

آسیب‌شناسی شالوده‌ها

تغییر مقاومت خاک و اشتباه در اجرا

دکتر محمدجواد ثقفی

دانشیار گروه معماری دانشکده هنرهای زیبا

در برقراری و تداوم نظم پیچیده مستقر میان عناصر کم و بیش انعطاف‌پذیر ساختمان، از یک سو و خاک محل استقرار آن از سوی دیگر، شالوده ساختمان به عنوان یک رابط، نقشی حساس و بنیادین برعهده دارد.

از میان پی‌های سطحی، نیمه عمیق، عمیق و ویژه، بدون شک پی‌های سطحی بیش از دیگر پی‌ها مورد استفاده قرار گرفته و می‌گیرند. هم از این جهت است که باید آسیب‌های وارده بر آن مورد توجه ویژه قرار گیرند.

از جمله آسیب‌های وارده می‌توان به کاهش توان باربری زمین اشاره کرد. این کاهش می‌تواند موجب ناهنجاری‌هایی در ساختمان شده و بسیار خطرناک باشد.

اشتباه در اجرا نیز می‌تواند منجر به شکل‌گیری ساختمان‌هایی شود که علاوه بر بروز ناهنجاری‌های فراوان و کوتاهی عمر مفید آنها، خطرناک بوده و در مواقعی نتایج فاجعه‌آمیزی به دنبال داشته باشد. در اینجا ما به این دو صورت از آسیب‌شناسی شالوده خواهیم پرداخت:

۱- تغییر تعادل خاک پس از اتمام کارهای ساختمانی

الف- اضافه بار ناشی از ساختمان‌های مجاور

پیش از این، بنابر یک سنت متداول و قانونی، بویژه در اروپا، دیوار جانبی یک ساختمان مسکونی برای ساختمان مجاور در حال احداث به عنوان دیوار باربر - به منظور تحمل بار سقف‌های (کف‌های) جدید - به کار گرفته می‌شد. دیوارها ضخیم و سنگین بودند. کف‌های چوبی با دهانه‌های کوچک وزن کمی داشتند - حتی اگر روی دیوارهای نما تکیه نمی‌کردند - سربارها نسبتاً کوچک بودند و بدون آنکه مشکلی پیش بیاید همه چیز بخوبی جریان داشت.

در ایران، نه به پیروی از سنتها و قراردادهای بلکه برای استفاده هر چه بیشتر از سطح زیربنا، در موارد بسیار، دیوار مشترک دو ساختمان مجاور تنها به یک دیوار - هر قدر نازکتر - کاهش یافت. مالکان این قبیل ساختمانها به علت عدم قانونی مدون در این زمینه، علاوه بر مسائل فزاینده، با مشکلاتی در مورد نحوه استفاده و نگهداری و نیز احراز مالکیت مواجه هستند. در این مورد، علاوه بر نمونه‌هایی از ساختمان‌های خصوصی، می‌توان از خانه‌های سازمانی ساخته شده در بسیاری از مناطق کشور یاد کرد که در آنها ترک خوردگیها به وفور یافت شده و فراگیرند. در خانه‌های سازمانی کارخانجات روغن زیتون رودبار، خراب شدن یک ساختمان، موجب خراب شدن ساختمانهای متصل به آن شده است (گیسختگی زنجیره‌ای).

توسعه بتن مسلح، در واقع با ساختمان‌های پس از جنگ جهانی دوم شروع شد. دهانه‌ها هر قدر بزرگتر و بارها هر چه سنگین‌تر شدند و به دنبال آن پدیده افت بتن، موجب توجه به این نکته شد که ساختمانها باید از یکدیگر مجزا شوند. ولی این پیش‌بینی تمام خطرهای را از میان برداشت زیرا به علت تداخل حوزه‌های تأثیر نیرو، یک پی جدید حتی بدون تماس نیز موجب نشست پی مجاور می‌شود (شکل ۱). در حقیقت زمین چنان عمل می‌کند که زیر یک شالوده منفرد با عرض و بار بیشتر واقع شده باشد و می‌دانیم که حتی با تنشهای یکسان، نشست به تناسب عرض افزایش می‌یابد.

چکیده

شناسایی آسیب‌هایی که می‌توانند در حال اجرا و یا در طول زمان بهره‌برداری بر یک ساختمان وارد شوند از جمله مسایلی است که در کشور ما - برخلاف بسیاری از کشورها - به آن کمتر بها داده شده است. آسیب‌هایی که می‌توانند موجب بروز ناهنجاری‌هایی شوند که علاوه بر صرف هزینه‌های گزاف نگهداری ساختمان را با مشکل مواجه سازد و گاه به عدم قابلیت بهره‌برداری از ساختمان منجر شود. در هر حال از آنجا که ساختمان به عنوان یک سرمایه ملی تلقی می‌شود، حفظ و نگهداری آن از نکاتی است که در نگرش‌ها و برنامه‌ریزی‌های کلان کشور بایستی مورد توجه قرار گیرد.

در برقراری و تداوم موجودیت یک ساختمان، پی و پی‌سازی آن دارای نقشی اساسی است و شناخت آسیب‌های وارده بر آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این یادداشت به دو جنبه تغییر تعادل خاک و مسایل اجرایی پرداخته شده و با ذکر نمونه‌هایی برای هر یک از موارد آسیب، امکان بروز آنها مورد تأکید قرار گرفته است.

ب - خطر ناشی از اضافه بار جدید ساختمان (بار مرده)

بی تردید ساختمانهای موجود که مدت زیادی از احداث آنها می گذرد، با توجه به مقاومت زمین و میزان بار زنده و مرده مشخصی طراحی و اجرا شده اند. در این ساختمانها به مرور زمان، نشستهای احتمالی صورت گرفته و مجموعه به حالت تعادل رسیده است. اضافه بار ناشی از احداث طبقات یا طبقاتی بر روی ساختمان موجود و احتمالاً تغییر عملکرد آن، تلاشهای جدیدی را موجب می شود که با تغییر تعادل ایجاد شده همراه خواهد بود. ساختمان نشستهای جدیدی را تحمل خواهد کرد و نشست پی - و به دنبال آن بروز ناهنجاری - نشست پی ساختمان مجاور و ناهنجاریهای دیگری را به دنبال خواهد داشت.

ج - اضافه بار ناشی از خاکریزها

خاکریزها هر قدر کم حجم باشند، حاوی جرم قابل توجهی از مصالح هستند؛ حوزههای تأثیر نیروی مربوط به آنها به تناسب اهمیت و بزرگی شان هر چه بیشتر پایین می روند. پس همیشه این امکان وجود دارد که به لایه ای قابل فشرده شدن، در تراز پایین تر از شالوده، برخورد کرده و به دنبال نشست و حرکات ناشی از آن، پی های مجاور را به دنبال خود بکشد. اگر بر حسب اتفاق لایه ذکر شده از نوع خاک رسی باشد که بر اثر فشار مانند یک مایع چسبنده روان می شود، پستی و بلندیهایی را در اطراف خاکریز شکل خواهد داد که موجب جابه جایی پی های همجوار خواهد شد. (شکل ۲)

د - کاهش فشار زمین

اگر قسمتی از زمین که در زیر پی و تحت اثر حبابهای فشاری قرار دارد اتفاقاً متحمل کاهش فشار شود، دیگر قادر به ایفای نقش خود در مقاومت مجموعه نخواهد بود. در این حالت، توزیع نیروها باید مجدداً صورت گیرد که این امر غالباً همراه با چرخش و نشست پی خواهد بود. این کاهش فشار می تواند در شرایط زیر اتفاق بیفتد:

- خاک از یک سو به وسیله دیوار حایل نگه داشته شده باشد و این دیوار کمی به سمت جلو حرکت کند. (شکل ۳ - الف)، مورد دیوارهای تکیه بزرگراه مدرس.

- خاکبرداری عمیقتری در نزدیکی بلافاصله آن انجام شود. (شکل ۳ - ب)، مورد دیوارهای واحدهای مسکونی در ضلع شمالی بزرگراه صدر که در دو مورد به ریزش و تخریب دیوار حیاط واحد مسکونی

انجامیده است. و یا انجام خاکبرداری هایی که در جوار یک ساختمان موجود جهت احداث یک ساختمان جدید انجام گرفته و موجب تخریب و ریزش آن می شود. (شکل ۳ - ج)، میدان افریقا.

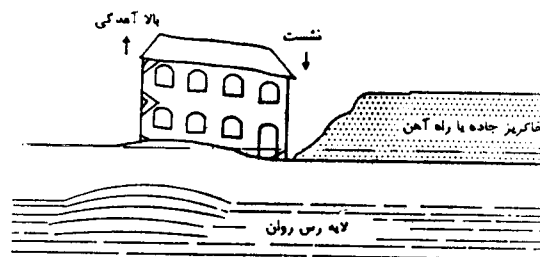
- در صورت فرسایش زیرزمینی ناشی از جریان آب که ذرات و دانه های خاک را همراه می برد و ممکن است این امر تا خالی کردن زیر پی ها ادامه یابد (شکل ۳ - د). این گونه فرسایش، در نقاط مختلف شهرک قدس - به علت عدم دانه بندی و تراکم مناسب خاک - بیشتر دیده می شود. از جمله در فاز ۴ این شهرک، یک خانه مسکونی به علت شسته شدن خاک زیر پی تا چند ده سانتیمتر نشست کرده و ساختمانهای مجاور را نیز به دنبال خود پایین کشیده است. بر اثر عدم تقارن نشست، ساختمانهای مجاور کج شده و بر این ساختمان تکیه کرده اند.

پس از پایان خاکبرداری و همجواری خاک زیر شالوده با هواد آزاد، در هر حال کاهش فشار صورت خواهد گرفت. این کاهش فشار نیز موجب تورم یعنی بالا آمدن زمین می شود که با اعمال بار ستون یا دیوار، خنثی شده و به شکل یک نشست بروز می کند. خاکهای رس و مارن در این مورد بسیار فعال هستند ولی خوشبختانه حرکات آنها بسیار آرام است، به همین دلیل توصیه می شود که تا آخرین لحظات، پیش از آرماتورگذاری و بتن ریزی، با چند دسیمتر خاک مرده پوشیده بمانند (پودر شدن خاک در مجاورت هوا که در بسیاری از خاکها دیده می شود از جمله ویژگیهای مارنهای فرماسیون آغا جاری است).

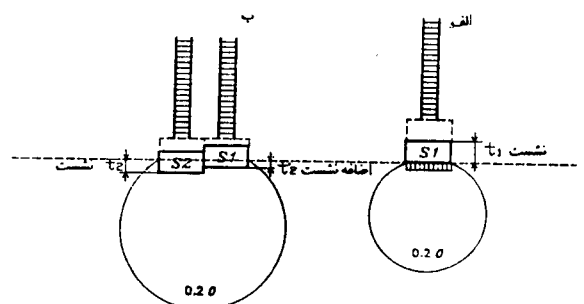
ه - ضربه و لرزش

اگر یک محیط مملو از دانه (زمین شنی یا ماسه ای) در معرض لرزش نسبتاً شدیدی قرار گیرد، ضرباتی که دانه ها به یکدیگر وارد می کنند، بر اثر جهش های ناشی از تپش متوالی و تمایل آنها به حرکت به سمت پایین که ناشی از وزن آنهاست، موجب می شود که به هر چه بیشتر موقعیت (تراز) پایین تری قرار گیرند. نتیجه این حرکات، متراکم شدن خاک و نشست ساختمان هایی است که روی آنها قرار گرفته اند.

در حقیقت، منظور از لرزاندن (ویبره کردن) بتن و یا کوبیدن زمین، ایجاد تراکم هر چه بیشتر و مقاومت افزون تر است. کوبیدن شمع یا پالپلانش و یا موارد روزمرد مانند حرکت کامیونهای بزرگ و یا تانک ها در جاده و ریل راه آهن که در مجاورت ساختمانها قرار دارند، لرزشهایی در زمین تولید می کند که ممکن است برای ساختمانها زیان آور باشد.



شکل ۲ - اثر خاکریز بر یک لایه انعطاف پذیر.



شکل ۱

الف - شالوده S1 تحت اثر وزن دیوار به اندازه t1 نشست خواهد کرد.

ب - در طول بارگذاری شالوده S2 این شالوده به اندازه t2 (کمتر از t1) نشست خواهد کرد. ولی S1 متحمل اضافه نشست t'2 خواهد شد.

و - حفره‌ها

حفره‌های بزرگ و ناپایدار به دلایل مختلفی تشکیل می‌شوند، از جمله وجود قنات‌ها یا راهروهای زیرزمینی معادن متروکه یا تخریب شده، معادن سنگ یا گچ که شمعهای نگه‌دارنده دیوارها و سقفهای آنها فرو ریخته‌اند، و یا حل شدن تدریجی گچ موجود در برخی زمینها بر اثر حرکت آبهای زیرزمینی. سقف این حفره‌ها به سبب شکل گنبدی خود، تا مدتی به حال تعادل باقی می‌ماند ولی تدریجاً چسبندگی خود را از دست داده و فرو می‌ریزد. فرو ریختن سقف، لایه جدیدی را نمایان می‌سازد که به نوبه خود فرو خواهد ریخت. بدین ترتیب، این حفره‌ها خواه ناخواه، به آرامی به طرف بالا و سطح زمین بزرگ می‌شوند. شاید این حرکت به طرف یک ساختمان، یک جاده، یک دکل برق یا... صورت گیرد که در این حال موجب بلعیده شدن آنها خواهد شد.

بروز مشکلاتی در منطقه دولت‌آباد و شوش به علت وجود قنات‌های متعدد که آب آنها در نتیجه مسدود شدن مظهر و چاههای قنات، بالا آمده و به چند متری سطح زمین نزدیک شده است، در مقاومت خاک محل استقرار ساختمانهای موجود تغییراتی را ایجاد کرده است. این‌گونه پایداری در مشکلات به وجود آمده و فرو ریختن چند باره محل خاکبرداری متروی تهران در محل ایستگاه میدان امام خمینی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است.

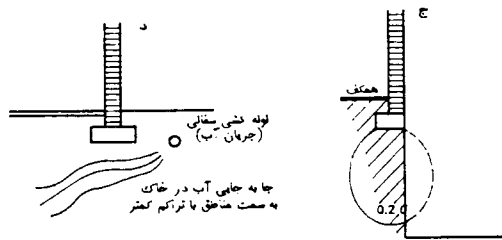
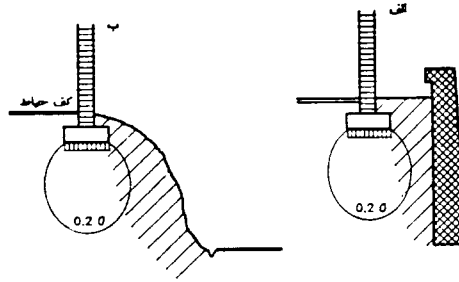
عدم آبکشی مناسب چاههای فاضلاب و پر شدن آنها، موجب شسته شدن و ریزش دهانه چاه و به دنبال آن بروز حفره‌های بزرگ و ناپایداری می‌شود. آمار آسیب‌های وارده از این قبیل حرکات قابل توجه‌اند. به دنبال فعل و انفعالات تجزیه و ترکیب و حل شدن‌های ناشی از نفوذ آبهای حاوی عناصر شیمیایی خورنده از حوضچه‌ها، ایجاد حفره‌های بزرگ در زیر تأسیسات مربوط و بروز حوادثی ناگوار، گزارش شده‌اند (اصفهان).

ز - عملیات تحکیم خاک

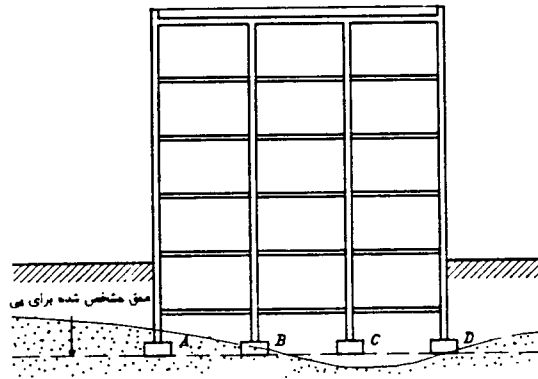
هنگامی که بر اثر نشستهای مفرط، ناسامانیهای ملاحظه شد، دو راه حل وجود دارد. اول صبر کردن تا اینکه نشستها پایدار شوند و بتوان به صورت بنیادین به تعمیر خرابیها و آسیبها پرداخت. دوم ایجاد پایداری یا تقویت پی یا خاک.

اگر بخواهیم ماهیت سطحی بودن شالوده را حفظ کنیم، تقویت آنها دشوار خواهد شد. غالباً بارهای وارده از سطح شالوده موجود به عمق بیشتر و خاک مقاوم‌تر انتقال می‌یابند. ولی با این عمل، پی‌سازی ساختمان ناهمگن می‌شود و در نشستهای بعدی میان دو قسمت تقویت شده و تقویت نشده خطر نابرابری مقاومت و واکنشهای متفاوت وجود خواهد داشت.

روش دیگر، تقویت خاک به وسیله تزریق ملاتی مایع‌گونه است که فضاهای خالی را پر کرده و پس از گیرش سخت می‌شود. این روش نیز ممکن است نتیجه مطلوب به همراه نداشته باشد. زیرا امکان دارد که ملات هرگز به نقطه مورد نظر نرسیده و با حل شدن در آبهای زیرزمینی پراکنده شود. در برخی شرایط، امکان دارد ملات (که به صورت مایع است) مانند یک روان‌کننده عمل کرده و با غرقاب کردن زمین و کاهش فشار و نیز کاهش سایش میان دانه‌ای، موجب نظم



شکل ۳ - در صورت کاهش فشار، مناطق تأثیرپذیر با هانسور مشخص شده‌اند.

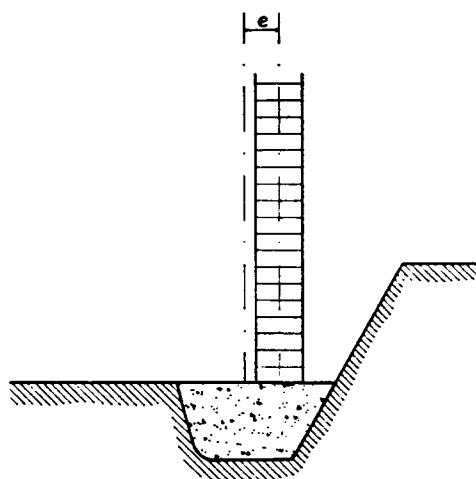


شکل ۴ - شالوده C می‌بایست در عمق بیشتری قرار می‌گرفت.

خ - فرسودگی خاک محل استقرار ساختمان

در مناطق پُرتراکم شهری، به دلایل گوناگون از جمله مسائل اقتصادی و سودآور بودن ساخت و ساز، تخریب ساختمان قدیمی موجود و احداث ساختمانی جدید و بلندمرتبه تر در آن محل، بسیار رایج است.

در این مناطق، حضور و فعالیت هرچه بیشتر مردم موجب شده است که آثار و ابنیه‌ای چون چاههای جذبی، چاههای آب، آب‌انبارها، تون‌های حمام و... با تعداد، وسعت و تراکم بیشتری ساخته شوند. این روند فعالیت و توسعه، از یک سو موجب جابه‌جایی خاک در حجم وسیع و از سوی دیگر سبب ایجاد تخلخل و حفره‌های ناپایدار می‌شود. هنگام ساخت و ساز مجدد در محل ساختمان قدیمی، جابه‌جایی چند باره خاک و فرسودگی بیش از پیش آن، از نکاتی است که در تقلیل توان باربری خاک نقشی اساسی داشته و باید مورد توجه قرار گیرد.



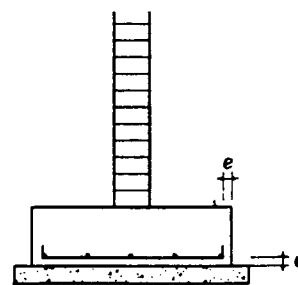
شکل ۵ - شالوده نواری ریخته شده بدون قالب‌بندی و موقعیت غلط.

۲ - مسائل اجرایی

در این زمینه به چندین مورد می‌توان اشاره کرد که به ترتیب اجرای کار ساختمانی، به بررسی آنها می‌پردازیم.

الف - کافی نبودن عمق پیها

چنانچه عمق خاک مناسب با انجام چندگمانه مشخص و اندازه مربوط به آن روی پلان درج شده باشد، پیمانکار که در این مورد دستور کار کارگاهی دریافت نکرده است، با توجه به این اندازه‌ها، شالوده را اجرا خواهد کرد. ولی لازم است که پیش از بتن‌ریزی، یک متخصص به بازرسی کف خاکبرداری پرداخته و اطمینان حاصل کند که در تمام نقاط، به خاک مناسب رسیده است. زیرا در غیر این صورت، برخی نقاط باید تا عمق بیشتری حفر شوند. (شکل ۴)



شکل ۶ - پوشش حداقل ۵ سانتیمتر برای محافظت آرماتورها ضروری است.

ب - تخریب کف خاکبرداری

ماشینهای بزرگ خاکبرداری دارای بیلهای دنداندار هستند که زمین را به اشکال متفاوت شخم می‌زنند. بنابراین اتمام کار باید به این صورتها انجام گیرد: یا خاکبرداری با دست (در کارگاه‌های کوچک) انجام شود، یا سطح تراشیده شده - با بیل دنداندار - با غلطک کوبیده شود.

چنانچه کف خاکبرداری مدت زیادی در معرض آب و هوای نامناسب قرار گیرد، از تراکم آن کاسته می‌شود. این نکته بدان معنی است که خاکبرداری باید تا عمق بیشتری انجام شود، یا اینکه کوبیدن کف خاکبرداری لازم است (تورم و دانه شدن، در مجاورت هوای آزاد، برای طیفی از انواع خاکها، مانند خاکهای ماری، خود به خود و بسرعت صورت می‌گیرد).

ج - اشتباه در استقرار افقی شالوده

در زمینهای غالباً بی‌شکل که محل کارگاه در حال خاکبرداری است، نقشه بردار باید محور شالوده‌های منفرد یا نواری را با رواداری معمول ۲ یا ۳ سانتیمتر مشخص کند. امکان اشتباه همیشه هست، خواه از سوی او خواه از سوی دیگر افراد مشغول به کار در کارگاه که ممکن است ناخواسته موجب جابه‌جایی یا اشتباه در نشانه‌ها شوند. هنگامی که

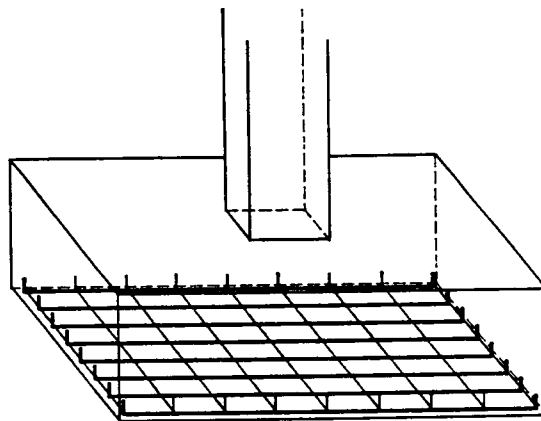
ح - تخریب خود به خود و آرام زمین زیر پی

پیش آمده است که در زمینهای معدنی، ساختمانهای ساخته شده بر روی لایه‌های گسترده و فشرده سنگ و خاک غیرقابل مصرف در استخراج، به علت سوختن و دگرگونی بسیار آرام و تدریجی پودر زغال سنگ موجود در جرم آن، متحمل نشست شده‌اند.

شالوده ریخته شد، نقشه بردار برای ترسیم محور ستون یا دیوار بازمی‌گردد. ممکن است اشتباه تعیین مرکز و محور را که به زودی با خاک پوشیده خواهد شد، نبیند و یا نادیده بگیرد (شکل ۵).

د- موقعیت نادرست آرماتورها

بسیار رایج است که آرماتورها، بدون خرک قرار داده می‌شوند و حتی بدون بتن مگر که بتنی است متخلخل با کیفیت متوسط (عیار کم). در این صورت آرماتورها بدون حفاظ لازم در مقابل رطوبت کم و بیش خورنده خاک قرار می‌گیرند و بسرعت خورده می‌شوند (شکل ۶). آرماتورگذاری پی‌ها باید دقیقاً روی نقشه‌ها منعکس شود. زیرا احتمال خطا در این موارد وجود دارد (جهت آرماتورهای با قطر بیشتر و با قطر کمتر) (شکل ۷).

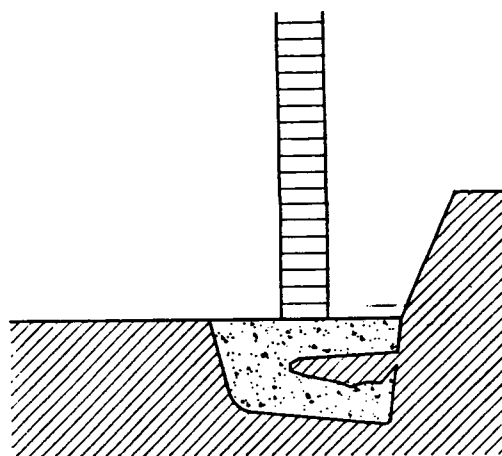


شکل ۷ - در یک شالوده منفرد مستطیل شکل، آرماتورهای با ضخامت بیشتر در لایه اول و در جهت طول قرار می‌گیرند.

ه- بتن‌ریزی نامناسب

بتن‌ریزی شالوده‌های نواری، اغلب با پر کردن شیار حفر شده و بدون قالب‌بندی انجام می‌شود. در این صورت ممکن است بتن ریخته شده از ماشین، به دیواره خاکبرداری برخورد کرده و تکه‌هایی از خاک را وارد بتن پی کند و یا مقداری از بتن که در حین تخلیه ماشین روی زمین ریخته و با خاک مخلوط شده است، جمع شده و داخل شیار ریخته شود. قسمتهایی که بدین ترتیب در بتن محبوس شده‌اند، در آن محل موجب تضعیف شالوده می‌شوند (شکل ۸).

اجرای شالوده به ترتیب ذکر شده (بدون قالب‌بندی و در مجاورت خاک)، از یک سو، موجب می‌شود که خاک خشک مقدار زیادی از آب بتن همجوار را جذب کند و در این نقاط خودگیری لازم بتن انجام نگیرد. (لازم است که در موارد مشابه - آرماتورگذاری بدون قالب‌بندی - دیواره شالوده با استفاده از پوشش مناسب مانند ورقه‌های نایلونی محافظت شود). از سوی دیگر عدم استفاده از بتن مگر در اجرای این شالوده‌ها، به علت پستی و بلندی‌های موجود در کف گود خاکبرداری، علی‌رغم استفاده از خرک در بسیاری نقاط، آرماتورگذاری را در معرض تماس با خاک و رطوبت آن قرار می‌دهد که در این صورت احتمال خوردگی بشدت افزایش می‌یابد.

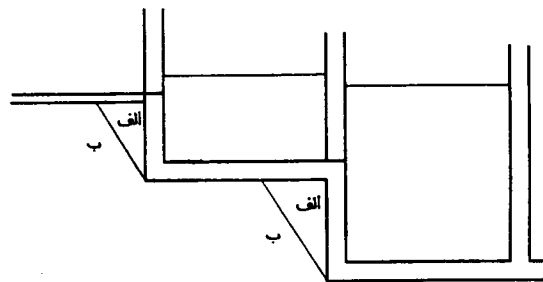


شکل ۸ - چنانچه قسمتهایی از خاک که در بین شالوده وارد شده‌اند گسترده باشند، شالوده در اثر بار دیوار خواهد شکست.

و- بتن نامناسب

بتن شالوده، معمولاً تنشهای قابل توجهی را تحمل نمی‌کند، ولی این امر دلیلی بر کم‌اهمیت بودن آن نیست. این بتن باید با عیار مناسب مترکم باشد.

در بسیاری موارد، بتن مورد نظر، در محل کارگاه و با درهم آمیختن شن، ماسه، سیمان و آب با مقادیر غیرقابل کنترل دقیق، و در مکانی نامناسب (بستر خاکی) تهیه شده و پس از ریخته شدن در قالب شالوده ویریه (لرزنده) نمی‌شود. این امر از یک سو موجب می‌شود بتن شالوده هرگز به مقاومت مورد نظر نرسد (عیار کم سیمان، وجود خاک در مخلوط بتن، دانه‌بندی نامناسب شن و ماسه و استفاده از آب بیشتر از میزان لازم) و از سوی دیگر موجب تخلخل بتن و وجود محلی برای نفوذ آب می‌شود؛ آبی که ممکن است اجزای تشکیل‌دهنده سیمان سخت شده را در خود حل کرده و نیز امکان زنگ زدن سریع آرماتورها را فراهم کند.



شکل ۹ - خاکریزی منطقه الف باید پر و فشرده باشد.

ز - کلافبندی شالوده‌ها

از آنجا که هنگام یا پس از خاکبرداری محل کارگاه و در کنار دیوار همسایه احتمال فرو ریختن آن وجود دارد، اغلب بخشی از خاک پشت این دیوار برداشته نمی‌شود و هنگام بتن‌ریزی شالوده‌ها نیز تنها محل شالوده خاکبرداری شده و بتن‌ریزی صورت می‌گیرد. در این حال غالباً کلافبندی میان شالوده‌های کناری در این مرحله اجرا نشده و در مراحل بعدی نیز به فراموشی سپرده می‌شود.

ح - قالببندی نامناسب

با توجه به مسئله اقتصادی استفاده از قالب چوبی یا فلزی، تمایل به استفاده از قالب آجری برای بتن‌ریزی شالوده، هر روز افزایش می‌یابد. در عمل، علاوه بر اینکه به منظور جلوگیری از خروج شیره بتن، سطح داخلی قالب آجری اندود نمی‌شود - و حتی بندهای قائم آجرها با ملات پُر نمی‌شود - پس از خودگیری اولیه بتن، به جمع‌آوری آجرهای قالب اقدام می‌کنند. بدین ترتیب شالوده، که سطح خارجی آن به دلیل تماس با آجر و از دست دادن آب و شیره بتن تخلخل زیادی دارد، در معرض آسیب‌های جدی ناشی از خوردگی آرماتورها قرار می‌گیرد.

ط - خاکریزی نامناسب در شالوده‌های گسترده پله‌ای

در شکل (۹) خاکریزی مناطق (الف) پس از اجرای دیوار بتنی و پیش از بتن‌ریزی کف، باید از مصالح توپر و به دقت فشرده (کوبیده) باشد تا بدین ترتیب از جاری شدن منطقه (ب) به سوی منطقه (الف) بر اثر وارد شدن بار و در نتیجه نشست ناهمگن، ممانعت شود. با این وجود، غالباً مجری طرح، به تجربه خود در مورد خاکریزی پشت دیوارهای تکیه، مراجعه و از کوبیدن خاک این منطقه تا دستیابی به تراکم زیاد، پرهیز می‌کند. ●

پی‌نوشتها:

- ۱ - ژ - تریلوز ت - بوبر، روشهای علمی برخورد با مسائل ساختمان.
- ۲ - ر - بایون، انجام یک پروژه ساختمانی.
- ۳ - ج - نی‌بر ب - جانسون، پی‌سازی به زبان ساده، ترجمه دکتر سیروس فخر یاسری.
- ۴ - ر - اوزال، مهندسی ساختمان.
- ۵ - ترجمه و گردآوری: ۴ - وفائیان، مقاومت و گسیختگی خاک.
- ۶ - زن لوکوک، دایرةالمعارف ساختمان.

