ایسبوک ۲۵ · ۴ آذر ۱۴۰۵

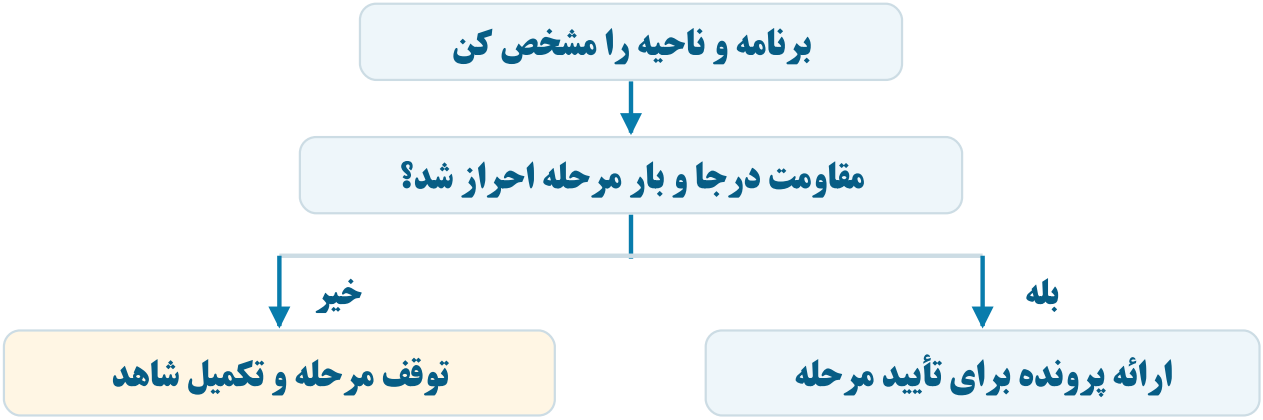
قالب‌برداری بتن و کنترل پایه‌های اطمینان

تصمیم کارگاهی بر پایه مقاومت درجا، بار ساخت و برنامه برداشتن قالب

یک مرحله واقعی از کار را از نظر انتقال بار دنبال می‌کنیم. با داده‌های یک سقف فرضی، نتیجه آزمایش، بار پیش‌بینی‌شده و مدارک پروژه را کنار هم می‌گذاریم. سپس مسیر تصمیم ایران را با قاعده ایمنی ساخت آمریکا می‌سنجیم.

دکتر امیرحسین فهیمی و دکتر مجید ذکری

اگر بتن سقف پنج‌روزه باشد، چه مدرکی تصمیم برداشتن پایه‌ها را عوض می‌کند؟



شکل ۱. مسیر تصمیم بر اساس برنامه، مقاومت و بار مرحله.

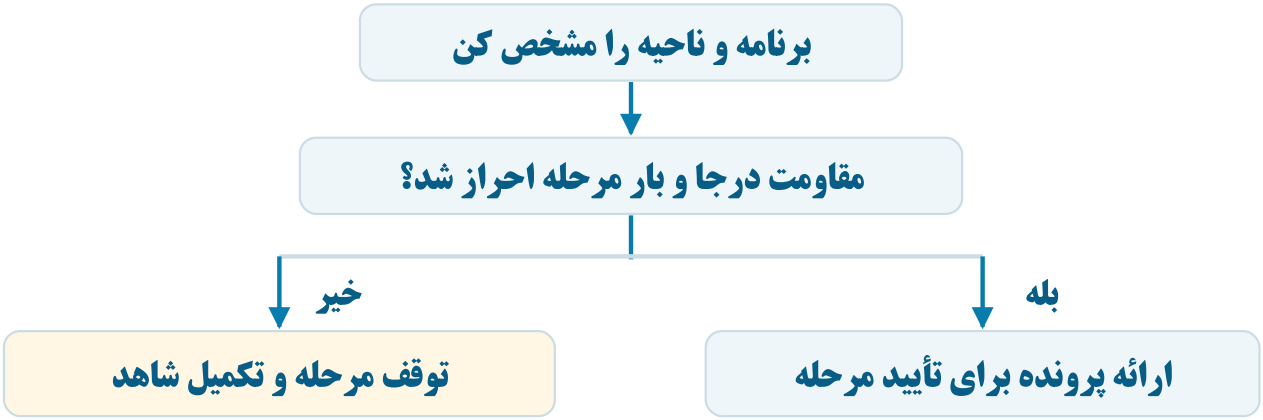
فهرست مطالب

برداشتن قالب کدام مسیر بار را تغییر می‌دهد؟	۳
چرا تقویم به‌تنهایی درباره بتن جوان کافی نیست؟	۴
مبحث نهم کدام مدارک و شروط را می‌خواهد؟	۵
قاعده ایمنی ساخت آمریکا کجا با ایران هم‌مسیر است؟	۶
از برگه آزمایش تا تصمیم سقف نمونه چگونه پیش برویم؟	۷
اگر کارگاه بار بیشتری وارد کند چه عوض می‌شود؟	۸
یک گزارش حادثه چه چیزی به کنترل کارگاه اضافه می‌کند؟	۹
پیش از تأیید مرحله چه چیزهایی را ثبت می‌کنیم؟	۱۰

برداشتن قالب کدام مسیر بار را تغییر می‌دهد؟

پوسته قالب به بتن تازه شکل می‌دهد. پایه زیر قالب، بار را به کف یا تکیه‌گاه پایین منتقل می‌کند. بازکردن قالب کناری با برداشتن پایه باربر یکسان نیست. وقتی پایه‌ای که دال بر آن متکی است برداشته می‌شود، سهم بار به عضو جوان یا به مجموعه باقیمانده از شمع‌ها و طبقات پایین انتقال می‌یابد. مقدار و توزیع این بار به ترتیب عملیات وابسته است.

در این درس، تصمیم مربوط به یک مرحله مشخص از بازکردن قالب زیرین و خارج کردن پایه‌های اولیه است. سؤال اصلی این است که دال در همان لحظه، با آرایش باقی‌مانده، برای وزن خود و بارهای ساخت کافی هست یا نه. اگر شمع جدید در برنامه وجود دارد، زمان قرارگیری و مسیر انتقال بار آن باید جزئی از تحلیل باقی بماند.



شکل ۱. مسیر بررسی برداشتن قالب زیرین. داده نامعتبر، بار جدید یا شواهد ناکافی، تصمیم را به بازبینی برنامه برمی‌گرداند.

چرا تقویم به‌تنهایی درباره بتن جوان کافی نیست؟

بتن در شرایط یکسان کارایی ثابت در سن‌های یکسان ندارد. دما و عمل‌آوری بر آهنگ کسب مقاومت اثر می‌گذارند. ممکن است نتیجه یک نمونه با عمل‌آوری استاندارد برای ارزیابی بتن مفید باشد، ولی نمایندگی شرایط واقعی دال برای تصمیم قالب‌برداری به شاهد مناسب همان مرحله نیاز دارد.

نمونه عمل‌آوری‌شده در کارگاه با برنامه نمونه‌گیری و نگهداری قابل ردیابی است. روی برگه آزمایش، شناسه بتن‌ریزی، نمونه، سن، شیوه عمل‌آوری و روش گزارش را بخوانید. ارتباط نتیجه با ناحیه‌ای که قرار است باز شود را ثبت کنید. دو عدد مربوط به دو ناحیه یا دو سن را برای ساخت یک نتیجه واحد مخلوط نکنید.

فلوچارت ساختمان‌های بتن‌آرمه ACE برای مراجعه به فصل مدارک طرح و الزامات ساخت و نظارت

ایسبوک متره میلگرد فونداسیون ACE برای تمرین ردیابی شناسه عضو و ویرایش نقشه تا ردیف ثبت کارگاهی

مبحث نهم کدام مدارک و شروط را می‌خواهد؟

مبحث نهم ویرایش پنجم ۱۳۹۹، بند ۹-۲۲-۱۰-۲-۱ در صفحات چاپی ۴۷۷ و ۴۷۸، قبل از اجرا برنامه بازکردن قالب و نصب شمع جدید و محاسبه بارهای این عملیات را از پیمانکار می‌خواهد. تحلیل و مقاومت بتن موردنیاز باید مدون شود و در صورت لزوم در اختیار مهندس ناظر قرار گیرد. وزن عضو و بارهای ساخت باید با در نظر گرفتن قالب و شمع باقی‌مانده ایمن تحمل شوند.

طبق جزء «ث» همین بند، ارزیابی مقاومت بتن درجا بر پایه آزمایش استوانه‌های عمل‌آوری‌شده در کارگاه یا روش دیگرِ تعیین و تأییدشده صورت می‌گیرد. روش جایگزین در موارد لازم به تأیید مقام قانونی مسئول هم می‌رسد. مقدار هدف و ترتیب جمع‌آوری از تحلیل همان مرحله به دست می‌آیند. هیچ مقاومت عددی عمومی به نام این بند در مثال فرض نشده است.

اصل مبحث نهم، بخش برداشتن قالب‌ها از صفحه چاپی ۴۷۷

ادامه شروط برنامه، بار و مقاومت درجا در صفحه چاپی ۴۷۸

غلطنامه ویرایش پنجم مبحث نهم، ۲۶ اسفند ۱۳۹۹

قاعده ایمنی ساخت آمریکا کجا با ایران هم‌مسیر است؟

در بخش ۱۹۲۶.۷۰۳(e)(۱) مقررات OSHA برای بتن درجا، برداشتن قالب و شمع مشروط به آن است که کارفرما مقاومت کافی برای وزن خود عضو و بارهای روی آن را احراز کند. مقرره دو مسیر می‌دهد. شرایطی که نقشه‌ها و مشخصات برای برداشتن تعیین کرده‌اند رعایت شوند، یا بتن با روش مناسب استاندارد ASTM آزموده و مقاومت کافی احراز شود. در همین جزء، قالب‌های دال روی زمین و قالب لغزنده استثنا شده‌اند. جزء ۱۹۲۶.۷۰۳(e)(۲) درباره باقی ماندن شمع‌های جایگزین تا کفایت بتن برای وزن و همه بارهای موجود است.

جدول ۱. دامنه دو سند در مثال دال مرتفع

مورد	ایران، مبحث نهم ۱۳۹۹	آمریکا، OSHA
موضوع مشترک	تحمل وزن و بار ساخت در توالی بازکردن	تحمل وزن و بارهای روی عضو هنگام برداشت
شاهد تعیین‌کننده	برنامه و تحلیل مرحله، ارزیابی مقاومت درجا	شرایط نقشه و مشخصات یا آزمون مناسب استاندارد
قلمرو	سند فنی ساخت در پروژه نمونه ایران	مقررات ایمنی کار ساخت در آمریکا

کاربری OSHA و وظایف اشخاص در چارچوب حقوقی خودش خوانده می‌شود. عدد فرضی مقاومت در بخش بعد از برنامه فرضی پروژه آمده و مقدار تجویزی هیچ‌یک از دو سند نیست.

صفحه رسمی ۱۹۲۶.۷۰۳، جزء برداشتن قالب و شمع

از برگه آزمایش تا تصمیم سقف نمونه چگونه پیش برویم؟

مدارک ثابت. برای دال مرتفع فرضی، برنامه مرحله «برداشتن پایه اولیه در ناحیه الف» مقاومت حداقل ۲۰ مگاپاسکال را برای هر یک از دو استوانه کارگاهی هم‌سن تعیین کرده است. ناحیه با بار یکنواخت وزنی ۵ و بار ساخت ۱٫۵ کیلونیوتن بر مترمربع در همین مرحله تحلیل شده است. برنامه فقط برای همین آرایش پایه باقی‌مانده و همین بار ساخت معتبر فرض می‌شود. معیار دو استوانه شرط مثال است.

جدول ۲. ارزیابی مرحله برداشت اولیه

سن	آزمونه اول	آزمونه دوم	نتیجه نسبت به شرط فرضی
روز پنجم	۱۸ مگاپاسکال	۱۹ مگاپاسکال	شرط مقاومت برقرار نیست
روز هفتم	۲۳ مگاپاسکال	۲۴ مگاپاسکال	شرط عددی مقاومت برقرار است

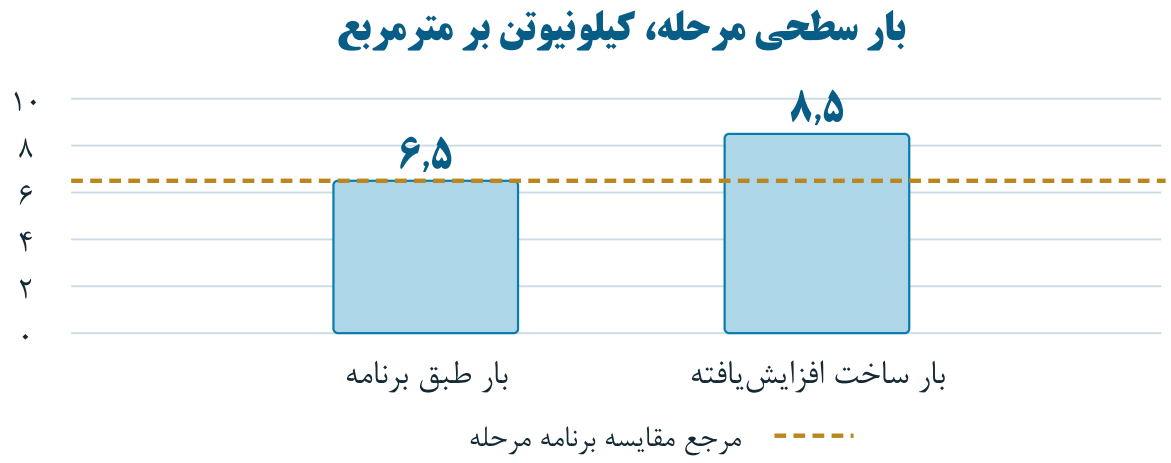
روز پنجم. هر دو نتیجه زیر ۲۰ هستند. برداشت این مرحله در گردش کار مثال متوقف می‌ماند. روز هفتم. مقدار کمتر از دو نتیجه ۲۳ است و از ۲۰ عبور می‌کند. هویت عضو، مطابقت بار و توالی اجرا هنوز باید کنترل شوند. پس از احراز آن شروط، پرونده برای تأیید مرحله مشخص قابل ارائه است.

$$q_{stage} = q_{self} + q_{work} = 5 + 1.5 = 6.5\ \mathrm{kN/m^2}$$

در رابطه، نخستین مقدار وزن سطحی عضو و دومین مقدار بار ساخت فرضی است. رابطه فقط جمع بار سطحی مثال را کنترل می‌کند. تحلیل مقاومت، ضرایب بار، توزیع موضعی یا ظرفیت پایه از این جمع به‌تنهایی به دست نمی‌آیند.

اگر کارگاه بار بیشتری وارد کند چه عوض می‌شود؟

اگر قبل از برداشت، بار ساخت یکنواخت مفروض از ۱٫۵ به ۳٫۵ کیلونیوتن بر مترمربع برسد، مجموع بار از ۶٫۵ به ۸٫۵ می‌رسد. این ۲ کیلونیوتن بر مترمربع اضافه در برنامه مرحله نمونه بررسی نشده است. مقاومت ۲۳ و ۲۴ ممکن است همچنان درست باشد، ولی مسیر تصمیم به بازبینی تحلیل و برنامه مرحله برمی‌گردد. در پروژه واقعی، دپوی مصالح ممکن است بار متمرکز یا لکه‌ای ایجاد کند و مدل یکنواخت برای آن کافی نباشد.



شکل ۲. مقایسه بار سطحی دو سناریو. خط طلایی ۶٫۵، جمع بار همان مرحله مفروض است و ظرفیت سازه را نشان نمی‌دهد.

کادر پیشرفته

تحلیل دال‌های چندطبقه با شمع و شمع‌گذاری مجدد می‌تواند به سختی طبقات در سن‌های مختلف، توالی بتن‌ریزی و جابه‌جایی بار بین طبقات وابسته باشد. مدل یک‌مرحله‌ای این درس برای تخصیص واکنش پایه یا تعیین تعداد شمع طبقات داده کافی ندارد.

یک گزارش حادثه چه چیزی به کنترل کارگاه اضافه می‌کند؟

گزارش OSHA درباره ریزش جزئی دال طبقه دوم هتل Hyatt Place در اوماها در ۶ سپتامبر ۲۰۱۲ می‌گوید حادثه هنگام گذاشتن بتن تازه رخ داد. گزارش نبود نقشه اجرایی شمع‌بندی و نامناسب بودن مهاربندی را در نتیجه‌گیری ثبت کرده است. این پرونده درباره خودِ مرحله بتن‌ریزی است. استفاده آموزشی آن نشان دادن اهمیت تطبیق نقشه اجرایی و تکیه‌گاه واقعی پایه است، نه استنتاج سن مناسب برای بازکردن قالب.



عکس ۱. وضعیت تکیه‌گاه پایه نزدیک ناحیه آسیب، گزارش OSHA، شکل ۱۰، صفحه چاپی ۱۰. به مسیر پایه تا سطح زیر آن توجه کنید.

گزارش رسمی حادثه و شکل ۱۰

جمع‌بندی بررسی حادثه، صفحه چاپی ۲۱

نکته کارگاهی

پیش از دستور برداشتن، نقشه همان مرحله را کنار وضعیت واقعی پایه‌ها قرار دهید. شماره ویرایش و ناحیه را روی فرم بنویسید و هر بار، پایه یا توالی متفاوت را قبل از اقدام به مسئول تعیین‌شده در پروژه گزارش کنید.

پیش از تأیید مرحله چه چیزهایی را ثبت می‌کنیم؟

جدول ۳. شیت کنترل مرحله برداشتن قالب

کنترل	شاهد در پرونده
ناحیه و زمان	عضو، ناحیه و سن واقعی بتن
برنامه و مسیر بار	ویرایش محاسبات، ترتیب برداشتن و پایه‌های باقی‌مانده
نمونه و روش	شناسه نمونه، عمل‌آوری و نتیجه استانداردشده آزمایش
بار مرحله	وزن عضو، بار ساخت، دپو و تغییرات
تصمیم و پیگیری	نتیجه شروط، مسئول بررسی و اقدام بعد

اگر تنها یک آزمونه در روز هفتم ۲۴ باشد چه می‌شود؟ شرط برنامه نمونه برای دو آزمونه هم‌سن تکمیل نشده است. نتیجه موجود باید با شناسه ثبت شود و مطابق برنامه برای شاهد دوم یا روش تأییدشده اقدام شود.

اگر همان روز بار ساخت به ۳٫۵ برسد چه می‌شود؟ مجموع مقایسه‌ای ۸٫۵ است و تحلیل مرحله با ۶٫۵ نوشته شده است. وضعیت بار و مسیر انتقال دوباره باید بررسی شوند. مطلوب بودن نتیجه مقاومت، این کنترل را پوشش نمی‌دهد.

اگر تنها قالب قائم را می‌خواهیم برداریم چه؟ ابتدا دامنه اقدام و نقش باربری قالب یا عضو را از برنامه تعیین کنید. رفتار سطح تازه و آسیب حین بازکردن نیز باید کنترل شود. تصمیم پایه‌های دال را مستقیماً به قالب قائم تعمیم ندهید.