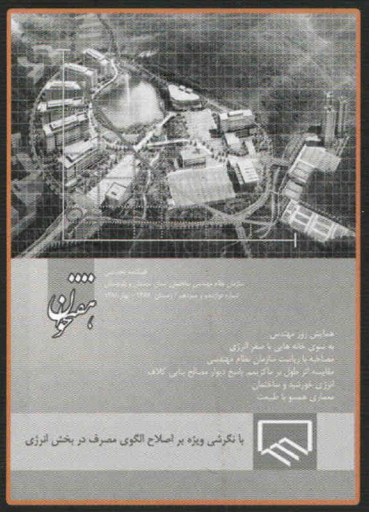
چاپ مقالات در فصلنامه هفتخوان به معنای تائید مطالب نبوده و مسئولیت مندرجات در مقاله مستقیماً با نویسنده آن است.



هفتخوان:
فصلنامه تخصصی سازمان نظام مهندسی ساختمان استان سیستان و بلوچستان

صاحب امتیاز:
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان سیستان و بلوچستان

سردبیر:
مهندس رسول بیجار

مدیر اجرایی:
یوکابد ولی زاده

هیات علمی:
مهندس مسعود مالکی / دکتر مهدی اژدری مقدم
دکتر فریبرز قبادلو /دکتر علیرضا شهرکی / دکتر محمود میری
دکتر عبدالحمید بحرپیما / مهندس حسین علی نادری /
مهندس عبدالناصر ریگی / مهندس محمدعلی نشاطی

هیات تحریریه:
مهندس محمد رضایی کیا / مهندس مسعود مالکی
مهندس ملک محمدنجفی / مهندس محبعلی میررشید
مهندس عبدالباسط بزرگزاده / مهندس مهدی شایان
مهندس علیرضا آشوری / مهندس حامد مخدومی درمیان

هیات اجرایی:
مهندس امیره نخعی / مهندس فاطمه راشکی /
مهندس مهری سیاسر / مهندس هدی درخشنده

طراحی و صفحه بندی:
علیرضا ولی زاده

چاپ و صحافی :
مجتمع چاپ و تکثیر اندیشه نوین

نشانی:
زاهدان - بلوار خرمشهر - نبش خرمشهر ۲۱
روبروی فروشگاه رفاه

تلفن تماس:
۲۴۱۹۳۶۶

نمابر:
۲۴۲۵۸۱۲

فهرست :

سخن سردبیر ۲
همایش روز مهندس ۳
به سوی خانه هایی با صفر انرژی ۸
شهرستان کنارک به روایت تصویر ۱۲
حق آبه هیرمند ۱۴
مصاحبه با ریاست سازمان نظام مهندسی ۲۱
مقایسه اثر طول بر ماکزیمم پاسخ
.دیوار مصالح بنایی کلاف دار ۲۲
معماری همسو با طبیعت ۳۶
بدون شرح ۲۸
خانه های مستقل از انرژی شهری ۳۰
آزمون نظام مهندسی ساختمان ۳۴
انرژی خورشید و ساختمان ۳۶
بررسی رفتار اتصال تیر به ستون در امتداد محور
ضعیف ستون در سیستم های مهاربند خرپایی پله ای ۳۸
انتخابات سازمان نظام مهندسی ۴۲
اطلاعیه ۴۳
معماری رنسانس تا باروک ۴۴
فرم اشتراک فصلنامه ۴۶
تقویم نمایشگاههای داخلی و خارجی ۴۷
تسلیت ها ۴۸

مقایسه اثر طول بر ماکزیمم پاسخ دیوار مصالح بنایی کلاف دار

محمود میری ، منصور قلعه نوی ، احمد علی گلوی

استادیار بخش عمران ،دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

استادیار بخش عمران ،دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد ۲-

کارشناس ارشد سازه، دانشکده فنی مهندسی ،دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان

خلاصه

زلزله های چند ساله اخیر در ایران و خسارتهای ناشی از آنها موجب شروع مقاوم سازی سازه های مختلف منجمله ساختمانهای با مصالح بنایی درکشور گردیده است. یک نمونه از این مقاوم سازیها به صورت استفاده ازکلاف های فلزی درسازه انجام می شود. دراین مقاله اثر تغییر طول بر ماکزیمم پاسخ دیوار مصالح بنایی کلافدار در مقایسه با دیوار بدون کلاف والگوی ترک حاصله دراینگونه دیوارها تحت اثر بارجانبی موردبررسی وتجزیه وتحلیل قرار گرفته است. برای پیش بینی رفتاراین دیوارها از یک مدل اجزاء محدود که نحوه چیدمان آجر و اثرملات درآن درنظرگرفته شده، استفاده گردیده است. رفتارغیرخطی دیوار مصالح بنایی با طول دهانه های ۳، ۴، و۵ متری تحت اثرسربارقائم مورد بررسی قرارگرفت که نتایج نشان داد تغییرطول دیوارعلاوه برافزایش سختی ، تغییر در درصد افزایش مقاومت برمکانیزم شکست والگوی ترک نیزتاثیرخواهد گذاشت.

۱. مقدمه

به طورکلی سازه های کلاف بندی شده رفتار مناسبتری نسبت به سازه های بنایی غیرکلاف بندی ازخودنشان می دهند. به علت فراوانی استفاده ازکلاف های فلزی درساختماهای متداول روستایی ایران مطالعه اثراین کلاف ها برروی رفتارغیرخطی دیوارمصالح بنایی یک موضوع کاربردی ومهم می باشد.. بررسی سوابق موضوع نشان می دهد که وفایی در دانشگاه صنعتی شریف یک روش میکرو مدل جهت مدل سازی غیر خطی دیوارهای آجری به روش اجزاء محدود ارائه نمود. در این روش رفتار قاب مرکب تحت بارگذاری جانبی در حیطه خطی و غیر خطی مورد بررسی قرار گرفت که روابط وفرمولهای موجود توانایی منظور نمودن اثرات ترک و خرد شدگی در میانقاب را داشتند. در این مدل از معیارهای خرابی ویلیام و وارنک جهت تشخیص ترک و خرد شدگی استفاده شده بود. همچنین رفتار بعد از ترک با تغییر در روابط تنش –کرنش خطی اولیه مدل گردید و فرض شد المان در اثر خرد شدگی از بین می رود .در انتها صحت نتایج مدل را به کمک قاب مرکب آزمایشگاهی ردینگتون کنترل نمود. نتایج حاصل از مدل نشان می دهد که توزیع تنش در قدم های اولیه بارگذاری منظم بوده و در قدم های بعدی ترک و خرد شدگی این نظم را برهم زده و باعث تمرکز تنش می گردید. تابش پور در دانشگاه صنعتی شریف اثر وجود میانقاب ها، تغییر ضخامت ، نسبت ابعادی ، اثر دیوار کوتاه بر رفتار لرزه ای و خرابی های ایجاد شده با رکورد زلزله طبس در نمونه ای از سازه های آجری را مورد ارزیابی قرار داد. در این بررسی یک ساختمان یک طبقه ، تک دهانه (ارتفاع ۳ متر و طول دهانه ۵ متر) مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که قاب به تنهایی دارای ارزش قابل ملاحظه ای جهت تحمل بارهای لرزه ای نمی باشد و افزایش میزان سختی با ازدیاد ضخامت دیوار مقدار برش پایه بیشینه را حدود ۵۰ ٪ افزایش داده و از طرف دیگر باعث کاهش جابجایی بیشینه می گردد. که این موضوع موید تاکید استفاده از کلاف های توصیه شده در آئین نامه ۲۸۰۰ می باشد. لذا دراین مطالعه اثر تغییر طول بر ماکزیمم پاسخ دیوار مصالح بنایی کلافدار والگوی ترک حاصله دراینگونه دیوارها تحت اثر بارجانبی مورد بررسی وتجزیه وتحلیل قرار گرفته است.

۲. مدلسازی اجزاء محدود بانرم افزارABAQUS

با توجه به رفتارکاملا متفاوت آجر و ملات در دیوار طی آزمایشهای متعدد انجام شده برروی اینگونه سازه ها و مشاهده پدیده هایی همچون لغزش جداشدگی ملات از آجر و ترک های قطری وکاهش سختی ناشی از آن بررسی این عوامل همواره در اهم توجهات قرار داشته است. مصالح بنایی از المانهای یکنواختی ساخته شده اند که از بالا و پایین به وسیله ملات به هم پیوسته اند این اتصالات ملاتی ضعیف بوده و به طور قابل توجهی رفتار غیر خطی از خود نشان می دهند . خاصیت غیر خطی اتصالات ملات در ابتدا از تغییر شکل غیر خطی آنها تحت برش یا فشار حاصل می شود ولی به وسیله شکست موضعی, باز و بسته شدن و لغزش اتصالات تشدید می شوند. براساس تحقیقات زیادی که درگذشته صورت گرفته برای مدل سازی ساختار مصالح بنایی دو رویکرد ماکرو و میکرو وجود دارد. رویکرد ماکرو تفاوت میان واحد ها و اتصالات ملات را با در نظر گرفتن یک حالت میانگین نادیده می گیرد. مدل سازی میکرو یک رویکرد محاسباتی متمرکز است و به عوامل بسیار زیادی نیازمند است. چون ساختار مصالح به وسیله مجموعه های جدا ازهم که بوسیله اتصالات به هم وصل گردیده مدلسازی شده بنابراین ملاحظاتی از قبیل شروع شکست ، گسترش ترک و لغزش در سطوح مختلف مشاهده شده و آنالیزهای واقعی تری بدست می آید.

دراین مطالعه پانل آجری به کمک المان Solid ، هشت گره ای مدل شده و المان تماسی برای مدل سازی ملات استفاده شده است. فرض شده که پانل تحت تغییر مکان وارده به صورت غیرخطی عمل می کند. المانها به صورت تیپ براساس شکل پایه تعریف شده اند. ملات بین تمامی آجرها با استفاده از المان اندرکنش (GENERAL CONTACT) در ABAQUS مدل شده که اجازه لغزشهای نسبی کوچک درسطح تماس سطوح در تماس باهم را می دهد. خصوصیات این المان با توجه به خصوصیات ملات مورد نظر به مدل وارد شده است. قاب فولادی نیز به کمک المان Shell مدل شده است. همچنین رفتار مدل تحت بار نیز به صورت غیرخطی فرض شده است.

۳. معرفی مشخصات مدل ها:

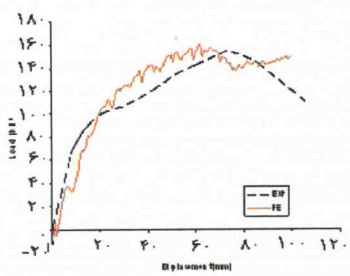
دراین تحقیق به منظور کالیبراسیون مدل ابتدا مدل آزمایشگاهی ساخته شده توسط مقدم و همکاران با استفاده از المانهای ذکر شده فوق ساخته شد و پس از تطبیق نتایج مدل ریاضی با مدل آزمایشگاهی سپس ۳ مدل دیوار مصالح بنایی با آجرفشاری به ارتفاع ثابت ۳ متر، ضخامت ۱۰ سانتیمتر و طولهای متفاوت ۳ ، ۴ و ۵ متر با کلاف فلزی ازقوطی ۴×۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر به همراه بار قائم طبق مشخصات (جدول ۱) انتمورد مطالعه قرار گرفته است بـارهـای وارده DL=۶۰۰ kg/cm^2 و LL=۲۰۰ kg/cm^2 (بارهای معمول در اجرا) درنظرگرفته شده است.که با عرض سطح بارگیر ۵ متر به صورت خطی برروی دیواراعمال گردیده است.

ردیف	طول (متر)	ارتفاع (متر)	ضخامت (متر)	مصالح	Fy (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)	E (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)	ضریب پواسون	ضریب اصطکاک
۱	۳	۳	۰/۱	آجر	———	۲۰۰۰۰	۰/۲	———
				ملات	———	———	———	۰/۳۵
				فولاد	۲۴۰۰	۲۱۰۰۰۰۰	———	———
۲	۴	۳	۰/۱	آجر	———	۲۰۰۰۰	۰/۲	———
				ملات	———	———	———	۰/۳۵
				فولاد	۲۴۰۰	۲۱۰۰۰۰۰	———	———
۳	۵	۳	۰/۱	آجر	———	۲۰۰۰۰	۰/۲	———
				ملات	———	———	———	۰/۳۵
				فولاد	**۲۴۰۰**	**۲۱۰۰۰۰۰**	———	———

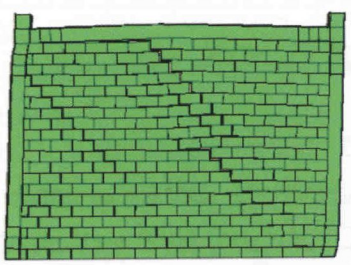
جدول ۱ : معرفی مشخصات فیزیکی مدل های مورد بررسی

۴. کالیبراسیون مدل

مقدم وهمکاران یازده سری نمونه از قاب هایی با مصالح پر کننده بنایی و بتنی را جهت آزمایشات سیکلی مورد استفاده قرار داده اند. که از میان آنها آزمایشی که بر روی قاب فولادی با پر کننده بنایی انجام شده انتخاب و جهت کالیبراسیون مدل مورد استفاده قرار گرفت.[۳] درنمودار ۱ آزمایش انجام شده در برابر نتایج حاصل از مدل سازی اجزا محدود نمایش داده شده است. بار ماکزیمم نرم شدگی و سخت شدگی دو منحنی نیرو–تغییر مکان مشابه یکدیگر می باشند. نزدیکی این نتایج نشان می دهد که تحلیل اجزاء محدود به طور موفقیت آمیزی مشخصه های مهم منحنی نیرو–تغییر مکان را ارائه می دهد الگوی ترک خوردگی مدلسازی شده توسط نرم افزار نیز مشابه گزارش آزمایش مقدم به صورت قطری می باشد. (شکل ۱) که این مورد نشان دهنده قابلیت این مدل در بیان رفتار واقعی قاب های فولادی پوشیده شده با پانل آجری می باشد.



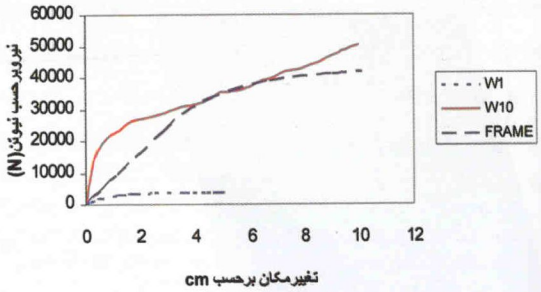
نمودار ۱: منحنی نیرو –تغییر مکان آزمایش مقدم



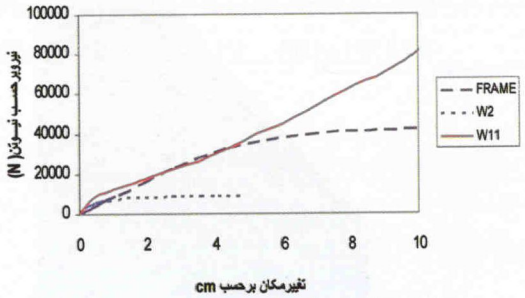
شکل ۱ : الگوی ترک به صورت قطری

۵. آنالیز مدلها و بررسی نتایج

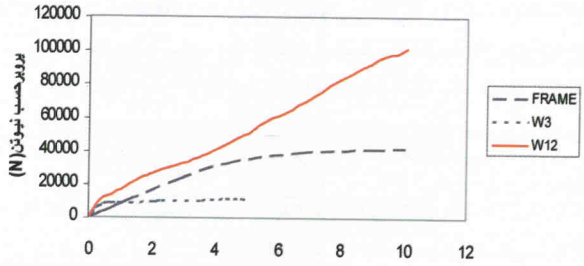
همانطورکه درنمودارهای ۲ تا ۶ مشاهده می شود، ترکیب دیوارآجری و کلاف تاثیرچشمگیری درافزایش مقاومت سازه دارند. باتوجه به نمودارهای حاصله از تحلیل و مطالب مقدم به این نتیجه می رسیم، که جمع اعداد مربوط به نمودار نیرو– تغییر مکان کلاف خالی و دیوار به تنهایی نمایشگر نمودار نیرو–تغییرمکان کل سازه نمی باشد. بلکه نمودارنیرو–تغییرمکان ترکیب این دو جزء ،به دلیل اثر توام بین کلاف و دیوار به مراتب مقادیر بیشتری را نمایش می دهد. وجود کلاف فلزی در مدل ۳ متری موجب افزایش ۱۳ برابری مقاومت، در مدل ۴ متری موجب افزایش ۸ برابری مقاومت و در مدل ۵ متری موجب افزایش ۷ برابری مقاومت نسبت به دیوار بدون کلاف می گردد.همچنین در مقایسه دیوارهای کلافدار نسبت به یکدیگر می توان گفت که تغییر طول از ۳ به ۴ متر ۶۴/۳ درصد باعث ازدیاد مقاومت و از ۴ به ۵ متر ۲۳/۳۹ درصد باعث ازدیاد مقاومت دیوار کلافدار می گردد.



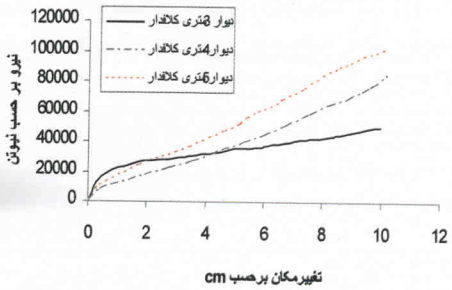
نمودار ۲: مقایسه اثر کلاف فلزی بر دیوار ۳ متری



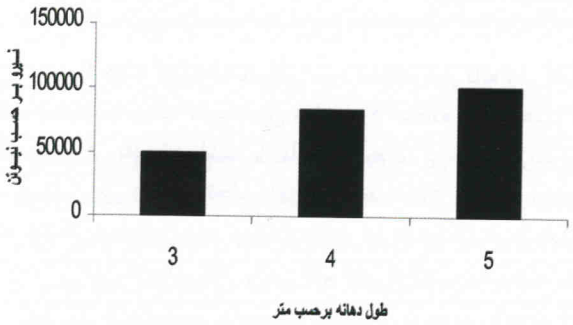
نمودار ۳: مقایسه اثر کلاف فلزی بر دیوار ۴ متری



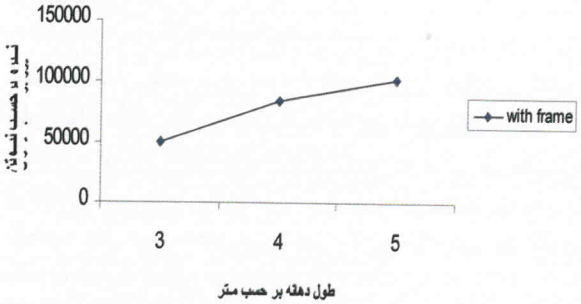
نمودار ۴: مقایسه اثر کلاف فلزی بر دیوار ۵ متری



نمودار ۵ :منحنی نیرو- تغییر مکان دیوار ۳و۴و۵ متری



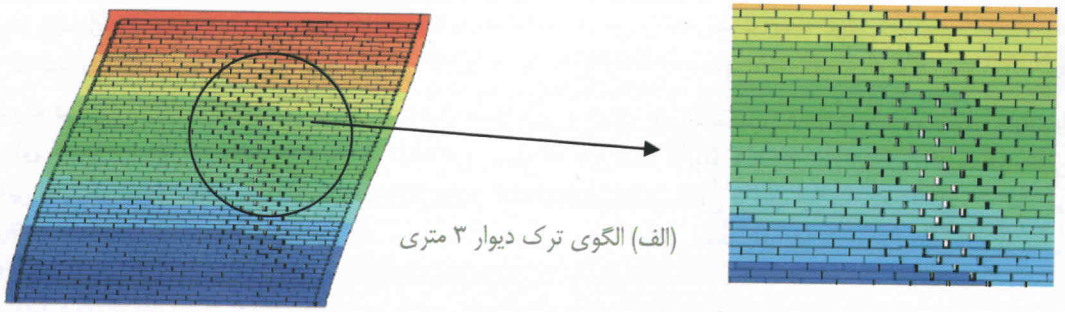
نمودار ۶: مقایسه ماکزیمم نیروی برشی مدلها



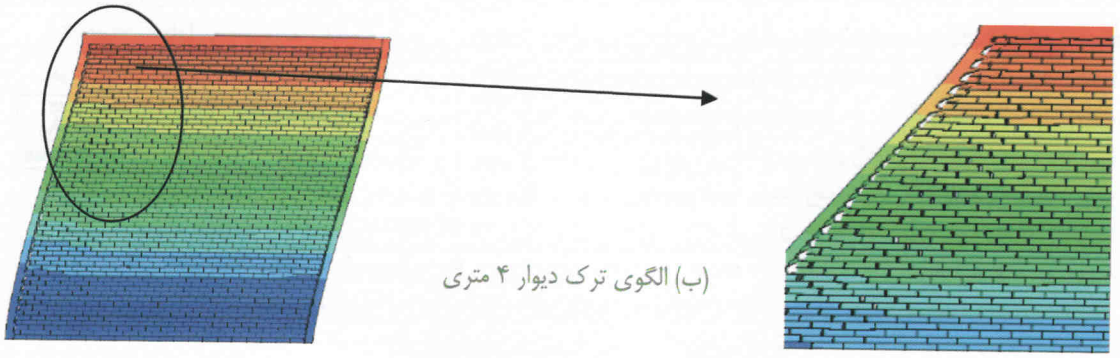
شکل ۲: الگوی ترک در دیوار با طول دهانه متفاوت

۶ . الگوی ترک دردیوارکلاف دار

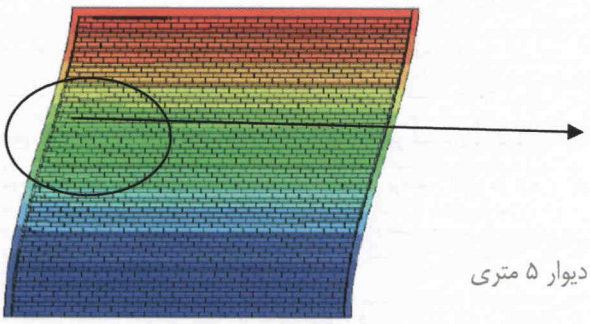
همانطورکه در شکل ۲ملاحظه می شود الگوی ترک ملاحظه شده در دیوارها بیانگراین موضوع است که وجود کلاف فلزی باعث تغییر مکانیزم ترک از حالت برشی به حالت قطری گردیده و مسیرترک از جهت قطر فشاری دیوار واز محل درزملات ها شروع شود و در دهانه های مختلف این الگوی ترک به صورت قطری ولی درنقاط مختلفی ازدیوار ایجاد گردیده است.



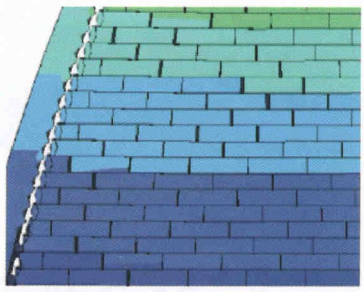
(الف) الگوی ترک دیوار ۳ متری



(ب) الگوی ترک دیوار ۴ متری



(ج) الگوی ترک دیوار ۵ متری



۷. نتیجه گیری:

همانطورکه درنمودارهای ۲ تا ۶ مشاهده می شود، ترکیب دیوارآجری و کلاف تاثیرچشمگیری درافزایش مقاومت سازه دارند. بنابراین می توان گفت که جمع اعداد مربوط به نمودار نیرو- تغییرمکان کلاف خالی و دیوار به تنهایی نمایشگر نمودار نیرو-تغییرمکان کل سازه نمی باشد. بلکه نمودارنیرو-تغییرمکان ترکیب این دو جزء، به دلیل اثر توام بین کلاف و دیوار به مراتب مقادیر بیشتری را نمایش می دهد.

همانطورکه در شکل ۲ملاحظه می شود الگوی ترک ملاحظه شده در دیوارها بیانگراین موضوع می باشد که وجود کلاف فلزی باعث تغییر مکانیزم ترک از حالت برشی به حالت قطری گردیده و مسیرترک از جهت قطر فشاری دیوار واز محل درزملات ها شروع می شود و در دهانه های مختلف این الگوی ترک بهمان حالت قطری ولی درنقاط مختلفی ازدیوار ایجاد گردیده و محدوده خاصی ندارند.

- دیوار ۳ متری کلافدار ۱۳برابر مقاومت بیشتری نسبت به دیوار ۳ متری بدون کلاف دارد.
- دیوار ۴ متری کلافدار ۸ برابر مقاومت بیشتری نسبت به دیوار ۴ متری بدون کلاف دارد.
- دیوار ۵ متری کلافدار ۷ برابر مقاومت بیشتری نسبت به دیوار ۵ متری بدون کلاف دارد.
- تغییر طول دیوار کلافدار از ۳ به ۴ متر ۶۴/۳ درصد مقاومت دیوار را افزایش می دهد.
- تغییر طول دیوار کلافدار از ۴ به ۵ متر ۲۳/۳۹ درصد مقاومت دیوار را افزایش می دهد.

-باتوجه به نتایج حاصله می توان گفت که روش اجزا محدود روشی توانمند جهت بررسی و ارایه عملکرد مناسب دیوار های مصالح بنایی است و به خوبی توانایی مدلسازی اندرکنش آجر و ملات به کار رفته در دیوار را دارد و این روش برای مدل هایی که المان های تماسی فراوان در آنها به کار می رود توصیه می شود.

۸. مراجع:

۱. تابش پور،م. وقناد،م.ع. و.بخشی،ع.وگل افشانی،ع. الف ،. ۱۳۸۳، اثردیوارآجری بررفتارلرزه ای قابهای بتنی،اولین کنگره مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف.

۲.وفایی، الف.ح. ومفید،م.وفخری مقدم، پ.،۱۳۸۳، مطالعه میانقابها و میکرومدلسازی دیوارهای آجری،اولین کنگره مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف.

Moghadam ,H.A. and Mohammadi ,M.G. and Ghaemeian, M., 2006, Experimental and Analytical Invesitigation into Crack Strength Determination of Inffiled Steel Frames, Journal of Structural Engineer-135-ing. Vol.56, PP.125

Ridington ,J.R, 1984 , The Influence of Initial Gaps on Inffileds Frames Behavior, Proc.Inst.Civ.Eng
310-Vol.77,PP.295 ,

Willam,K.J., 1973 , Constitutive Model for The Triaxial Behavior of Concrete , Proc.,Int,l ASSOC.for Bridge and .Struct ,Eng,Vol .19, , Italy,PP.174