بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل
دانشکده مهندسی عمران

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران- زلزله

موضوع:

تأثیر پیچش بر پاسخ لرزه‌ای ساختمان‌های فولادی دوگانه با درنظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه

استاد راهنما:
دکتر حمیدرضا توکلی

استاد مشاور:
دکتر غلامرضا عبداله‌زاده

نگارش:
سپیده قنبری

بهمن ۱۳۹۲

تقدیر و تشکر:

هر کس مرا کلایی بیامروزد مرای بندخویش کرده است. (حضرت علی(ع))

سپاس بیکران خداوندم که بار دیگر توفیق عطا فرمود تا در طریق علم و دانش رهنمون گردد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخر و دیده و دلم را روشن سازد. خرمن علم و دانش را روزیم ساخت.

در به سرانجام رساندن این پژوهش از راهنمائی‌های روشنگرانه و دلسوزانه استاد گرانقدر جناب آقای دکتر حمیدرضا توکلی و جناب آقای دکتر غلامرضا عبدالهزاده، که آرا همچون رسالتی دانسته، بهره‌مند شدم و بر خود لازم می‌دانم که از این الطاف سپاسگزاری نمایم.

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربانم :

آن دو فرشته‌ای که کنارم گذاشتند، سختی‌ها را به جان خریدند و خود را سپر بلای مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده‌ام برسم.

پدر از تو هرچه دارم باز هم کم می‌آورم

خورشیدی شدی و از روشنایت جان گرفتم

اکنون حاصل دستان پرمهر و فقیدتم شد

و تو ای مادر، ای شوق زیبای نفس کشیدن

ای روح مهربان هستی‌ام

تو رنگ شادی شدی و عمری خرمگذار به جان خریدی تا از گذشتی طعم خوش پیروزی را به من بچشانی.

به خودم تبریک می‌گویم که شما را دارم....

تقدیم به برادرم:

که هر واره وجودش مایه دلگرمی من می‌باشد.

چکیده

در مدت زمان ارتعاش زمین ناشی از زلزله، سازه‌ها علاوه بر نوسان‌های افقی ایجاد شده تکان‌های پیچشی را نیز تجربه می‌کنند. یکی از منابع مهم پاسخ‌های پیچشی سازه‌ها توزیع نامتقارن جرم یا اعضای مقاوم در برابر بارهای افقی در پلان سازه که عموماً به خروج از مرکزیت سختی و یا جرم وابسته است، می‌باشد. در این تحقیق، تاثیر اندرکنش خاک و سازه بر پاسخ پیچشی قاب‌های فولادی دوگانه (قاب خمشی متوسط + مهاربند برون محور) بررسی شده است. اندرکنش خاک و سازه در سازه‌های ساختمانی می‌تواند عملکرد لرزه‌ای قابهای ساختمانی را دستخوش تغییرات قرار دهد و این تغییرات ممکن است منجر به طرحی محافظه گرایانه و یا طرح سازه‌ای ضعیف گردد. مدلسازی خاک جهت در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه با استفاده از مجموعه‌ای از فنرهای معادل در زیر فنداسیون انجام شده است. در این تحقیق مدلسازی و تحلیل غیرخطی ساختمان‌های ۵ و ۲۰ طبقه با شرایط متغیر در منظمی و نامنظمی و همچنین تقارن و عدم تقارن در پلان، در نرم‌افزار Perform 3D انجام شده و نتایج بدست آمده در دو حالت با در نظر گرفتن اندرکنش و بدون در نظر گرفتن آن با هم مقایسه شده است. با آنکه در نظر گرفتن اندرکنش در تحلیل‌ها زمان‌بر می‌باشد، چون در برخی از موارد سبب افزایش پاسخ‌های بدست آمده می‌شود، لذا با لحاظ نمودن آن نتایج دقیق‌تر و قابل اعتمادتر می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که با لحاظ نمودن اثر اندرکنش خاک و سازه پریود سازه، افزایش یافته که این افزایش در ساختمان‌های ۵ طبقه به دلیل پدیده تشدید رخ داده در این ساختمان‌ها بیشتر از ساختمان‌های ۲۰ طبقه است. همچنین افزایش تغییرمکان جانبی طبقات نیز در ساختمان‌های ۵ طبقه بیشتر از ساختمان‌های ۲۰ طبقه است که علت آن نیز پدیده تشدید است. چون زلزله‌های حوزه نزدیک در این پایان‌نامه مورد بررسی قرار گرفته‌اند، احتمال وقوع پدیده تشدید در ساختمان‌های کوتاه بیشتر از ساختمان‌های بلند انتظار می‌رفت که نتایج بدست آمده نیز تأثیری بر این موضوع می‌باشد. حال آنکه تأثیر پدیده تشدید رخ داده در بررسی نتایج بسیار محسوس بوده و تمامی نتایج را تحت تأثیر قرار داده است. دریفت، چرخش مفاصل و بقیه نتایج بررسی شده به طور کلی در ساختمان‌های ۵ طبقه بیشتر از ساختمان‌های ۲۰ طبقه است. در بررسی دریفت و حداکثر تغییرمکان جانبی در هر طبقه نیز در اکثر موارد مشاهده می‌شود که افزایش خروج از مرکزیت، افزایش پاسخ بیشتری را به هنگام در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک و سازه نتیجه می‌دهد. پس به طور کلی می‌توان گفت با وجود اینکه عوامل دیگری نیز در درصد افزایش پاسخ تأثیرگذارند ولی خروج از مرکزیت و در نتیجه پیچش وارده به ساختمان از جمله مواردی است که تأثیر چشم‌گیری در این زمینه دارد.

کلمات کلیدی: اندر کنش خاک و سازه، پیچش، تحلیل دینامیکی غیرخطی.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- ضرورت و هدف تحقیق ۳

۱-۳- ساختار پایان نامه ۷

فصل دوم: اصول و ضوابط اندرکنش خاک و سازه و مروری بر مطالعات گذشته

۲-۱- مقدمه ۹

۲-۲- مدلهای اندرکنش خاک و سازه ۱۰

۲-۲-۱- در نظر گرفتن خاک به صورت جرم، فنر، و کمک فنر (میرایی) معادل در پی سازه ۱۰

۲-۲-۲- در نظر گرفتن خاک به صورت تیر برشی با جرم پیوسته و یا متمرکز و سختی گسترده ۱۱

۲-۲-۳- مدل نیم‌فضای الاستیک و یا مدل ویسکوالاستیک ۱۱

۲-۲-۴- مدل نمودن خاک به صورت مدل اجزاء محدود (روش مستقیم) ۱۲

۲-۲-۴-۱- مرزهای اولیه ۱۲

۲-۲-۴-۲- مرزهای لزجی ۱۳

۲-۲-۴-۳- مرزهای سازگاری ۱۴

۲-۲-۵- مدل ترکیبی نیم‌فضا و المان محدود ۱۵

۲-۳- مروری بر مطالعات گذشته ۱۶

۲-۳-۱- مطالعات صورت گرفته در زمینه پیچش ۱۶

۲-۳-۲- مطالعات صورت گرفته در زمینه اندرکنش خاک و سازه ۲۲

۲-۳-۲-۱- رفتار سازه در ناحیه ارتجاعی ۲۲

۲-۳-۲-۲- رفتار سازه در ناحیه غیرارتجاعی ۲۴

فصل سوم: معرفی نرم‌افزارها، مدلسازی، طراحی اولیه و تحویل دینامیکی غیرخطی

۳-۱- مقدمه ۳۲

۳-۲- اصول و ضوابط کلی ۳۲
۳-۳- معرفی هندسه مدل ۳۲
۳-۴- نرم‌افزارها ۳۸
۳-۴-۱- نرم‌افزار Perform 3D ۳۸
۳-۴-۱-۱- مقدمه ۳۸
۳-۴-۱-۲- المان‌ها و اجزاء ۳۹
۳-۴-۱-۳- مقاطع کنترل مقاومت ۴۱
۳-۴-۱-۴- انواع مدل برای تیرهای غیرخطی ۴۱
۳-۴-۲- مدل‌سازی توسط نرم‌افزار Etabs ۴۸
۳-۴-۲-۱- بارگذاری سازه‌ها ۴۹
۳-۴-۲-۲- روش طراحی ۵۰
۳-۴-۲-۳- مقاطع بکاررفته در سازه‌ها ۵۱
۳-۴-۳- مدلسازی و تحلیل دینامیکی غیرخطی با نرم‌افزار Perform 3D ۵۳
۳-۴-۳-۱- مدلسازی در نرم‌افزار Perform 3D ۵۳
۳-۴-۳-۲- مدلسازی اندرکنش خاک و سازه ۵۴
۳-۴-۳-۳- معرفی زلزله‌ها ۵۷

فصل چهارم: بررسی نتایج

۴-۱- مقدمه ۶۶
۴-۲- نتایج بدست آمده از تحلیل غیرخطی دینامیکی ساختمان‌ها بدون در نظر گرفتن اندرکنش ۶۶
۴-۲-۱- بررسی ساختمان‌های ۵ طبقه ۶۶
۴-۲-۱-۱- تغییرمکان افقی ماکزیمم در مرکز جرم بام ۷۰
۴-۲-۱-۲- تغییرمکان ماکزیمم در هر طبقه و حداکثر تغییرمکان جانبی نسبی در مرکز جرم طبقات ۷۵
۴-۲-۱-۳- منحنی هیسترزیس ۸۰
۴-۲-۱-۴- بررسی میزان دوران مفصل در ستون‌ها در قاب‌های خارجی ۸۱
۴-۲-۲- بررسی ساختمان‌های ۲۰ طبقه ۸۵
۴-۲-۲-۱- تغییرمکان افقی ماکزیمم در مزکز جرم بام ۸۹
۴-۲-۲-۲- تغییرمکان ماکزیمم در هر طبقه و حداکثر تغییرمکان جانبی نسبی در مرکز جرم طبقات ۹۴

۴-۲-۲-۳- منحنی هیسترزیس ۹۹
۴-۲-۲-۴- بررسی میزان دوران مفصل در ستون‌ها در قاب‌های خارجی ۱۰۰
۴-۲-۳- مقایسه نتایج بدست آمده از تحلیل ساختمان‌های ۵ طبقه و ۲۰ طبقه در سازه‌های با پای صلب ۱۰۵
۴-۳- نتایج بدست آمده از تحلیل غیرخطی دینامیکی ساختمان‌ها با در نظر گرفتن اندرکنش ۱۰۶
۴-۳-۱- بررسی ساختمان‌های ۵ طبقه ۱۰۶
۴-۳-۱-۱- تغییرمکان افقی ماکزیمم در مرکز جرم بام ۱۰۶
۴-۳-۱-۲- تغییرمکان ماکزیمم در هر طبقه و حداکثر تغییرمکان جانبی نسبی در مرکز جرم طبقات ۱۱۱
۴-۳-۱-۳- بررسی میزان دوران مفصل در ستون‌ها در قاب‌های خارجی ۱۱۶
۴-۳-۲- بررسی ساختمان‌های ۲۰ طبقه ۱۲۰
۴-۳-۲-۱- تغییرمکان افقی ماکزیمم در مرکز جرم بام ۱۲۰
۴-۳-۲-۲- تغییرمکان ماکزیمم در هر طبقه و حداکثر تغییرمکان جانبی نسبی در مرکز جرم طبقات ۱۲۵
۴-۳-۲-۳- بررسی میزان دوران مفصل در ستون‌ها در قاب‌های خارجی ۱۳۰
۴-۳-۳- مقایسه نتایج بدست آمده از تحلیل ساختمان‌های ۵ طبقه و ۲۰ طبقه در سازه‌های با پای انعطاف‌پذیر (با در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک و سازه) ۱۳۴
۴-۴- بررسی تأثیر اندرکش بر پاسخ پیچشی ساختمان‌ها و مقایسه نتایج در سازه‌های با پای صلب با سازه متناظر آن با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۵
۴-۵- بررسی تأثیر دامنه شتابنگاشت بر پاسخ پیچشی سازه‌ها ۱۳۶

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱- مقدمه ۱۴۷
۵-۲- نتیجه‌گیری ۱۴۷
۵-۳- پیشنهادات ۱۴۸
منابع و مراجع ۱۵۰

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- پیچش در ساختمان ۲
شکل ۱-۲- نمونه‌ای از ساختمان‌های تخریب شده در اثر پیچش ۳
شکل ۱-۳- ساختمان اداری اهیگین در شیلی ۳
شکل ۱-۴ چهار مود اول در سازه با پای صلب (با در نظر گرفتن اندرکنش) ۴
شکل ۱-۵ چهار مود اول در سازه با پای انعطاف‌پذیر (با در نظر گرفتن اندرکنش) ۴
شکل ۲-۱- مدل‌سازی خاک با استفاده از مدل فنر و کمک فنر ۱۰
شکل ۲-۲- مدل‌سازی خاک با استفاده از مدل تیر برشی ۱۱
شکل ۲-۳- پی صلیب دایره‌ای در محیط نیم نهایت ارتجاعی خطی ۱۲
شکل ۲-۴- مدل تغییرمکان صفر ۱۲
شکل ۲-۵- مدل کششی سطحی صفر ۱۳
شکل ۲-۶- مدل لایزمر ۱۴
شکل ۲-۷- مدل فنر و میراگرا ۱۴
شکل ۲-۸- مدل مرزهای سازگاری ۱۵
شکل ۲-۹- مدل‌سازی خاک و سازه به روش مدل ترکیبی نیم فضا و المان محدود ۱۵
شکل ۳-۱- پلان‌های مربوط به ساختمان ۵ طبقه با کدهای ۰۱، ۰۲، ۰۳ و ۰۴ ..... ۳۴
شکل ۳-۲- پلان‌های مربوط به ساختمان ۵ طبقه با کدهای ۰۵، ۰۶، ۰۷ و ۰۸ ..... ۳۵
شکل ۳-۳- پلان‌های مربوط به ساختمان ۲۰ طبقه با کدهای ۰۱، ۰۲، ۰۳ و ۰۴ ..... ۳۶
شکل ۳-۴- پلان‌های مربوط به ساختمان ۲۰ طبقه با کدهای ۰۵، ۰۶، ۰۷ و ۰۸ ..... ۳۷
شکل ۳-۵- جهت تیر ریزی در هر پلان ۳۸
شکل ۳-۶- مدل دوران وتری ۴۲
شکل ۳-۷- اجزای اصلی در مدل دوران وتری ۴۲
شکل ۳-۸- تعریف دوران وتری ۴۲
شکل ۳-۹- کاربرد مدل دوران وتری ۴۳
شکل ۳-۱۰- جزء تیر همراه با مفاصل پلاستیک ۴۳
شکل ۳-۱۱- مدل تیر رابط برشی ۴۴

شکل ۳-۱۲- مدل برشی ۴۶
شکل ۳-۱۳- مدل قطری ۴۶
شکل ۳-۱۴- المان چشمه اتصال ۴۶
شکل ۳-۱۵- مدل چشمه اتصال ۴۷
شکل ۳-۱۶- المان میله ویسکوز ۴۸
شکل ۳-۱۷- منحنی نیرو - سرعت میراگر ویسکوز ۴۸
شکل۳-۱۸- ضریب بازتاب ۵۰
شکل ۳-۱۹- مشخصات پی و سختی معادل آن ۵۵
شکل ۳-۲۰- نسبت میرایی پی ۵۵
شکل ۳-۲۱- زلزله Duzce, Turkey,1999/11/12، peak= 0.72758g، N-S ۵۸
شکل ۳-۲۲- زلزله Duzce, Turkey,1999/11/12، peak= 0.82243g، E-W ۵۸
شکل ۳-۲۳- زلزله Imperial valley, 1979/10/15 ، peak= 0.58837g، N-S ۵۹
شکل ۳-۲۴- زلزله Imperial valley, 1979/10/15، peak= 0.77477g، E-W ۵۹
شکل ۳-۲۵- زلزله Westmorland, 1981/04/26، peak= 0.36817g، N-S ۶۰
شکل ۳-۲۶- زلزله Westmorland, 1981/04/26، peak= 0.49631g، E-W ۶۰
شکل ۳-۲۷- زلزله Duzce, Turkey,1999/11/12، Scale factor= 0.68720g، N-S ۶۱
شکل ۳-۲۸- زلزله Duzce, Turkey,1999/11/12، Scale factor= 0.60795g، E-W ۶۲
شکل ۳-۲۹- زلزله Imperial valley, 1979/10/15 ، Scale factor= 0.84980g، N-S ۶۲
شکل ۳-۳۰- زلزله Imperial valley, 1979/10/15، Scale factor= 0.64535g، E-W ۶۳
شکل ۳-۳۱- زلزله Westmorland, 1981/04/26، Scale factor= 1.35806g، N-S ۶۳
شکل ۳-۳۲- زلزله Westmorland, 1981/04/26، Scale factor= 1.00743g، E-W ۶۴
شکل ۴-۱- مود اول ساختمان ۰۱، ۵ طبقه ۶۷
شکل ۴-۲- مود دوم ساختمان ۰۱، ۵ طبقه ۶۷
شکل ۴-۳- مود سوم ساختمان ۰۱، ۵ طبقه ۶۷
شکل ۴-۴- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۱، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۱
شکل ۴-۵-تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۲، ۵ طبقه تحت زلزلـه Imperial valley بـدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۱

شکل ۴-۶- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۳، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۲
شکل ۴-۷-تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۴، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۲
شکل ۴-۸- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۵، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۳
شکل ۴-۹- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۶، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۳
شکل ۴-۱۰- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۷، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۴
شکل ۴-۱۱- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۸، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۴
شکل ۴-۱۲- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۶
شکل ۴-۱۳- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۶
شکل ۴-۱۴- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در راستای شمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۷
شکل ۴-۱۵- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۷
شکل ۴-۱۶- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۸
شکل ۱۷۰- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۸
شکل ۴-۱۸- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در راستای شمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۹
شکل ۴-۱۹- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۹

شکل ۴-۲۰- منحنی هیسترزیس یک نمونه از تیر پیوند ساختمان ۰۸، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۸۰
شکل ۴-۲۱- منحنی هیسترزیس یک نمونه از تیر پیوند ساختمان ۰۸، ۵ طبقه تحت زلزله Westmorland بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۸۰
شکل ۴-۲۲- دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۸۱
شکل ۴-۲۳- دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۸۲
شکل ۴-۲۴- دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و F تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۸۲
شکل ۴-۲۵- دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و F تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۸۳
شکل ۴-۲۶- دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Westmorland بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۸۳
شکل ۴-۲۷- دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Westmorland بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۸۴
شکل ۴-۲۸- دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و F تحت زلزله Westmorland بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۸۴
شکل ۴-۲۹- دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و F تحت زلزله Westmorland بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۸۵
شکل ۴-۳۰- مود اول ساختمان ۰۱، ۲۰ طبقه ۸۶
شکل ۴-۳۱- مود دوم ساختمان ۰۱، ۲۰ طبقه ۸۶
شکل ۴-۳۲- مود سوم ساختمان ۰۱، ۲۰ طبقه ۸۶
شکل ۴--۳۳- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۱، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۰
شکل ۴-۳۴- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۲، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۰

شکل ۴-۳۵- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۳، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۱
شکل ۴-۳۶-تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۴، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley بـدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۱
شکل ۴-۳۷- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۵، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۲
شکل ۴-۳۸- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۶، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley بـدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۲
شکل ۴-۳۹- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۷، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۳
شکل ۴-۴۰- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۸، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley بـدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۳
شکل ۴-۴۱- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هـر طبقـه در راسـتای شـرقی- غربی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۵
شکل ۴-۴۲- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راسـتای شـرقی- غربی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۵
شکل ۴-۴۳- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقـه در راسـتای شـمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۶
شکل ۴-۴۴- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شـمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۶
شکل ۴-۴۵- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت بـه هـر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۷
شکل ۴-۴۶- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پـایین نسـبت بـه هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۷
شکل ۴-۴۷- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت بـه هـر طبقه در راستای شمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۸
شکل ۴-۴۸- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پـایین نسـبت بـه هر طبقه در راستای شمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۸

شکل ۴-۴۹- منحنی هیسترزیس یک نمونه از تیر پیوند ساختمان ۰۸، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۹۹
شکل ۴-۵۰- منحنی هیسترزیس یک نمونه از تیر پیوند ساختمان ۰۸، ۲۰ طبقه تحت زلزله Westmorland بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۰
شکل ۴-۵۱- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۱
شکل ۴-۵۲- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۱
شکل ۴-۵۳- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و F تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۲
شکل ۴-۵۴- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و F تحت زلزله Imperial valley بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۲
شکل ۵۵۰- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Westmorland بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۳
شکل ۴-۵۶- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Westmorland بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۳
شکل ۵۷۰- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و F تحت زلزله Westmorland بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۴
شکل ۴-۵۸- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و F تحت زلزله Westmorland بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۴
شکل ۴-۵۹- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۱، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۷
شکل ۴-۶۰-تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۲، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۷
شکل ۴-۶۱- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۳، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۸
شکل ۴-۶۲- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۴، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۸

شکل ۴-۶۳- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۵، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۹
شکل ۴-۶۴- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۶، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۰۹
شکل ۴-۶۵- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۷، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۰
شکل ۴-۶۶- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۸، ۵ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۰
شکل ۴-۶۷- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۲
شکل ۴-۶۸- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۲
شکل ۶۹۰- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در راستای شمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۳
شکل ۴-۷۰- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۳
شکل ۴-۷۱- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۴
شکل ۴-۷۲- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۴
شکل ۴-۷۳- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در راستای شمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۵
شکل ۴-۷۴- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۵
شکل ۴-۷۵-دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۶
شکل ۴-۷۶-دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۷

شکل ۴-۷۷-دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و F تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۷
شکل ۴-۷۸- دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و Fتحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۸
شکل ۴-۷۹- دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Westmorlandبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۸
شکل ۴-۸۰- دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Westmorlandبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۹
شکل ۴-۸۱- دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و Fتحت زلزله Westmorlandبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۱۹
شکل ۴-۸۲- دوران مفصل ساختمان‌های ۵ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و Fتحت زلزله Westmorland با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۰
شکل ۴-۸۳- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۱، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۱
شکل ۴-۸۴- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۲، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۱
شکل ۴-۸۵- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۳، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۲
شکل ۴-۸۶- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۴، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۲
شکل ۴-۸۷- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۵، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۳
شکل ۴-۸۸- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۶، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۳
شکل ۴-۸۹- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۷، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۴
شکل ۴-۹۰- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۸، ۲۰ طبقه تحت زلزله Imperial valley با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۴

شکل ۹۱۰- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۶
شکل ۴-۹۲- غییر مکان ماکزیمم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۶
شکل ۴-۹۳- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در راستای شمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۷
شکل ۴-۹۴- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۷
شکل ۴-۹۵- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۸
شکل ۴-۹۶- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۸
شکل ۴-۹۷- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در راستای شمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۹
شکل ۴-۹۸- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شمالی- جنوبی تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۲۹
شکل ۴-۹۹- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۰
شکل ۴-۱۰۰- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۱
شکل ۴-۱۰۱- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و Fتحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۱
شکل ۴-۱۰۲- نمودار دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و F تحت زلزله Imperial valleyبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۲
شکل ۴-۱۰۳- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Westmorlandبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۲
شکل ۴-۱۰۴- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Westmorlandبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۳

شکل ۴-۱۰۵-دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی بالا نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و Fتحت زلزله Westmorlandبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۳
شکل ۴-۱۰۶- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های A و Fتحت زلزله Westmorlandبا در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۴
شکل ۴-۱۰۷-تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شرقی-غربی تحت زلزله Duzce-1بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۷
شکل ۴-۱۰۸- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Duzce بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۷
شکل ۴-۱۰۹- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Duzce-1 بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۸
شکل ۴-۱۱۰- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Duzce بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۸
شکل ۴-۱۱۱- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Duzce-1 بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۹
شکل ۴-۱۱۲- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Duzce بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۳۹
شکل ۴-۱۱۳- منحنی هیسترزیس یک نمونه از تیر پیوند ساختمان ۰۸، ۲۰ طبقه تحت زلزله Duzce بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۴۰
شکل ۴-۱۱۴- منحنی هیسترزیس یک نمونه از تیر پیوند ساختمان ۰۸، ۲۰ طبقه تحت زلزله Duzce-1 بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۴۰
شکل ۴-۱۱۵- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۱، ۲۰ طبقه تحت زلزله Duzce بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۴۱
شکل ۴-۱۱۶- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۱، ۲۰ طبقه تحت زلزله Duzce-1 بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۴۱
شکل ۴-۱۱۷- تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Duzce-1 با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۴۲
شکل ۴-۱۱۸-تغییرمکان ماکزیمم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شرقی-غربی تحت زلزله Duzce با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۴۲

شکل ۴-۱۱۹- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Duzce-1 با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۴۳
شکل ۴-۱۲۰- ماکزیمم تغییرمکان نسبی جانبی در مرکز جرم ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در راستای شرقی- غربی تحت زلزله Duzce با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۴۳
شکل ۴-۱۲۱- دوران مفصل ساختمان‌های ۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Duzce-1 با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۴۴
شکل ۴-۱۲۲- دوران مفصل ساختمان‌های۲۰ طبقه با مقاومت پیچشی پایین نسبت به هر طبقه در قاب‌های ۱ و ۶ تحت زلزله Duzce با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۴۴
شکل ۴-۱۲۳- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۱، ۲۰ طبقهتحت زلزله Duzce با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۴۵
شکل ۴-۱۲۴- تغییرمکان افقی مرکز جرم بام نسبت به زمان در ساختمان ۰۱، ۲۰ طبقه تحت زلزله Duzce-1 با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۱۴۵

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۳-۱- کد گذاری پلان‌های مختلف ۳۳

جدول ۳-۲- بار مرده طبقات ۴۹

جدول ۳-۳- بار وارده بر دیوارهای پیرامونی ۴۹

جدول ۳-۳- بار زنده طبقات ۴۹

جدول ۳-۴- پارامترهای موثر بر بارگذاری جانبی ۵۰

جدول ۳-۵- حداکثر مجاز دریفت واقعی طرح ۵۱

جدول ۳-۶- مشخصات مقاطع برای ساختمان ۲۰ طبقه متقارن منظم با مقاومت پیچشی بالا ۵۳

جدول ۳-۷- ابعاد پی ۵۶

جدول ۳-۸- مشخصات خاک ۵۷

جدول ۳-۹- مشخصات زلزله‌ها ۵۷

جدول ۳-۱۱- ضریب مقیاس ۶۱

جدول ۴-۱- مشخصات مودی ساختمان ۰۱، ۵ طبقه ۶۷

جدول ۴-۲- مشخصات مودی ساختمان ۰۲، ۵ طبقه ۶۸

جدول ۴-۳- مشخصات مودی ساختمان ۰۳، ۵ طبقه ۶۸

جدول ۴-۴- مشخصات مودی ساختمان ۰۴، ۵ طبقه ۶۸

جدول۴-۵- مشخصات مودی ساختمان ۰۵، ۵ طبقه ۶۹

جدول ۴-۶- مشخصات مودی ساختمان ۰۶، ۵ طبقه ۶۹

جدول ۴-۷- مشخصات مودی ساختمان ۰۷، ۵ طبقه ۶۹

جدول ۴-۸- مشخصات مودی ساختمان ۰۸، ۵ طبقه ۷۰

جدول ۴-۹- درصد افزایش تغییرمکان افقی مرکز جرم بام با کاهش مقاومت پیچشی در پلان در ساختمان‌های ۵ طبقه بدون در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه ۷۵

جدول ۴-۱۰- مشخصات مودی ساختمان ۰۱، ۲۰ طبقه ۸۵

جدول ۴-۱۱- مشخصات مودی ساختمان ۰۲، ۲۰ طبقه ۸۷

جدول ۴-۱۲- مشخصات مودی ساختمان ۰۳، ۲۰ طبقه ۸۷

جدول ۴-۱۳- مشخصات مودی ساختمان ۰۴، ۲۰ طبقه ۸۷