



یادداشت فنی

تأثیر ابعاد قاب بر ضریب رفتار قاب های خمشی متوسط فولادی

سید اکبر خلیفه لو^۱، سعید صبوری^۲، سید حسام مدنی^۳
(دریافت: ۸۸/۱/۱۵، پذیرش: ۸۸/۸/۱۸)

چکیده

محدوده بسیار گسترده ای از ساختمان های با ارتفاع کوتاه و متوسط در ایران تحت سیستم قاب خمشی متوسط طراحی میشوند. نکته حایز اهمیت در این میان یکسان نبودن ابعاد زمینهای موجود و وجود محدودیتهای معماری اثرگذار بر رویه طراحی میباشد. زمین های موجود، دارای عرض و طول یکسان (ابعاد یکسان) نمی باشند، به همین ترتیب طول و عرض ساختمان ها نیز یکسان نخواهند شد حتی ممکن است در یک ساختمان با قاب هایی مواجه شویم، که عرض یکسان و یا تعداد دهانه های برابر نداشته باشند. بنابراین بررسی این مسئله که تغییر عرض قاب چگونه می تواند ضریب رفتار یک ساختمان را تحت تاثیر قرار دهد از اهمیت ویژه برخوردار می شود. بدین ترتیب طراحان قادر خواهند بود با نگرشی واقع بینانه تر نسبت به نحوه طراحی اینگونه ساختمانها تصمیم گیری نمایند. بر این اساس تعدادی قاب پنج طبقه تحت سیستم قاب خمشی متوسط با تعداد دهانه های مساوی طراحی شده اند. ضرائب رفتار برای این قاب ها به کمک آنالیز بارافزون محاسبه گردیده و به کمک تعدادی نمودار با هم مقایسه شده اند. نتیجه ای که بدست می آید، تفاوت قابل توجه ضرایب رفتار برای قاب ها با عرض دهانه کم و زیاد را نشان می دهد، این تفاوت برای قابها با عرض دهانه زیاد و کم تا حد ۳۵ درصد محاسبه شده است.

کلمات کلیدی

ضریب رفتار، قاب خمشی متوسط، تغییر مکان بین طبقه ای، ابعاد قاب

The Effect of Frame Dimensions on the Strength Reduction Factor of Intermediate Steel Moment Resisting Frames

ABSTRACT

Each frame has a layout which may be different from the layouts of other frames. This difference may be stemmed from differences between bay lengths or frame dimensions in frames. So, investigation on how these differences can affect the parameters, which govern the design of structure, becomes very important. One of the effective parameters which reduce the elastic spectra into inelastic form is so-called strength reduction factor. In most codes, this factor is constant and does not depend on several factors such as differences between layouts. In this study some 5 story intermediate moment resisting frames with different bay layouts are designed, their over strength, ductility and strength reduction factors are calculated by performing triangular pushover analysis and the influence of different frame layouts on strength reduction factor is evaluated. The results indicated that bay length is an ignored significant factor that can affect the strength reduction factors and the major impact on strength reduction is due to the bay-span rather than to its number of bays. the difference between frames with long bays and short bays is calculated to be as high as 35 percent.

Key words

Behavior Factor, Intermediate Steel Moment Frame, Bay Length, Interstory Drift

۱. مربی دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران
۲. دانشیار دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران
۳. دانشجوی دکتری سازه، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، (نویسنده مسئول)



یادداشت فنی

۱-مقدمه:

صورت متمرکز را در مطالعه کیم و چوی مشاهده نموده اند (کیم و چوی^۱). مطالعه اشاره شده بر روی تعدادی قاب حاوی بادبند چورون انجام پذیرفته است. در این مطالعه قابها سه دهانه بوده و دهانه وسط که شامل بادبند چورون میباشد با عرضهای متغیر ۶ و ۸ و ۱۰ متر طراحی شده اند. نتایج بیانگر آن هستند که در شرایط یکسان طراحی افزایش بعد دهانه بادبندی میتواند بشدت ضریب رفتار را تحت تاثیر قرار میدهد.

۲- نحوه تعیین ضریب کاهش مقاومت با توجه به مطالعات موجود

تفسیر آیین نامه NEHRP1997 ضریب اصلاح مقاومت صحیح راضیری می‌داند، که خصوصیات میرایی و شکل پذیری ذاتی سیستم سازه‌ای را جهت رسیدن به بیشینه تغییر مکان لحاظ کند. اجزاء ضریب رفتار وابستگی به نوع عملکرد سازه و شرایط موجود آن داشته و در این مقاله تنها نوعی از عملکرد که حفظ جان انسان‌ها را مهم شمرده است، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در اواسط دهه ۸۰ میلادی، تعدادی آزمایش جهت تعیین برش پایه قاب‌های مهاربندی شده در دانشگاه برکلی انجام گردید و یک رابطه‌بندی منطقی برای این ضریب پیشنهاد شد. با استفاده از نتایج آزمایشگاهی محققین دانشگاه برکلی، ضریب R به صورت حاصلضرب سه فاکتور، که مقاومت ذخیره، شکل پذیری و میرایی ویسکوز را در نظر می‌گرفت، بیان گردید (رابطه ۱):

$$R = R_S \cdot R_\mu \cdot R_\xi \quad (1)$$

فلسفه‌های حاکم بر آیین نامه‌های موجود دنیا، به سازه این اجازه را می‌دهند که به هنگام ارتعاشات شدید زمین وارد محدوده تغییر شکل‌های غیر الاستیک گردد. به عنوان یک نتیجه از این فلسفه طراحی بایستی، نیروهای طراحی الاستیک بسیار کوچکتر از مقادیر لازم برای حفظ سازه در محدوده خطی (هنگام زلزله) باشند (میراندا و برترو ۱۹۹۴)^۱. کاهش در نیروهای ایجاد شده، به علت میرایی انرژی در رفتار غیر خطی هیسترتیک پدید آمده و به وسیله ضرایب اصلاح مقاومت منظوری گردد (یوانگ ۱۹۹۱)^۲، دغلاوه بر آن رویه طراحی فعلی رفتار غیر خطی سازه را مورد بررسی قرار نمی‌دهد، از اینرو ممکن است سازه در برابر زلزله‌های شدید قابلیت جذب انرژی کافی در چرخه‌های هیسترتیک را نداشته یا از شکل پذیری مناسب در برابر زلزله‌های شدید برخوردار نباشد، یا حتی مسیر انتقال بار پیش بینی شده صحیح نباشد. بنابراین استخراج طیف غیر الاستیک از طیف الاستیک، مستلزم شناخت صحیح از ضریب رفتار سازه می‌باشد [ATC 34]. مقادیر حال حاضر ضریب رفتار تجربی میباشند این مطلب در تفسیر برخی آیین نامه‌ها تصریح شده است (تفسیر ۲۰۰۳ NEHRP). به همین علت انجام مطالعات متعدد برای شناخت عوامل اثرگذار بر این ضریب و تعیین دقیقتر آن ضرورت پیدا میکند.

یکی از عوامل تاثیرگذار و سوال برانگیز در مطالعات ضریب رفتار نحوه چیدمان دهانه‌ها و ابعاد قابها میباشد. مطالعات بسیار کم محدود در این زمینه صورت پذیرفته است (لیاو و همکاران^۳، فتحی و همکاران^۴، سونگ و ون^۵). برخی از این مطالعات ضریب نامعینی را بدون در نظر گرفتن سایر ضرایب مشارکت کننده در ضریب رفتار مورد بررسی قرار داده اند که نتایج این دسته از مطالعات عمدتاً تعداد دهانه‌ها را مدنظر قرار داده و از اثر تغییر ابعاد دهانه‌ها چشمپوشی مینماید (لیاو و همکاران و سونگ و ون) نگارندگان فقط در یک مورد تاثیر تغییر بعد دهانه به

^۱Miranda and bertero 1994

^۲uang 1991

^۳Liao et al

^۴Fathi et al

^۵Song and Wen

^۶Kim and Choi



یادداشت فنی

تحقیقات بیشتر رابطه اولیه حاصل از نتایج آزمایشگاهی را مورد تأیید قرار دادند (فریمن ۱۹۹۰^۱، ATC1995). و در ATC-19 و ATC-34 رابطه (۲) به جای رابطه قبلی جایگزین شد:

$$R = R_S \cdot R_\mu \cdot R_R \quad (2)$$

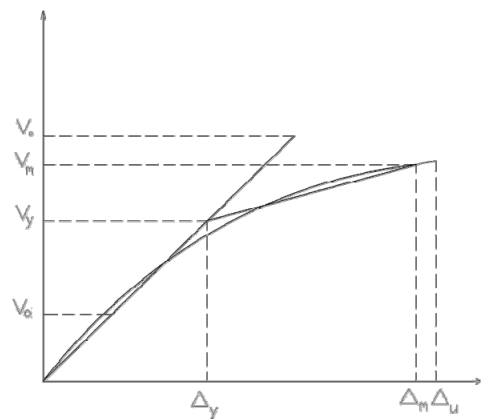
در رابطه (۲) R_S : ضریب اضافه مقاومت، R_μ : ضریب شکل پذیری و R_R : ضریب نامعینی میباشند.

طبق تعریف ضرایب اضافه مقاومت و شکل پذیری از رابطه (۳) محاسبه میشوند:

$$R_S = V_m / V_d \quad R_\mu = V_o / V_m \quad (3)$$

در صورت صرفنظر از ضریب R_μ ، این رابطه به جز قسمت R_R مشابه رابطه قبلی است (کاربرد ضریب R_R افزایش کیفیت عملکرد سیستم‌های قابی موجود می‌باشد) یک ضریب چهارم نیز به عنوان ضریب میرایی ویسکوز R_μ برای در نظر گرفتن اثرات تجهیزات میرا کننده اضافی در قاب ساختمان در نظر گرفته شده است. هر گونه ارزیابی اجزاء ضریب رفتار مؤید این حقیقت است که این اجزاء مستقل از یکدیگر نمی‌باشند (ATC-19). وابستگی R_R به سایر اجزاء ضریب رفتار توسط برترو و برترو مورد تأیید قرار گرفته است (برترو و برترو ۱۹۹۰^۲). برخی مطالعات روی قاب‌های مقاوم در برابر باد توسط موزز^۳ انجام شد. این محقق نتیجه گرفت که رفتار قاب‌ها به مقاومت و بارگذاری بستگی دارد بنابراین قابلیت اعتماد برای قاب‌های یک دهانه از قاب‌های چند دهانه کمتر است و مقدار ضریب نامعینی کمتر یا مساوی ۱ لازم است. مراجع کمی درباره تعریف نامعینی موجود هستند. مرجع (برترو و برترو ۱۹۹۹) یکی از بهترین این مراجع میباشد.

در این رابطه R_S ضریب اضافه مقاومت، R_μ ضریب شکل پذیری و R_R ضریب میرایی می‌باشند. یک نمونه از رفتار سازه در برابر نیروی جانبی در شکل (۱) دیده می‌شود. این نمودار رفتار یک سازه را که تحت تغییر مکان افزایشی قرار گرفته است، نشان می‌دهد. برای اهداف طراحی قسمت غیر خطی نمودار به کمک یک سری فرضیات ساده سازی شده به صورت دو خطی مدل خواهد گردید. این مدل در تحقیقات بسیار مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل (۱): رفتار دوخطی ایده آل سازی شده سازه در برابر نیروی جانبی سازه فولادی (ATC19)

در نمودار بالا کمیت‌های نشان داده شده به صورت ذیل معرفی میشوند:

V_y : نیروی تسلیم Δ_y : تغییر مکان تسلیم

Δ_m : تغییر مکان متناسب با حد خرابی Δ_u : تغییر مکان

نهایی V_m : نیروی معادل حد خرابی

علاوه بر این موارد V_d رانیروی طراحی و V_o را بیشترین نیرو قابل تحمل در حالت الاستیک در نظر میگیریم.

^۱Freeman 1990

^۲Bertero and Bertero 1999

^۳Moses 1974



یادداشت فنی

۳- شیوه طراحی

در این مقاله نامعینی به صورت زیر تعریف میگردد:

مراجع کمی درباره تعریف نامعینی موجود هستند یکی از بهترین این مراجع (برتررو و برتررو ۱۹۹۹) میباشد. در این مقاله نامعینی به صورت زیر تعریف میگردد:

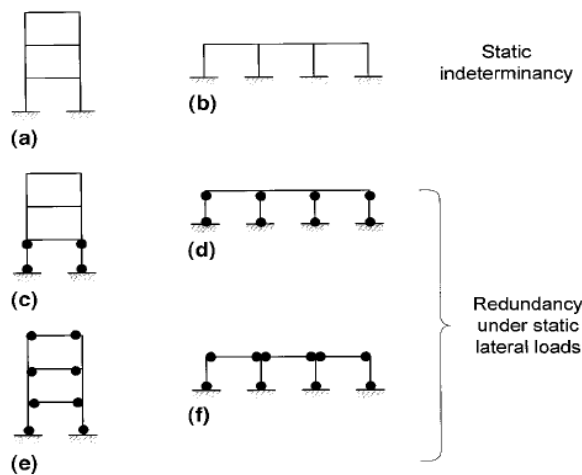
قابهای طراحی شده دارای سیستم قاب خمشی متوسط بوده و تحت ضوابط آیین نامه AISC-ASD-89 و آیین نامه فولاد ایران طراحی شده اند. آیین نامه فولاد ایران انطباق قابل ملاحظه ای با روش تنشهای مجاز آیین نامه AISC دارد. نرم افزار استفاده شده جهت طراحی Etabs(8.54) بوده و تحت آیین نامه AISC-ASD-89 این نرم افزار طراحی ها انجام شده اند سپس تحت آیین نامه فولاد ایران طراحی ها کنترل شده اند. برای در نظر گرفتن ضوابط لرزه ای نیز از استاندارد ۲۸۰۰- ویرایش سوم استفاده شده است

قابها برای کاربری مسکونی طراحی شده و تعداد طبقات ۵، ارتفاع هر کدام از طبقات ۳ متر و سطح بارگیر هر کدام از دهانه ها ۴ متر لحاظ گردیده است. بارهای مرده و زنده به ترتیب $600 \frac{kg}{m^2}$ و $200 \frac{kg}{m^2}$ در نظر گرفته شده اند که با احتساب سطح بارگیر هر دهانه این مقادیر به $\frac{kg}{m}$ ۲۴۰۰ و $\frac{kg}{m}$ ۸۰۰ تبدیل میشوند.

برای طراحی مقاطع از پروفیل‌های بال پهن معمولی (IPB) استفاده شده است. برش پایه، ضوابط تغییر مکان نسبی و سایر ضوابط و ترکیبات بارگذاری به کمک آیین نامه زلزله ایران- ویرایش سوم- محاسبه و کنترل شده اند. برای محاسبه برش پایه تحت آیین نامه زلزله ایران فرض شده است که ساختمان از درجه اهمیت معمولی (I=1) برخوردار بوده و بر روی خاک تپ ۲ که نسبتاً خاک سخی میباشد بنا شده است. ضریب رفتار ۷ در نظر گرفته شده و تغییر مکان بین طبقه ای در حالت طراحی به مقدار مجاز حالت طراحی آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم ایران محدود میشود.

در مورد قابهای خمشی ویژه آیین نامه الزاماتی را در مورد نسبت ظرفیت پلاستیک ستون به تیر در نظر گرفته است. این الزامات به گونه ای تهیه شده اند که از ایجاد پلاستیسیته در ستون جلوگیری کرده و محل تشکیل

درجه نامعینی (Redundancy) یک سیستم سازه‌ای، که با n بیان می گردد، کمترین تعداد مناطق بحرانی یا مفاصل پلاستیک سیستم سازه‌ای است که تسلیم می‌شوند یا به طور مشابه تحت EQGM (القائات زمین لرزه) دچار فرو ریزش میگردند بنابراین درجه نامعینی یک سیستم، تنها تحت تأثیر خصوصیات هندسی سازه، آرما تور بندی و تدوین جزییات نیست بلکه به خصوصیات دینامیکی سازه و تاریخچه زمانی زلزله EQGM نیز بستگی دارد. مکانیزم‌های E و F (شکل ۲) مکانیزم‌های مطلوب برای اتلاف انرژی تحت القا زلزله هستند، به شرطی که مفاصل پلاستیک به حد کافی شکل پذیر باشند. (ظرفیت شکل پذیری در مناطق بحرانی بیش از نیاز شکل پذیری باشد).



شکل (۲): مقایسه بین نامعینی و Redundancy سیستم

الاستیک-کاملاً پلاستیک تحت القائات زمین لرزه

ضریب نامعینی استاتیکی (a) n=9, b) n=9 و درجه

نامعینی (Redundancy) (c) n=4, d) n=8, e) n=8, f) n=10

f) n=10



یادداشت فنی

المانی که برای مدلسازی مورد استفاده قرار گرفته است، المان BEAM188 میباشد. این المان دارای این قابلیت میباشد که مقدار تنش در نقاط مختلف مقطع را تحت بارهای وارده محاسبه و امکان درک بهتر و عمیقتر از رفتار سازه را برای کاربر فراهم نماید. این المان نمیتواند مفصل پلاستیک را بصورت متمرکز مدل نماید.

برای آنالیز قابها از روش بارافزون استفاده شده است این روش یکی از روشهای معتبر محاسبه ضریب رفتار میباشد و با توجه به کم بودن تعداد طبقات اثر تعدد درجات آزادی در آن کم بوده و بنابراین از دقت بسیار مناسب برخوردار میباشد. ترکیب بار ثقلی استفاده شده برای این آنالیز بنا به توصیه ATC19، (DL+LL) ۱/۱ میباشد. پس از اعمال بار ثقلی، بار جانبی توسط روش مثلثی معکوس و در چندین گام به سازه وارد میشود. روش مذکور در مطالعات موافی و الناشای^۱، مقدم و حاجی رسولیها^۲، ماهری و اکبری^۳ به عنوان یک روش معتبر برای آنالیز سازه های کوتاه شناخته شده است به خصوص مرجع موافی و الناشای صحت نتایج این روش را به خوبی مورد تایید قرار میدهد.

بر اساس انتخاب روش بارافزون بعنوان پایه آنالیز سازه ضریب شکل پذیری از روابط معتبر ارایه شده توسط میراندا و برترو برای خاک های سخت محاسبه میگردد. این محققین با استفاده از ۱۲۴ شتابنگاشت مشتمل بر طیف گسترده ای از خاکهای نسبتا سخت و ۵% میرایی معادلات زیر را ارائه نمودند.

$$R_{\mu} = \frac{\mu - 1}{\varphi} + 1 \quad (4)$$

$$\varphi = 1 + \frac{1}{10T - \mu T} - \frac{1}{2T} e^{-1.5(\ln T - 0.6)^2} \quad (5)$$

^۱ Mwafy and Elnashai.

^۲ Moghaddam and Hajirasouliha

^۳ Maheri and Akbari

مفاصل پلاستیک را در تیرها متمرکز کنند. برای قابهای خمشی متوسط هیچگونه الزام آیین نامه ای در ارتباط با لزوم تمرکز مفاصل پلاستیک در تیرها به هنگام زلزله وجود ندارد. بنابراین سلاقی مختلف طراحی میتوانند در عملکرد سازه به هنگام زلزله تاثیر بسزایی داشته باشند. برای مطالعه تاثیر سلاقی مختلف طراحی بر ضریب رفتار واقعی سازه دو روش در نظر گرفته میشود:

روش اول_ قابها به گونه ای طراحی شده اند که سختی و تغییر مکان بین طبقه ای عمدتا توسط تقویت ستونها کنترل شود (DC).

روش دوم_ قابها به گونه ای طراحی شده اند که سختی و تغییر مکان بین طبقه ای عمدتا توسط تقویت تیرها کنترل شود (DB).

بدین ترتیب قابهای طراحی شده تحت روش اول (DC) نسبت به روش دوم (DB) از نسبتهای بزرگتر ظرفیت پلاستیک ستون به تیر در محل اتصالات برخوردار میباشند.

۴- نحوه مدلسازی، شیوه آنالیز قابها و نحوه محاسبه ضریب رفتار

برای در نظر گرفتن حالت غیرالاستیک (غیرخطی مصالح) در آنالیز قابها از منحنی دوخطی استفاده شده است. برای تشکیل این منحنی دوخطی مدول الاستیسیته فولاد $\times 0.6$ ، مقاومت تسلیم $\frac{kg}{cm^2}$ ۲۴۰۰ و شیب شاخه سخت شوندگی $E \times 3\%$ در نظر گرفته شده است. در این مدلسازی فرض شده است که چشمه اتصال از سختی و مقاومت کافی برخوردار بوده و بدین ترتیب از مدل کردن آن صرف نظر شده است.

نرم افزاری که برای آنالیز در حالت غیرخطی استفاده شده است (ANSYS (Version ۱۰) میباشد. این نرم افزار قابلیت در نظر گرفتن همزمان غیرخطی هندسی (اثرات P-Δ) و غیرخطی مصالح را دارا بوده و طی مطالعات متعدد انجام شده در گذشته قابلیت و دقت نتایج بدست آمده از آن به خوبی مورد تایید قرار گرفته است.



یادداشت فنی

در گروه اول قابهایی با هم مقایسه شده اند که عرض دهانه آنها ثابت بوده و تعداد دهانه ها تغییر مینماید. برای این منظور عرض دهانه ۳ متر بعنوان عرض دهانه پایه انتخاب شده است و تعداد دهانه ها از ۴ تا ۸ متغیر فرض شده اند. مقایسه این قابها نشان خواهد داد که صرفاً بزرگ شدن عرض قاب چگونه میتواند ضریب رفتار را تحت تاثیر قرار دهد در این مقایسه از تاثیر بزرگ شدن اندازه دهانه صرف نظر میگردد (شکل ۶). ضرایب رفتار بدست آمده برای قابهای دارای تعداد دهانه ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ شیوه طراحی DC بترتیب ۴/۸۵، ۵/۰۵، ۴/۷۳، ۴/۹۲ و ۴/۷۶ و برای شیوه طراحی DB بترتیب ۴/۳۴، ۴/۶۱، ۴/۶۱، ۴/۵۴ و ۴/۶۲ بدست آمده اند. از مقایسه ضرایب رفتار نتیجه گرفته میشود نظم مشخصی در افزایش یا کاهش ضریب رفتار با زیاد شدن تعداد دهانه ها و نتیجتاً افزایش عرض قاب وجود ندارد این بدان معناست که ضریب رفتار رابطه ای با افزایش عرض قاب به علت افزایش تعداد دهانه ها با عرض مشخص ندارد. بنابراین تنها عرض قاب نمیتواند معیار و پارامتر اثرگذاری بر ضریب رفتار تشخیص داده شود.

برای بررسی دیگر عامل احتمالی اثرگذار بر ضریب رفتار یعنی عرض دهانه، تعدادی قاب با تعداد دهانه یکسان و عرض دهانه متغیر بایکدیگر مقایسه شده اند. برای این منظور تعداد دهانه ۴ به عنوان تعداد دهانه پایه انتخاب شده است. قابهای در نظر گرفته شده قابهای ۴ دهانه با عرضهای دهانه ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ متر میباشند. این قابها عرض متفاوت دارند که با توجه به نتایج قبلی نمیتواند عاملی تاثیرگذار بر ضریب رفتار باشد. ضرایب رفتار برای قابهای دارای عرضهای دهانه ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ متر تحت شیوه طراحی DC بترتیب ۴/۸۵، ۵/۱۴، ۵/۶۷، ۵/۵۹ و ۵/۸۷ و تحت شیوه طراحی DB بترتیب ۴/۳۴، ۵/۰۱، ۵/۰۷، ۵/۱۲ و ۵/۳۴ بدست آمده اند (شکل ۷). مشاهده میشود که قابهای DC دارای عرض دهانه ۴، ۵، ۶ و ۷ متر نسبت به قاب دارای عرض دهانه ۳ متر بترتیب ۰/۶،

معیار خرابی این مطالعه تغییر مکان هدف بین طبقه ای ۰/۲٪ ارتفاع طبقه (برگرفته از آیین نامه زلزله ایران) در نظر گرفته شده است.

در حالت دوم -تعداد دهانه ثابت، عرض دهانه متغیر-؛ به بررسی قابهای با تعداد دهانههای مساوی می پردازد. در این حالت تأثیر افزایش عرض دهانه ها مورد بررسی قرار خواهد گرفت (شکل ۷).

برای بررسی اثر ابعاد قاب بر ضریب رفتار دو حالت در نظر گرفته شده است:

در حالت اول -تعداد دهانه متغیر، عرض دهانه یکسان-؛ تأثیر افزایش تعداد دهانه ها بر ضریب رفتار مورد بررسی قرار گرفته است. برای این حالت عرض دهانه در تمام قابها یکسان در نظر گرفته می شود و تعداد دهانه ها افزایش میابد (شکل ۶).

۵- بحث و نتایج

همانگونه که قبلاً ذکر شد زمین های موجود ابعاد یکسان ندارند در نتیجه زیربنای ساختمان و ابعاد قابهای ساخته شده در این زمینها نیز یکسان نخواهد بود بدین ترتیب با قابها با تعداد و عرض دهانه های مختلف مواجه خواهیم بود که احتمالاً ضرایب رفتار متفاوتی از خود نشان میدهند. آیین نامه های فعلی از جمله استاندارد ۲۸۰۰- ویرایش سوم از اعداد ثابت برای ضرایب رفتار سیستمهای ساختمانی استفاده مینمایند. آنچه که مسلم است این است که ضریب رفتار به پارامترهای مختلف از جمله نحوه چیدمان دهانه ها در قابها و اندازه های مختلف قابها وابسته میباشد. چگونگی این وابستگی مورد بحث حاضر میباشد. برای این منظور دو دسته قاب که قبلاً شرح داده شده اند مورد بررسی قرار گرفته اند در شکلهای ۳ و ۵ و مقاطع طراحی ها نشان داده شده اند.



یادداشت فنی

شدن عرض دهانه ضریب رفتار بزرگتری از خود نشان میدهند. البته کاهش ضریب رفتار در قاب طراحی شده ۴ بسیار DC دهانه دارای عرض دهانه ۶ متر تحت روش ناچیز و قابل چشمپوشی میباشد. بنابراین میتوان استدلال نمود که در یک روند کلی با بزرگ شدن عرض دهانه ضرایب رفتار افزایش پیدا میکند و اندازه دهانه پارامتر موثری در محاسبه ضریب رفتار بشمار میرود.

۱۶/۹٪، ۲۵/۱۵٪ و ۲۱٪ ضریب رفتار بزرگتر نشان میدهند این نسبت برای قابهای دارای عرضهای دهانه ۴، ۵، ۶ و ۷ متر تحت شیوه طراحی DB نسبت به قاب دارای عرض دهانه ۳ متر بترتیب ۱۵/۴۳٪، ۱۶/۸۲٪، ۱۷/۸٪ و ۲۳٪ محاسبه شده است. با مقایسه ضرایب رفتار قابها مشاهده میگردد که بجز قاب طراحی شده ۴ دهانه دارای عرض دهانه ۶ متر تحت روش DC سایر قابها با بزرگ

IPB14	IPB14	IPB14	IPB14
IPB16	IPB22	IPB22	IPB16
IPB18	IPB18	IPB18	IPB18
IPB16	IPB22	IPB22	IPB16
IPB20	IPB22	IPB22	IPB20
IPB22	IPB22	IPB22	IPB22
IPB20	IPB22	IPB22	IPB20
IPB22	IPB24	IPB24	IPB22
IPB20	IPB22	IPB22	IPB20
IPB22	IPB24	IPB24	IPB22
IPB22	IPB24	IPB24	IPB22
300	300	300	300

a) DC . ۳*۴

IPB14	IPB14	IPB14	IPB14
IPB14	IPB20	IPB20	IPB14
IPB20	IPB20	IPB20	IPB20
IPB18	IPB20	IPB20	IPB18
IPB20	IPB20	IPB20	IPB20
IPB20	IPB22	IPB22	IPB20
IPB22	IPB24	IPB24	IPB22
IPB20	IPB22	IPB22	IPB20
IPB22	IPB24	IPB24	IPB22
IPB20	IPB22	IPB22	IPB20
IPB20	IPB22	IPB22	IPB20
300	300	300	300

b) DB . ۳*۴

IPB16	IPB16	IPB16	IPB16
IPB22	IPB20	IPB22	IPB22
IPB22	IPB20	IPB22	IPB22
IPB24	IPB24	IPB24	IPB24
IPB22	IPB26	IPB22	IPB26
IPB24	IPB24	IPB24	IPB24
IPB26	IPB26	IPB26	IPB26
IPB24	IPB24	IPB24	IPB24
IPB26	IPB26	IPB26	IPB26
IPB24	IPB24	IPB24	IPB24
IPB26	IPB26	IPB26	IPB26
400	400	400	400

c) DC . ۴*۴

IPB18	IPB18	IPB18	IPB18
IPB20	IPB20	IPB20	IPB20
IPB24	IPB24	IPB24	IPB24
IPB20	IPB20	IPB20	IPB20
IPB24	IPB24	IPB24	IPB24
IPB24	IPB26	IPB24	IPB26
IPB24	IPB26	IPB26	IPB24
IPB24	IPB26	IPB24	IPB26
IPB24	IPB26	IPB26	IPB24
IPB24	IPB26	IPB26	IPB24
IPB24	IPB26	IPB26	IPB24
400	400	400	400

d) DB . ۴*۴

IPB20	IPB20	IPB20	IPB20
IPB24	IPB26	IPB24	IPB26
IPB24	IPB26	IPB24	IPB26
IPB24	IPB24	IPB24	IPB24
IPB28	IPB30	IPB28	IPB30
IPB24	IPB28	IPB24	IPB28
IPB28	IPB28	IPB28	IPB28
IPB26	IPB28	IPB26	IPB28
IPB28	IPB28	IPB28	IPB28
IPB26	IPB28	IPB26	IPB28
IPB28	IPB28	IPB28	IPB28
IPB26	IPB28	IPB26	IPB28
IPB28	IPB28	IPB28	IPB28
500	500	500	500

e) DC . ۴*۵

IPB20	IPB20	IPB20	IPB20
IPB22	IPB24	IPB22	IPB24
IPB22	IPB24	IPB22	IPB24
IPB28	IPB28	IPB28	IPB28
IPB22	IPB28	IPB22	IPB28
IPB28	IPB28	IPB28	IPB28
IPB26	IPB28	IPB26	IPB28
IPB28	IPB28	IPB28	IPB28
IPB26	IPB28	IPB26	IPB28
IPB28	IPB28	IPB28	IPB28
IPB26	IPB28	IPB26	IPB28
IPB28	IPB28	IPB28	IPB28
500	500	500	500

f) DB . ۴*۵

شکل شماره (۳): طراحی های انجام شده DC و DB برای قابهای ۳*۴ و ۴*۵ و ۴*۵

یادداشت فنی

IPB22	IPB22	IPB22	IPB22
IPB24	IPB28	IPB28	IPB24
IPB24	IPB28	IPB28	IPB24
IPB30	IPB32	IPB30	IPB30
IPB30	IPB32	IPB30	IPB30
IPB30	IPB32	IPB30	IPB30
600	600	600	600

a) DC . ۶*۰.۰۰۰

IPB22	IPB22	IPB22	IPB22
IPB26	IPB28	IPB28	IPB26
IPB26	IPB28	IPB28	IPB26
IPB30	IPB30	IPB30	IPB30
IPB28	IPB30	IPB30	IPB28
IPB28	IPB30	IPB30	IPB28
600	600	600	600

b) DB . ۶*۰.۰۰۰

IPB26	IPB24	IPB24	IPB26
IPB28	IPB28	IPB28	IPB28
IPB28	IPB28	IPB28	IPB28
IPB30	IPB32	IPB32	IPB30
IPB30	IPB32	IPB32	IPB30
IPB30	IPB32	IPB32	IPB30
700	700	700	700

c) DC . ۷*۰.۰۰۰

IPB26	IPB24	IPB24	IPB26
IPB26	IPB26	IPB26	IPB26
IPB26	IPB26	IPB26	IPB26
IPB30	IPB30	IPB30	IPB30
IPB32	IPB32	IPB32	IPB32
IPB32	IPB32	IPB32	IPB32
700	700	700	700

d) DB . ۷*۰.۰۰۰

IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14
IPB18	IPB20	IPB18	IPB20	IPB18
IPB20	IPB20	IPB20	IPB20	IPB20
IPB22	IPB22	IPB22	IPB22	IPB22
IPB22	IPB22	IPB22	IPB22	IPB22
IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24
320	320	320	320	320

e) DC . ۳/۲*۰.۰۰۰

IPB14	IPB16	IPB14	IPB16	IPB14
IPB18	IPB22	IPB18	IPB22	IPB18
IPB18	IPB20	IPB18	IPB20	IPB18
IPB22	IPB24	IPB22	IPB24	IPB22
IPB22	IPB24	IPB22	IPB24	IPB22
IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24
320	320	320	320	320

f) DB . ۳/۲*۰.۰۰۰

شکل شماره (۴): طراحی های انجام شده DC و DB برای قابهای ۶*۰ و ۷*۰ و ۳/۲*۰



یادداشت فنی

IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14
IPB15	IPB15	IPB20	IPB20	IPB15	IPB15
IPB22	IPB20	IPB20	IPB20	IPB20	IPB22
IPB18	IPB18	IPB20	IPB20	IPB18	IPB18
IPB22	IPB20	IPB20	IPB20	IPB20	IPB22
IPB24	IPB24	IPB20	IPB20	IPB24	IPB24
IPB24	IPB24	IPB20	IPB20	IPB24	IPB24
IPB22	IPB20	IPB20	IPB20	IPB22	IPB22
IPB24	IPB24	IPB20	IPB20	IPB24	IPB24
300	300	300	300	300	300

a) DC . ۶*۳

IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14
IPB20	IPB20	IPB15	IPB20	IPB15	IPB20
IPB20	IPB20	IPB20	IPB20	IPB20	IPB20
IPB20	IPB20	IPB18	IPB20	IPB18	IPB20
IPB20	IPB20	IPB20	IPB20	IPB20	IPB20
IPB22	IPB22	IPB22	IPB22	IPB22	IPB22
IPB22	IPB22	IPB24	IPB24	IPB24	IPB22
IPB22	IPB22	IPB24	IPB24	IPB24	IPB22
IPB22	IPB22	IPB24	IPB24	IPB24	IPB22
300	300	300	300	300	300

b) DB . ۶*۳

IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14
IPB20	IPB20	IPB20	IPB20	IPB20	IPB20	IPB20
IPB20	IPB18	IPB20	IPB20	IPB20	IPB18	IPB20
IPB20	IPB18	IPB20	IPB20	IPB20	IPB18	IPB20
IPB22	IPB24	IPB22	IPB24	IPB22	IPB24	IPB22
IPB22	IPB20	IPB22	IPB22	IPB22	IPB20	IPB22
IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB22
IPB22	IPB20	IPB22	IPB22	IPB22	IPB20	IPB22
IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB22
300	300	300	300	300	300	300

c) DC . ۷*۳

IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14
IPB20	IPB18	IPB20	IPB18	IPB18	IPB20	IPB20
IPB20	IPB20	IPB20	IPB22	IPB22	IPB20	IPB20
IPB20	IPB18	IPB20	IPB22	IPB22	IPB20	IPB20
IPB22	IPB24	IPB22	IPB24	IPB22	IPB24	IPB22
IPB22	IPB20	IPB22	IPB24	IPB22	IPB24	IPB22
IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB22
IPB22	IPB20	IPB22	IPB24	IPB22	IPB24	IPB22
IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB22
300	300	300	300	300	300	300

d) DB . ۷*۳

IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14
IPB18	IPB20	IPB20	IPB18	IPB18	IPB20	IPB20	IPB18
IPB20	IPB22	IPB20	IPB20	IPB20	IPB20	IPB22	IPB20
IPB18	IPB20	IPB20	IPB18	IPB18	IPB20	IPB20	IPB18
IPB10	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB18
IPB20	IPB22	IPB22	IPB20	IPB20	IPB22	IPB22	IPB20
IPB22	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB22
IPB22	IPB20	IPB22	IPB20	IPB20	IPB22	IPB22	IPB20
IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB24	IPB22
300	300	300	300	300	300	300	300

e) DC . ۸*۳

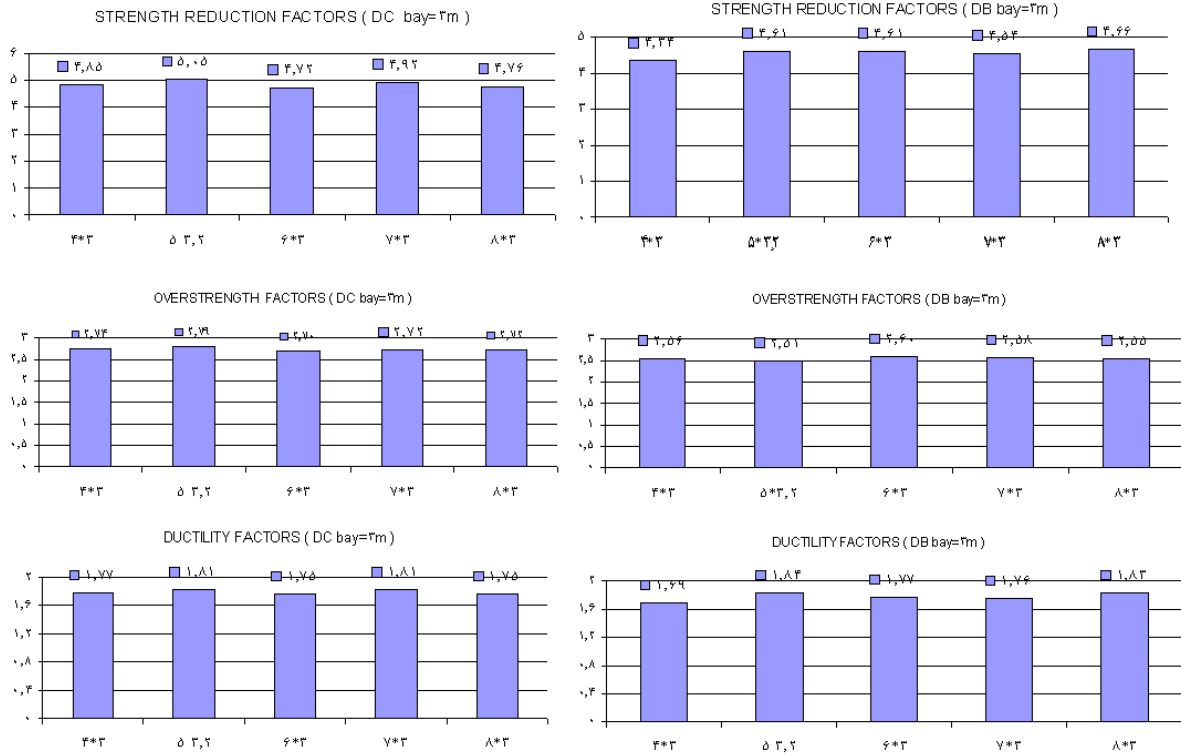
IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14	IPB14
IPB18	IPB18	IPB18	IPB18	IPB18	IPB18	IPB18	IPB18
IPB22	IPB22	IPB22	IPB24	IPB24	IPB22	IPB22	IPB22
IPB16	IPB16	IPB16	IPB16	IPB16	IPB16	IPB16	IPB18
IPB10	IPB22	IPB22	IPB18	IPB22	IPB22	IPB18	IPB18
IPB22	IPB24	IPB22	IPB24	IPB24	IPB22	IPB22	IPB22
IPB22	IPB24	IPB22	IPB24	IPB24	IPB22	IPB24	IPB22
IPB22	IPB24	IPB22	IPB24	IPB24	IPB22	IPB24	IPB22
IPB22	IPB24	IPB22	IPB24	IPB24	IPB22	IPB24	IPB22
300	300	300	300	300	300	300	300

f) DB . ۸*۳

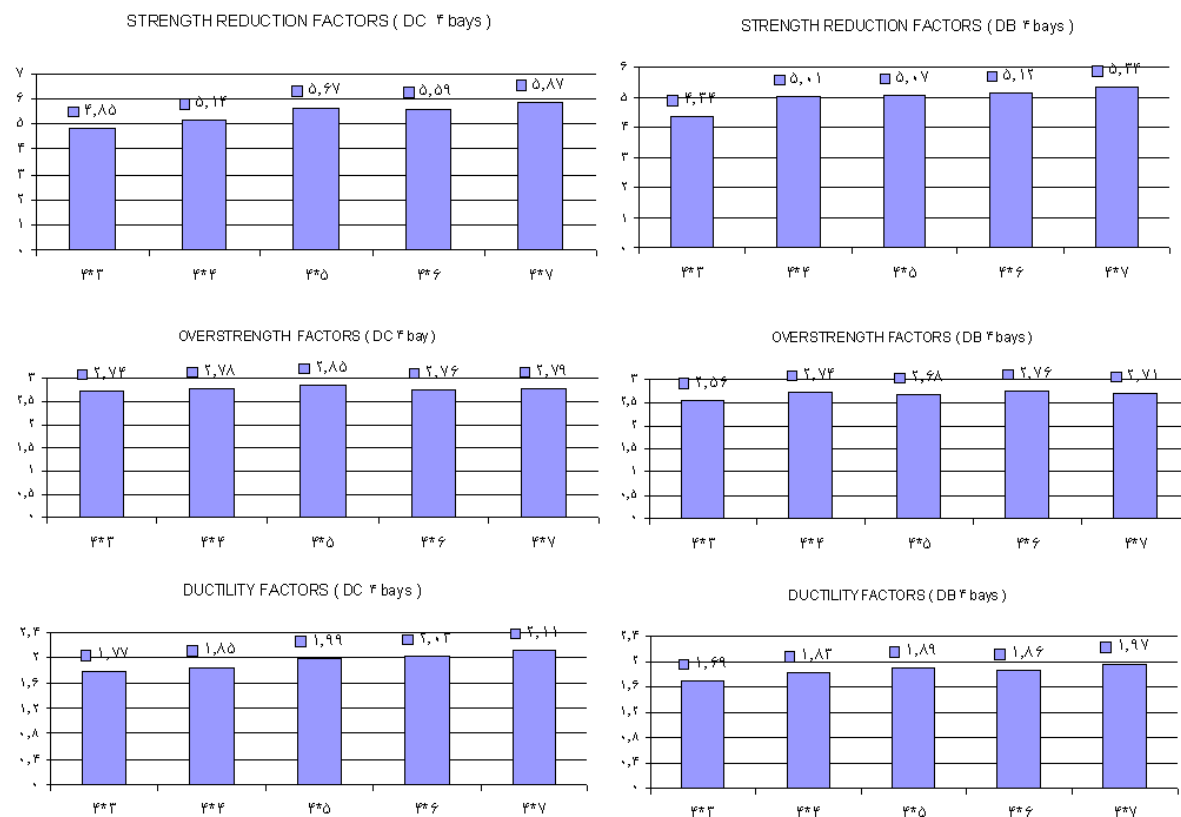
شکل شماره (۵): طراحی های انجام شده DC و DB برای قابهای ۶*۳ و ۷*۳ و ۸*۳



یادداشت فنی



شکل شماره (۶): مقایسه ضرایب اضافه مقاومت، شکل پذیری و ضرایب رفتار برای قابهای دارای بعد دهانه حدوداً ۳ متر تحت طراحی DC و DB



شکل شماره (۷): مقایسه ضرایب اضافه مقاومت، شکل پذیری و ضرایب رفتار



2. ATC (1995). A Critical Review of Current Approaches to Earthquake Resistant Design. Report No. ATC-34, Applied Technology Council, Redwood City, California.

3. Bertero, R. D., and Bertero, V. V. (1999). "Redundancy in Earthquake-Resistant Design." Journal of Structural Engineering, ASCE, 125(1), 81-88.

4. BSSC. NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures; part 1: provisions. FEMA-302, Building Seismic Safety Council, Washington, D.C.; 1997

5. FEMA. 2004. "NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures." NEHRP 2003 (FEMA-450), Washington, D.C.

6. Freeman, S.A., 1990, "On the correlation of code forces to earthquake demands," Proceeding of the 4-d US-Japan Workshop on Improvement of Structural Design and Construction Practices, ATC-15-3 Report, Applied Technology Council, Redwood City, California.

7. Kim, J., Choi, H. (2005) "Response modification factors of chevron-braced frames" ., Engineering Structures 27, (285-300).

8. Maheri MR, Akbari R. Seismic behavior factor, R, for steel X-braced and knee-braced RC buildings. Engineering Structures 2003; 25(15): 1505-13.

9. Miranda, E., and Bertero, V. V. (1994). "Evaluation of Strength Reduction Factors for Earthquake-Resistant Design." Earthquake Spectra, EERI, 10(2), 357-380.

10. Moghaddam H., Hajirasouliha. (2005)., "Toward more rational criteria for determination of design earthquake forces" International Journal of Solids and Structures.

11. Moses, F. (1974). "Reliability of structural systems." J. Struct. Div., ASCE, 100(9), 1813-1820.

12. Mwafy AM, Elnashai AS. Static pushover versus dynamic collapse analysis of RC buildings. Engineering Structures 2000; 23(5): 407-24.

13. Uang, C.-M. (1991). "Establishing R (or R_w) and Cd Factors for Building Seismic Provisions." Journal of Structural Engineering, ASCE, 117(1), 19-28.

14. Fathi M., Daneshjoo F., Melchers R.E., 2006, "A method for determining the behaviour factor of moment-resisting steel frames with semi-rigid connections," Engineering Structures 28, (514-531).

15. Liao, K.-W., Wen, Y.-K., and Foutch, D. A. 2007. "Evaluation of 3D Steel Moment Frames under Earthquake Excitations. II: Reliability and Redundancy." J. Struct. Eng., 133_3, 462-470.

16. Kim, J., Choi, H. (2005) "Response modification factors of chevron-braced frames" ., Engineering Structures 27, (285-300).

17. Song, S.-H., and Wen, Y. K. (2000). "Redundancy of dual and steel moment frame systems under earthquake loads." Structural research series No. 631, Univ. of Illinois, <http://mae.ce.uiuc.edu/research/RR-3>. (Nov. 2000).

نسبت شکل پذیری، ضریب اضافه مقاومت و ضریب رفتار در اشکال ۶ و ۷ نمایش داده شده اند. این ضرایب با استفاده از آنالیز بارافزون و روشهای محاسباتی که پیشتر مورد بحث قرار گرفتند، محاسبه گردیده اند. از بررسی و مقایسه این ضرایب نتایج ذیل حاصل میگردد:

۱. ضرائب رفتار قاب‌های DC محدوده‌ای بین ۴/۷۶ تا ۵/۸۷ را شامل شده و در قاب‌های DB این محدوده بین ۴/۳۴ تا ۵/۳۴ متغیر می باشد. همان طور که مشاهده مینمایید این ضرایب حدودا ۲۵ تا ۳۰ درصد از مقدار آیین نامه ای در نظر گرفته شده ۷ کوچکتر میباشند. بنابراین لازم بنظر میرسد تهیه کنندگان استاندارد ۲۸۰۰ توضیحاتی در این زمینه اعلام نمایند.
۲. ضریب رفتار و اجزاء آن به نحوه چیدمان و اندازه دهانه های قاب وابسته میباشند. بنابراین در نظر گرفتن تنها یک ضریب ثابت برای تمام حالات یک قاب ظاهرا غیر منطقی بنظر میرسد.
۳. در حالت مورد بررسی قاب با تعداد دهانه متغیر و عرض دهانه یکسان، همانطور که در شکل (۶) مشاهده میگردد یک روند منظم افزایشی یا کاهشی برای ضریب رفتار مشاهده نمیشود بعبارتی افزایش صرف بعد قاب یا تعداد دهانه ها منجر به افزایش مقدار ضریب رفتار نمیگردد.
۴. در حالت دوم و مورد بررسی تعداد دهانه‌های مساوی مشاهده گردید که در یک روند کلی، افزایش ضریب رفتار با افزایش بعد دهانه‌ها روی میدهد. این بدان معناست که آنچه ضریب رفتار را تحت تاثیر قرار میدهد افزایش بعد دهانه میباشد نه افزایش بعد قاب. این تفاوت برای قابها با عرضهای دهانه زیاد و کم تا حد ۳۵ درصد بین قاب (DC ۷) و (DB ۳) محاسبه شده است.

۷- مراجع

1. Applied Technology Council (ATC). (1995). "Structural response modification factors." ATC-19, Redwood City, Calif.