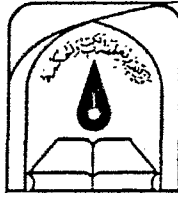


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران (مهندسی زلزله)

۱۳۸۳ / ۱۶ / ۲۰

ارزیابی عملکرد لرزه ای سازه های فولادی طراحی شده بر اساس آئین نامه

۲۸۰۰

علیرضا نماینده نیاسر

مرکز اطلاعات و آرکایوهای علمی ایران
توسعه و مدیریت آرکایو

استاد راهنما

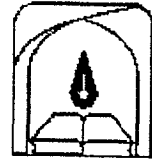
دکتر علی اکبر آقا کوچک

استاد مشاور

دکتر عباسعلی تسنیمی

زمستان ۱۳۸۲

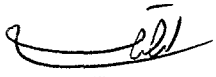
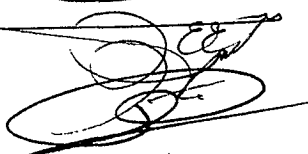
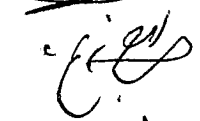
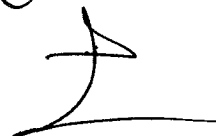
۶۲۷۲۳



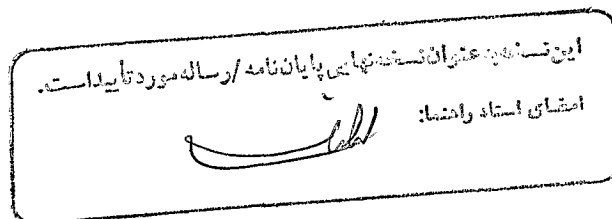
دانشگاه تربیت مدرس

تاییدیه هیات داوران

آقای علیرضا نماینده نیاسرپایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان: ارزیابی عملکرد سازه های فولادی طراحی شده بر اساس آئین نامه ۲۸۰۰ در تاریخ ۸۲/۱۱/۲۵ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران- زلزله پیشنهاد می کنند.

امضاء	نام و نام خانوادگی	اعضای هیات داوران
	جناب آقای دکتر آقا کوچک	۱- استاد راهنما:
	جناب آقای دکتر تسنیمی	۲- استاد مشاور:
	جناب آقای دکتر محرمی	۳- استاد ناظر:
	جناب آقای دکتر حسینی هاشمی	۴- استاد ناظر
	جناب آقای دکتر خاجی	۵- مدیر گروه: (یانماینده گروه تخصصی)

۶۲۷۲۳





بسمه تعالی

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت های علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:
کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته

که در سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب

آقای دکتر ، مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر و مشاوره سرکار

خانم / جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵ دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجانب علیرضا نجابیه نیاسر دانشجوی رشته هنرستان زلزله مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق

و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا:

۸۲/۱۱/۳

تقدیم به

پدر و مادرم

و

کتابخانه ملی ایران
تاسیس ۱۳۰۲

روح پاک و مطهر خواهرم

تشکر و قدردانی

بر خود واجب می دانم از زحمات بی دریغ و رهنمودهای ارزشمند استاد ارجمند آقای دکتر علی اکبر آقا کوچک که راهنمایی این مجموعه را به عهده داشتند و از مساعدت و راهنماییهای جناب آقای دکتر عباسعلی تسنیمی استاد مشاور این پروژه ، سپاسگذاری و قدردانی نمایم. همچنین از اساتید محترم آقایان دکتر بهرخ حسینی هاشمی ، دکتر حمید محرمی و دکتر ناصر خاجی به خاطر حضور در جلسه دفاعیه تشکر می کنم.

چکیده

در تدوین آئین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله، استاندارد ۲۸۰۰، ضوابط ومقرراتی برای طرح واجرای ساختمانها در برابر اثرهای ناشی از زلزله در نظر گرفته شده که با رعایت این ضوابط انتظار می رود اهداف ارائه شده در این آئین نامه تامین گردند. اما در زمینه تامین اهداف عملکردی که این استاندارد مد نظر قرار داده و وضعیت سطح عملکردی ومیزان خسارتی که ساختمانها در حین وقوع زمین لرزه های مختلف ممکن است از خود بروز دهند ابهاماتی وجود دارد.

در این تحقیق سعی شده است با استفاده از اصول مهندسی زلزله بر اساس عملکرد وضوابط دستورالعمل بهسازی ایران به رفع این ابهامات پرداخته شود. برای این منظور سه نوع سیستم ساختمانی فولادی ۱- سیستم قاب خمشی از نوع معمولی ۲- سیستم قاب ساختمانی ساده از نوع مهاربندی هم محور ۳- سیستم ترکیبی از نوع قاب خمشی معمولی بعلاوه مهاربندی هم محور که دارای طبقات مختلف ۱۲، ۸، ۴ و ۱۶ طبقه میباشد انتخاب شده و سپس براساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ برای زمین لرزه طرح طراحی شده اند. در مرحله ارزیابی عملکرد ساختمانها، علاوه بر زمین لرزه طرح با احتمال وقوع ۱۰٪ در ۵۰ سال (سطح خطر ۱) دو زمین لرزه دیگر یکی با احتمال وقوع ۲٪ در ۵۰ سال (سطح خطر ۲) و دیگری با احتمال وقوع ۵۰٪ در ۵۰ سال (سطح خطر ۳) مشخص شده است. در این مرحله برای تحلیل مدلها از روشهای غیرخطی استاتیکی ودینامیکی استفاده شده است. نتایج مورد نظر در این تحلیلها شامل تغییر مکان نسبی طبقات، تغییر شکلهای پلاستیک ایجاد شده در تیرها، اتصالات، ستونها ومهاربندی ها میباشد. این نتایج با معیارهای پذیرش مقایسه شده و سطح عملکردی ساختمان وهریک از اجزاء تعیین شده است.

به طور کلی نتایج حاکی از این است که برای کلیه ساختمانهای مورد مطالعه تحت اثر زمین لرزه طرح، سطح عملکردی ایمنی جانی با میزان خسارتی کمتر از آنچه در سطح ایمنی جانی بوجود می آید پیش بینی میگردد. این نتیجه با هدف پیش بینی شده در استاندارد ۲۸۰۰ یعنی بر تامین سطح عملکردی ایمنی جانی در ساختمانها تحت زمین لرزه طرح به طور محافظه کارانه مطابقت دارد. برای این ساختمانها در اثر وقوع زمین لرزه در سطح خطر ۲، سطح عملکرد آستانه فروریزش و در اثر وقوع زمین لرزه در سطح خطر ۳ سطح عملکرد ایمنی جانی پیش بینی میگردد. میزان خسارتی که در اجزاء ساختمانها در اثر زمین لرزه ۵۰٪ در ۵۰ سال مشاهده میگردد از میزان خسارتی که برای سطح ایمنی جانی پیش بینی میگردد بسیار کمتر می باشد ولی خسارت ایجاد شده از مقدار مجاز در سطح عملکردی قابلیت استفاده بی وقفه بیشتر میباشد.

اما برای دستیابی به سطوح عملکردی پیش بینی شده لازم است یکسری از ضعفهای مشاهده شده در ساختمانهای فوق که ناشی از ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ می باشد رفع شود تا بتوان این سطوح عملکردی را با یک حاشیه اطمینان بالا از ساختمانها شاهد بود. این ضعفها عبارتند از: ۱- کمبود ظرفیت در ستونهای مهاربندی شده و به دنبال آن عملکرد ضعیف وآسیب پذیری بالا به ویژه در سطوح خطر یک ودو ۲- شکست در محل اتصال تیر به ستون در زمین لرزه های شدید به علت تشکیل لولاها در محل اتصال وشکل پذیری کمتر نسبت به تیرها.

کلید واژه:

ارزیابی، طراحی براساس عملکرد، خطر زمین لرزه، طراحی لرزه ای

فهرست مطالب

مقدمه.....	۱
فصل اول	مروری بر مهندسی زلزله بر اساس عملکرد.....(۳-۲۳)
۱-۱ مقدمه.....	۳
۲-۱ تعریف اهداف عملکردی.....	۴
۱-۲-۱ تعریف سطوح عملکردی.....	۶
۲-۲-۱ تعریف سطوح خطر زمین لرزه.....	۷
۳-۲-۱ انتخاب اهداف عملکردی.....	۱۰
۳-۱ نحوه ارزیابی طراحی.....	۱۱
۱-۳-۱ طراحی و ارزیابی بر اساس آئین نامه های متداول.....	۱۱
۲-۳-۱ ارزیابی طراحی بر اساس ظرفیت و نیاز لرزه ای سازه.....	۱۴
۱-۲-۳-۱ تعیین ظرفیت سازه.....	۱۴
۱-۲-۳-۱ روش Pushover.....	۱۴
۲-۱-۲-۳-۱ مزایای روش Pushover.....	۱۶
۲-۲-۳-۱ تعیین نیاز لرزه ای.....	۱۷
۴-۱ معیارهای پذیرش طراحی.....	۱۸
۵-۱ ارزیابی طرح.....	۲۰
۶-۱ بررسی پارامترهای موثر در نتایج تحلیل سازه.....	۲۰
۱-۶-۱ الگوی بارگذاری.....	۲۱
۲-۶-۱ تعیین منحنی رفتار و ظرفیت اجزاء.....	۲۲

۶-۱ چهارچوب کلی برای مهندسی زلزله بر اساس عملکرد (PBEE).....۲۳

فصل دوم معرفی سیستمهای مورد مطالعه و طراحی آنها.....(۲۴-۴۱)

۱-۲ مقدمه.....۲۴

۲-۲ مشخصات کلی مدلها.....۲۴

۳-۲ طراحی مدل‌های سیستم قاب خمشی.....۲۶

۱-۳-۲ طراحی مدل هشت طبقه.....۲۷

۲-۳-۲ نتایج نهایی طراحی مدل‌های سیستم قاب خمشی.....۳۱

۴-۲ طراحی مدل‌های سیستم قاب ساده مهاربندی.....۳۲

۱-۴-۲ طراحی مدل هشت طبقه.....۳۲

۲-۴-۲ نتایج نهایی طراحی مدل‌های سیستم قاب ساده مهاربندی.....۳۷

۵-۲ طراحی مدل‌های سیستم دوگانه یا ترکیبی.....۳۷

۱-۵-۲ طراحی مدل هشت طبقه.....۳۹

۲-۵-۲ نتایج نهایی طراحی مدل‌های سیستم ترکیبی.....۴۰

۶-۲ مشخصات اتصالات.....۴۱

فصل سوم نحوه ارزیابی طراحی.....(۴۲-۶۵)

۱-۳ مقدمه.....۴۲

۲-۳ سطوح عملکرد.....۴۲

۲-۳ روش های تحلیل.....۴۳

۱-۲-۳ مقدمه.....۴۳

۲-۲-۳ روش های تحلیل خطی.....۴۴

۴۶	۲-۲-۳ روش های غیر خطی.....
۴۶	۱-۲-۲-۳ تحلیل استاتیکی غیر خطی.....
۴۶	۱-۱-۲-۲-۳ پارامترهای مؤثر در نتایج تحلیل استاتیکی غیر خطی.....
۴۶	۱-۱-۲-۲-۳ الگوی بارگذاری.....
۴۷	۲-۱-۲-۲-۳ رفتار اجزاء سازه.....
۵۵	۳-۱-۱-۲-۲-۳ زمان تناوب اصلی مؤثر.....
۵۷	۲-۱-۲-۲-۳ بر آورد نیاز لرزه ای.....
۶۰	۲-۲-۲-۳ تحلیل دینامیکی غیر خطی.....
۶۰	۱-۲-۲-۲-۳ پارامترهای مؤثر در نتایج تحلیل دینامیکی غیر خطی.....
۶۲	۳-۳ معیارهای پذیرش.....

فصل چهارم تحلیل خطر و تعیین طیف طراحی.....(۶۶-۷۶)

۶۶	۱-۴ سطوح خطرزمینلرزه.....
۶۷	۲-۴ طیف طرح.....
۶۷	۱-۲-۴ شکل طیف.....
۶۸	۲-۲-۴ شتاب مبنای طرح.....
۷۲	۳-۴ مشخصات شتاب نگاشتها.....
۷۳	۴-۴ معرفی شتاب نگاشتهای انتخابی.....

فصل پنجم نتایج ارزیابی عملکرد مدل‌های طراحی شده و بحث.....(۷۷-۱۴۰)

۷۷	۱-۵ مقدمه.....
۷۸	۲-۵ تحلیل و تعیین نیازهای لرزه ای مدلها.....

۷۸.....	۱-۲-۵ نتایج مدل هشت طبقه.....
۷۸.....	۱-۱-۲-۵ تحلیل استاتیکی غیر خطی.....
۸۵.....	۲-۱-۲-۵ تحلیل دینامیکی غیر خطی.....
۸۷.....	۲-۲-۵ نتایج سایر مدلها.....
۹۵.....	۳-۵ نتایج ارزیابی عملکرد مدلها.....
۱۳۴.....	۴-۵ بحث و جمع بندی نتایج.....
۱۳۴.....	۱-۴-۵ سطح خطر یک.....
۱۳۴.....	۱-۱-۴-۵ عملکرد کلی سازه.....
۱۳۴.....	۲-۱-۴-۵ عملکرد اجزاء سازه.....
۱۳۶.....	۲-۴-۵ سطوح خطر دو وسه.....
۱۳۶.....	۱-۲-۴-۵ عملکرد کلی سازه.....
۱۳۷.....	۲-۲-۴-۵ عملکرد اجزاء.....

فصل ششم نتیجه گیری و پیشنهادات..... (۱۴۷-۱۴۱)

۱۴۱.....	۱-۶ مقدمه.....
۱۴۲.....	۲-۶ نتیجه گیری.....
۱۴۲.....	۱-۲-۶ سیستم قاب خمشی.....
۱۴۴.....	۲-۲-۶ سیستم قاب ساده مهاربندی.....
۱۴۵.....	۳-۲-۶ سیستم ترکیبی.....
۱۴۶.....	۳-۶ پیشنهادات.....

۱۴۸.....	فهرست منابع
۱۵۱.....	واژنامه انگلیسی به فارسی
۱۵۴.....	پیوست الف منحنی های نیرو- تغییر مکان مدل های ۱۲.۴ و ۱۶ طبقه
۱۶۳.....	چکیده انگلیسی
۱۶۴.....	عنوان انگلیسی

فهرست جداول

جدول ۱-۱	سطوح خطر زمین لرزه	۹
جدول ۲-۱	پارامترهای خطر لرزه ای	۹
جدول ۳-۱	ارتباط تغییر مکان نسبی و وضعیت خسارت با سطوح عملکرد	۲۰
جدول ۱-۲	توزیع نیروی جانبی در ارتفاع مدل هشت طبقه سیستم قاب خمشی	۲۷
جدول ۲-۲	تغییر مکان نسبی طبقات مدل هشت طبقه سیستم قاب خمشی	۲۸
جدول ۳-۲	مشخصات مقاطع تیروستون سیستم قاب خمشی	۳۱
جدول ۴-۲	توزیع نیروهای جانبی در ارتفاع برای مدل هشت طبقه سیستم قاب ساده مهاربندی	۳۴
جدول ۵-۲	مشخصات مقاطع تیر ، ستون و مهاربندی سیستم قاب ساده مهاربندی	۳۸
جدول ۶-۲	توزیع نیروهای جانبی در ارتفاع برای مدل هشت طبقه	۳۹
جدول ۷-۲	مشخصات مقاطع تیر، ستون و مهاربندی سیستم ترکیبی	۴۰
جدول ۸-۲	مشخصات اتصال تیر به ستون	۴۱
جدول ۱-۳	مقادیر ضریب C_m	۵۸
جدول ۲-۳	مقادیر ضریب C_2	۵۹
جدول ۱-۴	مقادیر پارامترهای لرزه خیزی مناطق لرزه زمین ساخت ایران	۷۰
جدول ۲-۴	مشخصات شتابنگاشتهای مورد استفاده برای تحلیل تاریخچه زمانی غیر خطی	۷۶
جدول ۱-۵	الگوی بارگذاری ، برای تحلیل استاتیکی غیر خطی مدل هشت طبقه سیستم قاب خمشی	۷۹
جدول ۲-۵	الگوی بارگذاری ، برای تحلیل استاتیکی غیر خطی مدل هشت طبقه سیستم قاب ساده مهاربندی	۸۲
جدول ۳-۵	الگوی بارگذاری برای تحلیل استاتیکی غیر خطی مدل هشت طبقه سیستم ترکیبی	۸۳
جدول ۴-۵	مقادیر تغییر مکان نیاز بام در تحلیلهای استاتیکی و دینامیکی غیر خطی برای سطح خطر یک	۹۲
جدول ۵-۵	مقادیر تغییر مکان نیاز بام در تحلیلهای استاتیکی و دینامیکی غیر خطی برای سطح خطر دو	۹۳

- جدول ۶-۵ مقادیر تغییر مکان نیاز بام در تحلیل‌های استاتیکی و دینامیکی غیر خطی برای سطح خطر سه..... ۹۳
- جدول ۷-۵ عملکرد تیرهای مدل‌های ۱۶و۱۲،۸،۴ طبقه سیستم قاب خمشی تحت سطوح مختلف خطر..... ۱۱۵
- جدول ۸-۵ عملکرد اتصالات مدل‌های ۱۶و۱۲،۸،۴ طبقه سیستم قاب خمشی تحت سطوح مختلف خطر..... ۱۱۶
- جدول ۹-۵ عملکرد ستون‌های مدل‌های ۱۶و۱۲،۸،۴ طبقه سیستم قاب خمشی تحت سطوح مختلف خطر..... ۱۱۷
- جدول ۱۰-۵ عملکرد مهاربندی‌های تحت کشش مدل‌های ۱۶و۱۲،۸،۴ طبقه سیستم قاب ساده مهاربندی برای سطوح مختلف خطر..... ۱۱۸
- جدول ۱۱-۵ عملکرد مهاربندی‌های تحت فشار مدل‌های ۱۶و۱۲،۸،۴ طبقه سیستم قاب ساده مهاربندی برای سطوح مختلف خطر..... ۱۱۹
- جدول ۱۲-۵ عملکرد ستون‌های مهاربندی شده تحت فشار مدل‌های ۱۶و۱۲،۸،۴ طبقه سیستم قاب ساده مهاربندی ۱۲۰
- جدول ۱۳-۵ عملکرد تیرهای مدل‌های ۱۶و۱۲،۸،۴ طبقه قاب مهاربندی شده سیستم ترکیبی، تحت سطوح مختلف خطر..... ۱۲۱
- جدول ۱۴-۵ عملکرد اتصالات مدل‌های ۱۶و۱۲،۸،۴ طبقه قاب مهاربندی شده سیستم ترکیبی تحت سطوح مختلف خطر..... ۱۲۲
- جدول ۱۵-۵ عملکرد ستون‌های مهاربندی شده تحت فشار مدل‌های ۱۶و۱۲،۸،۴ طبقه قاب مهاربندی شده سیستم ترکیبی تحت سطوح مختلف خطر..... ۱۲۳
- جدول ۱۶-۵ عملکرد مهاربندی‌های تحت کشش مدل‌های ۱۶و۱۲،۸،۴ طبقه قاب مهاربندی شده سیستم ترکیبی تحت سطوح مختلف خطر..... ۱۲۴
- جدول ۱۷-۵ عملکرد مهاربندی‌های تحت فشار مدل‌های ۱۶و۱۲،۸،۴ طبقه قاب مهاربندی شده سیستم ترکیبی تحت سطوح مختلف خطر..... ۱۲۵
- جدول ۱۸-۵ عملکرد تیرهای مدل‌های ۱۶و۱۲،۸،۴ طبقه قاب مهاربندی نشده سیستم ترکیبی تحت سطوح مختلف خطر..... ۱۲۶

- جدول ۱۹-۵ عملکرد اتصالات مدل‌های ۱۶و۱۲،۸،۴ طبقه قاب مهاربندی نشده سیستم ترکیبی تحت سطوح مختلف خطر.....۱۲۷
- جدول ۲۰-۵ عملکرد ستونهای مدل‌های ۱۶و۱۲،۸،۴ طبقه قاب مهاربندی نشده سیستم ترکیبی تحت سطوح مختلف خطر.....۱۲۸
- جدول ۲۱-۵ در صد لولاهای خمیری تشکیل شده در اجزاء سیستم قاب خمشی برای سطوح عملکردی مختلف.....۱۲۹
- جدول ۲۲-۵ درصد لولاهای خمیری تشکیل شده در مهاربندی های سیستم قاب ساده مهاربندی برای سطوح عملکردی مختلف.....۱۳۰
- جدول ۲۳-۵ در صد لولاهای خمیری تشکیل شده در تیرها واتصالات قاب مهاربندی شده سیستم ترکیبی.....۱۳۱
- جدول ۲۴-۵ در صد لولاهای خمیری تشکیل شده در مهاربندی های سیستم قاب ترکیبی برای سطوح عملکردی مختلف.....۱۳۲
- جدول ۲۵-۵ در صد لولاهای خمیری تشکیل شده در اجزاء قاب مهاربندی نشده سیستم ترکیبی برای سطوح عملکردی مختلف.....۱۳۳
- جدول ۲۶-۵ سطح عملکردی پیش بینی شده برای تیرها و درصد لولاهای خمیری متناظر با آن.....۱۳۸
- جدول ۲۷-۵ سطح عملکردی پیش بینی شده برای اتصالات و درصد لولاهای خمیری متناظر با آن.....۱۳۸
- جدول ۲۸-۵ سطح عملکردی پیش بینی شده برای ستونها و درصد لولاهای خمیری متناظر با آن سطح.....۱۳۹
- جدول ۲۹-۵ سطح عملکردی پیش بینی شده برای مهاربندی های تحت کشش و درصد لولاهای خمیری متناظر با آن سطح.....۱۳۹
- جدول ۳۰-۵ سطح عملکردی پیش بینی شده برای مهاربندی های تحت فشار و درصد لولاهای خمیری متناظر با آن سطح.....۱۴۰
- جدول ۳۱-۵ عملکرد ستونهای مهاربندی شده تحت فشار.....۱۴۰