



ICIVIL

منابع آزمون نظام مهندسی

ویژه خریداران کلیدواژه آی سیویل

www.icivil.ir/nezam

جزوه گودبرداری ویژه کلیدواژه

مخفف در کلیدواژه : " گ "

فهرست مطالب

۱	برخی نکات مؤثر در اجرای ایمن تر سازه‌های نگهدارنده خرابایی
۱	تعاریف و اصطلاحات
۲	ضرورت موضوع
۳	مراحل گام به گام در پیاده سازی سازه نگهدارنده خرابایی
۳	۱- بازدید میدانی با هدف شناسایی وضعیت فنی و کیفی همجواری ها
۴	۲- تطابق نقشه سازه نگهدارنده با مطالعات میدانی
۵	۳- اقدامات، مطالعات و بررسی‌های لازم قبل از شروع عملیات گودبرداری و در حین اجرا
۷	۴- مروری بر برخی نکات قانونی در خصوص اجرای سازه نگهدارنده خرابایی
۸	پیوست ۱: مراحل اجرای سازه نگهدارنده خرابایی
۹	آشنایی با برخی نکات مؤثر در اجرای پایدارسازی به روش نیلینگ و انکراژ
۹	تعاریف و اصطلاحات
۱۱	ضرورت موضوع
	روش کار
۱۳	۱- مبانی فنی و طراحی
۱۴	۲- نقشه‌های اجرایی
۱۵	۳- کنترل کیفیت مصالح
۱۷	۴- کنترل روش اجرا
۲۲	۵- پایش و رفتارسنجی
۲۳	۶- آزمایش‌های کنترلی
	۷- زهکشی ۲۵
۲۶	۸- نکات تکمیلی

برخی نکات مؤثر در اجرای ایمن تر سازه‌های نگهبان خرپایی

تعاریف و اصطلاحات

گودبرداری: گودبرداری به هرگونه حفاری و خاکبرداری در تراز پایین‌تر از سطح زمین یا در تراز پایین‌تر از زیر پی ساختمان مجاور اطلاق می‌گردد.

صاحب کار: صاحب کار شخص حقیقی یا حقوقی مالک یا قائم مقام قانونی مالک کارگاه ساختمانی است که انجام عملیات گودبرداری را طبق قرارداد کتبی به سازنده واگذار می‌نماید. در صورتی که صاحب کار دارای پروانه اشتغال بکار اجرای ساختمان باشد، می‌تواند خود بعنوان سازنده فعالیت نماید.

سازنده: سازنده (مجری) شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال بکار اجرای ساختمان از وزارت راه و شهر سازی است که بعنوان پیمانکار کل، اجرای عملیات ساختمانی را بعهده دارد.

طراح: طراح یا محاسب سازه ساختمان شخص حقیقی شاغل به کار در دفتر مهندسی یا شخص حقوقی طراحی ساختمان است که بر اساس پروانه اشتغال بکار مهندسی معتبر در زمینه طراحی در رشته عمران از وزارت راه و شهر سازی، انجام طراحی و محاسبات را در حدود صلاحیت و ظرفیت مندرج در پروانه اشتغال به کار مهندسی بر عهده دارد.

ناظر: ناظر شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال بکار معتبر در زمینه نظارت از وزارت راه و شهر سازی است که در حدود صلاحیت و ظرفیت مندرج در پروانه اشتغال به کار اجرای صحیح عملیات ساختمانی نظارت می‌کند.

بازرس: بازرس شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال بکار معتبر در زمینه نظارت از وزارت راه و شهر سازی است که به نمایندگی از سازمان نظام مهندسی مسئولیت ممیزی و بازرسی کیفی و صحت سنجی حسن خدمات مهندسی را برعهده دارد.

ارکان پروژه: تمامی عوامل دست اندر کار پروژه که در غالب پیمانکار، ناظر، محاسب و ... به نمایندگی از سازمان نظام مهندسی وظیفه انجام کار در پروژه را دارند.

ضرورت موضوع

در اغلب پروژه‌های ساختمانی، فعالیت‌های اجرایی با عملیات خاکبرداری و گود برداری در زمین محل اجرا آغاز می‌گردد. این بخش از عملیات اجرایی که اغلب سهم کمی از پیشرفت فیزیکی پروژه را به خود اختصاص می‌دهد بی شک یکی از مهمترین مراحل اجرایی پروژه محسوب می‌گردد.

اهمیت مرحله گود برداری پروژه صرفاً به لحاظ وجود پیچیدگی‌های فنی نیست. معمولاً با آغاز عملیات گود برداری، مالکین ساختمان‌های همجوار (در صورت وجود) از وقوع رخدادهای احتمالی ناشی از گود برداری از نگرانی منطقه‌ای برخوردارند. این نگرانی بالقوه در صورتی که در این دسته از ذینفعان پروژه، به صورت منطقی و از منظر فنی و مدیریتی مدیریت نگردد، باعث می‌گردد حس نگرانی به نارضایتی شدید تبدیل گردد. این نارضایتی باعث می‌گردد فضای اجرایی معمول پروژه را از وضعیت عادی خارج نموده و سبب گردد میزان ریسک متصور برای پروژه، به شدت افزایش یابد.

از اینرو در اداره پروژه‌های عمرانی همواره مهندس پروژه بایستی علاوه بر مدیریت مهندسی پروژه به مدیریت حوزه‌های مختلف در پروژه خصوصاً مدیریت ذینفعان نیز توجه جدی داشته باشد. بی تردید اجرای صحیح سازه‌های نگهبان صرفنظر از اهمیتی که از بعد فنی برای آن متصور است، همواره در تأمین رضایت ذینفعان نیز بطور غیر مستقیم تأثیر گذار است.

روش سازه نگهبان خرابایی از جمله روش‌هایی است که بطور گسترده به جهت تأمین پایداری در اجرای گودبرداری‌های شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در دسترس بودن مصالح مورد نیاز، نصب سریع و عدم نیاز به دانش و فن آوری پیچیده، از جمله مواردی هستند که باعث شده‌اند بکارگیری این نوع سازه نگهبان در بین مهندسان و مجریان از اقبال خوبی برخوردار باشد.

سازه نگهبان خرابایی علیرغم نکات مثبتی که برخوردار است دارای برخی ضعف‌های جدی است. عمده مشکلات رایج در بکارگیری سازه نگهبان خرابایی را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

- مهندسان محاسب به دلیل تیپ پذیری ظاهری سازه نگهبان، کمتر اشتیاق به بازدید میدانی و ارائه طرحی منطبق با نیاز پروژه دارند.

- اغلب مالکین و کارفرمایان متقاضی این روش، تأمین سازه نگهبان خرابایی را با نگاه هزینه‌ای صرف و شاید سازه‌ای غیر ضرور تلقی می‌نمایند. این دسته از مجریان بواسطه عدم آگاهی کافی نسبت به قوانین و مقررات رایج، اغلب نسبت به مسئولیت خود در قبال وقوع خطرهای پیش رو و تبعات قانونی آن کمتر مطلع هستند.

- پیمانکاران ساخت این گونه سازه‌ها، برحسب یک عادت نا متعارف کمتر تمایلی به استفاده از نقشه و مشخصات فنی در اجرای این دسته سازه‌ها از خود نشان می‌دهند. سادگی ظاهری در طرح و روش ساخت، اغلب باعث می‌گردد افراد کاملاً غیر حرفه‌ای در این حوزه بکار گیری شوند.

- اغلب مهندسين ناظر نیز با توجه به جميع مشکلات اعلام شده، گاه‌ها نقش و عملکرد موثری را به جهت حل مشکلات طرح شده در خود نمی‌بینند و در شرایط معمول، خود را در بروز مخاطرات احتمالی با دیگر سازندگان سهیم می‌کنند. به عبارت دیگر متاسفانه ریسک خطر را می‌پذیرند.

مراحل گام به گام در پیاده سازی سازه نگهبان خرابایی

به منظور اجرای مطمئن سازه نگهبان بهتر است مهندس ناظر مراحل اجرایی زیر را مد نظر قرار دهد:

۱- بازدید میدانی با هدف شناسایی وضعیت فنی و کیفی همجواری ها

در این مرحله مهندس ناظر بایستی ضمن بازدید از ساختمان‌های مجاور، وضعیت ایستایی ساختمان‌های موجود، کیفیت ساخت، نوع اسکلت و امثالهم را بررسی نماید. در این بازدید وضعیت وجود چاه‌های جذبی و موقعیت قرار گیری آنها بایستی در قالب مذاکره میدانی با همسایگان بررسی و شناسایی شود. چنانچه در محل ساخت پروژه سابقه وجود قنوات و یا کانال‌های تاسیساتی و فاضلاب قدیمی موجود است موارد شناسایی و بایستی توسط مهندس ناظر ثبت گردد.

همواره توصیه می‌گردد مهندس ناظر با مذاکره با همسایگان پروژه، نسبت به برنامه‌های مهندسی که به جهت افزایش ایمنی در زمان گود برداری مقرر است پیاده شود توضیحات لازم را ارائه نماید. این امر باعث می‌شود نامبردگان به نقش مهندس ناظر در پروژه و جدیت برنامه‌های مهندسی در پروژه اعتماد بیشتری نمایند و از ایجاد و توسعه شایعات و برداشت‌های ذهنی در همسایگان کاسته شود. در این مرحله توصیه می‌گردد مهندس ناظر شماره تماس خود را برای ارتباط بیشتر با مدیران

همسایگان مجاور در اختیار نامبردگان قرار دهد چرا که با این روش دقت و نظارت در پروژه مورد نظارت ناظر بصورت مستمر افزایش می‌یابد.

۲- تطابق نقشه سازه نگهبان با مطالعات میدانی

- بر اساس نتایج مطالعات میدانی لازم است قبل از آغاز عملیات اجرایی، نقشه‌های مصوب سازه نگهبان با وضع موجود بررسی و مغایرت‌های احتمالی نقشه‌ها شناسایی گردد. برخی مغایرت‌های متداول در نقشه‌ها عبارتند از:

- عدم امکان پیاده سازی نقشه با مختصات اجرایی زمین پروژه

- عدم پیش بینی سازه نگهبان در محدوده‌هایی که به گذر منتهی شده و نیاز به پایدارسازی جداره در آن‌ها احساس می‌گردد.

- استفاده از مصالح غیر مشخصاتی نظیر الوارهای چوبی در نقشه‌های اجرایی

- عدم ارائه جزئیات اتصالات

- عدم پیش بینی مهارهای عرضی بین خریاها

- عدم تأمین طول مؤثر گیرداری و تأمین ارتفاع مناسب المان قائم خریا

- عدم انطباق روش سازه نگهبان خریایی با جنس خاک مشاهداتی در پروژه

مهندس ناظر بایستی در صورت مشاهده هریک از ابهامات مطرح شده نسبت به ارائه طریق مناسب به جهت حل مشکل اقدام نماید. بدیهی است آن دسته از مشکلاتی که منشاء محاسباتی دارند بایستی از طریق مالک/مجری یا بطور مستقیم توسط ناظر به جهت بررسی و بازنگری نقشه جات و نهایتاً مههور شدن مجدد نقشه‌ها بصورت کتبی، در اختیار مهندس محاسب قرار گیرد.

- مهندس ناظر بایستی کار بررسی ابهامات در نقشه‌های سازه نگهبان را قبل از آغاز عملیات اجرایی و صدور برگه شروع بکار انجام دهد تا احتمال اجرای سازه نگهبان ناصحیح و یا وقوع توقف ناخواسته در زمان گود برداری را بدلیل نامناسب بودن طرح سازه نگهبان، به حداقل ممکن برساند.

- از دیگر مشکلات می‌توان به تمایل برخی مالکین به ایجاد تغییر در نقشه (افزایش ابعاد و یا تعداد زیر زمین) اشاره نمود. درخواست اعمال تغییرات در عمق گود برداری در زمانی که عملیات اجرایی آغاز شده و یا طبق نقشه اولیه پایان یافته است،

در تأمین ایمنی گودها به شدت تأثیر گذار می‌باشد. تغییر یاد شده اغلب باعث می‌شود کار از سوی مهندس ناظر در شرایطی که عملیات گود براری اولیه تمام شده است متوقف گردد تا روند تغییر در نقشه‌ها بصورت قانونی طی گردد. از اینرو با توجه به اینکه این گونه تغییرات پس از شروع گود برداری، باعث توقف اجباری در عملیات گود برداری پروژه می‌نماید لذا اکیداً توصیه می‌گردد مهندس ناظر قبل از آغاز عملیات گود برداری، مذاکرات خود را با مالک انجام داده از آخرین دیدگاه و خواست‌های وی بیشتر آشنا شود. در این گونه موارد توصیه می‌گردد در صورتی که مهندس ناظر با درخواست تغییر در نقشه روبرو می‌گردد، از صدور برگه شروع بکار تا نهایی شدن نقشه گود برداری اجتناب نماید.

۳- اقدامات، مطالعات و بررسی‌های لازم قبل از شروع عملیات گودبرداری و در حین اجرا

(۱) در استفاده از این روش، لازم است مهندس ناظر موارد مهم گزارش مطالعات ژئوتکنیک را مطالعه کند. این موارد شامل: پارامترهای مکانیکی خاک، وضعیت و ارتفاع آب زیرزمینی، وجود قنوات و چاه، شیب مناسب گودبرداری، لوگ گمانه‌ها و ... می‌باشد.

(۲) مهندس ناظر در گام اول نصب بایستی پارامترهای پایداری دیوار مشترک و نوع ظرفیت باربری ساختمان‌های مجاور را کنترل کند. بصورت ایده آل تأمین سازه نگهبان با هدف پایدار سازی خاک پی مجاور می‌باشد لذا توصیه می‌گردد ارتفاع ستون حدود ۱/۵ متر بالاتر از فونداسیون باشد.

(۳) در صورتیکه ساختمان همجواری از پایداری ذاتی برخوردار نبوده و بدلیل فرسودگی از شرایط مناسبی برخوردار نباشد در این خصوص لازم است برای پایداری ساختمان‌های همجواری از سازه‌های نگهبان مضاعف استفاده شود. نوع این سازه نگهبان‌های مضاعف بایستی قبل از اجرا با مهندس محاسب بررسی و تدبیرات فنی لازم اتخاذ گردد. تاکید می‌گردد اجرای سازه نگهبان خرپا با هدف ایمن نمودن جداره دیواره گود با ساختمان همجواری است.

(۴) در این روش بخشی از خاک مهار شده و بخش‌های دورتر از سازه با فرض بوجود آمدن قوس مناسب برای انتقال بار به سازه استوار شده است. برای خاک‌های با پتانسیل هوازدهی این روش به دلیل تولید نشدن قوس مناسب توصیه نشده و برای چسبندگی‌های بالاتر بایستی از تخته کوبی و شاتکریت استفاده گردد.

۵) معمولاً سازه‌های نگهدارنده خرابایی در ساختمان سازی های شهری و در شرایطی انجام می‌شود که مطالعات ژئوتکنیک در آنجا انجام نشده است. بنابراین لازم است که در هنگام اجرای این سازه‌ها تغییرات لایه‌ها در هنگام گودبرداری مورد پایش قرار گیرد. بروز ترک، تغییرات لایه‌ها، حرکت‌های ساختمان مجاور و وضعیت آب‌های جاری زیرسطحی از جمله نکاتی هستند که باید مورد توجه ناظران قرار گیرد و در صورت مشاهده بلافاصله مورد توجه قرار گیرند.

۶) با توجه به اینکه سازه خرابایی جهت جلوگیری از گسیختگی محرک خاک می‌باشد و این نوع گسیختگی به جابجایی زیادی احتیاج ندارد، بنابراین حتی الامکان از ایجاد فاصله بین سازه خرابا و دیوار باید جلوگیری شود. در صورت ایجاد فاصله بین دیوار و سازه نگهدارنده این فاصله بایستی با مصالحی که مقاومت بیشتر از خاک موجود (مانند بتن کم مایه، آجر و قلوه سنگ تثبیت شده با گچ و سیمان) را دارند پر گردد.

۷) محل مناسب برای سازه نگهدارنده خرابایی نزدیک محل ستون ساختمان مجاور و بلافاصله از محل اجرای ساختمان در حال گودبرداری می‌باشد. نزدیک بودن محل ستون ساختمان مجاور باعث محدود شدن حرکت ساختمان مجاور و همچنین جلوگیری از لغزش موضعی می‌شود.

۸) در خاکهای سست و غیر چسبنده فاصله بین ستون‌های سازه کمترین و در خاکهای متراکم و سیمانته شده این فاصله افزایش می‌یابد.

۹) در روش اجرای صحیح سازه نگهدارنده خرابایی، قبل از آغاز عملیات گود برداری و با حفر چاه‌های مربوط به قرار گیری و نصب المان قائم خرابا در تراز زمین طبیعی آغاز می‌گردد. پس از نصب کامل المان یاد شده با تأمین سپر خاکی مناسب عملیات خاکبرداری مرحله به مرحله و با تکمیل سایر المان‌های خرابا ادامه پیدا می‌کند. بنابراین در روش‌های اجرایی که در ابتدا، عملیات گود برداری تا تراز نهایی صورت می‌گیرد و سپس نصب المان‌های خرابایی صورت می‌گیرد به عنوان روش‌های اجرایی غیر صحیح تلقی شده و بایستی حتی المقدور از پیاده سازی این روش‌ها اجتناب نمود.

۱۰) چنانچه سازه نگهبان به صلاحدید مهندس ناظر نیاز به تقویت و یا تضعیف دارد، مراتب کتباً توسط مالک/مجری به مهندس محاسب اعلام شود و این مسأله تا پایان امر پیگیری گردد.

۱۱) زمان برچیدن سازه نگهبان دارای اهمیت قابل توجهی بوده و بایستی از قبل بررسی گردد. هنگامیکه خطر ریزش گود مرتفع گردیده بود به صلاحدید این سازه برداشته می شود.

۱۲) چنانچه بنابر محدودیات و ضروریات کارگاهی استفاده از آهن آلات مستعمل اجتناب ناپذیر باشد در اینصورت قبل از آغاز عملیات خرابی لازم است کیفیت مصالح توسط مهندس ناظر بررسی و در صورت تأیید استفاده گردد.

۱۳) در صورتیکه مالک/مجری از اجرای سازه نگهبان سرباز زد، ضروری است ناظرین محترم به راهنمای عمومی مهندسین ناظر شماره ۱ ارائه شده توسط سازمان نظام مهندسی استان تهران مراجعه فرمایند.

۴- مروری بر برخی نکات قانونی در خصوص اجرای سازه نگهبان خرابی

- چنانچه در پروژه ای که توسط مهندس محاسب برای پایدار سازی گود سازه نگهبان پیش بینی شده است، از تأمین و اجرای سازه نگهبان اجتناب گردد، مسئولیت مهندس ناظر و مجری در صورت وقوع حوادث جانی و مالی به شدت افزایش می یابد.

- در صورتی که در پروژه سازه نگهبان تأمین گردد لیکن سازه یاد شده با نقشه های مصوب مغایرت داشته باشد و این مغایرت به تأیید مهندس محاسب نرسیده باشد، در صورت بروز حوادث احتمالی مسئولیت مهندس ناظر و مجری به شدت افزایش می یابد.

- در صورتی که سازه نگهبان تأمین نشود و یا نامنطبق با طرح مصوب باشد، در صورت وقوع حادثه شرکت های بیمه گر می توانند در خصوص عدم پرداخت غرامت های مالی، موضوع خسارت را بررسی نمایند. بدیهی است در صورتی که مهندس ناظر نسبت به پیگیری اجرای صحیح سازه نگهبان اقدام نماید و علیرغم تأمین پیش بینی های لازم پروژه دچار خسارت گردد، غرامت های یاد شده نه تنها می تواند از طریق شرکت های بیمه گر جبران گردد بلکه مسئولیت مستقیمی نیز بر عهده مهندس ناظر نباشد.

پیوست ۱: مراحل اجرای سازه نگهبان خرابایی

- ۱- بعد از اتمام عملیات تخریب و رسیدن به تراز سطح زمین محل قرارگیری عضوهای قائم خرابا در مجاورت دیواره گود با کمترین تداخل با سازه اصلی مشخص می گردد.
 - ۲- در این محل ها چاه هایی حفر می شوند که عمق این چاه ها برابر با عمق گود به اضافه طول شمع می باشد. طول شمع حداقل ۲۵ درصد عمق گود می باشد. قطر چاه ها در حدود ۸۰ سانتیمتر می باشند.
 - ۳- مطابق نقشه آرماتوربندی شمع انجام شده و عضو قائم ساخته شده در چاه قرار داده می شود (نکته قابل توجه این است که عضو قائم بایستی تا حد امکان به ملک مجاور تکیه کند).
 - ۴- بتن ریزی شمع انجام می گردد. پس از سخت شدن بتن عضو قائم به صورت گیردار در خاک خواهد بود.
 - ۵- خاک با شیب پایدار برداشته می شود.
 - ۶- پس از خاکبرداری در محل پای عضو مایل، فونداسیون منفرد همراه با صفحه ستون اجرا می شود.
 - ۷- عضو مایل به پی منفرد و عضو قائم متصل می گردد.
 - ۸- خاک محصور بین اعضای قائم و افقی خراباها (سپر خاکی)، به صورت مرحله ای گودبرداری شده و در هر مرحله اعضای افقی و قطری نصب می شوند تا خرابا تکمیل گردد. توجه گردد که در صورت وجود فاصله بین عضو قائم و ملک مجاور حتماً بایستی در هر مرحله گود برداری این قسمت با مصالح مناسب پر گردد تا فشار خاک به خرابا منتقل گردد (مصالح مناسب مصالحی است که حداقل مقاومت فشاری خاک آن قسمت را دارا باشد). تحتانی ترین عضو افقی بایستی به صورتی نصب شود که تراز روی عضو برابر با تراز کف گود باشد.
 - ۹- برداشت خاک و اجرای اعضای مهاربندی تا خرابای فضایی شکل پذیرد.
- تذکره: پس از نصب المان قائم لازم است عملیات نصب مهارهای جانبی در اسرع وقت صورت پذیرد. نصب مهارهای جانبی می تواند به صورت همزمان با پیشرفت عملیات خاکبرداری صورت پذیرد. بدیهی است با توجه به جنس و نوع خاک ترتیب و توالی این مراحل با نظر مهندس محاسب و ناظر می باشد.*
- ۱۰- تثبیت جداره ها از طریق تخته کوبی، دوغاب و یا شاتکریت به منظور جلوگیری از ریزش های موضعی و جزئی خاک.
 - ۱۱- اتمام عملیات در صورتی پایان خواهد پذیرفت که تمامی مراحل فوق انجام گیرد.

آشنایی با برخی نکات مؤثر در اجرای پایدارسازی به روش نیلینگ و انکراژ

تعاریف و اصطلاحات

در این راهنما اصطلاحات زیر در معانی مشروح به کار می‌روند

گودبرداری: گودبرداری به هر گونه حفاری و خاکبرداری در تراز پایین‌تر از سطح طبیعی زمین یا در تراز پایین‌تر از زیر پی ساختمان مجاور اطلاق می‌شود.

پروانه اشتغال به کار: پروانه اشتغال به کار مهندسی

سازنده: سازنده (مجری) شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال به کار اجرای ساختمان از وزارت راه و شهرسازی است که به عنوان پیمانکار کل، اجرای عملیات ساختمانی را به عهده دارد.

صاحبکار: صاحب کار شخص حقیقی یا حقوقی مالک یا قائم مقام قانونی مالک کارگاه ساختمانی است که انجام عملیات گودبرداری را طبق قرارداد کتبی به سازنده واگذار می‌نماید. در صورتی که صاحب کار دارای پروانه اشتغال به کار اجرای ساختمان از وزارت راه و شهرسازی باشد، می‌تواند خود به عنوان سازنده فعالیت نماید.

طراح ساختمان: تهیه کننده نقشه‌ها، محاسبات و مشخصات فنی ساختمان براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان در حدود صلاحیت مندرج در پروانه اشتغال صادره توسط وزارت راه و شهرسازی.

ناظر: شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال به کار معتبر در زمینه نظارت از وزارت راه و شهرسازی است که در حدود صلاحیت و ظرفیت مندرج در پروانه اشتغال به کار بر اجرای صحیح عملیات ساختمانی نظارت می‌کند. ناظر در حوزه‌ی گودبرداری می‌بایست اطلاعات ژئوتکنیکی لازم را داشته باشد.

شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک: به اشخاص حقوقی اطلاق می گردد که پروانه اشتغال به کار در امور آزمایش های ژئوتکنیک مطابق ضوابط و مقررات تشخیص صلاحیت و صدور پروانه اشتغال به کار شرکتهای خدمات فنی آزمایشگاهی وزارت راه و شهرسازی احراز صلاحیت شده باشند، همچنین شرکتهای تأیید شده توسط معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور پس از انجام روال دستورالعمل های موجود این صلاحیت را دارند.

سطح خطر گودبرداری: سطح خطر گودبرداری با عمق گود، نوع خاک، وجود آب، وجود منبع ارتعاش در مجاورت گود و حساسیت ساختمانهای مجاور آن به صورت گودبرداری با خطر معمولی، زیاد و بسیار زیاد توسط طراح ساختمان تعیین می شود. ارزیابی سطح خطر گودبرداری بر اساس ضوابط مندرج در مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان (پی و پی سازی) انجام خواهد شد.

ساختمان مجاور گود: عبارتست از انواع ابنیه اطراف گود (مانند: ساختمان، خطوط لوله و جاده) که به تشخیص طراح ساختمان تحت تأثیر گودبرداری قرار می گیرد.

جلسه مشترک: جلسه ای است که در گودبرداری های با خطر زیاد و بسیار زیاد پیش از انجام عملیات گودبرداری به منظور مرور و کنترل نقشه های اجرایی، توجیه و هماهنگی انجام عملیات، با حضور صاحب کار، ناظر، ناظر ژئوتکنیک، طراح ساختمان، طراح گودبرداری، سازنده و نماینده فنی شهرداری در محل احداث ساختمان تشکیل خواهد شد.

کارشناس ایمنی کارگاه ساختمانی: شخص حقیقی یا حقوقی که توسط سازنده در گودهای با خطر زیاد و بسیار زیاد جهت مراقبت از رعایت ایمنی در کارگاه به کار گرفته می شود.

ضرورت موضوع

در اغلب پروژه‌های ساختمانی، فعالیت‌های اجرایی با عملیات خاکبرداری / گود برداری در زمین محل اجرا آغاز می‌گردد. این بخش از عملیات اجرایی که اغلب سهم کمی از پیشرفت فیزیکی پروژه را به خود اختصاص می‌دهد بی شک یکی از مهمترین مراحل اجرایی پروژه محسوب می‌گردد.

اهمیت مرحله گود برداری پروژه صرفاً به لحاظ وجود پیچیدگی‌های فنی نیست. معمولاً با آغاز عملیات گودبرداری، مالکین ساختمان‌های همجوار (در صورت وجود) از وقوع رخدادهای احتمالی ناشی از گودبرداری از نگرانی منطقی‌ای برخوردارند. این نگرانی بالقوه در صورتی که در این دسته از ذینفعان پروژه، به صورت منطقی و از مناظر فنی و مدیریتی مدیریت نگردد، باعث می‌گردد حس نگرانی به نارضایتی شدید تبدیل گردد. این نارضایتی باعث می‌گردد فضای اجرایی معمول پروژه را از وضعیت عادی خارج نموده و سبب گردد میزان ریسک متصور برای پروژه، به شدت افزایش یابد.

از اینرو در اداره پروژه‌های عمرانی همواره مهندس پروژه بایستی علاوه بر مدیریت مهندسی پروژه به مدیریت حوزه‌های مختلف در پروژه خصوصاً مدیریت ذینفعان نیز توجه جدی داشته باشد.

بی تردید اجرای صحیح سازه‌های نگهدارنده صرفنظر از اهمیتی که از بعد فنی برای آن متصور است، همواره در تأمین رضایت ذینفعان نیز بطور غیر مستقیم تأثیر گذار است.

روش پایدارسازی نیلینگ و انکراژ از جمله روش‌هایی است که بطور روز افزون به جهت تأمین پایداری در اجرای گودبرداری‌های شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در دسترس بودن مصالح مورد نیاز، ایجاد دیواره قائم و پایدار و جلوگیری از دست و پاگیری فضا باعث شده بکارگیری این نوع سازه نگهدارنده در بین مهندسان و مجریان از اقبال خوبی برخوردار باشد. پایدارسازی نیلینگ و انکراژ علیرغم نکات مثبتی که برخوردار است دارای برخی ضعف‌های جدی است. عمده مشکلات رایج را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

- مهندسان محاسب اغلب به دلیل عدم آشنایی با طراحی این روش، کمتر اشتیاق به بازدید میدانی و ارائه طرحی منطبق با نیاز پروژه دارند.

- اغلب مالکین و کارفرمایان متقاضی این روش، بدلیل عمق زیادتر این روش را مناسب دانسته‌اند. این دسته از مجریان بواسطه عدم آگاهی کافی نسبت به قوانین و مقررات رایج، اغلب نسبت به مسئولیت خود در قبال وقوع خطرهای پیش رو و تبعات قانونی آن کمتر مطلع هستند.

- اغلب مهندسین ناظر نیز با توجه به جمیع مشکلات اعلام شده، گاه‌ها نقش و عملکرد موثری را به جهت حل مشکلات طرح شده در خود نمی‌بینند و در شرایط معمول، خود را در بروز مخاطرات احتمالی با دیگر سازندگان سهیم می‌کنند. به عبارت دیگر متاسفانه ریسک خطر را می‌پذیرند.

در این راهنما سعی بر آن شده است که موارد و اصول ذکر شده بصورت کلی ارائه گردد اما برخی از موارد با توجه به سطح خطر گود دسته بندی شده و بصورت زیر علامت گذاری شده است:

۱. گود با سطح خطر معمولی (*)

۲. گود با سطح خطر زیاد (**)

۳. گود با سطح خطر بسیار زیاد (***)

روش کار

۱- مبانی فنی و طراحی

مجموعه نکات زیر مشمول مبحث مبانی فنی و طراحی می‌باشند:

- ۱-۱- وجود شرکت ذیصلاح طراحی به عنوان مشاور یا تیم طراحی درون مجموعه پیمانکار الزامی می‌باشد.
- ۲-۱- طراحی کامل بر اساس مبانی تعادل حدی (ضرایب اطمینان متغیر بر اساس نوع سربار): در محدوده خیابانها و حیاط بطور کلی همجواری بدون سازه حداقل $1/35$ و در مجاورت سازه‌ها نزدیک به $1/5$.
- ۳-۱- طراحی کامل بر اساس مبانی تغییر شکل‌ها و محدودیتهای آن در محدوده همجواری های بدون سازه حداکثر دو اینچ و در محدوده سازه‌ها کمتر از یک اینچ. لازم به ذکر است که این مقادیر صرفاً جهت یک تخمین اولیه از تغییر شکل‌های محتمل قابل قبول ارائه شده است و بدیهی است تعیین مقادیر مجاز تغییر شکل‌ها با توجه به عمق گود و نوع همجواری ها و سازه‌های مجاور و ... باید با نظر طراح و محاسب تعیین گردد.
- ۴-۱- ارائه دفترچه محاسبات کامل، طراحی المانهای فلزی و بتنی (شمع و عمق ریشه، بلوک، صفحات فلزی، شاتکریت و ...):
 - ضروری است عمق ریشه المانهای شمع حدود $0/2$ ارتفاع شمع در نظر گرفته شده.
 - ارائه مقادیر تغییر شکل به صورت جدول و شکل در تیپ‌های مختلف طراحی.
 - طراحی طول گیردار انکر در پشت گوه گسیختگی
- ۵-۱- ارائه گراف افزایش میزان تغییر شکل با مدلسازی ها (در پروژه‌های عمیق) پیشنهاد می‌گردد. (***)
- ۶-۱- بررسی سازه‌های مجاور از نظر وضعیت شرایط مقاومتی و تناسب طرح بر اساس شرایط آنها الزامی است.
- ۷-۱- طراحی و استفاده مناسب از المانهای تسلیح بر اساس نوع خاک، عمق گود و سربار جداره و
 - استفاده از شمع در محدوده مجاور ساختمانها بالاخص ساختمان‌های قدیمی و بدون اجزاء سازه‌ای جهت کاهش تغییر شکل مجاور سازه‌ها پیشنهاد می‌گردد.

- لحاظ نمودن عمق تاسیسات شهری در آرایش مسلح کننده‌ها مخصوصاً ردیف‌های اولیه مسلح سازی جهت جلوگیری از آسیب به تاسیسات شهری و در نظر گرفتن تمهیدات مناسب برای پایداری آنها در الزامی است.

۸-۱- بررسی کامل مطالعات ژئوتکنیک و مطابقت اطلاعات آن با شرایط موجود و لحاظ نمودن آن در طراحی الزامی است. توجه به وجود خاک دستی، آب، جنس خاک بر اساس مشاهدات عینی و ... از اهمیت بالایی برخوردارند.

۹-۱- محدودیت‌های پیشنهادی جهت حداکثر ابعاد شبکه‌های حفاری نیل و انکر به شرح زیر می‌باشند:

- شبکه نیل حداکثر ۲ متر در ۲ متر (به ازای هر ۴ متر مربع، یک گمانه نیل)

- شبکه انکر حداکثر ۳/۵ در ۳/۵ (به ازای هر ۱۲ متر مربع، یک گمانه انکر)

۱۰-۱- وجود آب از اهمیت بالایی در مدلسازی های طرح پایداری داشته و تطبیق آن با شرایط واقعی بسیار تأثیر گذار می‌باشد.

۲- نقشه‌های اجرایی

مجموعه نکات زیر مشمول مبحث نقشه‌های اجرایی می‌باشند:

۱-۲- وجود مشخصات فنی اجرایی کامل (حداقل قطر حفاری، کیفیت دوغاب تزریق، نحوه پیل برداری، همپوشانی شبکه‌های فولادی و فشار تزریق و زمان کشش المان‌های انکر و...) الزامی است.

۲-۲- وجود پلان سازه‌ها و سربارهای اطراف گود و تیپ بندی بر این اساس و مطابقت آن با تراز و سربار سازه‌های اطراف الزامی است.

۳-۲- رعایت توپوگرافی زمین در تیپ بندی و موقعیت نقطه ۰/۰ و تراز گودبرداری نهایی در نقشه‌ها الزامی است.

۴-۲- وجود نمای دیواره‌ها و مقاطع مربوط به هر تیپ در مجموعه نقشه‌های اجرایی الزامی است.

۵-۲- وجود جزئیات اجرایی کامل همانند جزئیات اتصال نیل‌ها، انکرها، شمع‌ها و الزامی است.

۶-۲- وجود جزئیات زهکش جداره‌ها (مشمول بر زهکش‌های نواری و زهکش‌های عمقی) الزامی است.

۷-۲- کنترل عدم تداخل شمع‌های فولادی با ستونهای سازه اصلی پروژه اهمیت بالایی دارد.

۸-۲- وجود پلان پایش جداره‌های گود از اهمیت بالایی برخوردار است.

۹-۲- مشخص کردن محل تاسیسات شهری در مقاطع مختلف طرح پایدارسازی الزامی و بسیار با اهمیت است.

۱۰-۲- ذکر میزان نیروی پس تنیدگی انکرهاسترنندی و مونوبار با توجه به ظرفیت تسلیم المان فلزی در نقشه‌ها الزامی

است.

۳- کنترل کیفیت مصالح

مجموعه نکات زیر مشمول مبحث کنترل کیفیت مصالح می‌باشند:

۱-۳- مجموعه موارد زیر مربوط به کنترل کیفیت المان تسلیح می‌باشند:

- کنترل ظاهری (عدم زنگ زدگی، عدم لهیدگی و ...)

- کنترل کیفی (مقاومت تسلیم، مقاومت نهایی، مدول الاستیسیته و ...)

- بهتر است استرندهای مورد استفاده در پروژه و متعلقات آنها از یک شرکت خریداری گردد و فرآیند درگیر شدن یا گاز

گرفتن انگشتی‌ها (گوه‌ها) با استرندها مورد اطمینان باشد.

تذکر: استفاده از میلگرد All به جای AIII در برخی پروژه‌های کوچک که نظارت و کنترل دارند، متأسفانه امری رایج بوده که

توجه به آن از اهمیت بالایی برخوردار است.

- تواتر انجام آزمایشات کنترل کیفی (****)

۲-۳- مجموعه موارد زیر مربوط به کنترل کیفیت مش و شاتکریت می‌باشند:

- کیفیت ماسه (ترجیحاً تیز گوشه، شسته شده و با ارزش ماسه بالای ۶۵) ماسه شاتکریت می‌بایست فاقد خاک باشد در غیر

اینصورت مقاومت لازم را برای تأمین نیروهای وارد شده به آن را نخواهد داشت.

- استفاده از مش مناسب از نظر ظاهری (عدم زنگ زدگی، عدم لهیدگی و ...)

- کنترل کیفی مش (مقاومت تسلیم، مقاومت نهایی، مدول الاستیسیته و ...)

- تواتر انجام آزمایشات کیفی (****)

۲-۳- مجموعه موارد زیر مربوط به کنترل کیفیت صفحات فولادی، مهره‌ها و سایر اجزای فلزی می‌باشند:

- استفاده از صفحات مناسب از نظر ظاهری و کیفی

- کیفیت مهره‌ها

- کنترل کیفیت اتصالات مکانیکی (کوپلینگ و ...) و اجزای هد انکر (گوه و ...)

- تواتر انجام آزمایشات کیفی (***)

۳-۴- مجموعه موارد زیر مربوط به کنترل کیفیت سیمان، آب و دوغاب تزریق می‌باشند:

- کیفیت سیمان از لحاظ مشخصاتی همانند زمان گیرش و ... در موفقیت عملیات تزریق و نیز کشش انکرها تأثیر گذار است.

- کیفیت آب مصرفی در عملیات پایدارسازی مشابه مشخصات آب مصرفی در بتن می‌باشد (استفاده از آب شرب در عملیات

پایدار سازی کاملاً مناسب است). آزمایش شیمیایی بر روی نمونه آب در پروژه‌های بزرگ پیشنهاد می‌گردد.

- انجام آزمایش قیف مارش جهت کنترل روانی و غلظت دوغاب پیشنهاد می‌گردد (****).

- استفاده از مواد افزودنی در دوغاب می‌بایست پس از استفاده آزمایشی و بررسی نتایج مقاومتی آزمایشگاه مجاز می‌باشد.

- تواتر انجام آزمایشات کیفی (***)

۳-۵- مجموعه موارد زیر مربوط به کنترل کیفیت شلنگ‌های تزریق، هوا، رادهای حفاری و ... می‌باشند:

- شلنگ تزریق می‌بایست قابلیت تحمل فشارهای تزریق نیل و انکر را داشته باشد.

- شلنگ‌های انتقال هوا از کمپرسور به دریل واگن می‌بایست از جنس مناسب و مقاوم در برابر فرسایش‌های محیطی بوده و

از اتصالات مناسب جهت اتصال شلنگ باد به ماشین آلات استفاده شود.

دو سر غلاف به خوبی آبنندی شود. (جهت جلوگیری از نفوذ دوغاب به ناحیه Unbond)

تذکر: در رفتن شلنگ باد در طول عملیات پایدارسازی امری مرسوم بوده که متأسفانه خسارت‌های جانی قابل توجهی را در

پروژه‌های مختلف ایجاد کرده است و توجه به اتصالات آن کنترل آن و رعایت اصول ایمنی بسیاری ضروری است.

- راد حفاری می‌بایست از آلیاژهای مقاوم بوده و قابلیت حفاری در اعماق زیاد را داشته باشد. همچنین داشتن رزوه سالم به

اتصال مناسب رادهای حفاری به یکدیگر کمک می‌کند.

۳-۶- مجموعه موارد زیر مربوط به کنترل کیفیت مصالح شمع‌های بتنی و فولادی می‌باشند:

- جوشکاری مناسب (رعایت مقررات ملی ساختمان و آئین نامه جوش ایران).
- بافت سبد فولادی و نصب مناسب آن رعایت مقررات ملی ساختمان).
- کیفیت بتن و عملیات بتن ریزی مناسب (رعایت مقررات ملی ساختمان و آئین نامه بتن ایران (آبا)).
- انجام آزمایش اسلامپ بتن و کنترل دمای آن به همراه اخذ نمونه‌های ۴ عددی یا ۵ عددی مکعبی در پروژه‌های بزرگ پیشنهاد می‌گردد (***)).
- در صورت استفاده از افزودنی در بتن، افزودن آن می‌بایست در کارگاه و با انجام آزمایش‌های اسلامپ و دما قبل و بعد از افزودن افزودنی انجام شود.

۴- کنترل روش اجرا

مجموعه نکات زیر مشمول مبحث کنترل روش اجرا (مباحث قراردادی و مدیریتی) می‌باشند:

- ۴-۱- بهره‌گیری از پیمانکار ذیصلاح با ارائه رزومه کاری، سوابق پرسنل کلیدی، ارائه لیست ماشین آلات آماده به کار الزامی می‌باشد.
- ۴-۲- معرفی اشخاص دارای حق امضا معتبر از طرف پیمانکار به کارفرما، مشاورین و ناظر سازمان نظام مهندسی الزامی می‌باشد.
- ۴-۳- تشکیل سیستم درخواست، بررسی و تأیید مجوز (پرمیت) اجرای هر یک از بخش‌های عملیات پایدارسازی در پروژه‌های بزرگ الزامی است. نمونه فرم درخواست مجوز (پرمیت) جهت اجرای پنل برداری در پیوست ارائه شده است (***)).
- ۴-۴- تکمیل شناسنامه برای کلیه عملیات پایدارسازی (نیل، انکر، شمع، مش و شاتکریت و ...) الزامی است. تکمیل این موارد مشمول تمامی گودهای شهری و غیرشهری با هر درجه اهمیت می‌باشد.
- ۴-۵- تهیه گزارش ماهیانه توسط پیمانکار و ارائه به کارفرما، مشاورین و ناظر سازمان نظام مهندسی الزامی می‌باشد.
- ۴-۶- تهیه گزارش روزانه و هفتگی توسط پیمانکار و ارائه به کارفرما، مشاورین و ناظر سازمان نظام مهندسی الزامی می‌باشد (***)).

۷-۴ وجود واحد کنترل پروژه در گردهای نیمه عمیق و عمیق الزامی می‌باشد (***)

۸-۴ ضروری است مصالح بکار رفته با کیفیت و دارای استاندارد معتبر باشد.

۹-۴ استقرار آزمایشگاه مقیم در پروژه‌های بزرگ جهت کنترل کیفیت مصالح الزامی است (***)

۱۰-۴ رعایت رواداری ها مطابق مشخصات فنی توسط عوامل اجرایی پروژه الزامی بوده و هر گونه تغییر در آنها نیازمند

اخذ مجوز از طراح، ناظر مقیم و نمایندگان فنی می‌باشد (***)

۱۱-۴ لازم است عوامل اجرایی از نیروی کار ماهر به ویژه تکنسین متخصص کشش، تزریق، حفاری، بافت نیل و انکر،

جوشکاری و استفاده نماید.

۱۲-۴ ارائه گزارش روش اجرا توسط عوامل اجرایی برای بخش‌های مختلف طرح پایداری در پروژه‌های بزرگ الزامی

است (***)

مجموعه نکات زیر مشمول مبحث کنترل روش اجرا (مباحث اجرایی) می‌باشند:

۱۳-۴ مجموعه نکات اجرایی مرتبط با نیل و انکر و صفحات هد نیل و هد انکر:

- استفاده از مصالح استاندارد و فاقد زنگ زدگی الزامی است

- اتصال قطعات میلگرد صرفاً با استفاده از اتصال مکانیکی (کوپلینگ) یا جوش فورجینگ (جوش سر به سر با حرارت بالا)

مجاز می‌باشد.

- تعداد شلنگ‌های تزریق، برای گمانه‌های ۰ تا ۱۲ متر حداقل ۲ عدد (یک رفت و یک برگشت)، ۱۲ به بالا حداقل ۳ (یک

رفت و دو برگشت) عدد می‌باشد.

- در طول آزاد (غیر باند) مهاری‌ها، استفاده از غلاف روکشی آغشته به گریس و مسدود نمودن دو سر غلاف الزامی است.

- کنترل طول المان تسلیح قبل از قرارداد آن داخل گمانه الزامی است.

- متناسب بودن سوراخ پلیت ها با مسلح کننده و تطابق آن با دفترچه محاسبات سازه نگهبان

- اگر مسلح کننده مورد استفاده میلگرد می‌باشد می‌بایست روزه‌های میلگرد هم ساینز قطر میلگرد مورد استفاده باشد و از مهره با ضخامت مناسب استفاده گردد، مگر آنکه در دفترچه محاسبات بدان اشاره شده باشد. (جزئیات اتصال و نوع هد نیل‌ها و انکر هدها می‌بایست مطابق نقشه‌های اجرایی باشد)
- رواداری مجاز طول گمانه‌ها ۲۵ سانتیمتر بوده و تغییرات بیشتر از آن با مجوز طراح و ناظر پروژه میسر می‌باشد.
- استفاده از اسپیسر جهت قرارگیری المان‌های مسلح کننده در وسط مقطع گمانه حفاری شده، الزامی است (فاصله بین اسپیسرها از ۳ متر بیشتر نباشد).
- استفاده از سنترالایزر (Centralizer) جهت قرارگیری المان تسلیح در مرکز گمانه به تعداد مناسب الزامی است.
- رواداری مجاز موقعیت حفاری المان‌های تسلیح ± 25 سانتیمتر و رواداری زاویه حفاری ± 1 درجه می‌باشد.
- حداقل طول رزوه مورد نیاز جهت اتصال سرنیل و اتصال قطعات میخ به یکدیگر ۱۰ سانتیمتر می‌باشد.
- آماده سازی المان‌های تسلیح به خصوص از نوع استرندها، می‌بایست بر روی خرک صورت پذیرد (آماده سازی بر روی سطح زمین توصیه نمی‌شود).
- در صورت برخورد به حفره در مسیر حفاری، استفاده از پنجر و یا حفاری گمانه جایگزین با تغییر زاویه قائم یا افقی توصیه می‌شود.
- استفاده از گروت منبسط شونده و یا گوه در پشت سر نیل اجباری است.
- رعایت نکات ایمنی در زمان نصب هد انکر و کشش آن الزامی است.
- اتصال کامل هد نیل و هد انکر به سطح شاتکریت، و یا شمع فلزی و یا شمع بتنی الزامی است.
- پیشنهاد می‌شود از خم کردن و یا بریدن سرنیل‌ها و یا استرندها تا انتهای پروژه خودداری شود تا در صورت نیاز به آزمایش‌های کنترلی، امکان آن وجود داشته باشد.

۴-۱۴- مجموعه نکات اجرایی مرتبط با راد خودحفار (جایگزین میلگرد):

- احتمال انحراف گمانه در صورت استفاده از رادخودحفار بسیار بالا بوده و در این راستا ضروری است در حفاری دو ردیف اول هر دیواره، نظارت‌های کارگاهی کامل از داخل زمین پروژه و در صورت امکان از داخل زمین همسایه همزمان انجام پذیرد.

- کنترل مساحت مقطع رادحفار مورد استفاده با مساحت مقطع میلگرد ارائه شده در نقشه‌های پایدارسازی الزامی است.

- استفاده از رادخودحفار به عنوان انکر پیشنهاد نمی‌گردد.

- ارائه مشخصات فنی راد خودحفار مورد استفاده به مشاورین و ناظر نظام مهندسی الزامی است.

۴-۱۵- مجموعه نکات اجرایی مرتبط با دوغاب سیمان برای نیل‌ها و انکرها:

- حداکثر نسبت آب به سیمان: ۱ به ۲

- فشار پیشنهادی برای تزریق: ۶ تا ۸ بار تا رسیدن به خوردند دوغاب صفر در انکرها و ۳ تا ۵ بار در نیل‌ها.

- مشاهده خروج دوغاب از شلنگ برگشتی الزامی می‌باشد.

- حداقل مقاومت فشاری نمونه استوانه ای ۲۸ روزه: ۲۱۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

- سیمان مصرفی: نوع I یا II پرتلند (در شرایط محیطی سولفاته نوع V)

- انجام تزریق بخش آزاد مهاری‌ها الزامی می‌باشد.

۴-۱۶- مجموعه نکات اجرایی مرتبط با مش و شاتکریت:

- طرح اختلاط پیشنهادی: با عیار سیمان ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب با استفاده از ماسه شکسته شسته با حداکثر ابعاد دانه ۶

میلیمتر

- ماسه و سیمان می‌بایست به صورت کاملاً همگن مخلوط گردد.

- حداقل مقاومت فشاری نمونه استوانه ای ۲۸ روزه: ۲۱۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

- سیمان مصرفی: نوع I یا II پرتلند (در شرایط محیطی سولفاته نوع V)

- حداقل ضخامت شاتکریت به مقدار ارائه شده در نقشه های اجرایی می باشد.
- استفاده از مش با شرایط ظاهری مناسب (فاقد زنگ زدگی، لهیدگی، جداشدگی اتصالات و ...) الزامی است.
- استفاده از اسپیسر جهت رعایت ضخامت طراحی شده الزامی است (هر برگ مش حداقل ۴ عدد).
- آب دادن سطح شاتکریت به ویژه در ایام گرم سال (حداقل ۲ مرتبه در روز) تا ۵ روز جهت عمل آوری شاتکریت الزامی است.

۴-۱۷- مجموعه نکات اجرایی مرتبط با خاکبرداری:

- رگلاژ دیواره ها تا فاصله ۲۰ سانتیمتری با استفاده از بیل مکانیکی و باقیمانده آن به روش دستی می باشد.
- پنل برداری در هر مرحله منوط به اتمام عملیات پایدارسازی مرحله تراز فوقانی می باشد
- پنل برداری به صورت دندانهای و از ردیف سوم به بعد به طول حداکثر ۱۲ متر (با نظر طراح و ناظر) انجام گردد.

۴-۱۸- مجموعه نکات اجرایی مرتبط با شمع های فلزی و بتنی:

- بتن ریزی ریشه شمع ها می بایست با استفاده از روش های استاندارد همانند لوله ترمی انجام پذیرد.
- انجام آزمایش اسلامپ و کنترل دما و اخذ نمونه های مکعبی از بتن الزامی است.
- در اجرای شمع های بتنی، رعایت طول گیرداری آئین نامه ای مابین قفسه های بافته شده الزامی است.

۴-۱۹- مجموعه نکات اجرایی مرتبط با ماشین آلات:

- ست تزریق مشتمل بر سه بخش می باشد: میکسر اولیه، میکسر ثانویه، پمپ تزریق

- دریل واگن

- ست شاتکریت

- کمپرسور

۵- پایش و رفتارسنجی

- وجود مجموعه ذی صلاح نقشه برداری با سابقه کار در پروژه های مشابه الزامی است.
- استفاده روش های مناسب مانیتورینگ بر اساس ابعاد پروژه (ایستگاه آزاد، میکروژئودزی و ابزار دقیق) الزامی است.
- کالیبراسیون و دقت دوربین ها از اهمیت بالایی برخوردار است.
- کنترل حریم پروژه و تنظیم موقعیت شمع ها و سولجرها (بدون برخورد به ستون های سازه اصلی از وظایف نقشه بردار می باشد).
- مانیتورینگ اصلی در مجموعه ای مجزا از پیمانکار (تحت نظر کارفرما) به ویژه در گودهای بزرگ پیشنهاد می شود.
- نقشه بردار می بایست نقاط پنج مارک مختص به فرایند رفتارنگاری را خارج از محدوده دیواره های گرد و در محلی ثابت که تحت تاثیر جابجایی های دیواره های گود قرار نداشته باشد، نصب کند.
- پایین ترین تراز سازه (محلی که سازه با خاک در تماس پیدا می کند) محل نصب تیپ های نقشه برداری (رفلکتور) می باشد تا بتوان میزان تغییر مکان نوک دیواره گود را کنترل نمود، بر روی بدنه سازه های اطراف نیز بایست تیپ ها نصب شوند تا میزان چرخش سازه های اطراف (تیلت) را بدست آورد.
- تیپ ها می بایست نامگذاری گردند و به گونه ای محافظت گردند که با غبار پاشش بتن از نظر محو نگردند و کارایی خود را حفظ نمایند.
- در گود های با ارتفاع کم می توان از سیستم برداشت مختصات نقاط در هر دوره استفاده نمود (Free Station)، در گود های با ارتفاع متوسط می بایست از روش پیشرفته برداشت نقاط پیمایش باز یا بسته و سرشکن کردن خطای پیمایش و اختصاص دادن مختصات سرشکن شده به پنج مارک ها و سپس توضیح کردن دوربین توسط پنج مارک هایی که خطای آنها سر شکن شده و در نهایت برداشت نقاط مورد نظر در هر دوره استفاده نمود.
- در گودهای با ارتفاع زیاد از روش میکروژئودزی که کمترین میزان خطا در نقشه برداری را داراست می بایست استفاده گردد در این روش پنج مارک ها به صورت پیلار در اطراف پروژه احداث می گردند. (***)

-یکی دیگر از روش های کنترل رفتار گود در پروژه های بزرگ استفاده از ابزار دقیق هایی مانند کرنش سنج، انحراف سنج، شیب سنج، نیروسنج و ... می باشد. (***)

- فواصل زمانی پایش دیواره های گود متناسب با شرایط و حساسیت پروژه، میزان تغییر شکل ها، افزایش عمق گود و ... متغیر می باشد.

-ارائه گراف های مناسب تغییر شکل های افقی و قائم به کارفرما، طراح، ناظر مقیم و ناظر نظام مهندسی توسط نقشه بردار الزامی می باشد و صرفا ارائه مقادیر تغییر شکل ها مناسب نمی باشد و روند تغییر شکل ها نیز باید بررسی گردد. نمونه جدول و گراف تغییر شکل های افقی و قائم در پیوست ارائه شده است.

- مقایسه تغییر شکل ها با مقادیر محاسباتی توسط طراح در گودهای بزرگ الزامی می باشد.

- پلان جانمایی رفلکتورها (فواصل افقی و قائم براساس نوع و حساسیت سربار، تکرار در جداره ساختمان های چند طبقه برای کنترل چرخش سازه و ...) می بایست توسط نقشه بردار با نظر طراح و ناظر پروژه انجام پذیرد.

۶- آزمایش های کنترلی

مجموعه نکات زیر مشمول مبحث آزمایش های کنترلی می باشند:

۶-۱- انجام آزمایش های شناسایی (Verification)، تاییدی (Proof)، خزش (Creep) و کنترل بار (Lift off) بر اساس مبانی استاندارد FHWA ضروری می باشد. سه آزمایش اول قابل استفاده برای المان های نیل و انکر بوده و آزمایش چهارم مختص انکر می باشد.

۶-۲- آزمایش شناسایی (verification)، جهت شناخت صحت مقادیر اختیار شده برای مقاومت دوغاب و ظرفیت بیرون کشیدگی در طراحی های صورت گرفته می باشد که این مقادیر در روش اجرایی پیمانکار تاثیرگذار می باشند. آزمایش بارگذاری کنترلی می بایست تا گسیختگی کامل و یا حداقل تا بار متناسب با مقاومت طراحی دوغاب ضریب اطمینان بیرون کشیدگی انجام شود. نتایج آزمایش های شناسایی می تواند منجر به تغییرات جزئی یا کلی در طرح پایدارسازی گردد.

۳-۶- آزمایش تاییدی (Proof)، در حین عملیات اجرایی میخ کوبی و بر روی درصد مشخصی از تعداد کل نیل ها (معمولاً ۱٪) انجام می پذیرد. این آزمایش ها جهت کنترل کیفیت اجرایی پیمانکار و اطمینان از ثابت ماندن روش حفاری و تزریق می باشد (***) .

۴-۶- آزمایش خزش (Creep)، عملاً آزمایش مستقلی نبوده و خود آن بخشی از آزمایش های کنترلی (یا نهایی) و تاییدی می باشد. یک آزمایش خزش در حقیقت شامل اندازه گیری حرکت یک میخ اجرا شده تحت بار ثابت در یک مدت زمان مشخص می باشند. این آزمایش جهت کسب اطمینان از قابلیت تحمل بار طراحی توسط نیل به صورت ایمن در طول مدت زمان عمر سرویس خود می باشند (***) .

۵-۶- انجام آزمایش کنترل بار (Lift off)، در طول عملیات اجرایی با توجه به روند پیشرفت عملیات (جهت اطمینان از حفظ تناژ پس تنیدگی در المان های تسلیح) پیشنهاد می گردد. درصد انجام آزمایش مذکور به میزان ۵ درصد تعداد کل انکرها پیشنهاد می شود و افزایش درصد آزمایش های مذکور به میزان بیش از ۵ درصد، منوط به اخذ نظر مشاورین پروژه و بررسی روند تغییر شکل های پروژه و مقایسه آن با مقادیر پیش بینی شده در مدل های عددی تنش - کرنش (مورد استفاده در طراحی می باشد (***) .

۶-۶- در زمان انجام کشش در هر یک از انواع آزمایش های کشش، رعایت تمامی نکات ایمنی (همانند عدم استقرار نیروی انسانی در مقابل جک، نصب مناسب جک و اجزای هد انکر یا هد نیل و ...) الزامی است.

۷-۶- انجام آزمایش های کنترل بار (Lift off) در پروژه های گودبرداری عمیق جهت اطمینان از سلامت انکرها بسیار مهم بوده و انجام آن در بازه های زمانی مشخص مؤکداً توصیه می گردد (***) .

۸-۶- در صورتی که جک کشش قادر به حفظ تناژ (پس از ثابت شدن بار به دلیل رفتار خزشی آنی خاک) نباشد، ضروری است جک مورد نظر مجدداً از لحاظ مکانیکی بررسی و تعمیر شده و پس از آن کالیبراسیون گردد. گواهی کالیبراسیون ارائه شده می بایست از مراکز رتبه بندی شده تحت نظر سازمان استاندارد ایران اخذ گردد.

۷- زهکشی

مجموعه نکات زیر مشمول مبحث زهکشی می‌باشند:

۷-۱- مجموعه نکات اجرایی مرتبط با زهکشی جداره‌ها:

- اجرای نوارهای زهکشی و لوله‌های زهکش عمقی (weephole) در تمامی دیواره‌ها الزامی می‌باشد.

- نوارهای زهکش در فواصل افقی حداکثر ۵ متری نصب گردد.

- حداقل طول همپوشانی زهکش‌های نواری: ۵۰ سانتیمتر

- حداقل عرض نوارهای زهکش (ژئوکامپوزیت): ۲۰ سانتیمتر

- حداقل قطر لوله‌های زهکش عمقی (PVC ۲/۵ اینچ)

- لوله‌های زهکش در فواصل افقی حداکثر ۶ متری اجرا گردد (در صورت وجود جریان آب و تراز آب زیرزمینی در داخل گود این فواصل کمتر می‌گردد).

- رواداری مجاز طول لوله‌های زهکش برابر ۲۵ سانتیمتر می‌باشد.

- پک نمودن انتهای زهکش‌های عمقی توسط درپوش یا ژئوتکستایل الزامی است.

- شیارزنی بر روی زهکش عمقی در نیم دایره فوقانی مقطع آن الزامی است.

- جهت جلوگیری از نشست دوغاب ناشی از تزریق مسلح کننده‌ها، باید اجرای زهکش‌های عمقی پس از گذشت حداقل ۲ روز از تزریق گمانه‌های طرح پایدارسازی در ردیف‌های فوقانی و تحتانی آن صورت پذیرد.

۷-۲- مجموعه نکات اجرایی مرتبط با زهکشی کامل پروژه:

- حضور مشاور تخصصی زهکشی در گودهای بزرگ پیشنهاد می‌گردد.

- روش مرسوم زهکشی کامل پروژه گودبرداری تا عمق پایین‌تر از تراز آب زیرزمینی، اجرای میله‌ها و گالری‌های متعدد در قالب رینگ زهکشی می‌باشد. پایدارسازی میله‌ها و گالری‌ها با استفاده از کول گذاری و پر نمودن فاصله مابین خاک و کول می‌باشد.

- نرخ پمپاژ آب از گود اهمیت بالایی داشته و افزایش آن منجر به افزایش نشست‌ها می‌شود.

- در گودهای بزرگ پیشنهاد می شود عملیات پایدارسازی پس از تکمیل زهکشی کامل آغاز گردد.
- ارائه گزارش تراز آب در اضلاع مختلف پروژه به طراح و ناظر توسط عوامل پروژه زهکشی الزامی است.
- وجود پمپ رزرو در کارگاه الزامی است.
- زهکشی آب در لایه های ماسه ای و شنی سریع و در خاک های ریزدانه رسی زمانبر می باشد.
- هر گونه تغییر در طرح زهکشی گود می بایست با هماهنگی با طراح باشد.

۸- نکات تکمیلی

مجموعه نکات تکمیلی عبارتند از

- ۸-۱- رعایت کلیه موارد ایمنی طبق مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان ایران در کلیه پروژه های گودبرداری الزامی می باشد.
- ۸-۲- استقرار اکپ ایمنی و بهداشت (واحد HSE) در پروژه های گودبرداری با درجه اهمیت بسیار زیاد الزامی است (***) .
- ۸-۳- حداقل مدت زمان و دوره تضمین گودهای شهری شش ماه در نظر گرفته می شود.
- ۸-۴- کنترل بیمه نامه تمام خطر پروژه توسط ناظر و توجه به تغییر در آن با توجه به تغییرات احتمالی در عمق گود الزامی می باشد.
- ۸-۵- بهره برداری از تمهیدات مناسب جهت کنترل صدای ماشین آلات و جلوگیری از ایجاد مزاحمت برای اشخاص ثالث پیشنهاد می گردد.
- ۸-۶- اخذ تأمین دلیل از کارشناسان عمران شوراهای حل اختلاف جهت پیشگیری از ایجاد اختلاف در علت یابی ترک ها و تغییر شکل سازه های مجاور پیشنهاد می گردد.
- ۸-۷- برگزاری جلسات کارشناسی اجرایی و فنی به طور منظم در پروژه های بزرگ الزامی می باشد (***) .
- ۸-۸- استفاده از مواد افزودنی (همانند زودگیر، روان کننده، ضد یخ و ...) پس از انجام آزمایش جهت افزایش سرعت و راندمان پروژه بلامانع می باشد.
- ۸-۹- اخذ رضایت نامه از مالکین زمین های مجاور گود پیشنهاد می گردد.