

# معیارهای پذیرش ضوابط و الزامات لرزه‌های اجزای نما



مجری شرکت آلوکد

گرفته شود.

در سطح عملکرد کاربری بی‌وقفه با توجه به هدف کاربردی نماها، سازه باید به‌گونه‌ای طراحی شود که حداکثر تغییر مکان نسبی داخل و خارج از صفحه آن به  $0.1$  ارتفاع طبقه محدود گردد. در سطح عملکرد ایمنی جانی برای نماهای چسبانده شده، سازه باید به‌گونه‌ای طراحی شود که حداکثر تغییر مکان نسبی داخل و خارج از صفحه آن به  $0.2$  ارتفاع طبقه محدود گردد.

## نماهای مهارشده

نماهای مهارشده شامل نماهای آجری و سنگی مهارشده، نماهای سرامیکی مدولار، تخته‌های سیمانی می‌شود. این نماها به دیوار پشتیبان فولادی (دیوار غیر باربر LSF)، دیوار بتنی یا دیوار بلوکی متصل می‌گردند. در نمای مهارشده اتصالات باید بارهای ثقلی ناشی از وزن نما به همراه بارهای لرزه‌ای ناشی از شتاب افقی داخل صفحه، خارج صفحه و قائم زلزله را تحمل کنند.

در سطح عملکرد کاربری بی‌وقفه با توجه به هدف کاربردی نماهای مهارشده، سازه باید به‌گونه‌ای طراحی شود که حداکثر تغییر مکان نسبی داخل و خارج از صفحه آن به  $0.1$  ارتفاع طبقه محدود گردد. در سطح عملکرد ایمنی جانی برای نماهای مهارشده، سازه باید به‌گونه‌ای طراحی شود که حداکثر تغییر مکان نسبی داخل و خارج از صفحه آن به  $0.2$  ارتفاع طبقه محدود گردد.

## پانل‌های پیش‌ساخته بتنی

پانل پیش‌ساخته بتنی نیز حساس به پارامترهای تغییر شکل و شتاب می‌باشند. این اجزاء معمولاً توسط اتصالات مکانیکی در فاصله‌های مشخص به سازه محیطی (تیرهای طبقات) وصل می‌شوند. اتصالات این نماها نیز باید برای بارهای ثقلی ناشی از وزن و شتاب‌های داخل صفحه و خارج صفحه زلزله به همراه شتاب قائم زلزله طراحی گردند.

## نماهای کامپوزیت

با توجه به وزن واحد سطح پایین این نماها و جنس شکل‌پذیر آنها نیازی به کنترل لرزه‌ای این نماها نیست. این نماها باید برای سایر انواع بار وارده شامل بار باد و ضربه طراحی شوند.

## نماها و دیواره‌های شیشه‌ای

دیواره‌های شیشه‌ای در اصل حساس به جابه‌جایی محسوب می‌شوند، ولی ممکن است بر اثر نیروهای بزرگ حاصل از شتاب، دچار تغییر شکل و ازهم‌گسیختگی گردند. عملکرد شیشه در طول زلزله به نوع سیستم دیوار و شیشه بستگی دارد و به‌صورت یکی از موارد زیر می‌تواند رخ دهد:

- شیشه بدون شکستن در قاب یا تکیه‌گاه خود باقی بماند.
- شیشه خرد شود ولی همچنان در قاب یا تکیه‌گاه خود باقی بماند و به‌عنوان مانعی برای ورود و خروج هوا عمل کند. در این شرایط شیشه هنوز قادر به سرویس‌دهی می‌باشد.
- شیشه خرد شود ولی در شرایطی پرمخاطره در قاب یا تکیه‌گاه خود باقی بماند. به‌طوری‌که امکان فروریزی آن در هر لحظه وجود داشته باشد.



••• مهندس شهرام علیزاده  
مدیر عامل شرکت آلوکد

## اشاره

اجزای نما علاوه بر اینکه باید برای نیروهای اینرسی ناشی از شتاب وارده بر خود قطعات پایدار بمانند در حین حال، حساس به جابه‌جایی‌های نسبی نیز می‌باشند. این اجزاء باید علاوه بر نیروهای طراحی لرزه‌ای برای تغییر شکل ناشی از جابه‌جایی نسبی جانبی طبقات نیز کنترل شوند. مطالب پیش رو بر اساس دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات و عملکرد اجرایی نمای ساختمان (ضابطه شماره ۷۱۴) بیان شده‌اند.

در این بخش رفتار لرزه‌ای انواع نما و معیارهای پذیرش آن مطرح شده است، چنانچه کنترل لرزه‌ای برای نما مورد نظر باشد، نما و اتصالات آن باید تحت اثر نیروهای اینرسی کنترل شوند.

علاوه بر این با توجه به حساس بودن نما به جابه‌جایی، بررسی جابه‌جایی نسبی سیستم سازه‌ای در بردارنده نما و اثر آن در رفتار نما نیز ضروری می‌باشد.

## نماهای چسبانده شده

این نوع نما شامل نماهای سنگی، آجری و سرامیکی چسبانده شده، نمای آتیکس، نمای آسترسیمانی و نما STUCCO و نمای EIFS می‌باشد.

در نماهای چسبانده شده، اتصال و مهار پشت‌بندی باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای افقی محاسبه شده باشند.

با توجه به اینکه نماهای چسبانده شده حساس به جابه‌جایی محسوب می‌شوند، ممکن است در اثر تغییر شکل لایه زیرین ترک‌خورده یا از جای خود بیرون رانده شوند. در صورتی که این اجزاء به‌طور مستقیم روی دیوارهای برشی یا اعضای سازه‌ای که تحت جابه‌جایی بزرگ قرار می‌گیرند، نصب شوند، در زلزله آسیب‌پذیر خواهند بود. در نماهای چسبانده شده در صورتی که اتصال نما ضعیف باشد (خوب نجسبیده باشد)، ممکن است در اثر شتاب مستقیم، اتصال از بین برود و قطعه آزاد گردد. این امر می‌تواند به دلیل نفوذ آب در طول زمان یا خرابی لایه زیرین رخ دهد.

در نماهای چسبانده شده خرابی داخل صفحه نما معمولاً بر اثر تغییر شکل سازه دربرگیرنده دیواری که نما بر روی آن چسبانده شده است رخ می‌دهد که باعث به وجود آمدن ترک و گسترش آن می‌شود. خرابی خارج از صفحه که به‌صورت بیرون افتادن نما رخ می‌دهد، مستقیماً به دلیل شتاب می‌باشد. چنانچه تغییر شکل نما و دیوار پشتیبان آن، معیارهای پذیرش را برآورده نسازد، باید تغییر مکان جانبی نسبی طبقات را محدود کرد یا با ارائه جزئیات ویژه، اتصال دیوار پشتیبان به سازه محیطی را جدا کرد. در محاسبه تغییر مکان جانبی نسبی طبقات، اثر رفتار دیوارهای پشتیبان بر روی سازه باید در نظر

**Δfallout**: تغییر مکان نسبی لرزه‌ای که موجب بیرون افتادن شیشه از قاب نگهدارنده خود می‌شود و باید توسط روش تحلیلی تأییدشده‌ای به دست آمده باشد.

#### سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه

نماهای شیشه‌ای و سازه نگهدارنده آنها باید قادر به تحمل نیروهای لرزه‌ای طراحی محاسبه شده باشند.

اجزای شیشه‌ای که یکی از ضوابط زیر را برآورده سازند، سطح عملکرد کاربری بی‌وقفه را برآورده می‌کنند:

۱- هر جزء شیشه‌ای که دارای فاصله کافی از قاب نگهدارنده خود باشد به طوری که در تغییر مکان نسبی لرزه‌ای که جزء باید بر اساس آن طراحی شود تماس فیزیکی بین شیشه و قاب رخ ندهد. این فاصله از رابطه (۳-۱۰) به دست می‌آید.

۲- هر جزء شیشه‌های یکپارچه کاملاً بازپخت شده که دارای فاصله کافی از قاب نگهدارنده خود باشد به طوری که در تغییر مکان نسبی لرزه‌ای که جزء باید بر اساس آن طراحی شود تماس فیزیکی بین شیشه و قاب رخ ندهد. این فاصله از رابطه‌ی (۳-۱۰) به دست می‌آید.

۳- هر جزء شیشه‌ای که شرایط تغییر مکان نسبی رابطه زیر را برآورده سازد. (۳-۱۷)

$$\Delta_{\text{fallout}} \geq \max(1.5 \times 1.25D_p, 12.5\text{mm})$$

پارامترهای مختلف این رابطه قبلاً تعریف شده‌اند.

#### دیوار پشتیبان

دیوارهای پشتیبان حساس به جابه‌جایی و شتاب محسوب می‌شوند. دیوارهایی که از بالا و پایین به کف طبقات متصل شده‌اند و تحت اثر بارگذاری داخل صفحه می‌باشند، بر اثر تغییر شکل‌های به وجود آمده در سازه، ممکن است دچار ترک‌خوردگی برشی، تاب خوردگی و شکست شوند. این دیوارها تحت اثر بارگذاری خارج از صفحه ممکن است دچار ترک‌خوردگی خمشی، خرابی محل اتصال دیوار به سازه و فروپاشی گردند. خرابی دیوار پشتیبان باعث آسیب‌دیدگی نما می‌گردد. دیوارهای بنایی یا تری دی در صورتی که عدم جداسازی به دلیل اینکه رفتار کلی سازه را تحت تأثیر قرار می‌دهند، اغلب نقش عضو سازه‌ای را ایفا می‌کنند. دیوارهای بسیار سخت باید از سیستم سازه‌ای جدا شده و یا در محاسبات لرزه‌ای وارد گردند. کنترل این موضوع برای ساختمان‌های بسیار سخت که دارای گریز (دریفت) نسبی کوچک است (ساختمان‌های دارای دیوار برشی یا مهاربند هم‌محور) لزومی ندارد.

آن دسته از دیوارهایی که تحت تغییر شکل‌های سازه قرار می‌گیرند را می‌توان با ایجاد درز پیوسته بین آنها و سازه محیطی محافظت کرد. برای این دیوارها باید اتصال‌اتی در نظر گرفت که قابلیت حرکت داخل صفحه و مهار خارج از صفحه را به دیوار بدهند.

دیوارهای سنگین باید قادر به تحمل نیروهای برون صفحه‌ای محاسبه شده باشند. مقدار تغییر مکان نسبی مجاز برای این دیوارها برای سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه برابر  $0.005$  و برای سطح عملکرد ایمنی جانی برابر  $0.01$  می‌باشد. این مقدار تغییر مکان نسبی مجاز برای دیوارهای سبک در سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه برابر  $0.01$  می‌باشد و در سطح عملکرد ایمنی جانی نیازی به کنترل لرزه‌ای ندارند.

$$D_p = I_p \frac{(h_x - h_y) \Delta_{aA}}{h_{sx}} \quad \text{رابطه (۳-۱۰):}^*$$



شیشه به صورت خردشده و یا کامل از قاب خود بیرون بریزد. چنانچه تغییر شکل دیواره‌های شیشه‌ای معیارهای پذیرش را برآورده نسازد، باید تغییر مکان جانی نسبی طبقات سازه را محدود کرد یا با ارائه جزئیات ویژه، اتصال سیستم دیواره شیشه‌ای به سازه را جدا کرد. همچنین می‌توان از شیشه‌ای استفاده کرد که هنگام خرد شدن ایمنی بالایی داشته باشد یا پس از خرد شدن در قاب خود باقی بماند.

#### سطح عملکرد ایمنی جانی

نماهای شیشه‌ای و سازه نگهدارنده آنها باید قادر به تحمل نیروهای لرزه‌ای طراحی محاسبه شده باشند.

اجزای شیشه‌ای که یکی از ضوابط زیر را برآورده سازند، سطح عملکرد ایمنی جانی را برآورده می‌کنند:

۱- هر جزء شیشه‌ای دارای فاصله کافی از قاب نگهدارنده خود باشد به طوری که در تغییر مکان نسبی لرزه‌ای که جزء باید بر اساس آن طراحی شود تماس فیزیکی بین شیشه و قاب رخ ندهد. این فاصله از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$D_{\text{clear}} \geq 1.25D_p \quad (۳-۱۴)$$

در این رابطه:

$$D_{\text{clear}} = 2c_1 \left( 1 + \frac{h_p c_2}{b_p c_1} \right) \quad (۳-۱۵)$$

#### مجرى شرکت آلوکد



که در آن:

$h_p$  ارتفاع شیشه:  $c_1$  فاصله بین لبه‌های قائم شیشه و قاب

$b_p$  عرض شیشه:  $c_2$  فاصله بین لبه‌های افقی شیشه و قاب

$D_p$  تغییر مکان نسبی لرزه‌ای که نما بر مبنای آن طراحی شده است و از رابطه (۳-۱۰) به دست می‌آید.

۲- شیشه‌های یکپارچه کاملاً بازپخت شده که در ارتفاعی کمتر از ۳ متر از سطح پیاده‌رو قرار گرفته‌اند.

۳- شیشه‌های لمینیت کاملاً بازپخت شده با انبیل با ضخامت بیشتر از  $7/5$  میلی‌متر که به صورت مکانیکی در قاب نگهدارنده خود محصور شده‌اند. لبه‌های این شیشه‌ها توسط زبانه‌های wet-glazed که دارای حداقل عرض تماس ۱۲ میلی‌متر می‌باشند و یا توسط سایر سیستم‌های مهارى تأیید شده به قاب نگهدارنده خود محکم می‌شوند.

۴- هر جزء شیشه‌ای که شرایط تغییر مکان نسبی رابطه زیر را برآورده سازد. (۳-۱۶)

$$\Delta_{\text{fallout}} \geq \max(1.25D_p, 12.5\text{mm})$$

که در این رابطه:

$D_p$ : تغییر مکان نسبی لرزه‌ای