

روش پیشنهادی برای حل مساله تراز پایه در طراحی ساختمان های فولادی و بتنی

صمد آقازاده

کارشناس عمران دانشگاه صنعتی امیرکبیر Samad_aghazade@yahoo.com

پویا آقازاده

کارشناس ارشد عمران دانشگاه صنعتی شریف pooya_aghazadeh@yahoo.com

چکیده

در تحقیق یکی از مباحثی که در طراحی سازه همواره مورد اختلاف مهندسان محاسب واقع می شود انتخاب تراز پایه برای ساختمان می باشد. در این مقاله سعی شده نشان داده شود که بدون آنکه تراز پایه به طبقات بالاتر آورده شود در همان فونداسیون فرض می شود و در این روش با آنالیز دینامیکی (مودال)، باید سازه نامنظم در ارتفاع موجود یعنی کل ارتفاع ساختمان را آنالیز و طراحی نمود. در این صورت اختلاف فاحشی که بین نیروی استاتیکی و دینامیکی در آنالیز استاتیکی به وجود می آید در آنالیز دینامیکی اتفاق نمی افتد بنابراین ابتدا باید چگونگی آنالیز طیفی و هم پایه کردن نیروهای دینامیکی و استاتیکی معادل توسط نرم افزار های موجود (ETABS و...) را بررسی و تفسیر نمود و مباحث مورد نظر آیین نامه از قبیل هم پایه کردن نیروهای برشی، حداقل ۹۰ درصد جرم موثر، طیف طرح استاندارد و ... را همواره مد نظر قرار داد.

واژه های کلیدی: آنالیز مودال، هم پایه کردن، تراز پایه، طیف طرح، زمان تناوب سازه

مقدمه

یکی از مباحث مورد مناقشه مهندسين محاسب در آنالیز و طراحی سازه ها، انتخاب محل تراز پایه ساختمان در پروژه های دارای زیرزمین که با دیوار حائل بتنی محاط شده اند می باشد. به طور کلی می توان دید گاه های مختلف مهندسين محاسب در مورد تراز پایه را به صورت زیر بیان نمود.

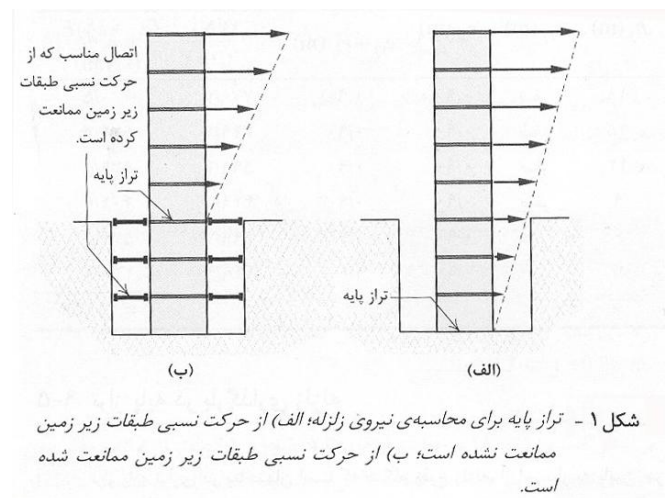
- ۱- وجود دیوار حائل بتنی حتی اگر پشت آن خاک نباشد برای بالا آوردن تراز پایه به روی دیوار بتنی کافی است.
- ۲- وجود دیوارهای حائل بتنی حتی اگر پشت آن خاک نباشد و در قسمت اعظم محیط زیرزمین که با سازه ساختمان یکپارچه ساخته می شوند، برای بالا آوردن تراز پایه به روی دیوار بتنی کافی است.
- ۳- وجود دیوار حائل بتنی در قسمت اعظم محیط ساختمان شرط لازم برای بالا آوردن تراز پایه به روی دیوار می باشد و شرط کافی وجود خاک کوبیده شده دور تا دور دیوار می باشد. بدین ترتیب تراز پایه در تراز نزدیک ترین کف ساختمان به زمین کوبیده شده اطراف ساختمان در نظر گرفته می شود.
- ۴- اگر در ساختمانی با پلان مستطیلی که در هر چهار سمت آن دیوار حائل بتنی وجود داشته و به طور مثال در دو جهت شمال و جنوب خاک کوبیده شده وجود داشته باشد و در جهت های شرق و غرب ساختمان خاک کوبیده شده موجود نباشد در این صورت می توان تراز پایه را برای یک جهت (شمال-جنوب) بالای دیوار آورد و در جهت دیگر تراز پایه روی فونداسیون باشد.

۵- تراز پایه بدین شکلی که در آیین نامه ۲۸۰۰ آمده است دارای نواقصی می باشد و حتی می توان با تمهیداتی آن را از آیین نامه حذف نمود و یا نیازبه تغییرات و یا تبصره هایی برای این بند احساس می شود.

قبل از هر گونه نتیجه گیری و بحث در مورد دیدگاه های مختلف بهتر است به تعریف تراز پایه در آیین نامه ۲۸۰۰ و کتاب بارگذاری دکتر داوود مستوفی نژاد رجوع کرده تا براساس آن بتوان نتایجی در مورد تراز پایه بدست آورد.

تراز پایه

تراز پایه در ساختمان ترازوی در ساختمان است که هنگام وقوع زلزله از آن تراز به پایین حرکتی در ساختمان نسبت به زمین مشاهده نشود. به بیان دیگر تراز پایه تراز است که فرض می شود در آن تراز حرکت زمین به سازه منتقل می شود و یا آن تراز به عنوان تکیه گاه سازه در ارتعاش دینامیکی محسوب می شود تراز پایه معمولا در تراز سطح فوقانی شالوده در نظر گرفته می شود. حال این سوال مطرح می شود که تراز پایه ی ساختمان هایی که دارای زیرزمین هستند آیا در سطح زمین قرار دارد یا کف زیرزمین؟ ساختمان هایی مثل بیمارستان ها، هتل ها و برج های مسکونی به طور معمول دارای تعدادی طبقه در پایین سطح زمین هستند محل تراز پایه این گونه ساختمان ها به نحوه ی اجرای آن ها بستگی دارد. چنان چه از حرکت نسبی زمین و ساختمان در طبقات پایین جلوگیری شود تراز پایه ی ساختمان سطح زمین می باشد در غیر این صورت تراز پایه ی ساختمان در کف زیر زمین است. (شکل ۱)



استاندارد ۸۴-۲۸۰۰ تصریح می کند که در مواردی که در قسمت اعظم محیط زیر زمین دیوار حائل بتن مسلح وجود دارد و این دیوار ها با سازه ساختمان یک پارچه ساخته شوند تراز پایه در تراز نزدیک ترین کف ساختمان به زمین کوبیده شده ی اطراف ساختمان در نظر گرفته می شود. مشروط بر آن که دیوار حائل تا زیر این کف ادامه داده شده باشد. از دیوار حائلی که در اطراف ساختمان قرار می گیرد نیز ممکن است بتوان برای این منظور استفاده کرد. در حقیقت اگر این دیوار بتن آرمه باشد و پشت دیوار با مصالح نسبتا تراکم ناپذیر پر شود آن گاه می توان تا حدودی فرض کرد که حرکت نسبی طبقات پایین مهار شده و تراز پایه به طبقات بالاتر منتقل شده است. برای بالا آوردن تراز پایه به روش فوق توجه به نکات زیر ضروری است:

۱- سقف طبقه هایی که قرار است مهار شوند، باید به وسیله ای به دیوار محیطی مرتبط شود (به عنوان مثال با امتداد دادن تیر هابه داخل دیوار بتنی محیطی)

۲- پشت دیوار با مصالح تراکم ناپذیری مانند بتن کم سیمان (بتن مگر) پر شود تا بتوان در حین حرکت زمین فشار کافی را به دیوار منتقل سازد.

۳- برای محاسبه فشار خاک پشت دیوار می توان از فشار مقاوم رانکین باضریب اطمینان مناسبی استفاده کرد.

استاندارد ۲۸۰۰ قید می کند در سازه هایی که تراز پایه بالاتر از تراز روی شالوده در نظر گرفته می شود نباید سختی و مقاومت جانبی طبقات پایین تر از تراز پایه از سختی و مقاومت جانبی طبقه روی تراز پایه کم تر باشد. بنابراین اگر پلان و هندسه ی بنا در زیرتراز پایه چندان با پلان و هندسه در بالای تراز پایه متفاوت نباشد، مشخصات سازه در زیر تراز پایه از نظر ابعاد و جزئیات تیر ها ستون ها و دیوار برشی یا بادبند ها باید حداقل مشابه این مشخصات در روی تراز پایه باشد.

آیین نامه ۲۸۰۰:

تراز پایه، بنا به تعریف، به تراز در ساختمان اطلاق می شود که در هنگام وقوع زلزله، از آن تراز به پایین حرکتی در ساختمان نسبت به زمین مشاهده نشود. این تراز معمولاً در تراز سطح فوقانی شالوده در نظر گرفته می شود، ولی در مواردی که در قسمت اعظم محیط زیرزمین، دیوارهای حایل بتن مسلح وجود دارد و این دیوارها با سازه ساختمان یکپارچه ساخته می شوند، تراز پایه در تراز نزدیک ترین کف ساختمان به زمین کوبیده شده اطراف ساختمان در نظر گرفته می شود. مشروط بر آن که دیوارهای حایل تا زیر این کف ادامه داده شده باشد.

تراز پایه تراز است که فرض می شود در آن تراز حرکت زمین به سازه منتقل می شود یا به عنوان تکیه گاه سازه در ارتعاش دینامیکی محسوب می شود.

براساس ASCE07 عامل های زیادی در تراز پایه موثرند:

- موقعیت سطح زمین نسبت به تراز طبقات
- خصوصیات خاک مجاور ساختمان
- باز شو ها در دیوارهای حائل
- موقعیت و سختی المان های عمودی مقاوم در مقابل بار زلزله
- موقعیت و محل جداساز های لرزه ای
- ارتفاع زیرزمین
- رفتار دیوارهای زیرزمین
- مجاورت ساختمان های همسایه
- شیب سطح زمین

همچنین در این آیین نامه آمده است که اگر تراز پایه به خاطر وجود زیرزمین بالا آورده شود. نوع خاک پیرامونی ساختمان نباید در بیشینه ی زلزله محتمل (MCE) خاصیت روانگرایی داشته باشد و نباید از نوع خاک های رس حساس یا خاک سیمانی ضعیفی باشد که مستعد فروریزش در بیشینه زلزله باشد. در چنین شرایطی تراز پایه به روی فونداسیون برده می شود. و همچنین اگر سختی

دیوارها به دلیل وجود بازشو و یا مسائل دیگر از دیگر المان های قائم مقاوم در برابر زلزله کمتر باشد نمی توان تراز پایه را بالا آورد. آیین نامه ASCE07 در مکان هایی که مجبور به انتقال تراز پایه به زیر طبقات دارای دیوار حائل می شویم. پیشنهاد استفاده از روش آنالیز دینامیکی برای توزیع مناسب نیروی زلزله و عدم انتقال نیروهای بزرگ زلزله به طبقات فوقانی را می دهد. در این آنالیز نباید از فنرهای معادل خاک استفاده نمود زیرا موجب کاهش نیروهای زلزله می گردد.

در این آیین نامه آمده است که دیافراگم کف در تراز پایه باید سختی لازم برای انتقال نیروهای برشی از دیافراگم کف به دیوار را داشته باشد و اگر دیافراگم کف انعطاف پذیر بوده و مقاومت فشاری لازم را نداشته باشد نمی توان تراز پایه را بالا آورد. همچنین در مکان هایی که شیب وجود دارد تراز پایه در پایین ترین سطح زمین باید در نظر گرفته شود.

همانطور که از تعاریف آکادمیک تراز پایه بر می آید وجود خاک کوبیده شده در پیرامون دیوار حائل بتنی برای آوردن تراز پایه به نزدیک ترین تراز ساختمان به خاک کوبیده شده شرط لازم و کافی می باشد. بنابراین دیدگاه های بند ۱ و ۲ قابل قبول نبوده و تراز پایه باید روی فونداسیون گرفته شود.

اما در مورد بند ۳ که تمامی آیین نامه ها و مراجع فنی از آن حمایت می کنند نکات ذیل قابل ذکر می باشد:

الف- در نظر بگیریید اگر ساختمانی که دارای ۳ طبقه زیرزمین بوده و دور تا دور آن خاک کوبیده شده باشد ولی بعد از مدتی همسایه شرقی یا غربی خاکبرداری نموده و خاک یک جهت ساختمان حذف شود سازه طراحی شده با تراز پایه روی طبقه سوم دیگر شرایط لازم را نداشته و با محاسبه جدید تراز پایه روی فونداسیون مطمئنا جوابگوی نیروهای زلزله به همراه بار ثقلی نخواهد بود.

ب- در هیچکدام از آیین نامه ها هیچ معیار کمی داده نشده است که سختی دیوارهای حائل بتنی چه مقدار باید باشد تا بتوان تراز پایه را بالا آورد. زیرا یک پلان ۱۰ متر در ۱۰ متری با دیوار حائل بتنی ۳ طبقه ای دور تادور با یک پلان ۴۰ در ۴۰ متری با دیوار حائل بتنی پیرامون آن در ۳ طبقه و یا یک پلان ۱۰ در ۳۰ متری با دیوار حائل بتنی ۳ طبقه ای دور تا دور آن طبق آیین نامه تراز پایه می تواند روی تراز سوم باشد. در صورتی که سختی این دیوارهای صندوقه ای بسیار متفاوت می باشد.

ج- مقدار تراکم خاک پشت دیوار چه میزان باید باشد؟

حال می توان به این مساله پرداخت که اصولا چرا مهندسین محاسب علاقه مند به بالا آوردن تراز پایه هستند؟

می توان دلیل اصلی آن را کاهش نیروهای برشی زلزله در هر دو راستا و بالطبع سبک و اقتصادی تر شدن سازه دانست. یا به بیان دیگر با بالا آوردن تراز به تراز بالا تر جرم سنگین دیوار حائل بتنی در پایین سازه به عنوان جرم لرزه ای در محاسبات نیروی برشی پایه حذف می گردد زیرا در غیر این صورت این جرم با رابطه هندسی $F_i = (V - F_i) \frac{W_i h_i}{\sum_{j=1}^n W_j h_j}$ در طبقات توزیع می گردد و نیروهای برشی و به خصوص نیروی شلاقی بزرگی برای آنالیز و طراحی سازه در طبقات باید مد نظر قرار گیرد.

با توجه به مطالب ذکر شده این سوال مطرح می گردد که چه باید کرد؟

پیشنهاد این نوشتار این است که به منظور عدم قطعیت های ذکر شده و نقطه نظرات متفاوت و بعضی مواقع متناقض بهتر است که صورت مساله تراز پایه را حذف نمود تا تمامی اختلافات رفع گردیده و تراز پایه همیشه روی فونداسیون در نظر گرفته شود. و این بند از تمام آیین نامه ها حذف شود! اما باید یک روش جایگزین برای جواب گویی به سوالات زیر پیدا شود.

۱- جرم سنگین و سختی جانبی دیوارها را چگونه باید مد نظر قرار داد؟

۲- پیروود سازه ای که شامل ۱۰ طبقه قاب خمشی شکل پذیر به همراه ۳ طبقه زیرزمین با دیوار حائل بتنی می باشد چگونه محاسبه می شود؟

۳- ضریب رفتار سازه ی فوق چه مقداری است؟

روش ترکیب سیستم در ارتفاع که در آیین نامه ۲۸۰۰ آمده است یک روش محافظه کارانه بوده و باعث افزایش نیروی برشی ساختمان خواهد شد. استفاده از R کوچکتر و T کوچکتر، که باعث افزایش نیروی برشی زلزله خواهد شد و آیین نامه هیچ گونه تصریح نمی کند که باید این آنالیز دینامیکی انجام گردد نه استاتیکی.

برای ارائه روش جایگزین ابتدا مقدمه ای در مورد آنالیز معادل استاتیکی و مودال و تفاوت آن دو ذکر می گردد. فرق اصلی آنالیز معادل استاتیکی و مودال (طیفی) توزیع نیروهای زلزله در طبقات سازه می باشد در روش معادل استاتیکی توزیع نیروها در طبقات هیچ ارتباطی به نوع سازه (فلزی یا بتنی)، سختی سازه (قاب خمشی یا دیوار برشی یا بادبندی یا ...)، طول و عرض سازه و ... نداشته و فقط براساس وزن و ارتفاع ساختمان توسط رابطه هندسی $\frac{W_i h_i}{\sum_{j=1}^n W_j h_j}$ توزیع می گردد.

اما در روش آنالیز طیفی (مودال) توزیع نیروهای برشی زلزله براساس تغییر شکل های سازه می باشد. در این آنالیز پس از تعیین زمان تناوب و شکل مد های مختلف (به وسیله تحلیل دینامیکی مدلی که با خصوصیات دینامیکی ساختمان تا حد امکان تشابه داشته باشد) نیروی برشی پایه در هر مد نوسان با استفاده از روابط ۱ الی ۴ بدست می آید:

$$V_m = C_m W_m \quad (1)$$

$$C_m = \frac{A B_m I}{R} \quad (2)$$

$$B_m = 2.5 \text{ or } 2.75 \left(\frac{T_0}{T_m} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (3)$$

$$W_m = \frac{[\sum_{j=1}^n W_j \times a_{jm}]^2}{\sum_{j=1}^n W_j \times a_{jm}} \quad (4)$$

که در این روابط

V_m : نیروی برشی پایه در مد m

C_m : ضریب زلزله در مد m

W_m : وزن موثر ساختمان در مد m

B_m : ضریب بازتاب ساختمان در مد m

T_m : زمان تناوب نوسان در مد m

a_{jm} : تغییر مکان تراز j در مد m

W_j : وزن تراز j می باشد.

بنابراین نیروی برشی در تراز i و در مد نوسان m از روابط زیر تعیین می گردد.

$$F_{im} = C_{im} V_m \quad (5)$$

$$C_{im} = \frac{W_i \times a_{im}}{\sum_{j=1}^n W_j \times a_{jm}} \quad (6)$$

به همین دلیل در سازه هایی که تراز پایه را روی فونداسیون گرفته در روش معادل استاتیکی هیچ توجهی به جرم های سنگین زیرزمین و تغییر شکل کوچک آن نمی شود و با یک رابطه هندسی نیروهای برشی را توزیع می کند. که باعث ایجاد نیروهای بزرگی در طبقات بالا می گردد که در آنالیز و طراحی تاثیر زیادی می گذارد. اما در روش آنالیز مودال تغییر شکل های ناچیز در توزیع نیروها نقش اساسی داشته و توزیع نیروی برشی به واقعیت نزدیک می شود.

یکی از مشکلات تراز پایه محاسبه نیروی زلزله در اجسام سخت می باشد بررسی ها نشان داده است نیروی برشی آیین نامه ۲۸۰۰ بسیار بیشتر از نیروی برشی واقعی که نرم افزارها می دهند می باشد. برای اثبات این قضیه می توان به نشریه شماره ۱۲۳ (ضوابط طرح و محاسبه مخازن آب سال ۱۳۷۱) مراجعه نمود

۳-۴-۲- تعیین نیروهای جانبی ناشی از اجرام سخت

نیروی جانبی ناشی از اجرام سخت از روابط زیر بدست می آیند:

$$P_r = \frac{A(2) * I}{R} W_t \quad (7)$$

$$P_w = \frac{A(2) * I}{R} W_w \quad (8)$$

$$P_1 = \frac{A(2) * I}{R} W_1 \quad (9)$$

کل نیروی افقی ناشی از اجرام سخت برابر است با:

$$V_R = P_r + P_w + P_1$$

* همان رابطه $\frac{ABI}{R}$ آیین نامه ایران با فرض $B=2$ برای زمان تناوب های کوچکتر از $\frac{0.3}{3}$ ثانیه می باشد.

آیین نامه ASCE07 (بند ۱۲-۸-۱-۳) نیز برای ساختمان هایی کوچکتر یا مساوی پنج طبقه با پیوند کمتر از 0.5 ثانیه اجازه می دهد Cs براساس $Ss=1.5$ محاسبه شود. بدین ترتیب اجازه کاهش نیروی زلزله داده می شود.

روش پیشنهادی

ترکیب سیستم ها در ارتفاع (آیین نامه ۲۸۰۰ بند ۲-۳-۸-۹ قسمت ۲)

در این روش، نیروهای جانبی در دو مرحله به شرح زیر محاسبه می شوند:

الف - سازه انعطاف پذیر قسمت فوقانی به طور مجزا و با تکیه گاه های صلب در نظر گرفته شده و نیروی

جانبی آن با منظور کردن ضریب رفتار مربوط به این قسمت محاسبه می شود.

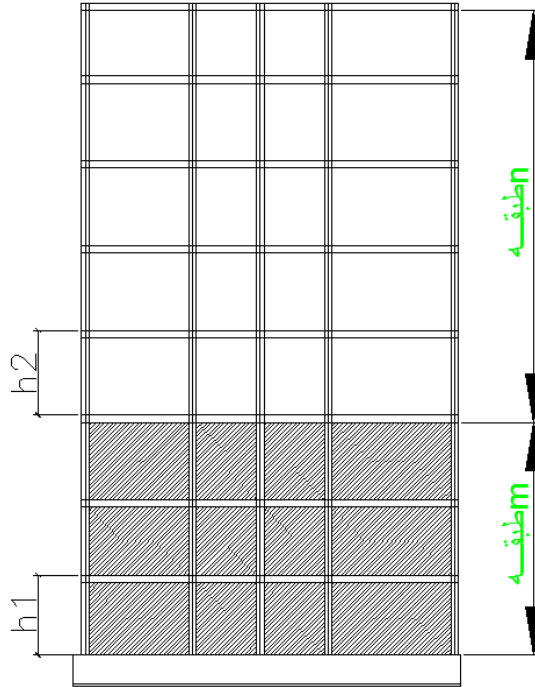
ب - سازه صلب قسمت تحتانی به طور مجزا در نظر گرفته شده و نیروهای جانبی آن با منظور کردن مقدار ضریب رفتار

مربوط به این سازه محاسبه می شود. بر این نیروها، نیروهای عکس العمل ناشی از تحلیل قسمت فوقانی که در نسبت ضریب رفتار

قسمت فوقانی به ضریب رفتار قسمت تحتانی ضرب شده اند، افزوده می شوند.

ساختمان شکل (۲) را در نظر بگیرید که دارای m طبقه زیرزمین با دیوار حائل بتنی که با سازه یکپارچه ساخته می شود

و n طبقه قاب (خمشی یا مختلط) روی آن می باشد.



شکل ۲- ساختمانی با m طبقه دیوار حائل و n طبقه قاب مختلط

- ۱- کل ساختمان را مدل کرده و پیرو دینامیکی سازه را بدست می آوریم. (T_{tot})
- ۲- پیرو T ساختمان n طبقه را با فرض تکیه گاه های صلب محاسبه می کنیم. (T_{top})
- ۳- اگر $T_{tot} \leq 1.1T_{top}$ ادامه می دهیم.
- ۴- براساس پیرو T محاسبه شده براساس روابط تجربی آیین نامه و بدست آوردن B و سپس با داشتن A و I و ضریب رفتار و وزن سازه n طبقه مقدار نیروی برشی زلزله (V_{top}) را بدست می آوریم.
- ۵- ساختمان m طبقه بسیار صلب را مدل کرده و نیروی برشی آنالیز مودال را براساس محاسبه کامپیوتری بدست می آوریم. (V_{Bot})
- لازم به یادآوری است که محاسبه نیروی برشی ساختمان m طبقه نباید با روش معادل استاتیکی انجام گیرد.
- ۶- نیروی برشی کل $V = V_{Bot} + V_{top}$ را بدست می آوریم.
- ۷- در ساختمان $m+n$ طبقه مدل شده در بند ۱ نیروی برشی آنالیز مودال را در روی فونداسیون با نیروی برشی V بند ۶ مقیاس (همپایه) می کنیم.
- نکته ۱: در آنالیز مودال باید مقدار مدهای انتخابی حداکثر مد باشد به طوری که جرم مستهلک شده حدود ۱۰۰٪ باشد و یا نیروی برشی در Response Spectrum Base Reaction با نیروی برشی Story Shear برابر باشد.
- نکته ۲: همچنین در طیف طرح در مقابل پیرو ها نباید فقط B داده شود. بلکه باید $\frac{ABI}{R}g$ داده شود. تا نیروی واقعی آنالیز مودال بدست آید.

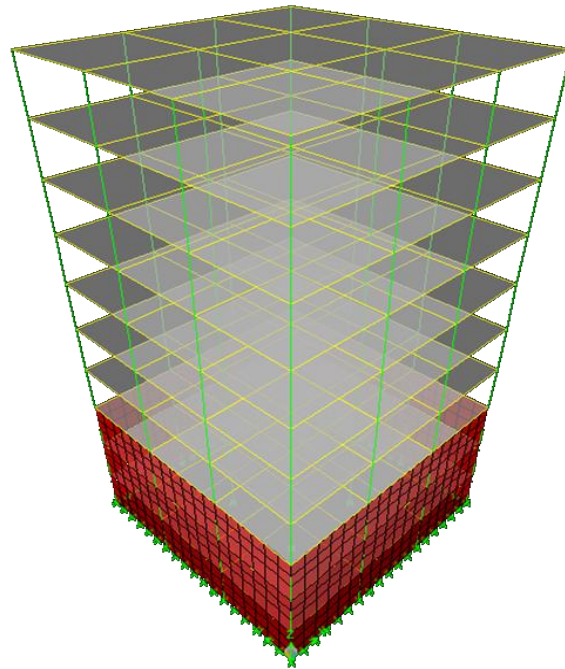
خلاصه مطالب و نتیجه گیری

همانطور که در صفحات قبل ذکر شد هدف این مقاله پاک کردن صورت مساله مورد مناقشه تراز پایه می باشد و روش پیشنهادی

دقیقا ترکیب سیستم ها در ارتفاع (روش دوم) آیین نامه ۲۸۰۰ می باشد. با این تفاوت که برای محاسبه نیروی برشی زلزله برای سازه صلب طبقات پایینی نه از روش محاسبه نیروی برشی زلزله معادل استاتیکی بلکه از نیروی برشی زلزله محاسبه شده با آنالیز مودال استفاده می شود که این موضوع نیز در مراجع مختلف با روش های مختلف ارائه گردیده است و همه آنها اتفاق نظر دارند که برای سازه های تقریبا صلب نباید بنای محاسبه نیروی برشی زلزله روش های مرسوم باشد.

برای روشن تر شدن مساله و روش پیشنهادی به ذکر مثالی پرداخته می شود:

ساختمانی ۱۰ طبقه شکل ۳ که سه طبقه تحتانی به طور کامل توسط دیوار در بر گرفته شده است را در نظر بگیرید



شکل ۳- ساختمانی با ۳ طبقه دیوار حائل و ۷ طبقه قاب خمشی

روش اول ترکیب سیستم ها در ارتفاع

$$W = 2882.85 \text{ ton}$$

$$A = 0.35$$

$$H_{Top} = 7 \times 3.4 = 23.8m, H_{Bot} = 3 + 2 \times 3.4 = 9.80m \rightarrow H = 23.8 + 9.8 = 33.6m$$

$$T = 0.05(33.6)^{0.75} \times 1.25 = 0.87 \text{ sec}$$

$$B = 2.5 \times \left(\frac{0.5}{0.87}\right)^{\frac{2}{3}} = 1.728$$

$$C = \frac{0.35 \times 1.728}{7} = 0.0864$$

$$V = 0.0864 \times 2882.85 = 249.1 \text{ ton}$$

خروجی آنالیز طیفی نرم افزار:

جدول ۱- پریود تحلیلی و درصد مشارکت جرم

Mode	Period	UX	UY
1	1.568889	0.0001	45.5275
2	1.533496	45.1201	0.0001

جدول ۲- نیروی برشی ناشی از آنالیز طیفی

Story	Load	Loc	VX(kg)	VY(kg)
STORY1	SPEC1	Top	126268.2	30.12
STORY1	SPEC1	Bottom	126268.2	30.12
STORY1	SPEC2	Top	30.12	125972.2
STORY1	SPEC2	Bottom	30.12	125972.2

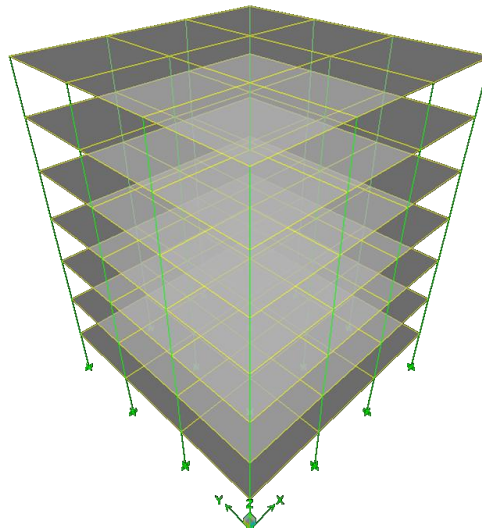
ضریب مقیاس:

$$\text{so Scale Factor} = \frac{249.1}{126.2} = 1.98$$

W: وزن ساختمان - H: ارتفاع ساختمان - T: پریود ساختمان - A: شتاب مبنای طرح - B: ضریب بازتاب ساختمان - C: ضریب

زلزله - I: ضریب اهمیت - V: برش پایه

بررسی سازه هفت طبقه بالای به صورت مجزا که قاب خمشی می باشد.



شکل ۴- ساختمانی با ۷ طبقه قاب خمشی

$$T = 0.08(23.8)^{0.75} \times 1.25 = 1.07 \text{ sec}$$

$$B = 2.5 \times \left(\frac{0.5}{1.7}\right)^{\frac{2}{3}} = 1.505$$

$$C = \frac{0.35 \times 1.505}{7} = 0.0753$$

$$W = 1667 \text{ ton}$$

$$V = 0.0753 \times 1667 = 125.47 \text{ ton}$$

خروجی آنالیز طیفی نرم افزار:

جدول ۳- پریود تحلیلی و درصد مشارکت جرم

Mode	Period	UX	UY
1	1.539624	0.0001	77.0143
2	1.509603	76.445	0.0001

$$1.569 < 1.1 \times 1.5396, 1.533 < 1.1 \times 1.5096$$

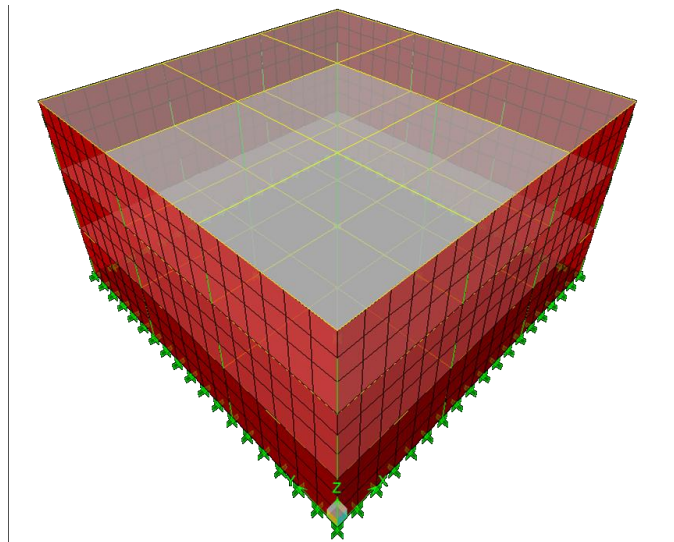
جدول ۴- نیروی برشی ناشی از آنالیز طیفی

Story	Load	Loc	P	VX	VY
STORY4	SPEC1	Top	0	81570.8	23.86
STORY4	SPEC1	Bottom	0	81570.8	23.86
STORY4	SPEC2	Top	0	23.86	80852.96
STORY4	SPEC2	Bottom	0	23.86	80852.96

ضریب مقیاس:

$$\text{so Scale Factor} = \frac{125.47}{81.57} = 1.54$$

بررسی سازه سه طبقه پایینی به صورت مجزا



شکل ۵- ساختمانی با ۳ طبقه دیوار بتنی

$$T = 0.05(9.8)^{0.75} \times 1.25 = 0.34 \text{ sec}$$

$$B = 2.5$$

$$C = \frac{0.35 \times 2.5}{8} = 0.1094$$

$$W = 1210.2 \text{ ton}$$

$$V = 0.1094 \times 1210.2 = 132.4 \text{ ton}$$

خروجی آنالیز طیفی نرم افزار:

جدول ۵- پریود تحلیلی و درصد مشارکت جرم

Mode	Period	UX	UY
1	0.060431	0	88.2195
2	0.060346	88.2203	0

جدول ۶- نیروی برشی ناشی از آنالیز طیفی

Story	Load	Loc	P	VX	VY
STORY1	SPEC1	Top	0	89373.38	0
STORY1	SPEC1	Bottom	0	89373.38	0
STORY1	SPEC2	Top	0	0	89432.24
STORY1	SPEC2	Bottom	0	0	89432.24

روش دوم ترکیب سیستم ها در ارتفاع

$$V = 125.47 \times \frac{7}{8} + 132.14 = 242.16 \text{ ton} \quad \rightarrow \text{Scale factor} = 1.92$$

روش پیشنهادی

$$V = 125.47 \times \frac{7}{8} + 89.4 = 199.2 \text{ ton} \quad \rightarrow \text{Scale factor} = 1.58$$

مراجع

- ۱- استاندارد ۸۴-۲۸۰۰ "آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله" مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۴.
- ۲- نشریه ۱۲۳ "ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه مخازن آب زیرزمینی" سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۱.
- ۳- مستوفی نژاد، د. "بارگذاری سازه ها" انتشارات ارکان دانش، اصفهان، چاپ اول.

4-ASCE Standard 7-10 "Minimum Design Loads For Buildings and other structure" structure Engineering Institute, United states, 2010.

در انتها از تمامی مهندسان و محققان درخواست می شود نظرات و انتقادات خویش را برای ارتقای سطح علمی مقاله برای نویسندگان ارسال نمایند.