

مقایسه نتایج تحلیلی دیوارهای برشی طره ای پیش ساخته بدون درز قائم نسبت به دیوارهای برشی پیش ساخته درزدار

میلاذ آژ^۱

بهتاش امیری^۲

۱- دانشجوی دکتری عمران- سازه، مدرس و هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن- سما

۲- عضو باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان واحد رودهن

چکیده :

دیوارهای برشی پیش ساخته بتنی که دارای اتصالات در درز قائم و افقی می باشد، به علت وجود اتصالات انعطاف پذیر در امتداد درز قائم، دارای رفتار مناسبی در برابر بارهای زلزله ای است. این اتصالات انعطاف پذیر به عنوان کلیده‌های برشی در امتداد درز قائم بین دیوارهای پیش ساخته در نظر گرفته می شود و با رفتار غیر خطی و جاری شدن در برابر نیروهای برشی در امتداد درز قائم که ناشی از بارگذاری زلزله ای می باشد، باعث افزایش شکل پذیری و میرایی دیوارهای برشی پیش ساخته می گردد.

طبق آیین نامه های طراحی، روش استاتیکی معادل برای طراحی سازه های یکپارچه بکار می رود و استفاده از این روش برای سازه های بتنی پیش ساخته با اتصالات شکل پذیر که قطعات پیش ساخته نسبت به هم دارای رفتار غیر یکپارچه است، بسیار محافظه کارانه می باشد، اما در سالهای اخیر روش طراحی جدیدی بنام روش تغییر مکان مستقیم پیشنهاد شده است که مناسب برای طراحی سازه های بتنی پیش ساخته می باشد، زیرا اثرات انعطاف پذیری اتصالات و نیز رفتار غیر الاستیک سازه ها در آن قابل بررسی می باشد.

واژگان کلیدی : اتصالات شکل پذیر ، شکل پذیری ، تغییر مکان مستقیم ، میرایی

مقدمه

در سالهای اخیر، با توجه به میزان خرابی مشخص و قابل قبول، برای طراحی سازه ها، اعم از سازه های بتنی یکپارچه و یا بتنی پیش ساخته انعطاف پذیر، از سیستم طراحی بر پایه تغییر مکان مستقیم استفاده می گردد. [۱]

طراحی بر اساس نیرو، رفتار سیستم های پیش ساخته درزدار را بصورت یکپارچه بررسی می نماید و در نتیجه نیروها و لنگرهایی که از این روش حاصل می گردد برای سیستم های پیش ساخته کاملاً محافظه کارانه می باشد. بنابراین برای طراحی این سازه ها، یا باید سازه های پیش ساخته را بصورت منفرد بررسی نمود و یا این که اثر میراگری و اتلاف انرژی اتصالات بین قطعات پیش ساخته را در محاسبات و طراحی، مورد توجه قرار داد. همان طور که بیان گردید، روش اول یعنی مدل کردن سازه های پیش ساخته، به طور مثال دیوارهای برشی پیش ساخته درزدار، بسیار محافظه کارانه می باشد. بنابر این ما از روش دوم یعنی استفاده از اثرات اتلاف انرژی اتصالات استفاده می نماییم. [۲، ۳]

در این روش از سختی اولیه و ضریب کاهش R که در روش نیرویی مورد استفاده قرار می گیرد، بدلیل رفتار غیر الاستیک سازه، استفاده نمی گردد. [۲]

- کلیات

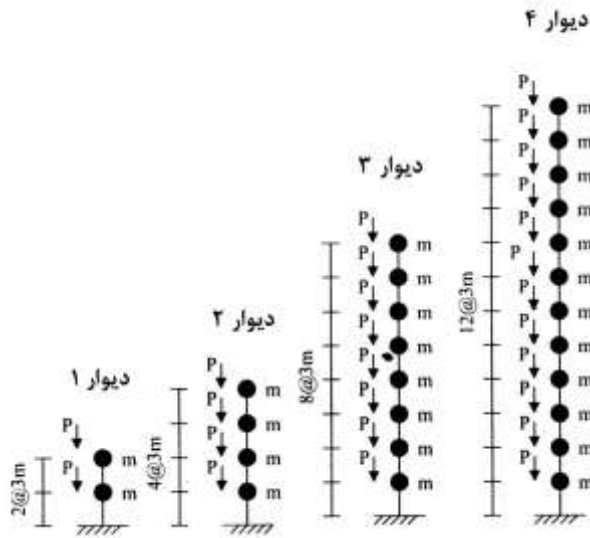
از دیوارهای برشی در ساختهایی تا ارتفاع ۲۷ طبقه بطور گسترده استفاده می شود، البته غالب ساختمان های پیش ساخته در حدود ۱۰ طبقه یا کمتر می باشند و همچنین دیوار برشی پر کاربردترین سیستم جهت مقاومت در برابر بارهای جانبی نیز می باشد. استفاده از این سیستم بطور کلی برای نواحی با زلزله خیزی کم تا متوسط قابل قبول می باشد. [۳]

با توجه به محدودیت استفاده از دیوارهای برشی در ساختمان های بلند، هدف این مقاله مقایسه نتایج تحلیلی بازه وسیعی از دیوارهای برشی طره ای پیش ساخته بدون درز قائم ۲،۴،۸ و ۱۲ طبقه بازه وسیعی از دیوارهای برشی پیش ساخته درزدار ۲،۴،۸ و ۱۲ طبقه می باشد.

روش تحقیق

مشخصات دیوارهای برشی پیش ساخته بدون درز قائم و درزدار

انتخاب دیوارهای برشی طره ای پیش ساخته بدون درز قائم بر مبنای ابعاد و مشخصات بازه از دیوارهای ۲،۴،۸ و ۱۲ طبقه با ارتفاع طبقات ۳ متر که یکبار به صورت گیردار و بار دیگر به صورت تکیه گاه فتری به زمین متصل شده اند و در تراز طبقات یک نیروی محوری ۲۰۰ KN به دیوارها اعمال می گردد و اینرسی جرمی هر تراز طبقه $m = 60 \text{ Ton}$ می باشد که در شکل ۱ ارائه گردیده است.



شکل ۱- مشخصات دیوارهای برشی

اما در دیوارهای برشی درزدار به جهت مقایسه با دیوارهای برشی بدون درزقائم، همان دیوارهای برشی طره‌ای بدون درزقائم از میان به دو قسمت تقسیم می‌گردد و یکبار به صورت گیردار و بار دیگر بصورت تکیه گاه فنری به زمین متصل شده‌اند و در امتداد ارتفاع دیوار بوسیله صفحات انعطاف‌پذیر خمشی U شکل (UFP) متصل می‌گردند.

مشخصات مصالح و محدودیت‌های عملکرد مصالح

دیوارهای معرفی شده در قسمت قبل از لحاظ مصالح تشکیل‌دهنده به شرح ذیل می‌باشند:

$$f'_c = \text{مقاومت فشاری بتن ۲۸ روزه} = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = \text{مقاومت کششی آرماتورهای طولی} = 450 \text{ Mpa}$$

$$f_{yh} = \text{مقاومت کششی آرماتورهای عرضی} = 450 \text{ Mpa}$$

$$E_c = \text{مدول ارتجاعی بتن} = 4700 \sqrt{f'_c} = 25.7 \text{ Gpa}$$

فولاد دارای ۰.۵٪ سخت‌شدگی کرنشی می‌باشد.

محدوده کرنشی فشاری نهایی بتن برابر ۰.۰۰۴ و کرنش کششی نهایی آرماتور برابر ۰.۱۵ می‌باشد که برای تعیین محدوده طراحی مورد توجه می‌باشد.

آرماتورهای عرضی با فرض میلگردهای دوساق، به قطر ۱۲ میلیمتر و در فاصله ۷۵ میلیمتر برای تامین حداقل آرماتورهای عرضی جهت محبوس کردن آرماتورهای طولی در نظر گرفته می‌شود. [۱]

برنامه تحقیقاتی PRESSS

- معرفی

برنامه سیستم زلزله‌ای پیش ساخته (PRESSS) طی سالهای گذشته پیشرفت شایانی نموده است. برنامه PRESSS

توسط بنیاد دانش ملی (NSF)، مؤسسه بتن پیش‌ساخته پیش‌تنیده (PCI) و انجمن کارخانه داران بتن پیش‌ساخته _ پیش‌تنیده کالیفرنیا (PCMAC) حمایت می‌گردد و با دو تیم تحقیق جدا از هم در ایالات متحده آمریکا جهت مشخص کردن عملکرد زلزله‌ای ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته _ پیش‌تنیده هماهنگی لازم انجام گرفته است. در این برنامه، سازه شامل ساختمان‌های کوتاه و بلند مانند ساختمان‌های اداری، ساختمان‌های پارکینگ، هتل‌ها، بیمارستان‌ها، ساختمان‌های چند منظوره و ساختمان‌های ویژه دیگر می‌باشد و پلها و سازه‌های مربوط به حمل و نقل را شامل نمی‌گردد. [۵۴] این برنامه زیر نظر پروفیسور پریسلی (Priestley) و دستیارانش در دانشگاه کالیفرنیا برنامه ریزی و اداره می‌گردد و از ابتدای برنامه PRESSS، همه تیمهای تحقیق بر دو هدف اولیه زیر تکیه داشته‌اند. [۵۴]

الف _ توسعه جامع و منطقی توصیه‌های طراحی مورد نیاز برای اجرای بتن پیش‌ساخته در مناطق مختلف زلزله خیز مختلف.

ب _ توسعه مصالح جدید، مفاهیم و تکنولوژی برای اجرای بتن پیش‌ساخته در مناطق مختلف زلزله خیز برنامه PRESSS شامل سه مرحله می‌باشد. مرحله اول آن در سال ۱۹۹۳ کامل گردید و مرحله دوم آن در انتهای سال ۱۹۹۶ به اتمام رسید و برنامه زمان‌بندی مرحله سوم بدین منوال می‌باشد که شروع مرحله از سال ۱۹۹۷، با ساخت سازه آزمایشی در آزمایشگاه سازه چارلز لی پاول (Charles Lee Powell) دانشگاه کالیفرنیا شهر سان‌دیگو (San Diego) آغاز گردد و در آوریل سال ۱۹۹۹ ساختمان تکمیل گردد و از ماه مه سال ۱۹۹۹ آزمایشهای پیش‌بینی شده بر روی سازه اجرا گردد و این مراحل در ماه جولای ۱۹۹۹ همراه با نتایج و گزارشات لازم به پایان برسد و توصیه‌های طراحی لازم در ماه آگوست ۲۰۰۰ ارائه گردد. [۶۲]

مدل کردن دیوارهای برشی

- مدل کردن دیوارهای برشی طره‌ای پیش‌ساخته بدون درزقائم

دیوارهای برشی طره‌ای بدون درزقائم را می‌توان بصورت عضو پوسته‌ای، یعنی بصورت یک‌سازه‌غشایی مدل نمود، البته در این نوع مدل کردن هدف اصلی بررسی رفتار، نیروها و لنگرهای داخلی دیوار می‌باشد. اما در این مقاله، هدف اصلی بررسی رفتار، نیروها و لنگرهای خارجی دیوارها می‌باشد. [۱۲]

در مدل کردن دیوارهای برشی طره‌ای، طول مفاصل پلاستیک، قوانین حلقه‌های پسماند، سختی مؤثر، میرایی لزجی مورد اهمیت می‌باشد. [۱]

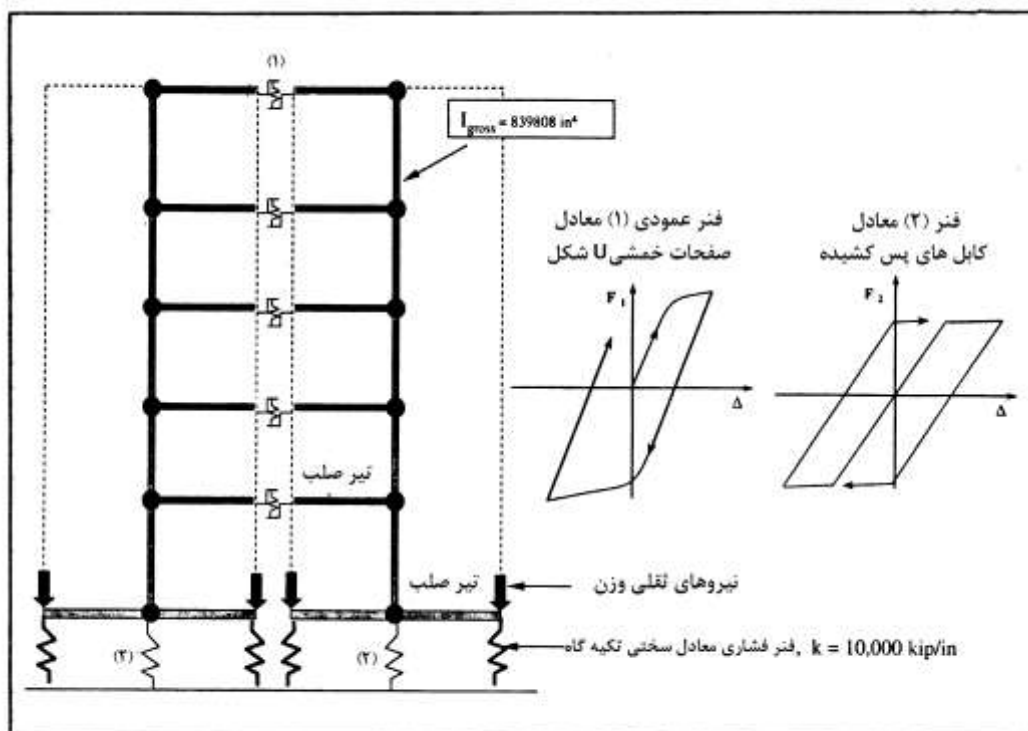
بدلیل تحلیل خمیری استاتیکی غیرخطی که بر روی دیوارها انجام می‌گیرد در تحلیل خمیری، دیوارهای برشی براساس 40 - ATC، با ستون مدل می‌گردند. زیرا تحلیل خمیری تنها بر روی اعضای قابی شکل (Frame) مانند تیراستون، که در آنها احتمال تشکیل مفاصل پلاستیک می‌باشد، انجام می‌پذیرد. جرم دیوارها بصورت جرم‌های منفصل در تراز هر طبقه همانند شکل ۱ قرار داده شده است.

فرض بر این است که دیوارهای برشی، متشکل از پانل‌های بتنی پیش‌ساخته می‌باشند که در امتداد دیوارها بوسیله پس‌تنیده‌های بدون چسبندگی به هم متصل شده‌اند و هیچگونه دوران و لغزشی در بین این قطعات پیش‌ساخته وجود ندارد.

-مدل کردن دیوارهای برشی درزدار

دیوارهای برشی درزدار را نیز مانند دیوارهای برشی بدون درز می‌توان بصورت عضو پوسته‌ای، یعنی بصورت یک سازه‌غشایی مدل نمود ولی در این نوع دیوارها هدف، بررسی رفتار، نیروها و لنگرهای خارجی مدنظر می‌باشد. در مدل کردن این دیوارها علاوه بر طول مفاصل پلاستیک، قوانین حلقه‌های پسماند، سختی مؤثر و میرایی لزجی، میرایی لزجی قطعات متصل‌کننده دیوارها نیز در نظر گرفته می‌شود.

مدل تحلیلی این دیوارها، براساس مدل تحلیلی دیوار برشی درزدار مرحله سوم برنامه PRESSS که در شکل ۲ نشان داده شده است، استوار می‌باشد.



شکل ۲- مدل تحلیلی دیوارهای درزدار برنامه PRESSS

در مدل تحلیلی برنامه PRESSS، دو دیوار جدا از هم، و بوسیله عضوهای رشته‌ای (element) که همان اعضای قابی می‌باشد در مرکز دیوارها مدل می‌شوند و خواص سازه‌ای بر پایه مقطع ترک‌نخورده استوار می‌باشد. دیوارها در پایه بوسیله تیرهای افقی صلب که در انتهای آن بوسیله فنرهای فشاری که در محل آنها با توجه به مرکز فشار در انتهای دیوار تعیین می‌شود، قرار داده شده‌اند. خواص این فنرها در شکل ۲ ذکر شده است. این فنرها وظیفه انتقال بار از سازه به زمین را دارند و خواص فنرها جهت مدل کردن سختی خاک تکیه گاه بکار می‌رود. این فنرها بوسیله نیروهای ناشی از وزن ثقلی سازه بارگذاری می‌شوند. وقتی دیوار به جنبش می‌افتد، رشته‌های (Strands) پس تنیده غیرچسبنده کشیده می‌شوند و در نتیجه نیروی گیرداری در پایه افزایش می‌یابد. این مدل توسط یک فنر اضافی که در زیر عضو قرار داده شده است، تامین می‌گردد. در دیوار ساختمان آزمایشی، دو عضو دیوار بوسیله فنرهای عمودی که بین تیرهای افقی صلب قرار دارند در هر طبقه به هم متصل شده‌اند. این فنرهای غیر الاستیک، خصوصیات ورق‌های U شکل را از لحاظ خمشی، جاری‌شوندگی و اتلاف انرژی دارا می‌باشند.

در این مدل تحلیلی به جهت اتصال دیوارها در امتداد درز قائم از همان صفحات انعطاف‌پذیر خمشی U شکل (UFP) استفاده می‌گردد. ولی به لحاظ عدم آگاهی به مشخصات دقیق این قطعه از قبیل سختی الاستیک، نسبت سخت‌شدگی کرنشی، نقطه جاری شدن، میرایی مؤثر و سختی مؤثر، مجبور به استفاده از یک تقریب قابل قبول برای مشخصات قطعه می‌باشد.

تحلیل خمیری استاتیکی غیرخطی

بدلیل اینکه روش طراحی بر پایه تغییر مکان مستقیم مبتنی بر خواص الاستو پلاستیک سازه‌ها استوار می‌باشد لذا استفاده از تحلیل‌های الاستیک خطی برای این سازه‌ها منتفی می‌باشد.

برای بیان صحت روش طراحی بر اساس تغییر مکان مستقیم، دیوارهای برشی بر اساس تحلیل خمیری استاتیکی غیرخطی نرم‌افزار SAP 2000 مورد بررسی قرار می‌گیرد و با ترسیم منحنی بار - تغییر مکان که همان منحنی ظرفیت (Pushover) دیوارها می‌باشد، صحت این طراحی ثابت می‌گردد.

در تحلیل خمیری از اصول آیین‌نامه ATC-40 برای سازه‌های بتنی استفاده می‌گردد. طبق آیین‌نامه ATC-40، دیوارهای برشی با عضو ستون مدل می‌گردد که این ستون با توجه به نسبت ارتفاع به عرض دیوار می‌تواند خاصیت خمشی، برشی و یا خمشی - برشی داشته باشد. [۱۱]

در صورتی که $h_w/l_w > 4$ باشد دیوار برشی لاغر در نظر گرفته می‌شود و از خود رفتار خمشی نشان می‌دهد و در صورتی که $h_w/l_w < 2$ باشد دیوار کوتاه در نظر گرفته می‌شود و رفتار آن برشی می‌باشد و در صورتی که $2 \leq h_w/l_w \leq 4$ باشد رفتار دیوار خمشی - برشی می‌باشد. [۷]

نسبت h_w/l_w در انتخاب نوع مفصل پلاستیک برای تحلیل خمیری دیوار بسیار مهم می‌باشد، زیرا در حالت رفتار خمشی از مفصل خمشی و در حالت رفتار برشی از مفصل برشی و در حالت خمشی - برشی از مفصل خمشی - برشی توأم استفاده می‌گردد.

در بررسی رفتار خمیری یک دیوار برشی چند عامل دخالت دارد، نیروهای جانبی ناشی از تحلیل غیرخطی سازه که از تحلیل بر پایه تغییر مکان مستقیم حاصل می‌گردد. و دیگر لنگر پلاستیک مقطع M_y می‌باشد که در حالت $0.0225 = \epsilon_{sy} = f_y / E_s$ حاصل می‌گردد، ولی بدلیل اینکه نرم‌افزار SAP 2000 منحنی بار - تغییر مکان سازه را بصورت یک نمودار دوخطی ارائه می‌نماید پس بجای استفاده از لنگر پلاستیک واقعی مقطع M_y ، از لنگر اسمی مقاوم مقطع M_n که بر اساس $\epsilon_c = 0.004$ حاصل می‌گردد، استفاده می‌گردد. [۱]

لنگر پلاستیک اسمی مقاوم مقطع M_n ، بر اساس مقطع طراحی شده، حاصل از تحلیل بر اساس تغییر مکان مستقیم حاصل می‌گردد، لذا پس از بدست آوردن نمودار ظرفیت دیوار برشی بدون درزقائم ممکن است اختلاف ناچیزی بین نیروی برشی پایه بدست آمده از روش تحلیل بر اساس تغییر مکان مستقیم و نیروی برشی پایه بدست آمده از نرم‌افزار SAP 2000 باشد، در اینحالت مقدار لنگر اسمی مقطع M_n ، برای رسیدن به مقدار صحیح، کالیبره می‌گردد. این کالیبره کردن برای تعیین صحیح لنگر اسمی مقاوم مقطع دیوارهای برشی درزدار بسیار مهم و ضروری می‌باشد، زیرا در حالت دیوار برشی درزدار به دلیل وجود میراگرهای انرژی UFP، ممکن است نمودار ظرفیت دیوار بصورت صحیح حاصل نگردد.

شرایط خاک ساختگاه دیوارهای برشی

بر طبق برنامه PRESSSS، ساختمان آزمایشی بر روی خاک نوع SC آیین‌نامه‌های UBC 97 بنا شده است و بدلیل وجود تعریف‌های متفاوت از نوع خاک‌های Sc و SB در آیین‌نامه UBC 97 و EUROCODE 8، مبنای بررسی خاک‌ها، سرعت عبور موج برشی از میان خاک‌ها می‌باشد.

برای خاک نوع Sc آیین‌نامه UBC97، سرعت موج برشی برابر $360 (m/s) < VS < 760 (m/s)$ می‌باشد. [۹و۸]
برای خاک نوع SB آیین‌نامه EUROCODE8، سرعت موج برشی برابر $300 (m/s) < VS < 600 (m/s)$ می‌باشد.

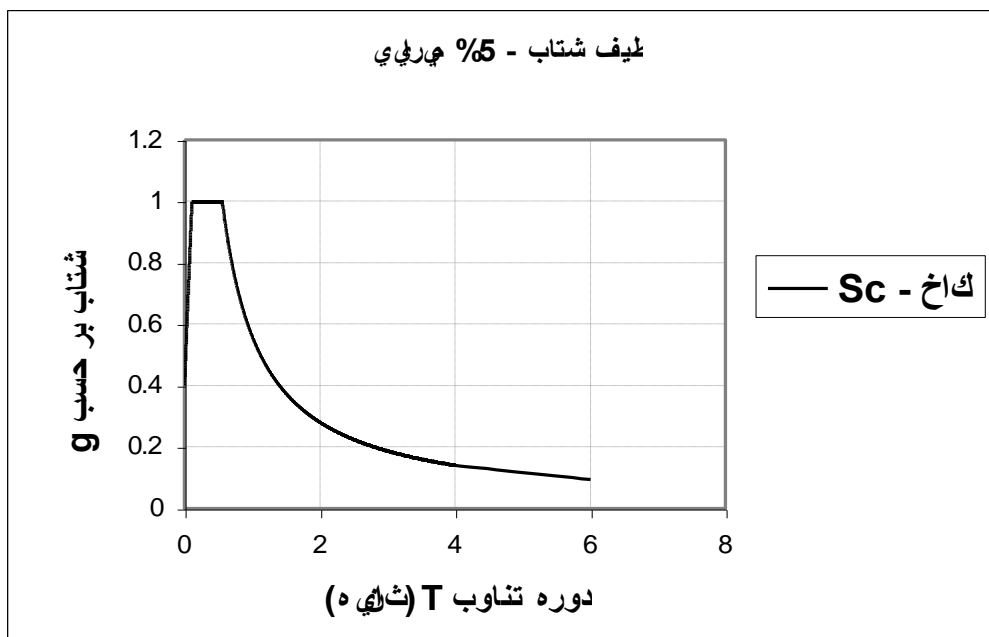
[۱۱]

همانطور که ملاحظه می‌شود با تقریب خوبی خاک نوع Sc آیین‌نامه UBC 97 همان خاک نوع SB آیین‌نامه EUROCODE8 می‌باشد.

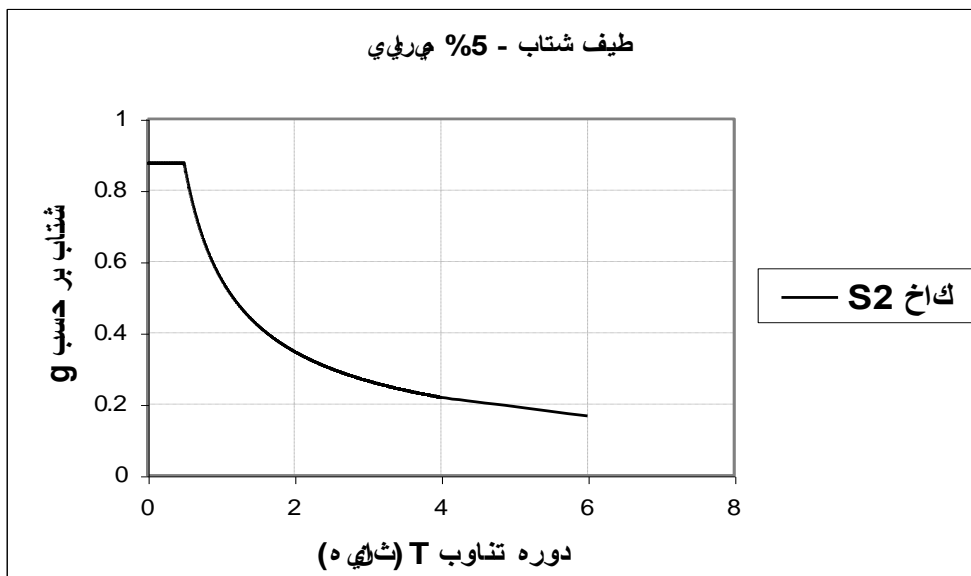
طیف شبه شتاب

طیف شبه شتاب مورد استفاده جهت تحلیل و طراحی به روش نیرویی در برنامه PRESSS بر اساس منطقه ۴ لرزه خیزی آیین‌نامه UBC 97 با $PGA = 0.4g$ می‌باشد و همچنین این مقدار PGA برای طیف شبه شتاب آیین‌نامه EUROCODE 8 نیز صادق می‌باشد، لذا به جهت هماهنگی در انتخاب طیف شبه شتاب برای طراحی بروش نیرویی، طیف شبه شتاب آیین‌نامه UBC 97 با شرایط ناحیه لرزه خیزی زیاد (ناحیه ۴ لرزه خیزی) و شرایط خاک نوع S_c مورد استفاده قرار گیرد و برای آیین‌نامه ایران از طیف شبه شتاب با شرایط ناحیه لرزه خیزی با خطر نسبی زیاد $PGA = 0.35g$ و شرایط خاک S_3 در نظر گرفته می‌شود. [۹۱۰]

البته قابل توجه می‌باشد تمام طیف‌های شبه شتاب بر اساس ۵٪ میرایی در نظر گرفته شده‌اند که در اشکال ۳ و ۴ نشان داده شده است.



شکل ۳- طیف شبه شتاب ناحیه ۴ لرزه خیزی آیین‌نامه 97 UBC با شرایط خاک S_c

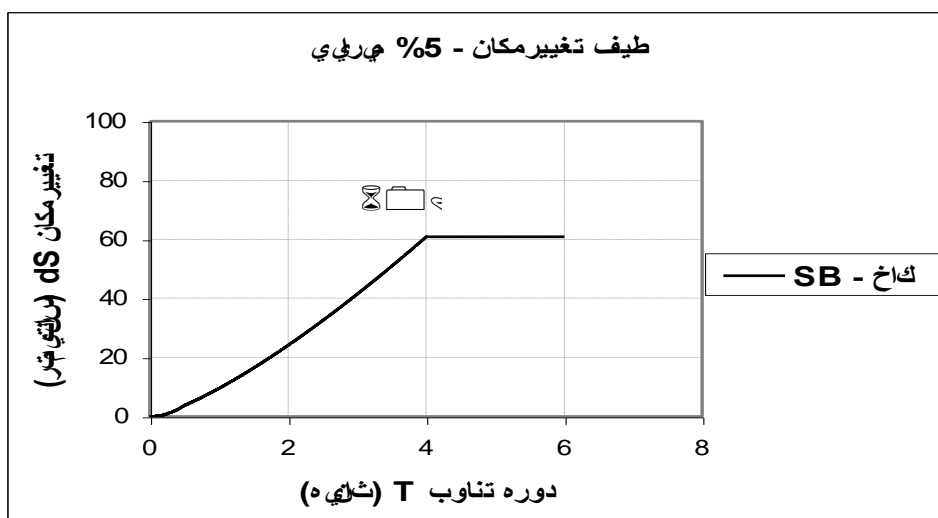


شکل ۴- طیف شبه شتاب ناحیه باخطر لرزه خیزی زیاد آیین نامه ایران با شرایط خاک S_B

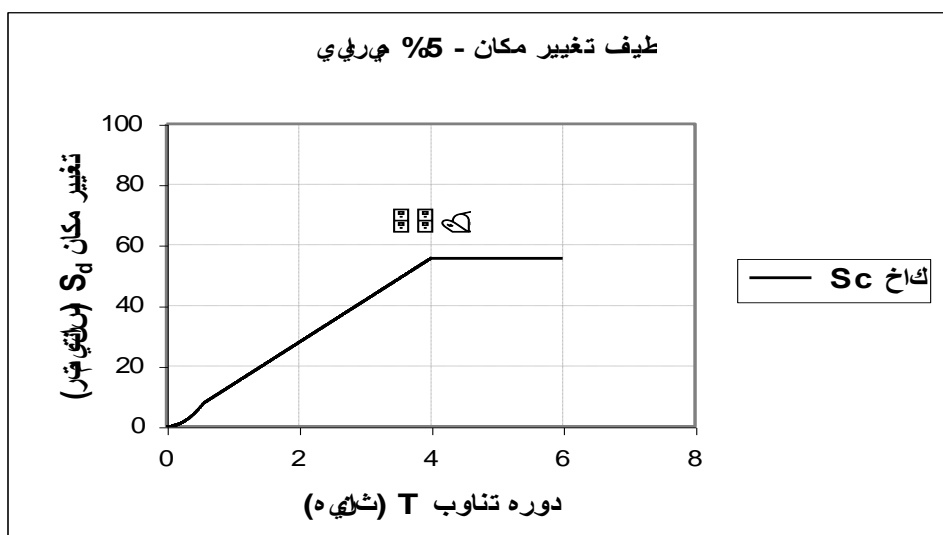
طیف تغییر مکان

با توجه به قسمت قبل، مبنای طراحی بر اساس نیرو و طیف شبه شتاب می‌باشد ولی در طراحی بروش تغییر مکان مستقیم (DBD) بدلیل اینکه ابزار کنترل سازه محدودیت تغییر مکان می‌باشد لذا باید از طیفی استفاده گردد که در آن تغییر مکان سازه نقش داشته باشد، بنابراین در این طراحی از طیف تغییر مکان که بر اساس طیف شبه شتاب نظیر خودش ساخته شده است، استفاده می‌گردد.

اشکال ۵ و ۶ طیف‌های تغییر مکان آیین‌نامه‌های EUROCODE8 ، UBC 97 و ایران را با ۵٪ میرایی به جهت مقایسه نشان می‌دهد.



شکل ۵ طیف تغییر مکان ناحیه باخطر لرزه خیزی زیاد آیین نامه 8 EUROCODE با شرایط خاک S_B



شکل ۶ طیف تغییر مکان ناحیه ۴ لرزه خیزی آیین نامه 97 UBC با شرایط خاک S_C

نتایج تحلیل خمیری دیوارهای برشی پیش ساخته

برای بیان صحت روش طراحی بر پایه تغییر مکان مستقیم، دیوارهای برشی بر اساس تحلیل خمیری استاتیکی غیرخطی نرم افزار SAP 2000 مورد بررسی قرار می گیرند و با ترسیم منحنی بار - تغییر مکان که همان منحنی ظرفیت (Pushover) دیوارها می باشد، صحت این طراحی ثابت می گردد. در این قسمت با استفاده از نرم افزار SAP2000 دیوارهای برشی تحت تحلیل خمیری استاتیکی غیرخطی، با توجه به سیستم کنترل تغییر مکان، قرار می گیرند و دیوارها در دو حالت بدون درز قائم و همراه با درز قائم با یکدیگر مقایسه می گردند.

جدول ۱- مقایسه لنگر اسمی مقطع دیوار پیش ساخته بدون درز قائم در حالت محاسباتی و بدست آمده از نرم افزار SAP2000 و تعیین درصد خطا برای کالیبره کردن مقادیر لنگر اسمی مقطع جهت تحلیل خمیری استاتیکی مقطع

دیوار پیش ساخته بدون درز قائم	لنگر اسمی مقطع محاسباتی Mn (KN.m)	لنگر اسمی مقطع SAP2000 Mn (KN.m)	درصد خطا لنگر اسمی محاسباتی نسبت به SAP2000	برش پایه طراحی محاسباتی VB (KN)	برش پایه طراحی SAP2000 VB (KN)	انحنای نقطه جاری شدن Φ_y (1/m)
۱	۱۰۰۹/۵	۱۰۰۵	۰/۴۴ %	۲۱۰/۵	۲۱۰/۳	۰/۰۰۱۴۸
۲	۲۳۲۰	۲۲۳۸	۳/۶۶ %	۲۷۴/۴	۲۷۴/۹	۰/۰۰۱۲۴
۳	۷۳۰۰	۶۸۸۰	۶/۱ %	۳۹۰	۳۹۰/۲۵	۰/۰۰۰۱۰۱
۴	۱۵۰۳۴	۱۴۶۸۰	۲/۴۱ %	۵۵۰/۳	۵۵۰/۷	۰/۰۰۰۸۴

جدول ۲ مقایسه نتایج نیروی برش پایه بدست آمده از تحلیل خمیری و دوره تناوب مد اول ناشی از تحلیل مدال SAP2000 برای دیوار برشی پیش ساخته بدون درز قائم در حالت تکیه گاه گیردار و تکیه گاه فنری

دیوار برشی پیش ساخته بدون درز قائم	لنگراسمی مقطع SAP2000 Mn (KN.m)	برش پایه طراحی تکیه گاه گیردار SAP2000 VB (KN)	برش پایه طراحی تکیه گاه فنی SAP2000 VB (KN)	مقایسه برش پایه طراحی تکیه گاه فنی نسبت به تکیه گاه گیردار	دوره تناوب مد اول دیوار ناشی از تحلیل مدال SAP2000 درحالت تکیه گاه فنی Tn (Sec)	دوره تناوب مد اول دیوار ناشی از تحلیل مدال SAP2000 درحالت تکیه گاه فنی Tn (Sec)	مقایسه دوره تناوب مد اول دیوار درحالت تکیه گاه فنی نسبت به تکیه گاه گیردار
۱	۱۰۰۵	۲۱۰/۳	۲۱۰/۳	۱۰۰٪	۰/۲۴۴۲	۰/۲۵۱۴	+۲/۹۵٪
۲	۲۳۳۸	۲۷۴/۴	۲۷۲/۸	۹۹/۴٪	۰/۵۶۷۲	۰/۵۹۴۳	+۴/۷۸٪
۳	۶۸۸۰	۳۹۰/۲۵	۳۸۹/۶	۹۹/۸٪	۱/۳۵۶۱	۱/۴۳۵۰	+۵/۸۲٪
۴	۱۴۶۸۰	۵۵۰/۷	۵۴۸/۴	۹۹/۶٪	۱/۹۶۳۱	۲/۱۵۵۸	+۹/۸۲٪

جدول ۳- مقایسه نتایج نیروی برش پایه بدست آمده از تحلیل خمیری دیوارهای برشی پیش ساخته درزدار وبدون درز با استفاده از نرم افزار SAP2000

دیوار پیش ساخته با درز قائم تکیه گاه گیردار	لنگراسمی مقطع محاسباتی Mn (KN.m)	لنگراسمی مقطع کالیبره شده Mn (KN.m)	برش پایه طراحی بدون درز قائم SAP2000 VB (KN)	برش پایه طراحی با درز قائم SAP2000 VB (KN)	مقایسه برش پایه طراحی دیوار درزدار نسبت به دیوار بدون درز قائم تکیه گاه گیردار
۱	۲۴۵	۲۴۳	۲۱۰/۳	۱۷۰/۵	۸۱/۱ %
۲	۶۸۰	۵۹۳	۲۷۴/۹	۲۲۵/۲	۸۲ %
۳	۱۸۶۷	۱۶۸۹	۳۹۰/۲۵	۳۱۰/۵	۷۹/۶ %
۴	۳۷۹۷	۳۶۴۵	۵۵۰/۷	۵۰۱/۹	۹۰ %

جدول ۴- مقایسه نتایج نیروی برش پایه بدست آمده از تحلیل خمیری و دوره تناوب مد اول ناشی از تحلیل مدال SAP2000 برای دیوار برشی پیش ساخته با درز قائم در حالت تکیه گاه گیردار و تکیه گاه فیزی

مقایسه دوره تناوب مد اول دیوار در حالت تکیه گاه فیزی نسبت به تکیه گاه گیردار	+۰/۳ %	+۰/۴ %	+۱/۳۲ %	+۱/۹ %
--	--------	--------	---------	--------

دوره تناوب	مد اول دیوار	ناشی از تحلیل	مدال	SAP2000	درحالت	تکیه گاه فیزی	Tn (Sec)
دوره تناوب مد	اول دیوار ناشی از تحلیل مدال	SAP2000	درحالت	تکیه گاه گیردار	Tn (Sec)	۰/۴۵۹۴	۰/۴۶۰۸
مقایسه	برش پایه	طراحی	تکیه گاه فیزی	نسبت به	تکیه گاه	گیردار	۹۹/۵ %
برش پایه	طراحی	تکیه گاه	فیزی	SAP2000	VB (KN)	۱۶۹/۶	۱۶۹/۶
برش پایه	طراحی	تکیه گاه	گیردار	SAP2000	VB (KN)	۱۷۰/۵	۱۷۰/۵
دیوار برشی	پیش ساخته	با	درز قائم				
						۲۲۴/۴	۲۲۵/۲
						۳۰۴/۶	۳۱۰/۵
						۴۸۹/۳	۵۰۱/۹
						۹۹/۶ %	۹۸/۱ %
						۲/۱۶۲۲	۲/۱۸۸۶
						۲/۹۸۵۵	۳/۰۴۱۰

جدول ۵- مقایسه نتایج نیروی برش پایه بدست آمده از تحلیل خمیری و دوره تناوب مد اول ناشی از تحلیل مدال SAP2000 برای دیوارهای برشی پیش ساخته با درز قائم و بدون درز قائم در حالت تکیه گاه فیزی

مقایسه	
دوره تناوب مد	+۸۳/۳ %
اول دیوار	+۷۲/۶ %
بازرز قائم	+۵۲/۵ %
نسبت به	
دیوار	
بدون درز	+۴۱/۱ %

دیوار برشی پیش ساخته با تکیه گاه فتری	برش پایه طراحی دیوار بدون درز قائم SAP2000 VB (KN)	برش پایه طراحی دیوار با درز قائم SAP2000 VB (KN)	مقایسه برش پایه طراحی دیوار با درز قائم نسبت به دیوار بدون درز	دوره تناوب مد اول دیوار ناشی از تحلیل مدال SAP2000 در حالت بدون درز قائم Tn (Sec)	دوره تناوب مد اول دیوار ناشی از تحلیل مدال SAP2000 در حالت با درز قائم Tn (Sec)
۱	۲۱۰/۳	۱۶۹/۶	۸۰/۶ %	۰/۴۵۱۴	۰/۴۶۰۸
۲	۲۷۲/۸	۲۲۴/۴	۸۲/۳ %	۰/۵۹۴۳	۱/۰۲۵۸
۳	۳۸۹/۶	۳۰۴/۶	۷۹/۳ %	۱/۴۳۵۰	۲/۱۸۸۶
۴	۵۴۸/۴	۴۸۹/۳	۸۸/۳ %	۲/۱۵۵۸	۳/۰۴۱۰

فهرست منابع

- 1 - Mesa , A.D.A , “ Dynamic Amplification of Seismic Moments and Shear Forces in Cantilever Walls “ , Master Degree Thesis , Supervisor , Priestley , M.J.N , June 2002.
- 2 - Nakaki , S.D. , Stanton , J.F. , and Sritharan , S. , “ An Overview of the PRESSS Five-Story Precast Test Building “ , PCI JOURNAL , V.44 , No.2 , March-April 1999 , PP.26-39.
- 3 - PCI Ad Hoc Committee on Precast Walls , “ Design for Lateral Forces Resistance with Precast Concrete Shear Walls “ , PCI JOURNAL , V.42 , No.2 , March-April 1997 , PP. 20-32.

- 4 - " PCI Design Handbook " , Fifth Edition , Precast/Prestressed Concrete Institute , Chicago , IL , 1999.
- 5 - Priestley , M.J.N. , Sritharan , S. , Conley , J.R. , and Pampanin , S. , " Preliminary Results and Conclusions from The PRESSS Five-Story Precast Concrete Test Building " , PCI JOURNAL , V.44 , No.2 , November-December 1999.
- 6 - Priestley , M.J.N. , " The PRESSS Program-Current Status and Proposed Plans for Phase III " , PCI JOURNAL , V.41 , No.2 , March-April 1996 , PP.22-40.
- 7 - ATC-40 , " Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings " , Applied Technology Council , Redwood City , CA , November 1996.
- 8 - " SEAOC Blue Book " , Recommended Lateral Force Requirements and Commentary , Sixth Edition , Structural Engineers Association of California , California , 1996.
- 9 - " Uniform Building Code " , International Conference of Building Officials , Whittier , CA , 1997.
- ۱۰ - " آیین نامه طرح ساختمان ها در برابر زلزله " ، کمیته دائمی بازنگری آیین نامه طرح ساختمان ها در برابر زلزله ، استاندارد ۲۸۰۰ ، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ، ویرایش دوم ، اردیبهشت ۱۳۷۸
- ۱۱ - برگی ، خسرو ، " اصول مهندسی زلزله " ، انتشارات دانشگاه تهران ، چاپ سوم ، زمستان ۱۳۷۹
- ۱۲ - داودنبی ، سیدمهدی ، لاجوردی ، سیدمهیار و احمدی بیدگلی ، حسین ، " برنامه عمومی تحلیلوطراحی سازه " - ۱۲ - داودنبی ، سیدمهدی ، لاجوردی ، سیدمهیار و احمدی بیدگلی ، حسین ، " برنامه عمومی تحلیلوطراحی سازه " ، انتشارات نشر کتاب دانشگاهی ، (ترجمه کتاب SAP2000ها Analysis and Design of Structures ۱۳۸۰ ، چاپ اول ، بهمن ، اشرف، حبیب الله و ویلسون، ادوارد) ، چاپ اول ، بهمن ۱۳۸۰