



APPENDIX D – Supplement to ACI 318-19

طراحی لرزه‌ای
دیوارهای سازهای بتن‌آرمه ویژه

گردآوری و ترجمه:

جواد قدرتی ینگجه

سیامک حسین‌زاده



D.1. کلیات

ضوابط جدید معرفی شده در ACI 318-19 منجر به بروز مشکلاتی شده است که با تغییرات پیشنهادی به ACI 318-25 یا به وسیله به‌روزرسانی‌های آتی برطرف می‌شوند. هدف این پیوست (پیوست D از LATBSDC 2023) شناسایی برخی از این مشکلات مهم و بررسی تاثیر به‌روزرسانی‌های ACI 318-25 یا نسخه‌های بعدی (مانند ACI 318-25) در مرتفع شدن آنها می‌باشد. همچنین در این پیوست روش‌هایی توصیه می‌شود که می‌توانند تا زمان انتشار به‌روزرسانی‌های آتی ACI 318 استفاده شوند. از آنجایی که تغییرات کد ACI 318 جزو اسناد عمومی نمی‌باشد، لذا رویکرد مورد استفاده در این پیوست، ارائه جایگزین‌هایی است که سازگار با ضوابط اتخاذ شده در ACI 318-25 باشد. خاطر نشان می‌شود که برخی از شفاف‌سازی‌های مربوط به ACI 318-19 در نسخه June 2023 از Concrete International توسط کمیته ACI 318 منتشر شده است. نسخه ACI 318-25 که توسط کمیته ACI 318 تصویب شده است در اوایل سال ۲۰۲۴ برای نظرخواهی عمومی منتشر خواهد شد.

همانطور که مطرح شد، اکثر موارد اشاره شده در این پیوست در حال حاضر توسط کمیته ACI 318 و سایر اعضا در حال مطالعه بوده و تغییرات کد برای رسیدگی به این مشکلات پیشنهاد شده است و برای تصویب در ACI 318-25 (یا احتمالاً نسخه‌های بعدی) رای گیری می‌شود. با این حال، از آنجایی که استفاده از ضوابط ACI 318-25 در کالیفرنیا و بسیاری از مناطق تا ژانویه ۲۰۲۹ میسر نخواهد شد، لذا ضروری است که رویکرد جایگزین برای موارد زیر ارائه شود:

- ✓ شفاف‌سازی ضوابط ACI 318-19 برای اعمال صحیح آنها
- ✓ استفاده از ضوابط پیشنهادی ACI 318-25 که انتظار تصویب آنها وجود دارد.
- ✓ شناسایی رویکردهای جایگزین برای ضوابط ACI 318-19 که با حفظ ایمنی، اثرات اقتصادی را کاهش می‌دهند.
- ✓ اجتناب از تغییرات شدید در روند ساخت و ساز در سال ۲۰۲۳ که فقط تا زمان تصویب و اتخاذ ACI 318-25 قابل اجرا خواهد بود.

موارد مورد بررسی در این پیوست عبارت‌اند از:

(D2.1) تشدید برش دیوار

(D2.2) مقاومت برشی دیوار



(D2.3) تعیین حد f'_c در محاسبه مقاومت برشی دیوار

(D2.4) بازتوزیع نیاز در تیرهای کوپله

(D2.5) محدودیت‌های بازشو در تیرهای کوپله

(D2.6) برش یک طرفه در دال‌ها

(D2.7) برش خارج صفحه (یک طرفه) در دیوارهای زیرزمین

(D2.8) جزئیات دیوار

(D2.9) الزامات طول مهاری ستون

هدف اصلی این پیوست تکمیل ضوابط ACI 318-19 در طرح تجویزی ساختمان‌های بتن‌آرمه با تاکید بر دیوارهای سازه‌ای ویژه می‌باشد تا تحت زلزله طراحی تعریف شده توسط کدهای ساختمانی، عملکرد قابل پیش‌بینی و ایمن را تامین کند. پیشنهادات این پیوست برای رویکرد طراحی خطی مطابق با ASCE 7-16 و ACI 318-19 کاربرد داشته و هدف آن رسیدن به طراحی است که الزامات عملکردی ASCE 7-16 را بدون نیاز به داوری مستقل (independent peer review) تامین کند. با این حال، در برخی موارد، اطلاعات ارائه شده برای رویکردهای طراحی جایگزین براساس تحلیل تاریخیچه زمانی غیرخطی (مطابق با LATBSDC 2023 و پیوست A از ACI 318-19) نیز کاربرد دارد.

مکمل ACI 318-19 مندرج در این پیوست براساس بررسی ضوابط ACI 318-19 و تحقیقات مرتبط است که از تغییرات اتخاذ شده در ACI 318-19 و تغییرات تایید شده برای ACI 318-25 پشتیبانی می‌کند یا یک ارزیابی محافظه کارانه از تغییرات پیشنهادی برای ACI 318-25 می‌باشد.

این پیوست شامل هیچ‌گونه تغییری در ضوابط ASCE 7-16 (یا ASCE 7-22) نمی‌شود. مکمل‌های ACI 318-19 در بخش D.2 گنجانده شده است. هیچ مکمل دیگری فراتر از موارد مشخص شده در بخش D.2 پیش‌بینی نشده است یا مجاز نمی‌باشد مگر اینکه توسط مراجع قانونی کدهای ساختمانی تایید شود.

D.2. مکمل ACI 318-19

هر کدام از موارد زیر برای تکمیل ضوابط ACI 318-19 ارائه شده است:

D.2.1 : بخش 18.10.3 از ACI 318-19

انتظار می‌رود موارد زیر در ACI 318-25 شفاف‌سازی شود:

- ۱- نیروهای برشی طراحی برای قطعات افقی دیوار، شامل تیرهای کوپله در بند 18.10.7 پوشش داده شده است. این به‌روزرسانی مشخص می‌کند که تشدید نیروی برشی در بند 18.10.3 از ACI 318-19 برای تیرهای کوپله اعمال نمی‌شود. این موضوع در مقاله نسخه June 2023 از Concrete International توسط کمیته ACI 318 شفاف‌سازی شده است.
- ۲- نیروی برشی طراحی برای دیوار پایه‌ها (wall piers) در بند 18.10.8 پوشش داده شده است. این به‌روزرسانی مشخص می‌کند که تشدید نیروی برشی دیوار در بند 18.10 از ACI 318-19 برای دیوار پایه‌ها اعمال نمی‌شود. این موضوع در مقاله نسخه June 2023 از Concrete International توسط کمیته ACI 318 شفاف‌سازی شده است.
- ۳- برای سایر موارد تشدید برش دیوار براساس ACI 318-19 اعمال می‌شود، اما با اعمال تغییرات زیر که به جهت ساده سازی و شفاف شدن ضوابط ارائه شده است:

- الف- در صورت استفاده از تحلیل غیرخطی مطابق با پیوست A از ACI 318-19 (و فصل ۱۶ از ASCE 7-16) یا سایر مراجع به مانند LATBSDCE 2023 و ...، نیازی به اعمال تشدید در نیروی برشی مطابق با بند 18.10.3 از ACI 318-19 نمی‌باشد. چون در صورت استفاده از تحلیل غیرخطی، تشدید نیروی برشی به صورت مستقیم در آنالیز لحاظ می‌شود.
- ب- اگر نیروی برشی ضربیدار دیوار، V_{uEh} ، به وسیله تحلیل خطی آئین‌نامه‌های ساختمانی تعیین شود، تنها بخشی از نیروی برشی طراحی ناشی از E_h توسط حاصل ضرب $\Omega_v \omega_v$ تشدید می‌شود، که ممکن است با استفاده از جدول 18.10.3.1 محاسبه شود جدول مذکور به صورت زیر اصلاح شده است:

جدول D1 – تشدید برش دیوار

Condition	Ω_v	ω_v
$h_{wcs} / \ell_w \leq 1.0$	1.0	1.0
$1.0 < h_{wcs} / \ell_w \leq 2.0$	Linear interpolation permitted between 1.0 and 1.5	
$h_{wcs} / \ell_w \geq 2.0$	1.5	$0.8 + 0.09h_n^{1/3}$

LATBSDC 2023 (APPENDIX D – Supplement to ACI 318-19)

رویکرد اصلاح شده مشخص می‌کند که هر نیروی برشی به دلیل بارهای ثقلی نیازی به تشدید ندارد، همچنین محاسبات $\Omega v \omega v$ ساده‌تر شده است. ساده سازی‌ها شامل این است که اگر چه محاسبه دقیق Ωv براساس ACI 318-25 مجاز می‌باشد، اما ممکن است بدون نیاز به هیچگونه محاسبات از مقدار 1.5 استفاده شود. یکی دیگر از ساده سازی‌هایی که ممکن است در ACI 318-19 اتخاذ شود، مربوط به ترکیب‌های بار است که در صورت محاسبه ضریب اضافه مقاومت استفاده می‌شود. در ACI 318-19، محاسبات ضریب اضافه مقاومت با استفاده از ترکیب بارهای (e) 5.3.1 و (g) 5.3.1 از جدول 5.3.1 انجام می‌شود، در حالی که برای ACI 318-25 ممکن است محاسبات ضریب اضافه مقاومت توسط یک ترکیب بار و براساس بارمحوری مورد انتظار تعریف شده در بند 16.3.2 از ASCE 7 انجام شود.

پارامترهای استفاده شده در جدول D1 مطابق با استاندارد ACI 318-19 می‌باشد. پارامتر h_n در مقاله نسخه June 2023 از Concrete International به صورت زیر تعریف شده است:

h_n : ارتفاع سازه‌ای از تراز پایه تا بالاترین تراز سیستم مقاوم در برابر نیروی زلزله ساختمان بوده و واحد آن feet است. همچنین انتظار می‌رود که برابر گرفتن $\Omega v \omega v$ با مقدار Ω_0 مجاز باشد، در این صورت ضریب نامعینی مطابق با استاندارد ASCE 7-16 برای تعیین V_{uEh} ، برابر با 1.0 لحاظ می‌شود. این تغییر مشخص می‌کند که $\Omega v \omega v$ نیازی نیست بیش از Ω_0 لحاظ شود. اثرات ضریب نامعینی در مقاله نسخه June 2023 از Concrete International توسط کمیته ACI 318 شفاف سازی شده است. مقدار کران بالای تشدید برابر با مقدار Ω_0 احتمالاً در ACI 318-25 پذیرفته خواهد شد.

پ- بند 21.2.4.1 باید اصلاح شود تا توجه شود که در صورتی که $\Omega_v \geq 1.5$ باشد، این بند اعمال نمی‌شود. این تغییر مشخص می‌کند که اگر $\Omega_v \geq 1.5$ باشد به دلیل اینکه نیاز برشی به حد اضافه مقاومت خمشی تشدید شده است، لذا مقدار $\phi=0.6$ اعمال نمی‌شود. این تغییر احتمال در ACI 318-25 نیز پذیرفته می‌شود.

توجه: ضریب تشدید دینامیکی در مقاله نسخه June 2023 از Concrete International که توسط کمیته ACI 318 منتشر شده است، به صورت $\omega_v = 1.0 + 0.09h_n^{1/3}$ می‌باشد. لیکن ضریب تشدید دینامیکی معرفی شده در پیوست D از LATBSDC 2023 به صورت $\omega_v = 0.8 + 0.09h_n^{1/3}$ می‌باشد. با توجه به اخبار منتشر شده، ظاهراً معادله دوم ملاک محاسباتی برای ACI 318-25 خواهد بود. معادله دوم به صورت میانگین در حدود ۱۵٪ کمتر از مقدار معادله اول است.

