های‌مختلف خصوصاً وسیع می‌باشد. در فصل چهارم توضیحات کامل‌تری در خصوص این روش ارائه خواهد شد. در شکل ۳-۱۰ تصویری از اجرای دیوار دیافراگمی و همچنین دیوار دیافراگمی پایان یافته ملاحظه می‌شود.



شکل ۳-۱۰ اجرای دیوار دیافراگمی جهت پایدارسازی گود

۳-۳-۱۱. دیوارهای حائل کلاسیک

این نوع از سازه‌های نگهبان دارای تنوع مختلفی است و در انواع مختلف این روش‌ها فشار خاك با استفاده از دیوار مناسبی مهار می‌شود. این نوع از سازه‌های نگهبان می‌توانند از نوع دیوار حائل وزنی (سنگی یا بتنی) و دیوار حائل پشت بند دار باشند. جنس آنها می‌تواند از بتن، چوب و یا سایر مواد باشد. دیوارهای حائل از نوع گابیونی و دارای قفس‌های سنگی از انواع دیگر این نوع از حائل‌ها می‌باشند. در انتخاب نوع دیوار باید دقت شود که ارتفاع گودبرداری با نوع دیوار متناسب باشد. استفاده از دیوار حائل نامناسب می‌تواند هزینه بالایی را به پروژه تحمیل کند و یا ضعف در آن می‌تواند موجب خسارت‌های مالی و جانی قابل توجهی باشد. نمایی از اجرای دیوار حائل از نوع گابیون در شکل ۳-۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۱ استفاده از دیوار حائل به عنوان سازه نگهبان

۳-٤. سازه نگهبان موقت یا دائم

با توجه به لزوم پایدارسازی گود به منظور جلوگیری از ریزش دیواره و حفظ جان و مال انسان‌ها و تسریع در اجرای پروژه، سازه‌های نگهبان در شکل‌ها و اهداف مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. سازه‌های نگهبان بسته به شرایط موجود، هم به‌صورت دائم و هم به‌صورت موقت قابل استفاده می‌باشند. البته استفاده از آنها به‌صورت دائم یا موقت به نوع سازه نگهبان و نوع پایداری لازم نیز دارد. سازه‌های نگهبان از منظر سیاست‌گذاری پایدارسازی می‌توانند انواع مختلف داشته باشند. چنانچه هدف از پایدارسازی، تأمین پایداری موقت و کوتاه مدت اضلاع و کنترل تغییرشکل‌ها تا زمان رسیدن به پایین‌ترین رقوم ارتفاعی اجرای فونداسیون و طبقات زیرزمین و متعاقباً اجرای طرح پایدارسازی دائم (دیوارهای حائل) باشد؛ به لحاظ نمودن زلزله در طرح پایدارسازی نیازی نبوده و این طرح اصطلاحاً "موقت" نامگذاری می‌شود که با توجه به سیاست بالانس هزینه‌های پروژه با تأمین پایداری مبتنی بر احتمال وقوع زلزله طرح آیین‌نامه‌ها با تعریف دوران ضمانت مناسب مجوز طرح و اجرای سازه‌های نگهبان موقت را صادر می‌کنند.

برای مثال، مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان دوره ضمانت گود را یک‌سال تعیین کرده است، در حالی‌که چنانچه از مهار (نیلینگ یا انکراژ) در پایدارسازی موقت استفاده گردد با توجه به استفاده از روش ایمن‌تر، آیین‌نامه با یک سیاست تشویقی این دوره را دو ساله تعیین کرده است. ناگفته نماند که FHWA، به‌عنوان یک مرجع معتبر در پایدارسازی گودها به روش‌های نیلینگ و انکراژ، حتی بین این دو روش هم از این نظر اختلاف محسوسی را در نظر گرفته است، به‌طوری‌که دوره ضمانت گودهای پایدارشده به روش نیلینگ را ۱۸ ماهه و دوره ضمانت گودهای پایدارشده به روش انکراژ را تا ۳۶ ماه پیش‌بینی می‌کند که قاعدتاً در صورت پیگیری دوره ضمانت گودها توسط مرجع صدور پروانه، به تشویق کارفرمای ناآگاه به مسائل فنی در انتخاب طرح‌های ایمن‌تر منجر می‌شود.

مطمئناً نه تنها در طراحی سازه‌های نگهبان موقت زلزله پیش بینی نمی‌شود که در عمل نیز توقعی برای خدمت‌رسانی آنها در برابر زلزله طرح وجود ندارد. طرح مهارهای خرپایی متداول و نیلینگ‌ها و انکرهای موقت مثال‌هایی از این نوع پایدارسازی و سازه نگهبان‌ها هستند. هرجند در طرح سازه نگهبان‌های موقت توجه ویژه به مسئله دوام ضروری بوده، چنان‌که حتی در ویرایش چهارم مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان، موضوع «پایدارسازی موقت کوتاه مدت» و «پایدارسازی موقت بلند مدت» برای اولین بار مطرح شده که اختلاف این دو دقیقاً در عدم نیاز به پیش‌بینی یا پیش‌بینی دوام مصالح در طرح سازه‌های نگهبان حتی در همان دوره ضمانت کوتاه مدت است گنج تجربه نشان داده در برخی مواقع می‌تواند پرمخاطره باشد.

در مقابل، در طرح سازه نگهبان‌های دائم ضرورتاً لازم است زلزله نیز علاوه بر فشار جانبی خاک و سربار مجاور پیش‌بینی گردد که با توجه به ماهیت بار زلزله طرح و دوره بازگشت آن قاعدتاً انتظار می‌رود پایدارسازی دائم عمر خدمات رسانی سازه اصلی را پوشش دهد. سازه نگهبان از نوع اجرای دیوارهای حائل، شمع و سیستم‌های نیلینگ و انکراژ دائم می‌تواند از این نوع سازه نگهبان‌ها باشد.

۳-٤-۱. سازه نگهبان موقت

سازه نگهبان از نوع موقت زمانی استفاده می‌شود که در بازه زمانی کوتاهی دیواره گود از نظر پایداری به کنترل نیاز داشته و سازه نگهبان پس از تمهیدات لازم برداشته خواهد شد. در این شرایط خاك ضعیف بوده و احتمال ناپایداری گود وجود دارد، بنابراین، در ابتدای امر سازه نگهبان ساخته می‌شود. پس از پیشرفت کار و اجرای بخشی از پروژه، به تدریج سازه نگهبان از پروژه حذف یا از سازه نگهبان دائم برای پایداری استفاده خواهد شد. البته در برخی از انواع سازه نگهبان‌های موقت به حذف آنها در مراحل اجرای پروژه نیازی نیست. روش میخ‌کوبی از جمله این روش‌ها می‌باشد. در تعدادی از سازه نگهبان‌ها نیز استفاده از آنها هم در حالت موقت و هم

در حالت دائم قابل استفاده می‌باشند. البته محاسبات مربوط به حالت موقت و دائم متفاوت خواهد بود.

استفاده از سازه نگهبان به‌صورت موقت به‌صورت‌های زیر امکان پذیر می‌باشد:

- شیب پایدار،
- میخ‌کوبی،
- انکراژ،
- خرپا،
- سپرها؛
- مهار متقابل.

در شکل ۳-۱۲، تصویری از اجرای سازه نگهبان موقت از نوع خرپایی نشان داده شده است.

۳-٤-۱-۱. شرایط استفاده از سازه نگهبان موقت

- نیاز به پایدارسازی موقت گود حداکثر به مدت یکسال تا دوسال (بسته به روش پایدارسازی)؛
- در مناطق غیر شهری در اکثر موارد قابل استفاده می‌باشد؛
- نیاز به پایدارسازی سریع و موقت دیواره گود و اجرای سازه نگهبان دائم در مدت زمان مناسب پس از اجرای موقت؛
- عمق مناسب دیواره گود و امکان اجرای سازه نگهبان موقت.

شکل ۳-۱۲. سازه نگهبان موقت از نوع خرپایی

۳-٤-۲. سازه نگهبان دائم

سازه نگهبان دائم به سازه نگهبانی گفته می‌شود که توان پایداری در برابر بارهای وارده از سمت خاك به مدت طولانی را داشته (بار زلزله در طراحی آن لحاظ شده است) و همچنین به برداشتن آن در حین عملیات پروژه نیازی نمی‌باشد. در این نوع از سازه نگهبان‌ها طراحی به گونه‌ای است که در طول مدت اجرای پروژه و بهره برداری از آن سازه نگهبان توان باربری لازم را دارد. هزینه این نوع از سازه نگهبان‌ها نسبت به سازه نگهبان موقت پایین تر است؛ زیرا استفاده از سازه نگهبان موقت برای طرح سازه‌های دائم نیاز به سازه نگهبان دائم را به‌طور کامل مرتفع نمی‌سازد. برخی از روش‌های پایدارسازی گود، هم به‌صورت موقت و هم به‌صورت دائم قابل استفاده می‌باشند.

روش‌های پایدارسازی گود به روش دائم عبارتند از:

- شیب پایدار،
- دیوار خاك مسلح،
- میخ‌کوبی،
- دیوار حائل طرهای بتن مسلح،
- شمع،
- دیوار حائل پشت بنددار،

- دیوار حائل وزنی،
- دیوار برلنی،
- انکراژ،
- دیوار پاریسی.

در شکل ۳-۱۳، نمایی از سازه نگهبان دائم از نوع دیوار خاك مسلح ملاحظه می‌شود.

شکل ۳-۱۳. سازه نگهبان دائم از نوع دیوار خاک مسلح در سازه

۳-۵. سازه نگهبان پیش‌ساخته یا درجا

عموماً در ساخت سازه نگهبان‌ها از روش‌های درجا استفاده می‌شود. در این روش‌ها، سازه نگهبان با استفاده از اجزای آن در محل کارگاه با استفاده از مصالح مورد نیاز آماده سازی و اجرا می‌شود. در این شیوه، می‌توان به روش خرپا، دیوار دیافراگمی، میخ‌کوبی، انکراژ، دیوار حائل بتن مسلح اشاره کرد. در شکل ۳-۱٤، تصویری از اجرای سازه نگهبان از نوع درجا ساخته شده، نشان داده شده است.

در برخی از انواع سازه نگهبان‌ها می‌توان از روش پیش ساخته نیز استفاده کرد در این روش‌ها بخشی از مواد مورد استفاده و قطعات سازه نگهبان در محل پروژه یا در کارگاه ساخته شده و در محل اجرا می‌شود. در سازه نگهبان‌های از نوع سپرها، شمع‌ها، دیوار حائل و ... استفاده از این روش امکان پذیر می‌باشد .

در شکل ۳-۱۵ تصویری از اجرای سازه نگهبان از نوع پیش ساخته نشان داده شده است.

در شکل ۳-۱۶ تصویری از انتقال پنل‌های پیش ساخته به محل کارگاه ملاحظه می‌شود.

برخی از مزایای استفاده از روش‌های پیش ساخته عبارتند از:

- کاهش هزینه‌های کارگاهی؛
- امکان برنامه ریزی بهتر در اجرای کار؛
- کوتاه تر شدن زمان اجرای پروژه؛
- بهره وری بیشتر تجهیزات؛
- بهبود کیفیت قطعات.

الف) آماده سازی قفس آرماتور برای اجرای سازه نگهبان درجا از نوع شمع

ب) ساخت ملات برای اجرای دیوار دیافراگمی درجا

الف) سازه نگهبان پیش ساخته سپر و اجرای آن در محل پروژه

ب) سازه نگهبان پیش ساخته دیوار دیافراگمی و اجرای آن در محل پروژه

شکل ۳-۱۴. سازه نگهبان درجا ساخته شده

شکل ۳-۱۵. سازه نگهبان درجا ساخته شده و پیش ساخته

شکل ۳-۱۶. انتقال قطعات پیش ساخته به محل کارگاه

فصل چهارم :

روش‌های دائم پایدارسازی گود

فصل چهارم :روش‌های دائم پایدارسازی گود

۴-۱.مقدمه

در این فصل توضیحاتی در خصوص روش‌های دائم پایدارسازی گود ارائه شده است. برخی از روش‌های پایدارسازی دائم گود، به‌صورت موقت نیز قابل استفاده می‌باشند. توضیحات روش‌هایی که دارای کاربرد موقت و دائم در پایدارسازی می‌باشند، در فصل پنجم ارائه شده است.

٤-۲.شمع

از شمع نیز می‌توان برای پایداری گود استفاده کرد. این المان‌های سازه ای برای پایدارسازی گود به خوبی می‌توانند مورد استفاده قرارگیرند. در این روش با استفاده از شمع‌های درجاریز و یا شمع‌های پیش ساخته امکان اجرای کار وجود دارد. در این روش با افزایش عمق گودبرداری، فواصل بین شمع‌ها و همچنین قطر شمع‌ها افزایش پیدا می‌کند. در این حالت، خاك در شرایط سکون عمل کرده و عملکرد شمع به‌صورت طرهای می‌باشد. ایجاد عمق گیرداری مناسب در داخل خاك از نکات قابل توجه در این روش است و بخشی از شمع که در خاك و در عمق گیرداری قرار دارد، فشار وارد بر دیواره گود را تحمل می‌کند.

برای ایجاد حفاظ مناسب در برابر گودبرداری، از شمع‌های مجاور هم استفاده می‌شود. طول شمع‌ها، عمق گیرداری آنها و طول آزاد آنها به نوع خاك و عمق گودبرداری بستگی دارد. استفاده از این روش با استفاده از دو تکنیک درجا و پیش ساخته قابل اجرا می‌باشد. با توجه به لرزش قابل توجه هنگام اجرای شمع‌های کوبشی، امکان استفاده از آنها در مجاورت ساختمان‌ها و در مناطق با تراکم بالا باید با احتیاط و حفظ ضوابط ایمنی اجرا گردد و یا با روش‌های دیگر، از جمله شمع درجاریز جایگزین شود. با توجه به مزایای استفاده از این روش،

استفاده از روش شمع درجا در احداث زیرگذرهای شهری دیده می‌شود. البته در گودبرداری‌های واقع در مجاورت ساختمان‌ها و در شهر، استفاده از این

روش از نظر اقتصادی و فنی‌معمولاً توجیه پذیر نمی‌باشد.

در شکل ٤-١، اجرای سازه نگهبان با استفاده از این روش در یک پروژه ملاحظه می‌شود.

شکل۴-۱. اجرای سازه نگهبان با استفاده از شمع

٤-۲-۱. دامنه کاربرد این روش

این روش با توجه به مزایای مختلفی که دارد، در پژوهه‌های مختلفی از جمله موارد زیر قابل استفاده می‌باشد:

- در احداث زیرگذرهای شهری؛
- احداث ساختمان‌ها؛
- در احداث گودبرداری‌های در مجاورت ساختمان‌های شهری.

٤-۲-۲. روش اجرای شمع

۱. مطالعات ژئوتکنیک؛

۲. طراحی شمع‌ها؛

۳. حفاری چاه‌ها تا عمق مناسب و در فواصل مشخص

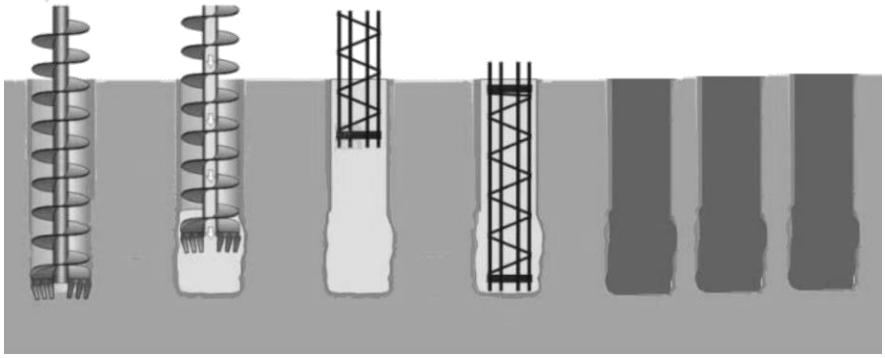
٤. قرارگیری قفس در چاه‌ها (کوبش شمع با استفاده از شمع کوب در صورت استفاده از شمع‌های پیش ساخته)؛

٥. بتن ریزی چاه؛

٦. گودبرداری؛

۷. اجرای مهاربندی یا استفاده از شبکه میلگرد و شات کریت در صورت نیاز و با فاصله مناسب بین شمع‌ها.

در شکل ٤-۲، مراحل گام به گام اجرای این روش نشان داده شده است.



شکل۴- ۲. تصویر مرحله به مرحله اجرای گودبرداری و پایدارسازی با استفاده از شمع

٤-۲-۳. مزایا و محدودیت‌ها

هر روشی با توجه به ویژگی‌های مربوط به خود دارای مزایا و محدودیت‌هایی می‌باشد. در ادامه به مزایا و معایب استفاده از شمع در گودبرداری‌ها اشاره شده است:

مزایا:

۱- می‌توان از این المان‌های سازه‌ای به عنوان سازه دائم استفاده کرد؛
۲- سرعت کار در این روشنسبتاً بالا است؛
۳- اقتصادی بودن کار در پروژه‌های بزرگ و با عمق گود نسبتا کم؛
٤- سهولت اجرای ادامه کار پروژه در کنار شمع‌های کار شده؛
٥- امکان استفاده مجدد از شمع‌های پیش ساخته پس از اتمام پروژه؛
٦- در اجرای زیرگذرهای شهری از روش‌های مناسب می‌باشد؛
۷- امکان استفاده در صورتی که نشت آب به داخل گود محتمل است.

محدودیت‌ها

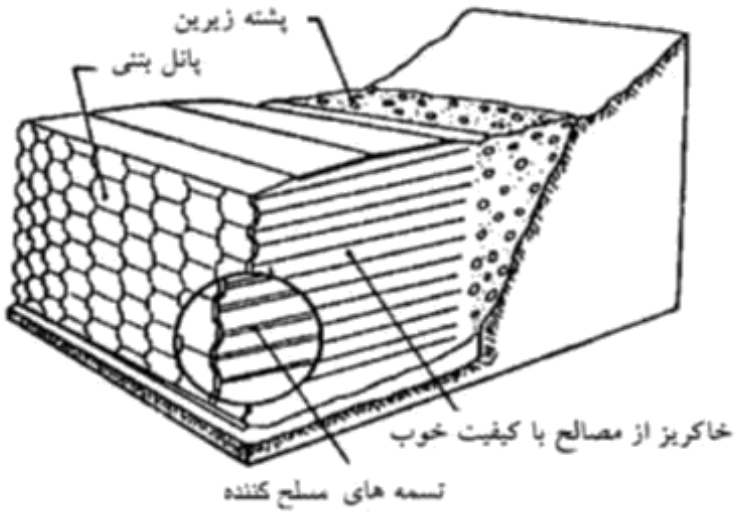
۱- عدم امکان استفاده از شمع‌های کوبشی در شهرها و در مجاورت ساختمان‌های موجود؛
۲- در گودهای عمیق با توجه به افزایش قابل توجه قطر شمع‌ها و کم شدن فاصله آنها استفاده از این روش، اقتصادی نیست؛
۳- قطر بالای شمع‌ها بخشی از سطح زمین را برای ساخت و ساز محدود می‌کند و برای اجرای ساختمان محدودیت‌هایی در این زمینه وجود دارد؛
٤- هزینه بالای اجرای کار در پروژه‌های کوچک.

٤-۳.دیوار خاك مسلح

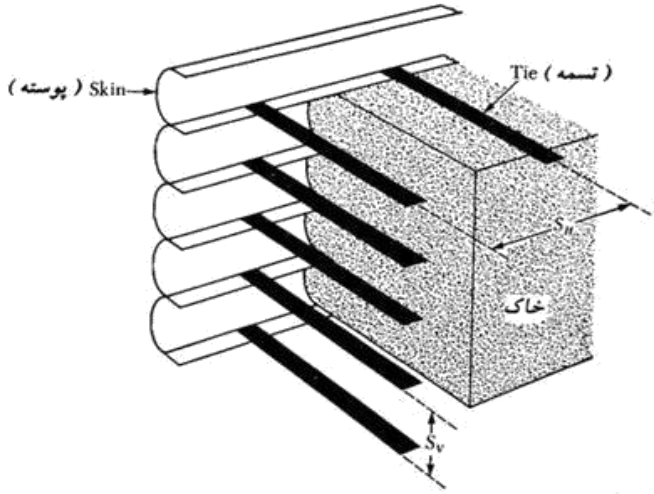
یکی دیگر از روش‌های پایداری ترانشه‌ها استفاده از روش دیوار خاك مسلح می‌باشد؛ هرچند نظر به ذات این روش و ضرورت خاکریزی توام با اجرا، این روش بیشتر از آنکه مناسب برای گودبرداری‌ها باشد، در ساخت اختلاف ترازهای مصنوعی مستلزم خاکریزی، نظیر ساخت کوله خاکی پل‌ها کاربرد دارد. استفاده از این روش قدمت زیادی به روش سنتی و با استفاده از آجر، کاه، بامبو و مواد دیگر دارد. در بخش‌هایی از دیوار چین نیز از این روش استفاده شده است.

امروزه از تکنیک‌های جدید در این روش استفاده می‌شود. در این روش اجزای اصلی شامل خاکریز، المان‌های مسلح کننده و قطعات نما می‌باشند. در این روش، ترکیب خاك و المان‌های مسلح کننده مقاومت خوبی را برای پایداری گود ایجاد می‌کند. استفاده از این روش در پروژه‌هایی امکان پذیر می‌باشد که فضای باز کافی جهت خاکبرداری و اجرای مناسب دیوار خاك مسلح را داشته باشند. استفاده از قطعات نمای مناسب جلوه زیبایی به آن می‌بخشد و این سیستم از پایداری مناسبی برخوردار می‌باشد. دارای اجزای تشکیل دهنده مختلفی بوده و در مناطق شهری اجرای آن با محدودیت‌هایی مواجه می‌باشد. در شکل ٤-۳، نمای کلی از دیوار خاك مسلح، نمایی از تسمه‌ها و دیوار و نحوه اجرای دیوار خاك مسلح در یک پروژه ملاحظه می‌شود.

الف) نمای کلی کار



ب) نمایی از موقعیت تسمه‌ها در داخل دیوار



پ) اجرای دیوار خاك مسلح

پ) نمای دیوار خاك مسلح

شکل۴- ۳. اجرای دیوار خاک مسلح با استفاده از تسمه

٤-۳-۱. دامنه کاربرد

با توجه به هزینه های‌نسبتاً مناسب استفاده از این روش و زیبایی جلوه نهایی آن، استفاده از آن در کاربردهای مختلفی، از جمله موارد زیر قابل استفاده می‌باشد:

۱. پایدارسازی جداره خاکریزها در مناطق غیر شهری؛

۲. پایدارسازی جداره خاکریزها در مناطق شهری و فضای آزاد زیاد؛

۳. به عنوان دیوار حائل در راهسازی؛

٤. ساخت سازه‌های دفن زباله؛

٥. به عنوان حائل در ساخت فرودگاه؛

٦. اجرا برای ساماندهی سواحل.

٤-۳-۲. روش اجرای دیوار خاك مسلح

۱. مطالعات ژئوتکنیک؛

۲. طراحی‌های مرتبط با تسمه‌ها؛

۳. قرار دادن قطعات پیش ساخته‌پوسته نما؛

٤. خاکریزی تا عمق مورد نظر

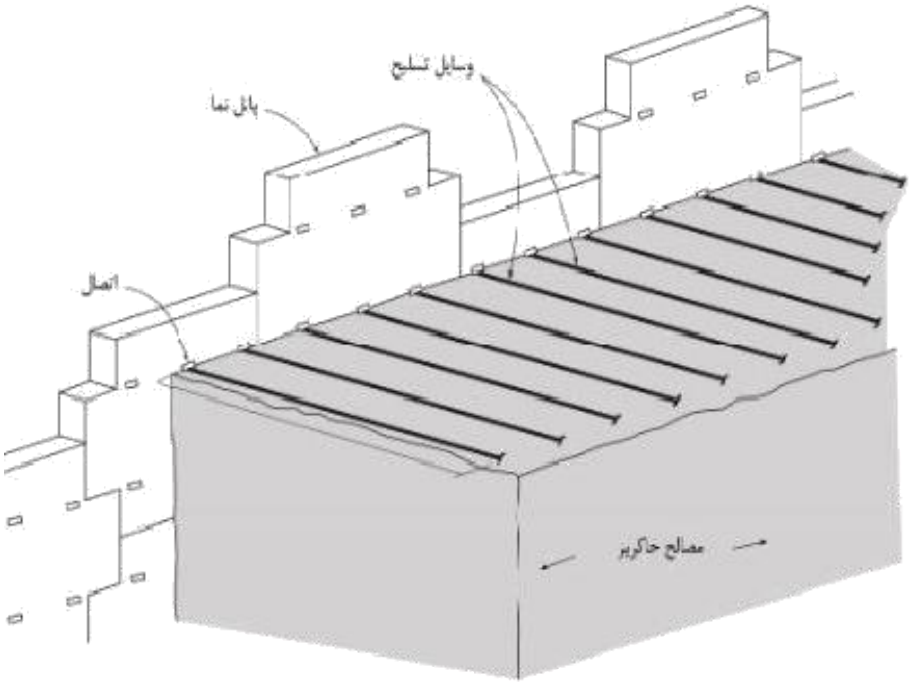
٥. نصب کردن تسمه‌ها یا سایر المان‌های مسلح کننده؛

٦. خاکریزی ؛

۷. اجرای مراحل ٤ تا ٦ تا اتمام ارتفاع مورد نظر؛

۸. اجرای کفسازی مورد نظر در بالای دیوار.

در شکل ٤-٤، مراحل اجرای این روش نشان داده شده است.



شکل۴- ۴. تصویر نحوه اجرای دیوار خاک مسلح

٤-۳-۳. مزایا و محدودیت‌ها

این روش نیز محدودیت‌ها و مزایایی به شرح زیر دارد:

مزایا:

۱. امکان اجرا با استفاده از تجهیزات معمول؛

۲. سهولت اجرای روش؛

۳. عدم نیاز به کارگر و تخصص بالا؛

٤. پایداری مناسب نسبت به دیوارهای طرهای در برابر بارهای لرزه‌ای؛

۵. عدم نیاز به تجهیزات پیشرفته؛ ٦. هزینه اجرای مناسب؛

۷. امکان اجرای قطعات نمای زیبا و قابل توجه؛

۸. مصالح عمده مورد نیاز در این روش خاك است که به وفور یافت می‌شود؛

۹. به پی کنی و اجرای فونداسیون نیاز نمی‌باشد و در زمین‌های مختلف امکان اجرا وجود دارد؛

۱۰. مقاومت بالای تسمه‌های پلیمری در مقابل مواد شیمیایی خاك.

محدودیت‌ها

۱. نیاز به فضای کافی جهت اجرا؛

۲. در مورد تسمه‌های فلزی، در صورتی که خاك قلیایی باشد امکان خوردگی وجود دارد؛

۳. استفاده از تسمه‌های پلیمری ممکن است سبب خزش شود و محاسبات مربوطه باید انجام گردد؛

٤. در مناطق شهری از نظر اجرایی محدودیت‌هایی وجود دارد؛

٥. خزش مختلف در پلیمرهای مختلف و لزوم کنترل دقیق و محاسبات دقیق.

۴-۴.دیوار دیافراگمی

استفاده از دیوار دیافراگمی از دیگر روش‌های پایدارسازی جداره گود می‌باشد. در این روش، ابتدا حفاری انجام شده و در ادامه، با استفاده از گل حفاری جداره دیوار حفاری پایدار می‌شود. در مراحل بعدی قفس آرماتور و بتن ریزی اجرا می‌شود و دیواره پایدار شکل می‌گیرد. در این روش، از بتن با روانی بالا استفاده می‌شود. نوع اجرای کار در این روش سبب شده است در طیف وسیعی از پروژه‌های عمرانی از این روش استفاده شود. در شکل ٤-٥، تصویری از دستگاه مخصوص برش در این روش، حفر کانال در محل قرار گیری دیوار دیافراگمی و همچنین تصویری از دیوار اجرا شده نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، این نوع از دیوارها ضخامت بالایی داشته و با توجه مقاومت بتن و میلگرد مصرفی در آنها در شرایط مختلفی امکان استفاده از این دیوارها وجود دارد.

الف) دستگاه مخصوص برش خاك

ب) حفر کانال به منظور اجرای دیوار دیافراگمی

پ) دیوار دیافراگمی ساخته شده

شکل۴- ۵. اجرای دیوار دیافراگمی، برای پایدارسازی گود

٤-٤-١. دامنه کاربرد:

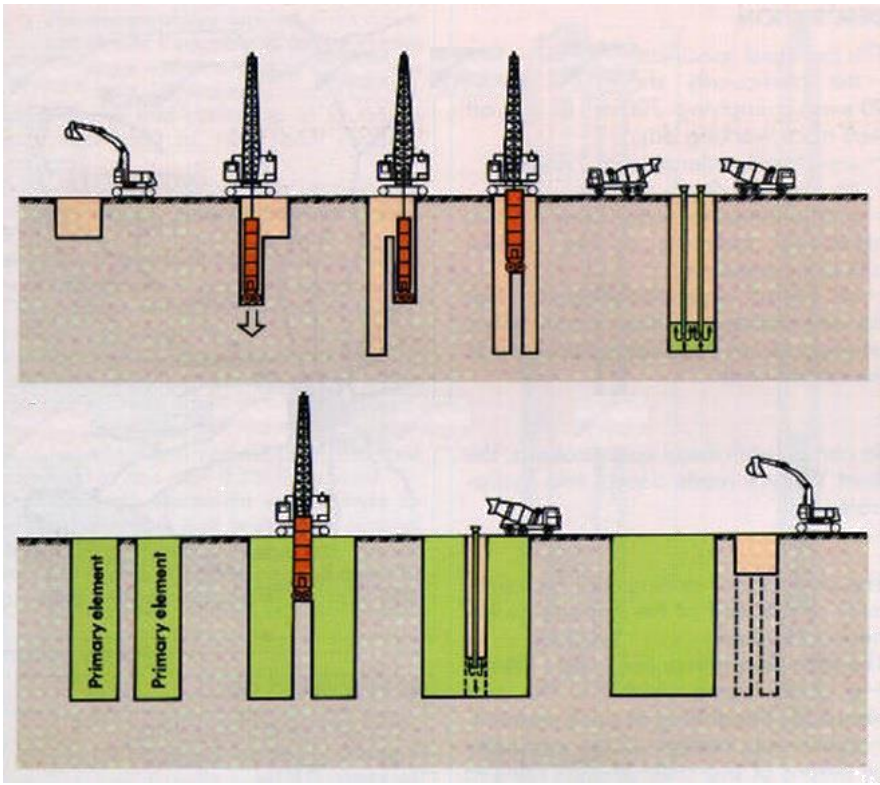
- استفاده از دیوار به منظور مخازن ذخیره آب و ..؛

- استفاده از دیوار در پایدارسازی شفت‌ها؛
- استفاده از دیوار به عنوان دیوار حائل؛
- استفاده از دیوار در اجرای یک لایه غیر قابل تراوش؛
- استفاده از دیوار در سازه‌های زیرزمینی از جمله مترو؛
- استفاده از دیوار در ساخت تونل؛
- استفاده در گودبرداری‌های بزرگ؛
- استفاده به عنوان دیواربابر پس از گودبرداری؛
- استفاده به عنوان بخشی از سیستم سازه ای پس از اجرای گودبرداری.

٤-٤-٢. روش اجرا:

- بررسی‌های ژئوتکنیکی؛
- طراحی دیوار؛
- حفاری توسط دستگاه؛
- پر کردن دیواره با استفاده از گل بنتونیت؛
- ساخت قفس آرماتور و آماده سازی آن و جایگزاری درمحل حفاری؛
- بتن ریزی؛
- تکرار مراحل قبل جهت افزایش طول دیوارها؛
- اجرای مراحل بعدی گودبرداری پس از اجرای کامل دیوار؛

در شکل ٤-٦، مراحل اجرای این روش نشان داده شده است.



شکل۴- ۶. تصویر مرحله به مرحله اجرای دیوار دیافراگمی

٤-٤-٣. مزایا و محدودیت‌ها

مزایا:

۱- می‌تواند به عنوان دیوار حائل دائم و موقت مورد استفاده قرار گیرد؛
۲- سرعت اجرای مناسب؛
۳- در حفاری‌های با طول زیاد مناسب می‌باشد؛
٤- می‌توان از نوع درجا یا پیش ساخته استفاده کرد؛
٥- ایمنی بالا در اجرا؛
٦- انعطاف پذیری بالا در پلان؛
۷- صدا و ارتعاش پایین در محیط کار؛
۸- قابل اجرا در عمق قابل ملاحظه.

محدودیت‌ها:

۱- نیاز به دستگاه‌های خاص؛

۲- نیاز به نیروی آموزش دیده؛
۳- هزینه اجرای بالا در مقیاس‌های کوچک؛
٤- نیاز به محوطه کافی برای کار دستگاه‌های حفاری.

۵-۴.دیوار پاریسی

در دیوار مرکب برلین، شمع‌های اصلی از پروفیل فلزی اجرا می‌شود که علاوه بر افزایش هزینه تمام شده در درازمدت با مشکل زنگ زدگی و خوردگی روبه‌رو می‌شوند. لذا محققان و سازندگان اروپایی نوع جدیدی از دیوارهای مرکب را اجرا کردند که در آن به‌جای شمع فلزی از شمع پیش ساخته بتنی استفاده می‌شد و به دلیل اولین استفاده آن در شهر پاریس به‌نام «دیوار نوع پاریس» خوانده شد. روش اجرای دیوارهای ذکر شده به شرح زیر می‌باشد :

۱. تولید شمع‌های بتنی به صورت پیش ساخته: این شمع‌ها مشتمل بر تعدادی فولاد طولی و عرضی است. معمولاً فولاد عرضی به صورت دو شاخه به شکل (U) در داخل بتن اجرا می‌شود و قلاب انتهائی با پوشش ضعیف در نظر گرفته می‌شود.

۲. حفاری شمع‌ها: چاه‌های حفاری با فاصله دو تا چهار متر انجام می‌شود و سپس شمع‌های پیش ساخته که از قبل ساخته و آماده شده، با جرثقیل حمل و داخل چاه قرار داده می‌شوند و سپس با ریختن بتن در قسمت تحتانی اقدام به تثبیت و گیرداری شمع‌ها می‌شود.

۳. وجود شمع‌های اجرا شده تا حدی مانع جابه‌جایی نسبی خاك می‌شود. در این مرحله از حدفاصل بین هر دو شمع متوالی در ارتفاع‌های محدود (تا حدود ۲ متر) خاکبرداری شده و با تعبیه شبکه آرماتور آماده شده و قرار دادن یک ورق قالب فلزی یا چوبی در نمای دیوار، بتن ریزی می‌شود.

٤. بعد از گرفتن بتن بین شمع ها، باتوجه به فشار جانبی خاك، با اجرای تعدادی مهار اکتیو شمع‌ها منتقل و شمع‌ها به عنوان تکیه گاه به زمین دوخته می‌شود.

۵. در ادامه این کار، خاکبرداری لایه به لایه انجام و با تکرار اقدامات ردیف‌های ۳ و ٤ بقیه دیوار اجرا می‌شود.

مزیت مهم این نوع دیوارهای مرکب، یکپارچگی و انسجام کل دیوار و دوام مناسب تر نسبت به سایر دیوارها است.

٤-٦.دیوار دیافراگمی مرکب

نوع دیگری از دیوارها وجود دارند که ترکیبی از قطعات پیش ساخته و درجا می‌باشند. استفاده از ترکیب این دو نوع دیوار استفاده از آنها را در شرایط و در پلان‌های مختلف امکان پذیر می‌کند و از مزایای روش پیش ساخته می‌توان در این ترکیب استفاده کرد. در پروژه‌هایی که امکان استفاده ترکیبی از این نوع دیوارها وجود دارد، این گزینه می‌تواند به عنوان گزینه مناسب در نظر گرفته شود.

دیوارهای دیافراگمی به صورت گسترده در ساخت سازه‌های زیرزمینی و گودبرداری‌های عمیق مورد استفاده هستند. در دیوار دیافراگمی‌معمول، طبیعتاً افزایش عمق، باعث افزایش ضخامت دیوار مورد نیاز برای پایدارسازی می‌شود. از طرفی در مناطق‌پرجمعیت، محدودیت فضای کارگاهی برای پروژه ساختمانی وجود دارد و برای گودبرداری در این مناطق، نیاز به روش‌هایی است که به فضای پیرامونی کمتری احتیاج داشته باشند. علاوه بر این، فولاد و بتن یک رابطه مکمل در مهندسی عمران و ساختمان سازی دارند و سازه‌های مرکب فولاد.بتن‌عموماً به ساخت سازه‌های منطقی‌تر (از نظر اقتصادی) کمک می‌کنند. یکی از این سازه‌ها، دیوار دیافراگمی مرکب است که یک سازه نگهبان خوب و از نظر اقتصادی منطقی است و نسبت به دیوار دیافراگمی به فضای پیرامونی کمتری نیاز دارد. در دیوار دیافراگمی مرکب، علاوه بر مقاومت خمشی دیوار بتن مسلح، اجزا دیگری نیز در پایداری گود و تغییر شکل‌ها سهیم می‌شوند. از جمله دیوارهای دیافراگمی مرکب می‌توان موارد زیر را نام برد:

- دیوار دیافراگمی پشت بنددار؛

- دیوار دیافراگمی با سیستم میخ‌کوبی[1]؛
- دیوار دیافراگمی با پیش تنیدگی؛
- دیوار دیافراگمی با شمع نگهبان؛
- دیوار دیافراگمی با پیش تنیدگی کامل و شمع نگهبان.

در شکل ٤-٧ تصویری از یک دیوار دیافراگمی مرکب نشان داده شده است.

شکل۴- ۷. تصویری از دیوار دیافراگمی مرکب

٤-٧.دیوار حائل

دیوار حائل با نگهداشتن خاك در پشت خود سبب جلوگیری از ریزش آن می‌شود. انواع مختلفی از این دیوار وجود دارد و دیوار می‌تواند از مصالح مختلفی ساخته شود. انوع مختلف این دیوار عبارتند از:

[1] Nailing

٤-۷-۱. دیوار حائل وزنی

در این روش با استفاده از اجرای یک دیوار سنگین فشار افقی ناشی از دیواره گود مهار می‌شود. به عبارت دیگر، تعادل دیوار با وزن خود دیوار حاصل می‌شود. در این روش فضای زیادی گرفته می‌شود.

بنابراین، این روش در پروژه‌هایی قابل اجرا می‌باشد که فضای مناسبی در اطراف گود وجود داشته باشد. این روش هزینه‌نسبتاً پایینی دارد و اجرای آن به سادگی قابل انجام است. مصالح مورد نیاز در این روش با توجه به حجم دیوار اجرا شده می‌تواند قابل توجه باشد. اجرای این نوع از دیوار برای اعماق زیاد توجیه نداشته و استفاده از روش‌های دیگر پایدارسازی گود پیشنهاد می‌شود. در شکل ٤-۸ اجرای دیوار حائل وزنی جهت پایدارسازی گود نشان داده شده است.

الف) اجرای دیوار حائل وزنی در کنار باغ

ب) اجرای دیوار حائل وزنی در مجاورت مناطق مسکونی

شکل۴. ۸. نمونه‌هایی از اجرای دیوار حائل وزنی، برای پایدارسازی دیواره خاکبرداری

٤-۷-۲. دیوار حائل پشت بنددار

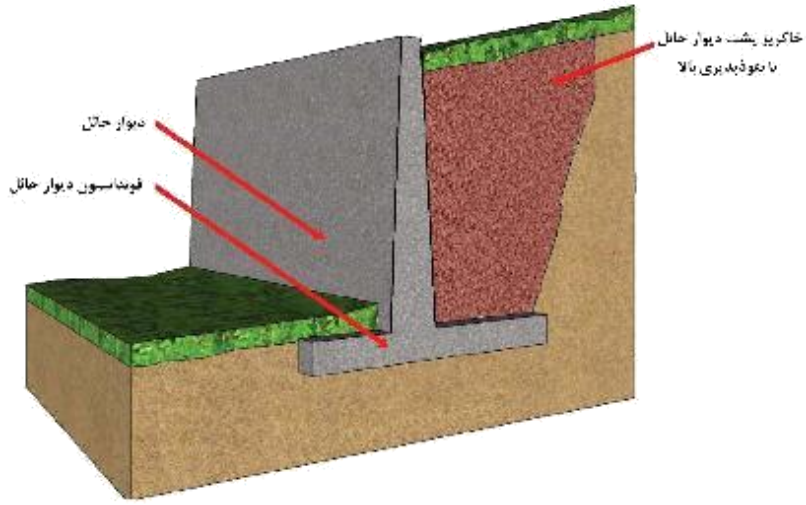
این نوع از دیوار حائل، یکی از انواع دیوار حائل طرهای است که پشت بندهایی در قسمت پشتی دیوار نصب می‌شود. نصب این پشت بندها سبب افزایش مقاومت دیوار حائل می‌شود و پایداری آن را در برابر بارهای وارده افزایش می‌دهد. با توجه به افزایش مقاومت در این حالت نسبت به دیوارهای طرهای، امکان اجرای این دیوار با عمق بیشتر نسبت به دیوارهای طرهای نیز وجود دارد. در شکل ٤٫۹ اجرای یک دیوار حائل پشت‌بنددار ملاحظه می‌شود.

شکل۴-۹. اجرای دیوار حائل پشت بند دار

٤-۷-۳. دیوار حائل طرهای

دیوار حائل طرهای از انواع دیگر دیوار حائل می‌باشد که امکان پایدارسازی گود را فراهم می‌کند. در این روش با استفاده از یک دیواره بتنی‌عموماً مسلح شده با استفاده از میلگرد، پایداری دیوار حاصل می‌شود. حجم این نوع از دیوار از حجم دیوار حائل وزنی کمتر است و به طراحی و محاسبه اجزای مختلف نیاز دارد. معمولاً این دیوارها در ارتفاع ۳ تا ۸ متر ساخته می‌شود و ضخامت حداقل این دیوارها برابر ۳۳ سانتیمتر می‌باشد. در صورتی که به ارتفاع بیشتر در این دیوار نیاز باشد، استفاده از سیستم‌های ترکیبی و پشت بنددار توصیه می‌شود. در شکل ٤٫۱۰ نمایی از اجرای دیوار حائل پشت طرهای ملاحظه می‌شود.

الف) قسمت‌های مختلف دیوار حائل طرهای



ب) دیوار حائل طرحهای آماده اجرای خاکریزی در قسمت پشت دیوار

شکل۴- ۱۰. نمایی از دیوار حائل طرحهای

٤-۷-٤. دیوار حائل گابیون

این نوع از دیوارها با استفاده از جعبه‌هایی مکعبی شکل ساخته شده از توریهای فلزی یا پلیمری می‌باشند که داخل آنها با استفاده از سنگ و یا شن و ماسه درشت و یا مواد مشابه دیگر پر می‌شود. در پایداری شیب‌ها کاربرد گستردهای داشته و با توجه به نمای زیبای آنها در مناطق

شهری کاربرد گسترده ای دارند. در شکل ٤-١١، نمونه‌هایی از استفاده از این روش در پایداری جداره گود نشان داده شده است.

الف) اجرای گابیون در یک منطقه تفریحی

ب) اجرای گابیون در کنار جاده

شکل۴-۱۱. استفاده از گابیون در پایدارسازی دیواره خاکبرداری

٤-٧-٥. دامنه کاربرد

۱. پایدارسازی دیواره گود در مناطق شهری و روستایی؛

۲. پایدارسازی دیواره گود در مجاورت جاده‌ها؛

۳. پایدارسازی دیوار گود در ساختمان‌ها.

٤-٧-٦. مزایا و محدودیت‌ها

مزایا:

۱- تنوع روش‌های اجرای دیوار حائل؛

۲- سهولت اجرا در مناطق باز غیر شهری؛

۳- هزینه اجرای پایین در برخی از روش‌ها، از جمله دیوارهای وزنی و گابیون‌ها.

محدودیت‌ها:

۱- حجیم بودن برخی از انواع دیوار از جمله دیوارهای حائل وزنی؛ ۲. هزینه بالا در عمقهای بالای گودبرداری؛

۲- اجرای مشکل در نواحی پرتراکم شهری؛

۳- محدودیت ارتفاع برخی از روش‌ها، از جمله دیوارهای حائل وزنی.

فصل پنجم :

روش‌های موقت پایدارسازی گود

فصل پنجم:روش‌های موقت پایدارسازی گود

۵-۱. مقدمه

روش‌های پایدارسازی گود، از جنبه‌های مختلف حائز اهمیت می‌باشند و امروزه، خصوصاً در مناطق پر جمعیت شهری جزء لاینفک پروژه‌ها می‌باشند. اجرای صحیح سازه نگهبان و استفاده از روش مناسب ضمن تسریع در اجرای کار، سبب صرفه جویی اقتصادی نیز خواهد شد. روش‌های موقت پایدارسازی گود، طیف گسترده ای دارند و هر کدام دارای ویژگی‌ها و محدودیت‌هایی می‌باشند. در فصل سوم در خصوص روش‌های مختلف پایدارسازی گود و همچنین در فصل چهارم در خصوص تعدادی از روش‌های دائم پایدارسازی گود توضیحاتی ارائه شد. در این بخش، در خصوص روش‌های موقت پایدارسازی گود و دامنه کاربرد آنها توضیحات کامل تری ارائه خواهد شد. با توجه به ماهیت کاربرد و شیوه استفاده از روش‌های مختلف پایدارسازی گودها، تعدادی از روش‌ها هم به‌صورت دائم و هم به‌صورت موقت قابل استفاده می‌باشند که توضیحاتی در خصوص این روش‌ها نیز در این فصل ارائه خواهد شد.

روش‌های مختلف شامل موارد زیر می‌باشند:

- شیب پایدار (موقت، دائم)؛
- میخ‌کوبی (موقت، دائم)؛
- انکراژ (موقت، دائم)؛
- دیوار برلنی (موقت، دائم)؛
- دیوار پاریسی (موقت، دائم)؛

- دیوار مرکب (موقت، دائم)؛
- خرپا (موقت)؛
- سپرها (موقت، دائم)؛
- مهار متقابل (موقت).

۵-۲. بررسی روش‌های موقت پایدارسازی گود

با توجه به اهمیت روش‌های موقت پایدارسازی گود و رواج آنها در پروژه‌های دارای گودبرداری در ادامه توضیحاتی در خصوص روش‌های مختلف ارائه خواهد شد.

۵-۳. شیب پایدار

در صورتی که خاك محل از مقاومت مناسبی برخوردار باشد و در اطراف، ساختمان و یا تاسیسات حساس به جابه‌جایی نیاز وجود نداشته باشند؛ می‌توان از این روش جهت پایدار سازی گود استفاده کرد. در این روش در اطراف گود فضای کافی به منظور شیبدار کردن باید فراهم باشد. این روش هزینه‌های پایین‌تری نسبت به سایر روش‌های پایدارسازی گود دارد و در مواردی که شرایط استفاده از آن مهیا باشد، دارای اولویت اجرای کار می‌باشد. بنابراین، می‌توان گفت این روش اقتصادی‌ترین روش پایدارسازی گود می‌باشد و صرفه جویی قابل توجهی در زمان اجرا خواهد داشت. در زمین‌هایی که رطوبت بالایی دارند، امکان استفاده از این روش وجود ندارد. در این روش پس از اجرای سازه و یا تاسیسات مورد نظر در گود حفاری شده، فاصله بین دیوار گود و پروژه با مصالح مناسب پر می‌شود. در این روش، به نیروی متخصص و تجهیزات ویژه‌ای نیاز نمی‌باشد. البته باید توجه داشت که تغییر شکل‌های محدودی در دیواره گود اتفاق خواهد افتاد و در طراحی باید به این موضوع توجه شود. استفاده از این روش در گودبرداری‌های شهری که معمولاً ساختمان‌های متعددی در اطراف پروژه وجود دارد، معمولاً امکان‌پذیر نمی‌باشد. یکی از روش‌های مناسب در جاده‌ها و اتوبان‌ها که صرفه اقتصادی قابل توجهی

نسبت به سایر روش‌ها دارد، استفاده از این روش می‌باشد. در نواحی خارج از نواحی متراکم استفاده از این روش توجیه فنی و اقتصادی مناسبی خواهد داشت.

در شکل ۵-۱ اجرای شیب پایدار در کنار اتوبان ملاحظه می‌گردد.

شکل۵. ۱. استفاده از شیب پایدار در اجرای گودبرداری

۵-۳-۱. دامنه کاربرد

محدودیت‌های معماری، شهرسازی، مسائل حقوقی مربوط به برداشت احتمالی زمین همسایه و معابر و نشست‌های احتمالی ناشی از خاکریزی در آینده در ناحیه عقب نشینی شده، بزرگ‌ترین محدودیت‌های اتخاذ این روش در پایدارسازی‌ها هستند؛ لیکن در صورتی که در مجاورت ساخت و سازها محدودیتی وجود نداشته باشد در پروژه‌های زیر امکان استفاده از این روش وجود دارد:

۱. در راه‌سازی و احداث و ترمیم جاده‌های قدیمی و تعریض آنها؛

۲. گودبرداری در مناطق غیر شهری؛

۳. گودبرداری در مناطق شهری با فضای باز جانبی مناسب.

۵-۳-۲. مزایا و محدودیت‌ها

استفاده از این روش مزایا و معایبی دارد که در ادامه مطالبی در این خصوص ارائه شده است:

مزایا:

۱. هزینه خیلی پایین تر نسبت به سایر روش‌ها؛

۲. عدم نیاز به نیروی با تخصص بالا؛

۳. عدم نیاز به دستگاه‌ها و تجهیزات ویژه؛

٤. سرعت بالای اجرای کار.

محدودیت‌ها:

۱- نیاز به فضای باز و کافی در اطراف پروژه؛
۲- در نواحی شهری با توجه به تراکم ساخت و ساز بالا استفاده از این روش محدودیت‌هایی دارد؛
۳- تغییر شکل در این روش تا حدودی دیده می‌شود؛
٤- در زمین‌هایی با رطوبت بالا امکان اجرای این روش وجود ندارد؛
٥- در شرایطی که دبی آب زیرزمینی وارد زمین می‌شود، امکان استفاده از این روش وجود ندارد.

۵-۳-۳. روش اجرای شیب پایدار

در اجرای این روش مراحل به ترتیب زیر می‌باشند:

۱- انتخاب محل مناسب،
۲- اجرای گود شیبدار با زاویه مناسب و عمق ۲ متر؛
۳- شیب مناسب در زمین‌های نرم و سست برابر زاویه ایمن می‌باشد؛
٤- شیب مناسب در زمین‌های دستی و شنی و ماسه ای برابر زاویه ایمن می‌باشد ؛
٥- اجرای سطح تخت به طول حدود ۲ متر؛
٦- اجرای ادامه گودبرداری با طی مراحل ۲ و ۳ تا رسیدن به عمق مناسب.

در شکل ۵-۲ اجرای شیب پایدار با رعایت زوایا و عمق مناسب ملاحظه می‌شود.

شکل ۵-۲ اجرای شیب پایدار با رعایت زوایا و عمق مناسب

۵-٤. میخ‌کوبی با توجه به مزایای روش میخ‌کوبی، استفاده از این روش یکی از بهترین روش‌های پایدارسازی گود می‌باشد. در این روش، دیواره گود مرحله به مرحله حفاری شده است و عملیات میخ‌کوبی در آن اجرا می‌شود. پس از پایان هر مرحله با اجرای گودبرداری بیشتر و میخ‌کوبی کار تا اجرای کامل عملیات گودبرداری، این کار ادامه پیدا می‌کند. اجرای این روش، هم به صورت موقت و هم به‌صورت دائم امکان پذیر می‌باشد. در روش موقت، پوشش رویه دیوار از نوع شاتکریت مسلح می‌باشد.

در صورت نیاز امکان اجرای رویه دائم در این روش وجود دارد. در این حالت، بتن مسلح پس از پایان اجرای گودبرداری و کنترل‌های مورد نیاز اجرا می‌شود. امکان اجرای پانل‌های پیش ساخته در رویه‌های دائم وجود دارد. نمایی از اجرای گودبرداری با استفاده از این روش در شکل ۵-۳ ملاحظه می‌شود.

الف) اجرای گود به روش میخ‌کوبی

ب) اجرای شاتکریت روی شبکه اجرا شده

شکل۵- ۳. اجرای عملیات پایدارسازی گود با استفاده از روش میخ‌کوبی

۵-٤-۱. دامنه کاربرد

این روش با توجه به مزایای قابل توجهی که دارد، در طیف وسیعی از پروژه‌ها، از جمله موارد زیر قابل استفاده می‌باشد:

- گودبرداری در مناطق شهری؛

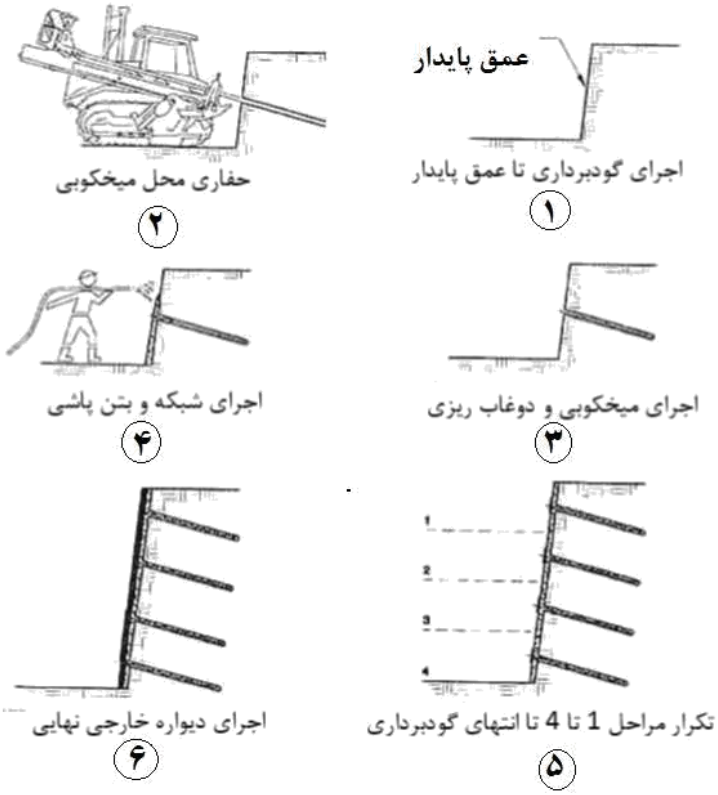
- در راهسازی و احداث و ترمیم جاده‌های قدیمی و تعریض آنها؛
- پایداری شیب‌ها؛
- پایداری سازه‌های زیرزمینی؛
- پایدارسازی شیب‌های با خاك سست و ریزشی.

۵-٤-۲. روش اجرای میخ کوبی

در اجرای این روش مراحل به ترتیب زیر می‌باشند:

۱- مطالعات ژئوتکنیک؛
۲- طراحی اجزای میخ‌کوبی؛
۳- خاك تا عمقی که دیواره پایدار باشد و بر اساس اطلاعات ژئوتکنیکی حاصل می‌شود، برداشته می‌شود؛
٤- حفاری چاهک‌ها در جداره گود بر اساس محاسبات انجام شده با توجه به نوع خاك و مطالعات ژئوتکنیک؛
٥- میلگردها درون چاهک قرار می‌گیرند؛
٦- ماده تزریق که از نوع بتن می‌باشد داخل چاهک و اطراف میلگردها اجرا می‌شود. ماده مصرفی از نوع دوغاب ترکیبی از ماسه و سیمان می‌باشد و بسته به شرایط می‌توان از مواد افزودنی نیز به آن استفاده کرد؛
۷- نصب نوارهای زهکش .با توجه به خطر تجمع آب پشت دیوار، استفاده از زهکش‌های مناسب برای هدایت آب پشت دیوار از موارد ضروری می‌باشد؛
۸- اجرای شبکه میلگردها؛
۹- اجرای شاتکریت روی شبکه میلگردها؛
۱۰- اجرای تکیه گاه و اتصال با استفاده از واشر و مهره فولادی؛
۱۱- اجرای گام بعدی گودبرداری در عمق بیشتر.

در تصویر ٥-٤ مراحل اجرای این روش نشان داده شده است:



شکل۵- ۴. تصویر مرحله به مرحله اجرای گودبرداری به روش میخ‌کوبی

٥-٤-٣. مزایا و محدودیت‌ها

روش میخ‌کوبی در بهسازی دیوار گود از روش‌های موثر دیگر می‌باشد. این روش نیز با توجه به ماهیت خود مزایا و محدودیت‌هایی دارد که در ادامه به این موارد اشاره شده است:

مزایا:

۱- در این روش از خاك موجود در محل برای پایدارسازی استفاده می‌شود و بنابراین، مصالح قابل توجهی مورد نیاز نمی‌باشد؛

۲- رانش خاك در این روش با توجه به مسلح سازی خاك به‌طور قابل توجهی کاهش پیدا می‌کند؛

۳- انعطاف پذیری از خصوصیات مهم این روش می‌باشد. در صورتی که نشست‌ها و تغییرشکل‌هایی در این سیستم داشته باشیم، به تدریج این تغییر شکل‌ها خود را نشان می‌دهد ومعمولاً فرصت مناسب برای اقدامات احتیاطی وجود دارد؛

٤- با توجه به ماهیت این روش استفاده از آن سبب بهبود رفتار دیوار در شرایط وقوع زلزله و اعمال بار دینامیکی می‌شود؛

٥- با توجه به محدودیت‌هایی که اکثر روش‌های پایدارسازی گود در خود گود و در عملیات اجرایی ایجاد می‌کنند، استفاده از این روش محیط مناسبی را برای اجرای سازه فراهم می‌کند؛

٦- این روش از نظر هزینه‌های اجرایی هزینه مناسبی داشته و دارای صرفه اقتصادی می‌باشد؛

۷- یکی از مهم‌ترین مزایای این روش امکان اجرای سریع آن می‌باشد که در پیشبرد اهداف پروژه این موضوع حائز اهمیت می‌باشد؛

۸- امکان اجرای کار در جبهه‌های مختلف کاری وجود دارد؛

۹- در این روش امکان اجرای گودبرداری به صورت کاملا قائم وجود دارد؛

۱۰- این نوع سیستم پایدارسازی در بیشتر انواع خاک‌ها قابل استفاده می‌باشد؛

۱۱- در پروژه‌های شهری و در پروژه‌های راهسازی قابل استفاده می‌باشد؛

۱۲- ضخامت پایین جداره پایدار شده؛

۱۳- بهسازی مناسب خاك و پایداری بیشتر.

محدودیت‌ها

۱- استفاده از حریم همسایه؛

۲- پایدارسازی گود در این روش در گام‌های مختلف انجام می‌شود. هرچند همین ضرورت اجرای مرحله به مرحله از حیث ایمنی می‌تواند حسن این روش محسوب شود؛

۳- برای اجرای این سیستم به دستگاه‌ها و تجهیزات ویژه‌ای نیاز می‌باشد؛

٤- با توجه به حساسیت این روش به استفاده از افراد با تخصص مناسب نیاز می‌باشد؛

٥- به‌رغم صرفه اقتصادی در پروژه‌های بزرگ، در پروژه‌های با سطح محدود هزینه‌ها قابل توجه می‌باشد؛

۶- در این روش المان‌های مسلح کننده در حریم اطراف نیز وارد می‌شوند که به هماهنگی‌های لازم و کسب مجوز نیاز می‌باشد؛

۷- این روش نسبت به حضور آب بسیار حساس است. کنترل دقیقی برای زهکشی آب جداره گود باید اجرا شود. بسیاری از گودهای آسیب دیده در هنگام استفاده از این روش ناشی از حضور آب و عدم کنترل آن بوده است.

۵-۵. انکراژ

یکی دیگر از روش‌های پایدارسازی گود، استفاده از انکراژ می‌باشد. این روش در ظاهر شباهت زیادی به استفاده از روش میخ‌کوبی دارد. تفاوت این روش با روش میخ‌کوبی در این است که المان‌های کششی (آرماتور یا استرند) که در این روش مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ تحت تنش بالا و پیش تنیدگی قرار می‌گیرند. پیش تنیدگی سبب افزایش تراکم خاك می‌شود و رانش را در خاك کنترل می‌کند. در این روش از خاك محل استفاده شده و حجم مصالح مصرفی به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. از این روش زمانی استفاده می‌شود که سربار زیادی در کنار گود قرار داشته باشد و یا سازه‌ها و تاسیسات حساس به نشست در مجاورت گود قرار داشته باشند. نمایی از اجرای گودبرداری با استفاده از این روش در شکل ۵-۵ ملاحظه می‌شود. در شکل ۵-۵. الف، نمایی از مهارهای کار شده در دیوار نشان داده شده است. در تصویر ۵/۵.ب اعمال کشش در مهارها نشان داده شده است و در تصویر ۵-۵.پ، اندازه گیری کشش در مهارها ملاحظه می‌شود.

الف)گودبرداری با انکراژ

ب)اعمال کشش در انکرها

پ) تصویری از اندازه گیری کشش در مهارها

شکل۵- ۵. اجرای گودبرداری به روش انکراژ

۵-۵-۱. دامنه کاربرد

این روش در پروژه‌های مختلف، از جمله موارد زیر قابل استفاده می‌باشد:

۱- در راهسازی و احداث و ترمیم جاده‌های قدیمی و تعریض آنها؛

۲- پایداری شیب‌ها

۳- پایدارسازی شیب‌های با خاك سست و ریزشی؛
٤- گودبرداری در مناطق شهری
٥- پایداری سازه‌های زیرزمینی.

٥-٥-٢. روش اجرای انکراژ

در اجرای این روش مراحل به ترتیب زیر می‌باشند:

۱- مطالعات ژئوتکنیک؛
۲- طراحی اجزای میخ‌کوبی؛
۳- خاك تا عمقی که دیواره پایدار باشد و بر اساس اطلاعات ژئوتکنیکی حاصل، برداشته می‌شود؛
٤- حفاری چاهک‌ها در جداره گود بر اساس محاسبات انجام شده با توجه به نوع خاك و مطالعات ژئوتکنیک؛
٥- قرارگیری کابلها و استرندها در موقعیت مورد نظر در داخل چاهک؛
٦- اجرای بتن سطحی و صفحه تکیه گاه؛
۷- کشیدن کابل‌ها توسط جک و مهارکردن آنها؛
۸- تزریق دوغاب مناسب و به مقدارکافی به داخل چاهک‌ها؛
۹- اعمال پیش تنیدگی در کابل‌ها؛
۱۰- اجرای گام بعدی خاکبرداری و اجرای مراحل کار به ترتیب ذکر شده.

٥-٥-٣. مزایا و محدودیت‌ها

در ادامه به مزایا و محدودیت‌های استفاده از این روش پرداخته شده است:

مزایا:

۱- استفاده از این روش، می‌تواند به عنوان یک روش موقت یا دائم در پایدارسازی گود مورد توجه قرار گیرد؛
۲- در این روش از خاك موجود در محل برای پایدارسازی استفاده می‌شود و بنابراین مصالح قابل توجهی مورد نیاز نمی‌باشد؛
۳- رانش در خاك با توجه به مسلح سازی کاهش قابل توجهی پیدا می‌کند؛
٤- ضخامت پایین جداره پایدارشده ٥. بهسازی مناسب خاك و افزایش مقاومت آن در برابر ریزش احتمالی.

محدودیت‌ها:

۱- استفاده از حریم همسایه و نیاز به کسب مجوزهای مورد نیاز؛
۲- خطر برخورد با تاسیسات شهری
۳- لزوم به‌کارگیری نیروی؛ ماهر و آموزش دیده؛
٤- نیاز به استفاده از دستگاه‌های ویژه؛
٥- اجرای کار به‌صورت مرحله به مرحله؛
٦- هزینه بالای اجرای کار در پروژه‌های با سطح محدود.

٥-٦. دیوار برلنی

یکی دیگر از روش‌های مناسب در پایدارسازی گودها استفاده از دیوار برلنی می‌باشد. این روش از جمله روش‌های مورد توجه در مناطق با حساسیت بالا بوده و استفاده از آن در بیشتر موارد توام با روش میخ‌کوبی و انکراژ می‌باشد. می‌توان از آن به عنوان یک پایدار کننده دائم گود استفاده کرد. در این روش تغییرشکل‌ها بسیار ناچیز بوده و در مناطق شهری و در مجاورت ساختمان‌های بلند امکان استفاده از این روش وجود دارد. مقدار تغییر شکل بسیار کم، از نقاط قوت این روش بوده و نسبت به سایر روش‌ها از ایمنی نسبی بالاتری برخوردار می‌باشد. در این روش، با استفاده از ستون‌های فولادی و اجرای دیواره‌های مابین آنها که از جنس بتن، چوب یا مصالح دیگر می‌باشد، پایداری دیواره حفظ می‌شود. در مواردی که حساسیت بالایی در خصوص جابه‌جایی دیواره و احتمال نشست سازه مجاور وجود دارد؛ می‌توان از ترکیب این روش و روش میخ‌کوبی یا انکراژ برای استحکام بالای سازه نگهبان استفاده کرد. در شکل ٥-٦، تصویری از یک استفاده از گابیون در پایدارسازی دیواره خاکبرداری‌دیوار برلنی اجرا شده ملاحظه می‌گردد.

شکل۵-۶. تصویر دیوار برلنی اجرا شده در یک پروژه

۵-٦-۱. دامنه کاربرد

۱- در گودهای شهری؛
۲- . در گودبرداری‌ها با تغییر شکل بسیار محدود
۳- ۳. در پروژه‌های گودبرداری حساس و در مجاورت ساختمان‌های مختلف.

۵-٦-۲. روش اجرا

در اجرای این روش مراحل به ترتیب زیر می‌باشند:

۱- مطالعات ژئوتکنیک؛
۲- طراحی دیوار برلنی؛
۳- حفاری چاه‌ها تا عمق مناسب و در فواصل مشخص؛
٤- قرارگیری ستون پروفیل داخل چاه توام با قرارگیری قفس میلگردهای مناسب؛
٥- بتن ریزی چاه؛
٦- اجرای عملیات گودبرداری به‌صورت مرحله‌ای؛
۷- قرارگیری شبکه میلگردها بین ستون‌ها و عملیات بتن ریزی پس از قالب بندی.

لازم به ذکر است می‌توان به جای بتن ریزی از قطعات بتنی آماده استفاده کرد.

۵-٦-۳. مزایا و محدودیت‌ها

استفاده از این روش مزایای قابل توجهی داشته و محدودیت‌هایی نیز در استفاده از آن وجود دارد. در ادامه توضیحاتی در این خصوص آمده است:

مزایا:

۱- امکان استفاده از این روش به عنوان یک روش دائم پایدارسازی گود؛
۲- رانش در خاك کاهش قابل توجهی پیدا می‌کند؛
۳- ضخامت پایین جداره پایدارشده کم می‌باشد؛
٤- بهسازی مناسب خاك و افزایش مقاومت آن در برابر ریزش احتمالی؛
٥- تغییر شکل‌ها و جابه‌جایی‌ها در این روش بسیار محدود می‌باشند و برای سازه‌های حساس مجاور بسیار مناسب است؛
٦- امکان اجرای کار در جبهه‌های مختلف کاری.

محدودیت‌ها:

۱- هزینه نسبتا بالای این روش؛
۲- نیاز به نیروی متخصص در اجرای کار؛
۳- نیاز به استفاده از دستگاه‌های ویژه؛
٤- اجرای کار به‌صورت مرحله‌ای؛
٥- زمان بر بودن اجرای کار.

۵-۷. خرپا

از جمله روش‌های پایدارسازی گود در شهرها استفاده از خرپا می‌باشد. این روش، از جمله پرکاربردترین روش‌های پایداری سازی گودهای شهری بوده و در پروژه‌های زیادی استفاده از این روش مورد توجه قرار گرفته است. روش‌های مختلفی برای اجرای خرپا وجود دارد و در مراجع مختلف استفاده از نمودارهای تیپ برای طراحی سازه نگهبان با استفاده از این روش توصیه شده است. از جمله نکات قابل توجه در این روش، اشغال بخشی از سطح فونداسیون می‌باشد. این روش، معمول بوده و با توجه به سادگی اجرای آن از مقبولیت قابل توجهی برخوردار می‌باشد. یکی از نکات حائز توجه در این روش، سادگی اجرا و عدم نیاز به تجهیزات پیشرفته و نیروی متخصص است که سبب استفاده گسترده از این روش شده است. البته در این روش، خرپای اجرا شده بخشی از سطح گودبرداری اجرا شده را اشغال می‌کند و کار اجرا را با مشکلاتی مواجه خواهد ساخت. در شکل ۵-۷ اجرای سازه نگهبان به روش خرپایی ملاحظه می‌گردد.

شکل۵-۷. پایدارسازی گود به روش اجرای خرپا

۵-۷-۱. دامنه کاربرد

این روش، از روش‌های متداول، خصوصاً در مناطق شهری است و در شرایط مختلفی از آن استفاده می‌شود. برخی از کاربردهای این روش به شرح زیر می‌باشد:

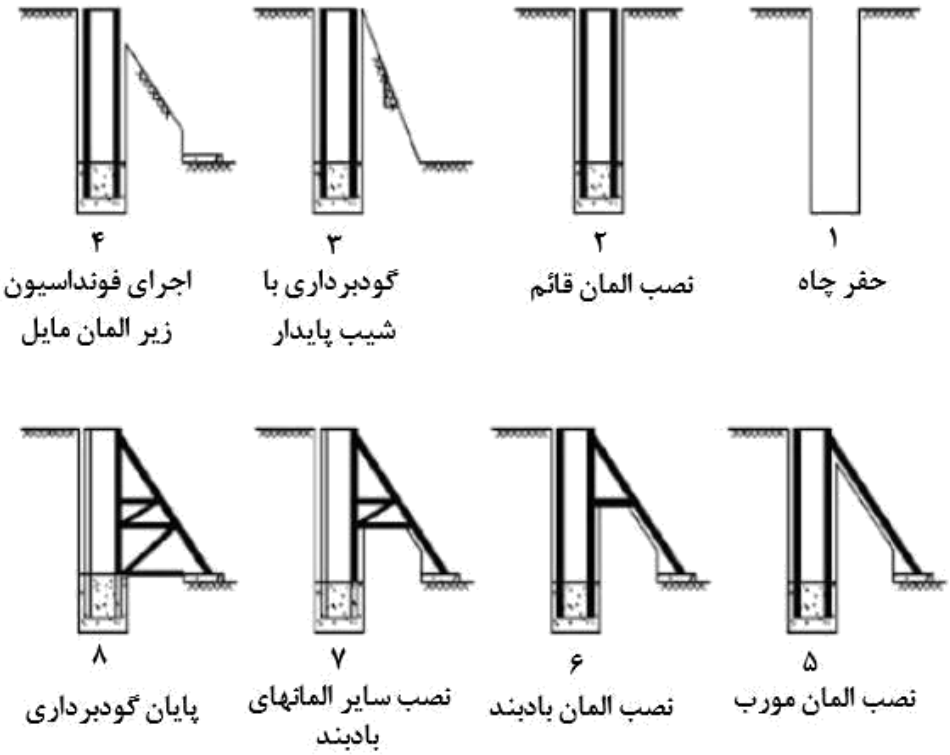
۱- پایدارسازی گود در مناطق شهری؛
۲- اجرای گودبرداری در مجاورت ساختمان‌های موجود و با عمق‌های کم.

۵-۷-۲. روش اجرای خرپا

۱- مطالعات ژئوتکنیک؛
۲- طراحی المان‌های خرپا؛
۳- حفر چاه به اندازه مناسب؛
٤- اجرای قفس آرماتور در چاه؛
٥- اجرای گودبرداری شیبدار
٦- اجرای فونداسیون عضو مایل خرپا؛
۷- نصب عضو مایل خرپا؛

۸. برداشتن خاك بخش بالای خرپا و اجرای عضو افقی خرپا؛ ۹. اجرای خاکبرداری مراحل بعدی و اجرای سایر اعضای خرپا.

در شکل ۵-۸ مراحل گام به گام اجرای این روش نشان داده شده است.



شکل۵- ۸. تصویر مرحله به مرحله اجرای گودبرداری و پایدارسازی با استفاده از خرپا

۵-۷-۳. مزایا و محدودیت‌ها

با توجه به اهمیت ارزیابی مزایا و محدودیت‌های استفاده از این روش در ادامه مطالب به توضیحاتی در این خصوص اشاره شده است:

مزایا:

۱- هزینه مناسب در گودهای با عمق کم در مناطق شهری؛
۲- عدم نیاز به نیروی با تخصص بالا؛
۳- اجرای سریع؛

٤- عدم نیاز به تجهیزات گران قیمت؛
٥- عدم نیاز به کسب اجازه از ساختمان‌های مجاور؛
٦- امکان استفاده مجدد از مصالح خرپا؛
۷- سرعت اجرای مناسب؛
۸- امکان اجرا در پروژه‌هایی که از نظر پلان اجرایی منظم نیستند؛

محدودیت‌ها:

۱- اشغال بخشی از گود توسط خرپا و مشکلات مربوط به آن، از جمله خاکبرداری و اجرای سازه؛
۲- هزینه بالای روش در گودهای با عمق زیاد؛
۳- عدم امکان افزایش عمق گودبرداری؛
٤- امکان اجرای غیر اصولی توسط افراد غیر حرفه‌ای.

٥-۸. سپرها

سپرها از جمله روش‌های اجرای سازه نگهبان می‌باشند که در روش‌های مختلف امکان اجرا دارند. این نوع از سازه نگهبان در انواع چوبی، فلزی و بتنی قابل استفاده می‌باشند. از انواع درجا و پیش ساخته سپرها می‌توان استفاده کرد. همچنین در اجرای آنها معمولاً از روش کوبش استفاده می‌شود. در زمین‌های نرم، سست و در شرایط عمق زیاد گودبرداری استفاده از سپرهای فلزی و بتنی توصیه می‌شوند. استفاده از سپرهای چوبی در زمین‌های متراکم و نیمه متراکم و عمق کم، گودبرداری توصیه می‌شود. استفاده از کوبش به تجهیزات ویژه ای برای سپرکوبی نیاز دارد. استفاده از سپرها، هم به‌صورت درجا از نوع بتنی و هم به‌صورت پیش ساخته و کوبشی از نوع چوبی، فلزی و بتنی امکان پذیر می‌باشد. از سپرهای کوبشی در منطق شهری کمتر استفاده می‌شود. علت آن را می‌توان به صدای زیاد و ارتعاش هنگام کوبش مرتبط دانست. از نوع درجاریز می‌توان در مواردی در نقاط شهری و غیر شهری استفاده کرد. این روش پایداری گود به طراحی و اجرا توسط افراد متخصص نیاز دارد و بسته به نوع مصالح سپر هزینه اجرای

آن متفاوت می‌باشد. سپرهای چوبی و فلزی سبک بوده و سپرهای بتنی وزن بالایی دارند و جابه‌جایی آنها در صورت پیش ساخته بودن با مشکلاتی همراه می‌باشد.

تصویری از اجرای سپر در یک پروژه در شکل ۵-۹ ملاحظه می‌گردد.

شکل۵- ۹. اجرای سپر به منظور پایدارسازی گودبرداری

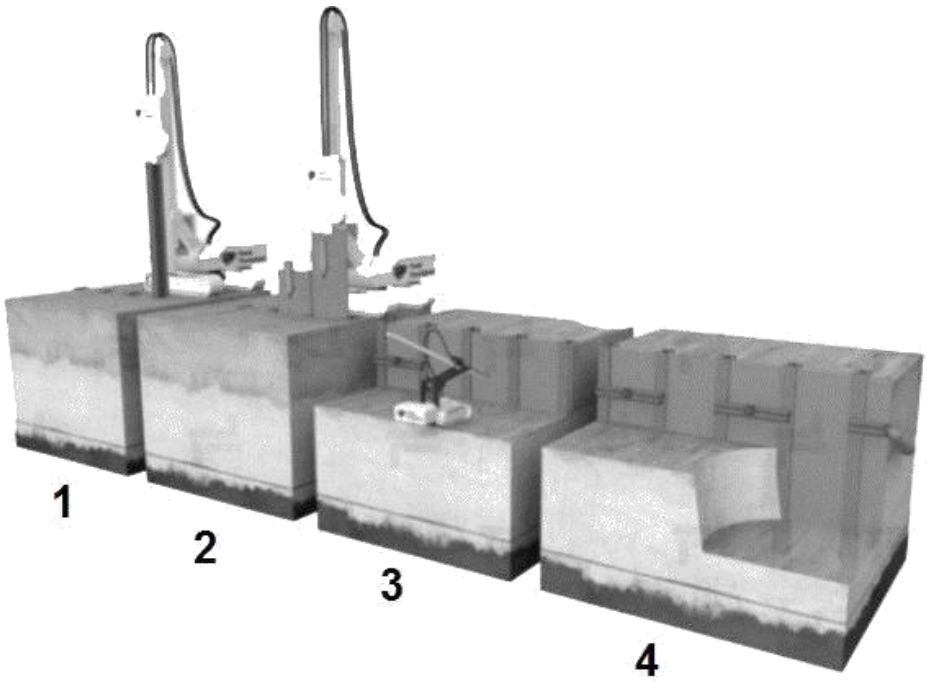
۵-۸-۱. دامنه کاربرد

این روش با توجه به تنوعی که دارد و همچنین دامنه کاربرد گسترده آن در پروژه‌های مختلفی در زمینه گودبرداری و سایر پروژه‌ها به شرح زیر قابل استفاده می‌باشد:

۱- دیوار حائل؛
۲- سازه‌های زیرزمینی؛
۳- اسکله‌ها؛
٤- سدها؛
٥- پایدارسازی گود؛
٦- آب بندی؛
۷- ساحل.

۵-۸-۲. روش اجرا

۱- مطالعات ژئوتکنیک؛
۲- طراحی سپرها؛
۳- کوبش سپرها در اطراف گود با استفاده از دستگاه مخصوص؛
٤- تیرهای افقی در موقعیت‌های مناسب و جهت پایداری مناسب المان‌های سپر که پس از حفر گودبرداری اجرا می‌شوند.
٥- مراحل گام به گام اجرای این روش در شکل ۵-۱۰ ملاحظه می‌گردد.



شکل۵- ۱۰. تصویر مرحله به مرحله اجرای سپرها

۵-۸-۳. مزایا و محدودیت‌ها

مزایا:

۱- در کانال‌های با طول زیاد قابل استفاده می‌باشد؛
۲- ایمنی بالایی دارد؛
۳- سرعت کار بالاست؛
٤- در عرضهای کم قابل استفاده است؛
٥- قیمت مناسب سپرهای چوبی؛
٦- وزن پایین سپرهای فلزی؛
۷- انرژی مورد نیاز پایین در کوبش سپرهای فلزی؛
۸- ظرفیت بالای سپرهای فلزی؛
۹- امکان استفاده مجدد از سپرهای فلزی؛
۱۰- امکان افزایش طول برخی انواع سپرها؛
۱۱- دارای مقاومت خمشی مناسب؛
۱۲- قابلیت استفاده در انواع خاک‌ها؛

۱۳- مناسب جهت استفاده در آب؛

۱٤- امکان استفاده مجدد؛

۱۵- عدم نیاز به حفاری.

۱٦- استفاده از سپرها به عنوان دیوار نگهدارنده در شکل ۵-۱۱ ملاحظه می‌گردد.

شکل۵- ۱۱. استفاده از سپر به عنوان دیوار پارکینگ طبقاتی

محدودیت‌ها:

۱- نیاز به نیروی متخصص؛

۲- نیاز به تجهیزات سپرکوبی؛

۳- سختی اجرای روش کوبشی در مناطق شهری؛

٤- عمر مفید پایین سپرهای چوبی خصوصا در منطق با رطوبت بالا؛

۵- مشکلات حمل و نقل سپرهای بتنی پیش ساخته با توجه به وزن بالای آنها؛

٦- ایجاد سر و صدا و ارتعاش در سپرهای کوبشی؛

۷- خوردگی سپرهای فلزی در مناطق دارای شرایط خاص؛

۸- هزینه بالای سپرهای فلزی؛

۹- تغییر شکل نسبی سپرهای فلزی با توجه به ضخامت‌های پایین آنها.

۵-۹. مهار متقابل

از جمله روش‌های مناسب در حفرکانال‌ها و همچنین در منطق شهری با طول دهانه کم استفاده از روش مهار متقابل می‌باشد. در این روش، با استفاده از مهارهای افقی و پنل‌های قائم ایستادگی جداره گود تامین می‌شود. در شرایطی که استفاده از این روش به تنهایی امکان پذیر نباشد، می‌توان از ترکیب این روش با روش‌های دیگر گودبرداری، مثل دیوار برلنی، میخ‌کوبی و یا سایر روش‌های پایدارسازی بهره برد. این روش به‌دلیل سرعت اجرای مناسب و بالای آن و همین‌طور هزینه‌های پایین آن در دهانه‌های گودبرداری با عرض کم از روش‌های مناسب برای استفاده در مناطق شهری می‌باشد. با توجه به اینکه در کانال‌ها طول دهانه گودبرداری پایین است، این روش به‌خوبی در این شرایط استفاده می‌شود. با توجه به اینکه افزایش عرض گودبرداری اثر قابل توجهی در حجم آهن آلات مصرفی دارد؛ استفاده از این روش معمولاً تا عرض ۱۶ متر پیشنهاد می‌شود. در شکل ۵-۱۲استفاده از روش مهار متقابل در پروژه ملاحظه می‌گردد.

الف) مهار کانال حفر شده

ب) مهار گود حفاری شده

شکل۵- ۱۲. تصویر گودبرداری پایدار شده به روش مهار متقابل

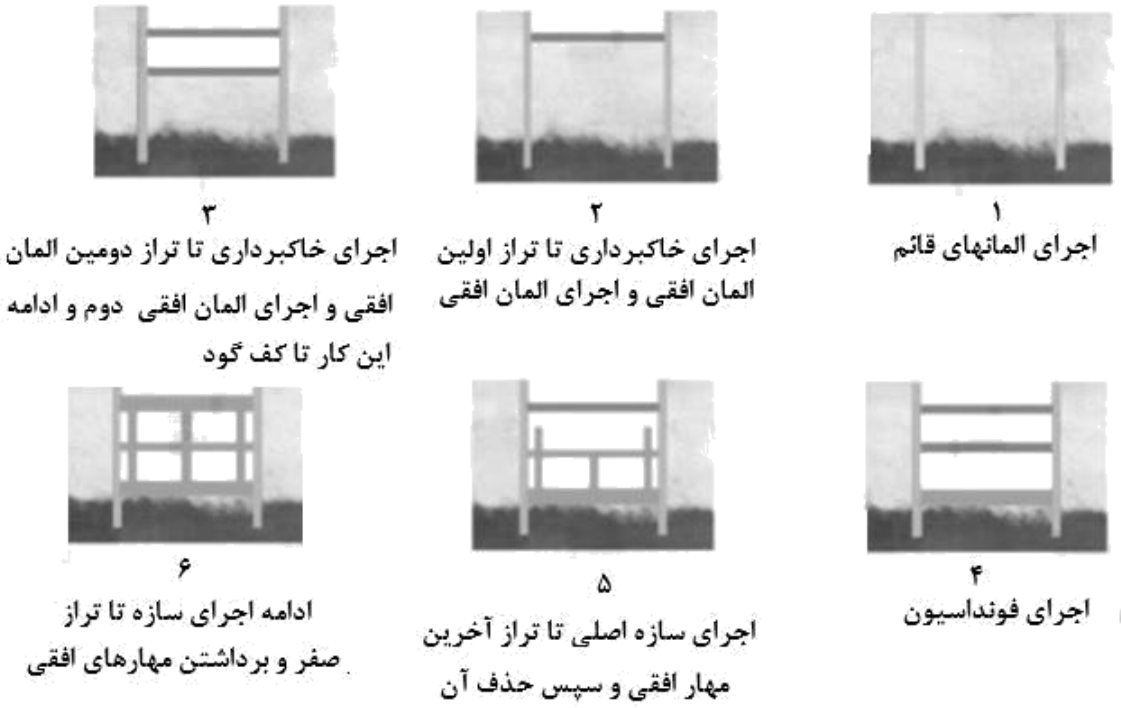
۵-۹-۱. دامنه کاربرد

۱- گودهای با عرض کم؛
۲- استفاده به عنوان عضو کمکی در سایر روش‌های پایدارسازی گود؛
۳- پایدارسازی جداره کانال‌ها؛
٤- ایستگاه‌های مترو؛
٥- ورودی تونل‌ها.

۵-۹-۲. روش اجرای مهار متقابل

۱- مطالعات ژئوتکنیک؛
۲- طراحی مهارها؛
۳- ایجاد چاهک‌های مناسب در دو سمت گود و با فاصله مشخص؛
٤- قرار دادن قفس آرماتور و پروفیل‌های ستون یا ستون به تنهایی در چاهک‌ها؛
٥- بتن ریزی چاهک‌ها؛
٦- اتصال تیرها و یا خرپاهای افقی در قسمت فوقانی گود، به‌گونه‌ای که پایداری گود را حفظ کنند؛
۷- اجرای عملیات گودبرداری تدریجی
۸- قراردادن پانلهای قائم بین پروفیل‌ها جهت جلوگیری از ریزش خاك؛
۹- اجرای گام‌های ۷ و ۸ تا اتمام عملیات گودبرداری.

در شکل ۵-۱۳ مراحل اجرای کار در این روش ملاحظه می‌گردد.



شکل۵- ۱۳. تصویر مرحله به مرحله اجرای مهار متقابل

۵-۹-۳. مزایا و محدودیت‌ها

استفاده از این روش نیز مزایا و محدودیت‌هایی دارد که در ادامه توضیحاتی در این خصوص ارائه شده است:

مزایا:

۱- در گودهای شهری مناسب است؛
۲- به نیروی با تخصص بالا در اجرا نیاز ندارد؛
۳- عدم اشغال کف گود؛
٤- سرعت اجرای بالا؛
٥- در شرایطی که عرض گودبرداری کم است بسیار مناسب است؛
٦- . هزینه مناسب؛
۷- انعطاف پذیری بالا در شرایط مختلف؛

۸- امکان استفاده مجدد از مصالح در این روش؛

۹- به دستگاه ویژه‌ای نیاز نمی‌باشد.

محدودیت‌ها:

۱- در عمق‌های زیاد گود، تعداد زیادی از المان‌های مهار مورد نیاز است. در این حالت، اجرای عملیات توسط دستگاه‌ها در کف گود می‌تواند با مشکل مواجه شود؛

۲- در شرایطی که طول دهانه گود عریض می‌باشد، ابعاد تیرها به شدت افزایش پیدا می‌کند و از نظر اقتصادی به صرفه نیست.

۳- وجود مهارها می‌تواند در عملکرد دستگاه‌ها اثر نامناسب داشته باشد؛

٤- عدم امکان افزایش عمق گود با استفاده از این روش به تنهایی.

فصل ششم:

بررسی مواردی از آسیب‌های ناشی از گودبرداری

فصل ششم: بررسی مواردی از آسیب‌های ناشی از گودبرداری

٦-١.مقدمه

امروزه با توجه به گسترش شهرنشینی و تراکم ساخت و ساز در نقاط شهری نیاز به اجرای گودبرداری‌های مختلفی نیاز دیده می‌شود. گودبرداری در جوامع شهری، ضمن ایجاد امکان ساخت و ساز در طبقات پایین‌تر از سطح زمین در مواردی نیز با توجه به عدم توجه به ضوابط فنی، مشکلاتی برای ساختمان‌های مجاور ایجاد شده است. این مشکلات دامنه گسترده ای داشته و از ایجاد درز و ترك در ساختمان‌ها تا تخریب کلی ساختمان‌ها در پروژه‌های مختلف دیده می‌شود. در این فصل، موارد مختلفی از این‌گونه مشکلات عنوان و در خصوص علت ایجاد مشکل توضیحاتی ارائه شده است.

۶-۲. ریزش گود مجتمع اداری تجاری در شهرك غرب

در شهر تهران و با توجه به حجم گسترده ساخت و سازها، در بسیاری از موارد، شاهد ریزش گودبرداری‌ها و یا آسیب به ساختمان‌های مجاور گودبرداری هستیم. در پروژه اداری تجاری واقع در شهرك غرب نیز ریزش گودبرداری آسیب‌های قابل توجهی را به خیابان مجاور گود و همچنین ساختمان‌های مجاور وارد کرده است.

در این پروژه، از سازه نگهبان استفاده شده بود. یکی از عوامل اصلی در ایجاد آسیب به گودها وجود آب در منطقه اطراف گودبرداری می‌باشد که می‌تواند ناشی از نشت آب یا فاضلاب به داخل خاك باشد. در این پروژه با توجه به اینکه نشت فاضلاب به داخل خاك دیواره گود وجود داشته است؛ پس از مدتی خاك محل مقاومت خود را از دست داده و با ناپایداری دیواره گود، ریزش اتفاق افتاده است. در شکل ٦-١ تصویر محل ریزش گود نشان داده شده است.

علت ریزش گود: نفوذ فاضلاب به جداره گود و ناپایداری. توصیه می‌شود در زمان اجرای پروژه وضعیت آب زیرزمینی و تغییرات سطح آب و همچنین آب‌های جاری در مجاورت گود با دقت مناسبی مورد پایش و ارزیابی قرار گیرد تا از کاهش سطح ایمنی در پروژه جلوگیری شود.

شکل ۶-۱. تصویری از ریزش گودبرداری در یک پروژه اداری. تجاری

۶-۳.ریزش ساختمان مسکونی ناشی از گودبرداری در شهران

ریزش ساختمان هنگام گودبرداری از حوادث ناگواری است که در حین اجرای پروژه و در صورت عدم اجرای ضوابط فنی محتمل است. یکی از حوادث ناگواری که در تهران رخ داده، ریزش یک ساختمان مسکونی در منطقه شهران به دلیل گودبرداری در زمین مجاور بوده است. در این پروژه به دلیل غفلت از اجرای سازه نگهبان جداره گود دچار ناپایداری شده و ساختمان مجاور ریزش کرده است. این حادثه خسارت جانی در بر داشته است و خانواده‌هایی با مشکلاتی مواجه شده اند. در شکل ٦-٢ تصویر ساختمان یاد شده نشان داده شده است.

علت ریزش ساختمان: عدم استفاده از سازه نگهبان در اجرای گودبرداری. در موارد مشابه استفاده مناسب از سازه نگهبان می‌تواند سبب افزایش سطح ایمنی افراد فعال در کارگاه و ساکنان ساختمان‌های مجاور شود.

شکل ۶-۲. تصویری از ریزش ساختمان مسکونی مجاور گود در منطقه شهران تهران

٦-٤.ریزش ساختمان مسکونی ناشی از گودبرداری در تبریز

با توجه به اهیمت اجرای سازه نگهبان در گودبرداری‌ها، متاسفانه در مواردی دیده می‌شود که در اجرای پروژه‌ها در این زمینه سهل انگاری شده و متاسفانه شاهد آسیب به ساختمان‌های مجاور هستیم. در شهرهای مختلف کشورمان، خصوصاً در مراکز استان‌ها با توجه به تراکم ساخت و سازها وقوع چنین حوادثی دیده می‌شود. در شهر تبریز نیز چندین مورد آسیب به ساختمان‌ها دیده می‌شود که نمونه آن ساختمان مسکونی ٥ طبقه می‌باشد. در این پروژه با توجه به گودبرداری صورت گرفته، متاسفانه به اجرای سازه نگهبان توجه نشده است و در پی آن ساختمان مسکونی ٥ طبقه مجاور گود تخریب شده است. این حادثه ١٤ مصدوم و ٢ فوتی داشته است. در شکل ٦-٢ تصویر ساختمان پس از تخریب نشان داده شده است.

علت ریزش ساختمان: عدم اجرای سازه نگهبان و خاك سست. در شرایطی که در زمین پروژه خاك سست دیده می‌شود، استفاده از سازه نگهبان مناسب سبب افزایش سطح ایمنی ساکنان، افراد و تجهیزات خواهد شد.

شکل ۶-۳. تصویری از ریزش ساختمان مسکونی مجاور گود در تبریز

٦-٥. ریزش ساختمان در منطقه بلوار فردوس

در این پروژه مسکونی، عمق گودبرداری برابر٦ متر بوده و به‌رغم نیاز به سازه نگهبان، به دلیل بی‌توجهی به این موضوع، سازه نگهبان اجرا نشده بود. در این پروژه، در مرحله گودبرداری، اجرای فونداسیون و ستون‌های اولین طبقه ساختمان‌های مجاور پابرجا بوده است؛ ولی به مرور زمان تغییرشکل‌هایی در آنها اتفاق افتاده بود. با توجه به اینکه یکی از ساختمان‌های مجاور قدیمی بوده است، متاسفانه با توجه به تغییرشکل‌های زیاد پیش آمده ریزش ساختمان اتفاق افتاده است.

ساختمان فروریخته یک ساختمان قدیمی ٤ طبقه با قدمت بیش از ٥٠ سال بوده است. از دلایل دیگر فروریختن این ساختمان بارندگی و افزایش رطوبت خاك بوده که سبب کاهش مقاومت خاك شده و در ترکیب با عدم اجرای سازه نگهبان، سبب وقوع حادثه ناگوار شده است. در شکل ٦-٤ تصویری از این ساختمان نشان داده شده است. علت ریزش ساختمان: کاهش مقاومت خاك به دلیل افزایش رطوبت خاك و عدم اجرای سازه نگهبان. در موارد مشابه و در صورت وجود رطوبت بالا پایش شرایط گود به‌صورت مرتب سبب افزایش سطح ایمنی در کارگاه خواهد شد.

شکل ۶-۴. تصویری از ریزش ساختمان مسکونی در بلوار فردوس تهران

٦-٦. ریزش ساختمان در منطقه کوی نصر تهران

در این پروژه مسکونی، گودبرداری انجام شده بود. با توجه به لزوم اجرای سازه نگهبان، متاسفانه در این زمینه از طرف مجری، ناظر و مالک سهل انگاری شده بود. با توجه به قدیمی بودن ساختمان مجاور و عمق گودبرداری قابل توجه، تعدادی از المان‌های سازه ای ساختمان قدیمی تاب فشار وارده را نداشتند و ریزش بخشی از ساختمان اتفاق افتاد. بدیهی است سایر

بخش‌های ساختمان نیز که ریزش نکرده است، ناپایدار بوده و هر لحظه امکان ریزش آن وجود دارد و به تخریب کلی ساختمان نیاز وجود دارد. در شکل۶-۵ تصویری از این ساختمان نشان داده شده است.

علت ریزش ساختمان: عدم اجرای سازه نگهبان و قدیمی بودن ساختمان مجاور و مقاومت پایین المان‌های سازه ای آن. در مواردی که در مجاورت گودبرداری ساختمان قدیمی و ضعیف از نظر استحکام سازه‌ای وجود دارد، اجرای مرحله‌ای عملیات گودبرداری و پایش تغییرشکل‌ها سبب افزایش سطح ایمنی و پیشگیری از وقوع حوادث مشابه خواهد شد.

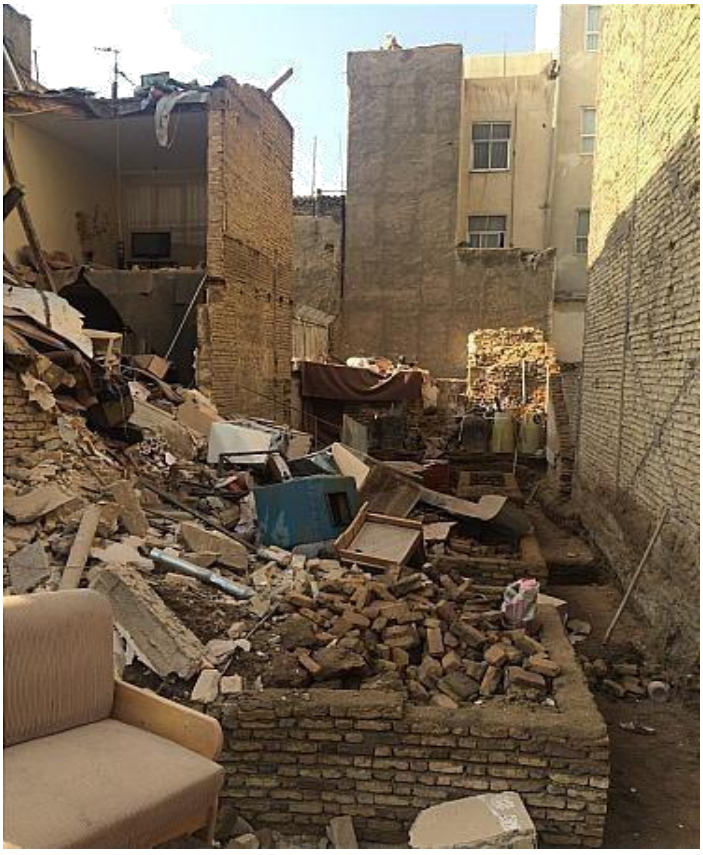
شکل ۶-۵. تصویری از ریزش ساختمان مسکونی در منطقه گیشا تهران

۶-۷. ریزش ساختمان در منطقه مشیریه تهران

در منطقه مشیریه تهران نیز حادثه مشابهی رخ داده است. در این پروژه، اجرای ساختمان مسکونی مورد نظر بوده است. مرحله خاکبرداری انجام شده و برای اجرای فونداسیون نیز قالب

بندی تا حدودی به انجام رسیده بود. هر چند عمق گودبرداری در این پروژه زیاد نبوده؛ ضعف قابل توجه ساختمان مجاور، سبب ریزش بخش عمدهای از ساختمان شد. با توجه به اتفاقاتی که در این زمینه رخ داده است، مشاهده می‌شود که گاهی در مرحله گودبرداری ساختمان مجاور تاب تحمل بار وارده را دارد؛ اما به مرور زمان تغییرشکل‌ها به حدی می‌رسند که ریزش در ساختمان مجاور اتفاق می‌افتد. بررسی شرایط ساختمان مجاور از نظر ایمنی قبل از اجرای گودبرداری، حین اجرا و پس از اجرا، اهمیت قابل توجهی دارد. در صورتی که احتمال ریزش ساختمان وجود داشته باشد، پایش وضعیت جداره‌های گود در حین اجرای کار، هم از نظر ایمنی جانی افراد و هم از نظر آسیب به ابزار و وسائل حائز اهمیت می‌باشد. در شکل ٦-٦ تصویری از این ساختمان ملاحظه می‌گردد.

علت ریزش ساختمان: عدم اجرای سازه نگهبان و قدیمی بودن ساختمان مجاور و مقاومت پایین المان‌های سازه ای آن. برای افزایش سطح ایمنی در چنین پروژه‌هایی، پایش ساختمان‌های مجاور در حین عملیات گودبرداری توصیه می‌شود.



شکل ۶-۶. تصویری از ریزش ساختمان مسکونی در منطقه مشیریه تهران

٦-٨. ترك در ساختمان مسکونی هروی

با توجه به ساخت مجموعه بزرگ اداری تجاری در منطقه هروی و گودبرداری عظیم در این منطقه، ساختمان‌های متعددی در مجاورت این گود وجود داشتند. با توجه به عملکرد نامناسب سیستم پایدارکننده گود در بخشی از آن و تغییر شکل‌های قابل توجه در بخشی از دیواره گود، متاسفانه نشست نامتقارنی در یکی از ساختمان‌های جداره گود اتفاق افتاد و این موضوع، باعث ترک‌های قابل توجهی در ساختمان یاد شده شده است. در شکل ٦-٧ ترك در ساختمان یاد شده نشان داده شده است.

علت ایجاد ترك در ساختمان: طراحی نامناسب سیستم پایدارکننده جداره گود و نشست نامتقارن ساختمان مجاور. در شرایط مشابه، کنترل شرایط ترک‌ها و تغییرات احتمالی در آن

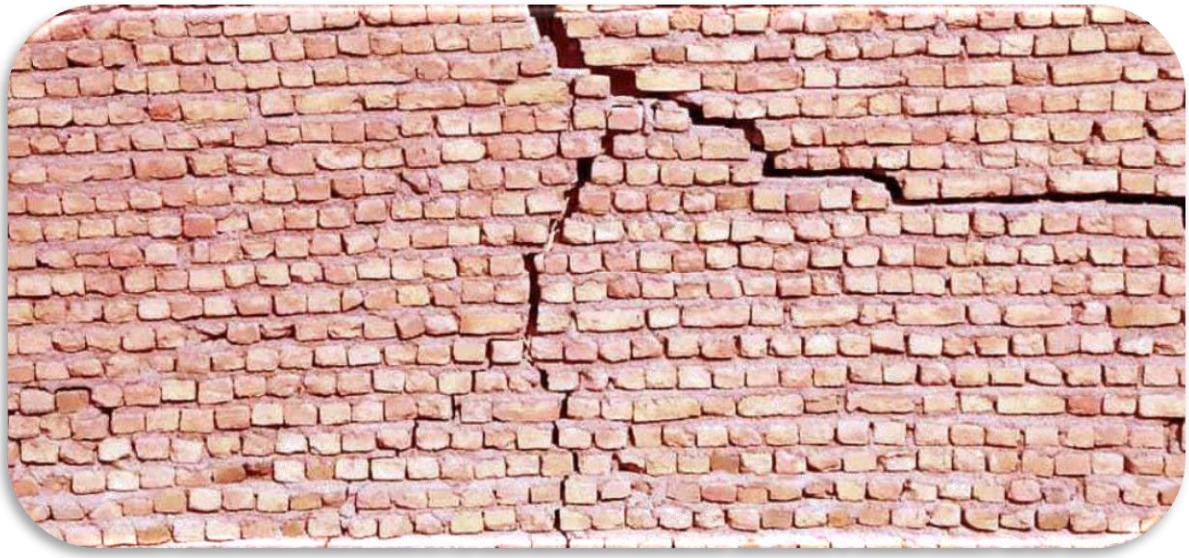
سطح ایمنی را بالا می‌برد. در چنین شرایطی در صورتی که بازشدگی عرض ترک‌ها زیاد و گسترش آنها پیوسته باشد؛ ممکن است تخلیه ساختمان ضروری باشد

.شکل ۶-۷. تصویری از ترک ایجاد شده روی دیوار

٦-۹. ترك در ساختمان به دلیل احداث تونل‌های زیرزمینی

در چند دهه گذشته، احداث تونل‌های شهری یا تونل‌های مترو شهری با توجه به مزایای قابل توجه آنها اهمیت قابل توجهی پیدا کرده اند و استقبال قابل توجه برای استفاده از این سیستم در کشورهای مختلف، از جمله کشورمان دیده می‌شود. با توجه به ماهیت این ساخت و سازها و نیاز به حفر تونل‌ها در داخل زمین، گاه دیده می‌شود که به دلیل عدم توجه به ضوابط فنی مشکلاتی برای ساکنان مجاور این گودها ایجاد می‌شود. یکی از جمله مشکلاتی که در این شرایط ایجاد می‌شود، نشست لایه‌های سطحی می‌باشد که باعث درز و ترك در ساختمان می‌شود و حتی می‌تواند سبب تخریب ساختمان شود. در شکل ٦-٨ تصویری از ترك‌های ایجاد شده در ساختمان به دلیل حفر تونل زیرزمینی نشان داده شده است.

علت ایجاد ترك در ساختمان: نشست خاك ناشی از حفر تونل زیرزمینی بوده است. با توجه به مشکلات ایجاد شده توجه به ایمنی ساختمان‌های اطراف در احداث تونل‌های شهری از اهمیت قابل توجهی برخوردار می‌باشد.



شکل ۶-۸. ایجاد ترک در ساختمان به دلیل احداث تونل شهری