پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

پایان نامه دکتری

مهندسی عمران- مهندسی زلزله

بررسی رفتار لرزه‌ای ساختمانهای پانلی بتنی با سیستم تونلی

دانشجو

علیرضا توافقی جهرمی

استاد راهنما

دکتر ساسان عشقی

پائیز ۱۳۹۰

بسم الله الرحمن الرحيم

برخود لازم می‌دانم از زحمات بی‌دریغ، تلاشهای بی‌وقفه و راهنمائیهای استاد ارجمند جناب آقای دکتر ساسان عشقی که در انجام این تحقیق مرا یاری نمودند، قدردانی نمایم.

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

و

تقدیم به همسرم مهربانم

اعضاء هیئت داوران:

استاد راهنما: جناب آقای دکتر ساسان عشقی **امضاء**

استاد مدعو (خارجی): جناب آقای دکتر بابک پاشا **امضاء**

استاد مدعو (خارجی): جناب آقای دکتر همایون استکانچی **امضاء**

استاد مدعو (داخلی): جناب آقای دکتر فریدون اربابی **امضاء**

استاد مدعو (داخلی): جناب آقای دکتر عبدالرضا سروقدمقدم **امضاء**

مدیر تحصیلات تکمیلی: جناب آقای دکتر حمید زعفرانی **امضاء**

چکیده

در سالهای گذشته تعداد زیادی از مجتمعهای مسکونی، صنعتی، اداری و نظامی بصورت صنعتی یا نیمه صنعتی در نقاط مختلف دنیا با استفاده از سیستمهای تونلی ساخته شده است. در کشور ایران نیز بسیاری از سازه‌های موجود با این سیستم سازه‌ای ساخته شده و یا در حال احداث می‌باشند. عملکرد نسبتاً مناسب این گونه سازه‌ها در زلزله‌های گذشته، سرعت اجرای بالا و کاهش هزینه‌های ساخت، باعث گردیده تا استفاده از این ساختمانها بیش از گذشته مورد توجه قرار گیرد. در ساختمانهای تونلی بارهای ثقلی و جانبی توسط دیوارهای برشی حمل می‌شود. در این سیستم، دالها علاوه بر انتقال بارهای افقی و قائم به دیوارها، در همبند کردن دیوارها نیز نقش مهمی دارند. با توجه به ابعاد کم دیوار و دال، عمدتاً آرماتورهای مورد استفاده در یک لایه قرار داده می‌شوند و در طراحی دیوارها، اجزای مرزی چندان مورد توجه نمی‌باشد.

در مورد پارامترهایی که در طراحی لرزه‌ای ساختمانهای تونلی مورد استفاده مهندسین قرار می‌گیرد، مطالعه کافی صورت نگرفته است. محاسبه زمان تناوب سازه با استفاده از فرمولهای تجربی و ضریب رفتار از مهمترین مواردی است که به روشنی در آئین نامه‌ها بدان اشاره نشده است. در حال حاضر از دستورالعملهای موجود در خصوص سیستم‌های دیوار باربر بتنی برای طراحی ساختمانهای تونلی استفاده می‌شود. شایان ذکر است در سالهای اخیر جهت شناسایی رفتار عمومی این سازه‌ها، تعیین زمان تناوب مد اول نوسانی، جزئیات آرماتور گذاری و ... تلاشهایی شده است.

این تحقیق در راستای بررسی تحلیلی رفتار لرزه‌ای ساختمانهای پانلی با سیستم تونلی می‌باشد که محاسبه ضریب رفتار مناسب، بررسی اثر ارتفاع و سایر پارامترهای مربوطه اهداف اصلی آن را تشکیل می‌دهد. ابزار مورد استفاده، مدلهای عددی ساخته شده از ساختمانهای تونلی می‌باشد که جهت کنترل صحت نتایج از مطالعات آزمایشگاهی نیز بهره برده شده است. بدین منظور دو نمونه مقیاس شده از ساختمانهای پانلی بتنی با سیستم تونلی در آزمایشگاه ساخته شده و آزمایشات مختلفی از جمله بارگذاریهای رفت و برگشتی و آزمایشات ارتعاشات اجباری روی آنها صورت گرفته است. نتایج این آزمایشات در مدلسازیهای بعدی مورد استفاده قرار گرفته است.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد در صورت عدم وجود اجزای مرزی در دیوارها، ضریب رفتار برابر ۴، مطابق آئین نامه ASCE-SEI/7-05 ضریب رفتار مناسبی برای طراحی لرزه‌ای این ساختمانها می‌باشد. بعلاوه، ساختمانهای تونلی دارای رفتار تردی در برابر بارهای جانبی بوده و شکل‌پذیری چندانی از خود نشان نمی‌دهند.

واژه‌های کلیدی

ساختمانهای پانلی بتنی، ساختمانهای تونلی، ضریب رفتار، آزمایشات بارگذاری رفت و برگشتی، آزمایشات ارتعاشات اجباری، مدلسازی غیر خطی بتن آرمه.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱. مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- هدف تحقیق ۳
۱-۳- دامنه تحقیق ۴
۱-۴- روش تحقیق ۵
۱-۵- چهار چوبه پایان نامه حاضر ۵

۲. بررسی ادبیات فنی ۷

۲-۱- مقدمه ۸
۲-۲- معرفی سازه‌های پانلی ۸
۲-۲-۱- روشهای ساخت سازه‌های پانلی ۸
۲-۲-۲- هندسه عمومی سازه‌های تونلی ۱۳
۲-۳- آئین نامه‌ها و دستورالعملهای موجود ۱۳
۲-۳-۱- ضوابط طراحی لرزه‌ای سیستم دیوارهای باربر در امریکا ۱۴
۲-۳-۲- ضوابط طراحی لرزه‌ای سیستم دیوارهای باربر در ایران ۱۶
۲-۳-۳- ضوابط طراحی لرزه‌ای سیستم دیوارهای باربر در سایر کشورها ۱۹
۲-۴- بررسی ادبیات فنی موجود ۱۹
۲-۴-۱- بررسی ادبیات فنی سیستم دیوارهای باربر ۲۰
۲-۴-۱-۱- عملکرد دیوارهای کوپله ۲۱
۲-۴-۱-۲- درصد مساحت دیوارهای برشی به مساحت پلان ۲۳
۲-۴-۱-۳- تخمین زمان تناوب ۲۴
۲-۴-۲- بررسی ادبیات فنی ساختمانهای تونلی ۲۵
۲-۴-۲-۱- مطالعات انجام شده توسط Kalkan ۲۵
۲-۴-۲-۲- مطالعات انجام شده در ایران ۲۶
۲-۵- خلاصه و نتیجه گیری فصل ۲۶

۳. بررسی رفتار لرزه‌ای ساختمانهای تونلی ۲۸

۳-۱- مقدمه ۲۹
۳-۲- رفتار عمومی ساختمانهای تونلی ۲۹
۳-۳- تحلیل لرزه‌ای ساختمانهای تونلی ۳۲
۳-۳-۱- تفاوت آنالیزهای دو بعدی و سه بعدی ۳۳
۳-۳-۲- عملکرد کوپله دیوارها ۳۵

۳-۳-۳- اثر دالهای همبند ۳۹
۳-۳-۴- زمان تناوب ۴۶
۳-۳-۵- ضریب رفتار ۵۴
۳-۴- طراحی لرزه‌ای ساختمانهای تونلی ۵۹
۳-۴-۱- درصد سطح دیوار به پلان ۶۰
۳-۴-۲- جزئیات آرماتورگذاری ۶۳
۳-۵- مکانیسم خرابی ۶۴
۳-۶- خلاصه و نتیجه گیری فصل ۶۶

۴. مطالعات آزمایشگاهی ۶۷

۴-۱- مقدمه ۶۸
۴-۲- شرح برنامه مطالعات آزمایشگاهی ۶۸
۴-۳- نحوه ساخت نمونه‌های آزمایشگاهی ۷۶
۴-۳-۱- انتخاب میلگردهای کششی ۷۶
۴-۳-۲- ساخت بتن ۷۶
۴-۳-۳- ساخت فونداسیون ۷۷
۴-۳-۴- ساخت دیوارها ۷۹
۴-۳-۵- دال طبقات ۸۰
۴-۴- نحوه اعمال بار و ابزار گذاری نمونه‌ها ۸۲
۴-۴-۱- نحوه اعمال بار ۸۲
۴-۴-۲- ابزار گذاری برای آزمایشات بارگذاری رفت و برگشتی ۸۳
۴-۵- بارگذاری نمونه‌ها ۸۵
۴-۶- نتایج آزمایشات بر روی مصالح مورد استفاده ۸۶
۴-۶-۱- نتایج تست مقاومت کششی آرماتورها ۸۶
۴-۶-۲- نتایج تست مقاومت فشاری نمونه‌های بتن ۸۷
۴-۷- نتایج آزمایشات بارگذاری رفت و برگشتی ۸۷
۴-۷-۱- نتایج بدست آمده از آزمایش بر روی نمونه اول ۸۷
۴-۷-۲- تفسیر نتایج حاصل از آزمایش بارگذاری رفت و برگشتی ۹۳
۴-۷-۳- نتایج بدست آمده از آزمایش بر روی نمونه دوم ۹۵
۴-۸- نتایج آزمایشات ارتعاشات اجباری ۹۷
۴-۹- خلاصه و نتیجه گیری فصل ۱۰۶

۵. بررسی نتایج بدست آمده از مطالعات آزمایشگاهی ۱۰۷

۵-۱- مقدمه ۱۰۸
۵-۲- مبانی مدلسازی عددی ۱۰۸
۵-۲-۱- روش اجزای محدود ۱۰۸
۵-۲-۲- روش اجزای محدود در مسایل خطی ۱۰۹
۵-۲-۲-۱- روش اجزای محدود در مسایل غیرخطی ۱۱۰

۵-۲-۳- مدلهای رفتاری بتن ۱۱۱
۵-۲-۳-۱- ترک پخشی ۱۱۱
۵-۲-۳-۲- آغاز ترک خوردگی ۱۱۳
۵-۲-۳-۳- رابطه تنش-کرنش ۱۱۳
۵-۲-۳-۴- ترک مجزا ۱۱۵
۵-۲-۴- معرفی مدلهای رفتاری فولاد ۱۱۷
۵-۲-۵- معرفی نرم افزار ۱۱۷
۵-۲-۵-۱- معرفی المانهای موجود ۱۱۸
۵-۳- تطابق با نتایج آزمایشگاهی در مطالعات گذشته: ۱۲۳
۵-۳-۱- خصوصیات مدل کامپیوتری ۱۲۸
۵-۴- تطابق با نتایج مطالعات آزمایشگاهی ۱۳۲
۵-۴-۱- بررسی رفتار غیر خطی نمونه‌ها ۱۳۲
۵-۴-۲- بررسی رفتار خطی نمونه‌ها ۱۳۵
۵-۵- تطابق با نتایج مطالعات آزمایشگاهی گذشته ۱۴۴
۵-۶- خلاصه و نتیجه گیری فصل ۱۴۴

۶. مطالعات تحلیلی ۱۴۶

۶-۱- مقدمه ۱۴۷
۶-۲- ضریب رفتار ۱۴۷
۶-۲-۱- منحنی ظرفیت سازه ۱۴۸
۶-۲-۲- نسبت شکل‌پذیری ۱۴۸
۶-۲-۳- ضریب رفتار ۱۴۸
۶-۲-۴- ضریب کاهش نیرو ۱۴۹
۶-۲-۵- ضریب اضافه مقاومت ۱۴۹
۶-۲-۶- ضریب تنش مجاز ۱۵۰
۶-۳- متدلوژی تعیین ضریب رفتار ۱۵۰
۶-۳-۱- محاسبه ضریب رفتار بر مبنای ATC-63: ۱۵۱
۶-۴- شرح بانک اطلاعاتی در نظر گرفته شده برای محاسبه ضریب رفتار ۱۵۶
۶-۵- طراحی سازه مطابق آئین نامه ASCE/SEI 7-05 ۱۵۹
۶-۶- پیاده سازی روش برای یکی از پلانها ۱۶۳
۶-۷- آنالیزهای دینامیکی غیر خطی ۱۷۰
۶-۸- پیاده سازی روش برای سایر پلانها ۱۷۳
۶-۹- محاسبه ضریب رفتار بر اساس عناصر تشکیل دهنده ۱۷۸
۶-۱۰- بررسی اثرات بار ثقلی ۱۸۱
۶-۱۱- خلاصه و نتیجه گیری فصل ۱۸۲

۷. نتیجه گیری ۱۸۴

۷-۱- مقدمه ۱۸۵

۷-۲- نتایج بدست آمده ۱۸۵
۷-۳- پیشنهادات جهت تحقیقات آتی ۱۸۸
۸. مراجع ۱۸۹
۹. نتایج آزمایشات ارتعاشات اجباری ۱۹۵
۱۰. نتایج آزمایشات بارگذاری رفت و برگشتی ۲۷۶

فهرست اشکال

عنوان		صفحه
شکل (۲-۱)	: نحوه اجرای قالبهای ICF.	۹
شکل (۲-۲)	: نمای کلی روش ساخت تونلی.	۱۰
شکل (۲-۳)	: چند نمونه پلان از سازه‌های تونلی.	۱۴
شکل (۲-۴)	: انواع دیوارها در سازه‌های پانلی.	۲۰
شکل (۲-۵)	: نما و پلان سازه‌های پانلی به همراه دال همبند.	۲۱
شکل (۳-۱)	: پلان‌های نمونه جهت بررسی عمومی رفتار ساختمانهای تونلی	۲۹
شکل (۳-۲)	: مکانسیم مقاومت در برابر نیروهای جانبی در ساختمانهای نمونه قابی شکل سیستم دوگانه	۳۱
شکل (۳-۳)	: مکانسیم مقاومت در برابر نیروهای جانبی در ساختمان نمونه تونلی	۳۲
شکل (۳-۴)	: پلان آنالیز شده سازه ۲ و ۵ طبقه[۵۷]	۳۴
شکل (۳-۵)	: نمودار ظرفیت بر اساس آنالیزهای انجام شده[۵۷]	۳۴
شکل (۳-۶)	:توزیع تنش برشی در آخرین گام آنالیزهای دو بعدی و سه بعدی ساختمان پنج طبقه[۵۷]	۳۵
شکل (۳-۷)	:مشخصات عمومی پلان برای بررسی اثر کوپله عمل کردن دیوارها	۳۶
شکل (۳-۸)	: درصد لنگر تحمل شده با عملکرد کوپله دیوارها به لنگر کل برحسب تغییر فاصله دیوارها	۳۶
شکل (۳-۹)	: نما و پلان سازه مورد مطالعه ۲ و ۵ طبقه در مطالعات Kalkan, Balkaya (واحدها بر حسب سانتیمتر)[۱]	۳۷
شکل (۳-۱۰)	: مکانیسم عملکرد کششی و فشاری دیوارها در سازه‌های تونلی[۱]	۳۸
شکل (۳-۱۱)	: پلان و نمای سازه مورد مطالعه ۲ طبقه در مطالعات Kalkan, Balkaya (واحدها بر حسب سانتیمتر)[۵]	۳۸
شکل (۳-۱۲)	: نمودار لنگر خمشی کل و اجزای تشکیل دهنده آن در مطالعات Kalkan, Balkaya [۵]	۳۹
شکل (۳-۱۳)	: نمودار نیرو تغییر مکان بام در مطالعات Kalkan, Balkaya[۵]	۳۹
شکل (۳-۱۴)	: تغییر شکل دال همبند و دیوارها.	۴۰
شکل (۳-۱۵)	: انواع شکل قرارگیری دیوارها در پلان.	۴۱
شکل (۳-۱۶)	: نمودار تعیین عرض موثر دال برای دو تیپ متفاوت از قرارگیری دیوارهاWai K. Tso, A. Mahmoud [۱۷]	۴۲
شکل (۳-۱۷)	: هندسه کلی مدلها در آزمایشات انجام شده توسط Paulay, Taylor [۱۸]	۴۳
شکل (۳-۱۸)	: منحنی کاهش عرض موثر بر حسب طول ترک Coull, Wong [۱۹]	۴۳
شکل (۳-۱۹)	: نمودار نیرو_تغییر مکان نمونه اول در آزمایشات انجام شده توسط Mirza, Jalil Khan [۲۰]	۴۴
شکل (۳-۲۰)	: نمودار نیرو_تغییر مکان نمونه دوم در آزمایشات انجام شده توسط Mirza, Jalil Khan [۲۰]	۴۴
شکل (۳-۲۱)	: نمودار نیرو_تغییر مکان نمونه سوم در آزمایشات انجام شده توسط Mirza, Jalil Khan [۲۰]	۴۵
شکل (۳-۲۲)	: نمودار تعیین عرض موثر دال در حالت اولیه، ترک خورده و پلاستیک ارایه شده توسط Khandaker (2003).	۴۵
شکل (۳-۲۳)	: مقایسه زمان تناوب واقعی و محاسباتی بر مبنای UBC97 در مطالعات Chopra, Goel [۳۰]	۴۷
شکل (۳-۲۴)	: مقایسه زمان تناوب واقعی و محاسباتی بر مبنای SEAOC96 در مطالعات Chopra, Goel [۳۰]	۴۷
شکل (۳-۲۵)	: مقایسه زمان تناوب واقعی و محاسباتی بر مبنای ATC3-06 در مطالعات Chopra, Goel [۳۰]	۴۸
شکل (۳-۲۶)	: مقایسه زمان تناوب واقعی و محاسباتی بر مبنای آئین نامه‌های مختلف در مطالعات Lee و همکارانش [۳۱]	۴۹
شکل (۳-۲۷)	: مقایسه زمان تناوب تئوریک و محاسباتی بر مبنای آئین نامه‌های مختلف در مطالعات Kalkan, Balkaya [۲۷]	۵۰
شکل (۳-۲۸)	: پلانهای نمونه جهت بررسی اثر پارامترهای مختلف روی زمان تناوب	۵۱
شکل (۳-۲۹)	: اثر ارتفاع بر روی زمان تناوب ساختمانهای تونلی	۵۲
شکل (۳-۳۰)	: اثر نسبت طول به عرض سازه بر روی زمان تناوب ساختمانهای تونلی	۵۳
شکل (۳-۳۱)	: اثر نسبت مساحت دیوارها به سطح پلان بر روی زمان تناوب ساختمانهای تونلی	۵۴
شکل (۳-۳۲)	: پلان سازه‌های مدلسازی شده برای محاسبه ضریب رفتار در تحقیقاتKalkan , Balkaya [۲۷و۲۸].	۵۴
شکل (۳-۳۳)	: مقطع سازه‌های مدلسازی شده برای محاسبه ضریب رفتار در تحقیقاتKalkan , Balkaya [۲۷و۲۸].	۵۵
شکل (۳-۳۴)	: نمودار نیرو تغییر مکان بام در مطالعات Kalkan, Balkaya برای سازه ۲ طبقه[۲۷]	۵۵

شکل (۳-۳۵)	: نمودار نیرو تغییر مکان بام در مطالعات Kalkan, Balkaya برای سازه ۵ طبقه[۲۷]	۵۶
شکل (۳-۳۶)	: منحنی ظرفیت و تقاضا برای سازه دو طبقه در مطالعات Kalkan, Balkaya [۲۷].	۵۶
شکل (۳-۳۷)	: منحنی ظرفیت و تقاضا برای سازه پنج طبقه در مطالعات Kalkan, Balkaya [۲۷].	۵۷
شکل (۳-۳۸)	: نحوه محاسبه ضریب رفتار بر روی منحنی نیرو تغییر مکان در مطالعات Kalkan, Balkaya [۲۷].	۵۷
شکل (۳-۳۹)	: پلانهای مورد مطالعه در تحقیقات سروقدمقدم، میرقادری و یوسف پور [۷۵].	۵۸
شکل (۳-۴۰)	: نمودار نیرو تغییر مکان در تحقیقات سروقدمقدم، میرقادری و یوسف پور برای پلان اول [۷۵].	۵۸
شکل (۳-۴۱)	: نمودار نیرو تغییر مکان در تحقیقات سروقدمقدم، میرقادری و یوسف پور برای پلان دوم [۷۵].	۵۹
شکل (۳-۴۲)	: تفاوت دیوارهای برشی در کشور امریکا و شیلی.	۶۱
شکل (۳-۴۳)	: Drift طبقه بام بر حسب نسبت مساحت دیوار به سطح پلان.	۶۱
شکل (۳-۴۴)	: حداکثر ضریب نیروی زلزله بر حسب آئین نامه‌های امریکا برای نسبت سطح دیوار به پلان برابر ۰/۵۰٪.	۶۲
شکل (۳-۴۵)	: حداکثر ضریب نیروی زلزله بر حسب آئین نامه‌های امریکا برای نسبت سطح دیوار به پلان برابر ۲/۵۰٪.	۶۲
شکل (۳-۴۶)	: حداکثر ضریب نیروی زلزله بر حسب آئین نامه‌های شیلی برای نسبت سطح دیوار به پلان برابر ۲/۵۰٪.	۶۲
شکل (۳-۴۷)	: اثر تغییر مقدار آرماتور بر نمودار نیرو تغییر مکان در آزمایشاتBalkaya , Kalkan [۲۹]	۶۳
شکل (۳-۴۸)	: مقطع دیوار و نمای کلی تست انجام شده توسط Balkaya , Kalkan[۲۸]	۶۴
شکل (۳-۴۹)	: نمای کلی مکانیسم خرابی در تست انجام شده توسط (Balkaya , Kalkan) در جهت ضعیف [۲۸]	۶۴
شکل (۳-۵۰)	: نمای کلی مکانیسم خرابی در تست انجام شده توسط (Balkaya , Kalkan) در جهت قوی[۲۸]	۶۵
شکل (۳-۵۱)	: نمودار نیرو تغییر مکان در آزمایشات Balkaya , Kalkan [۲۸]	۶۵
شکل (۴-۱)	: پلان و مقطع نمونه آزمایشگاهی (واحدها بر حسب سانتیمتر)	۶۹
شکل (۴-۲)	: مهار فونداسیون نمونه آزمایشگاهی به کف صلب.	۷۷
شکل (۴-۳)	: جزییات اجرای فونداسیون نمونه‌های آزمایشگاهی.	۷۸
شکل (۴-۴)	: جزییات اجرای دیوارهای نمونه‌های آزمایشگاهی.	۷۹
شکل (۴-۵)	: جزییات نصب کرنش‌سنجها روی آرماتورهای ریشه در دیوارهای نمونه‌های آزمایشگاهی.	۸۰
شکل (۴-۶)	: جزییات اجرای دالهای نمونه‌های آزمایشگاهی.	۸۱
شکل (۴-۷)	: نمونه آزمایشگاهی تکمیل شده.	۸۲
شکل (۴-۸)	: نحوه اعمال بار به نمونه‌های آزمایشگاهی.	۸۳
شکل (۴-۹)	: نحوه جاگذاری ابزار اندازه‌گیری در نمونه‌های آزمایشگاهی.	۸۴
شکل (۴-۱۰)	: چیدمان ابزار اندازه‌گیری در نمونه‌های آزمایشگاهی برای آزمایشات ارتعاشات اجباری.	۸۵
شکل (۴-۱۱)	: الگوی بارگذاری رفت و برگشتی در نمونه‌های آزمایشگاهی.	۸۶
شکل (۴-۱۲)	: نتایج تست کششی میلگردها.	۸۶
شکل (۴-۱۳)	: نتایج آزمایش رفت و برگشتی نمونه اول.	۸۸
شکل (۴-۱۴)	: کنترل لغزش توسط LVDT 01 در طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۸۸
شکل (۴-۱۵)	: کنترل بلند شدگی توسط LVDT 02 در طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۸۹
شکل (۴-۱۶)	: ثبت تغییر مکان قائم دال توسط LVDT 03 در طبقه اول مجاور دیوار W3aدر طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۸۹
شکل (۴-۱۷)	: ثبت کرنش طولی آرماتور در طبقه اول دیوار W3aدر طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۸۹
شکل (۴-۱۸)	: ترکهای اولیه دیوار W1 در محل اتصال به دال طبقه اول در آزمایش نمونه اول.	۹۰
شکل (۴-۱۹)	: ترک خوردگی دیوار W1 در طبقات و فونداسیون در آزمایش نمونه اول.	۹۱
شکل (۴-۲۰)	: جداشدگی دیوار W3 از فونداسیون در آزمایش نمونه اول.	۹۱
شکل (۴-۲۱)	: ترک خوردگی دیوار W2 در طبقات و فونداسیون در آزمایش نمونه اول.	۹۲
شکل (۴-۲۲)	: پانچ شدن دال طبقه اول در محل اتصال به دیوار W3aدر آزمایش نمونه اول.	۹۲
شکل (۴-۲۳)	: بلند شدگی پای دیوار W3 از روی دیوار در آزمایش نمونه اول.	۹۳
شکل (۴-۲۴)	: تشکیل مفصل در ناحیه اتصال دال به دیوار در آزمایش نمونه اول.	۹۳
شکل (۴-۲۵)	: تغییرات کرنش آرماتورهای طولی در دیوار W3	۹۴
شکل (۴-۲۶)	: نتایج آزمایش رفت و برگشتی نمونه دوم.	۹۵
شکل (۴-۲۷)	: کنترل لغزش توسط LVDT 01 و بلند شدگی توسط LVDT 02 در طول زمان، آزمایش نمونه دوم.	۹۶
شکل (۴-۲۸)	: ثبت تغییر مکان قائم دال توسط LVDT 03 در طبقه اول مجاور دیوار W3aدر طول زمان، آزمایش نمونه دوم.	۹۶

شکل (۴-۲۹)	: ثبت کرنش طولی آرماتور در طبقه اول دیوار W3aدر طول زمان، آزمایش نمونه دوم.	۹۷
شکل (۴-۳۰)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج اول روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۹۷
شکل (۴-۳۱)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج دوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۹۸
شکل (۴-۳۲)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۹۸
شکل (۴-۳۳)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج اول روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۹۸
شکل (۴-۳۴)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج دوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۹۹
شکل (۴-۳۵)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۹۹
شکل (۴-۳۶)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج اول روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۹۹
شکل (۴-۳۷)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج دوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۱۰۰
شکل (۴-۳۸)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۱۰۰
شکل (۴-۳۹)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج اول روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۱۰۰
شکل (۴-۴۰)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج دوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۱۰۱
شکل (۴-۴۱)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۱۰۱
شکل (۴-۴۲)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۱۰۲
شکل (۴-۴۳)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S2، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۱۰۲
شکل (۴-۴۴)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-ST1، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۱۰۳
شکل (۴-۴۵)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-ST2، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۱۰۳
شکل (۴-۴۶)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H1، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۱۰۴
شکل (۴-۴۷)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H2، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۱۰۴
شکل (۴-۴۸)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H3، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۱۰۵
شکل (۴-۴۹)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H4، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۱۰۵
شکل (۵-۱)	: محورهای اصلی و جهات ترک خوردگی در المان کرنش صفحه‌ای	۱۱۲
شکل (۵-۲)	: ثابتهای ترک خوردگی بتن	۱۱۴
شکل (۵-۳)	: رابطه تنش – کرنش بتن در مدل ترک پخشی	۱۱۴
شکل (۵-۴)	: مدلهای رفتاری کششی بتن	۱۱۶
شکل (۵-۵)	:مدلهای رفتاری فشاری بتن	۱۱۶
شکل (۵-۶)	مدلهای رفتاری سخت شدگی آرماتورها	۱۱۷
شکل (۵-۷)	:مشخصات عمومی المان Shell مسطح	۱۱۹
شکل (۵-۸)	: تغییر مکانهای فعال در المان Shell مسطح	۱۱۹
شکل (۵-۹)	:تغییر شکلهای فعال در المان Shell مسطح	۱۱۹
شکل (۵-۱۰)	:نیروها و تنشهای فعال در المان Shell مسطح	۱۲۰
شکل (۵-۱۱)	:تعریف ضخامتهای متفاوت در المان Shell مسطح	۱۲۰
شکل (۵-۱۲)	:مشخصات عمومی المان Shell خمیده	۱۲۰
شکل (۵-۱۳)	:تغییر مکانهای فعال در المان Shell خمیده	۱۲۱
شکل (۵-۱۴)	:تغییر شکلهای فعال در المان Shell خمیده	۱۲۱
شکل (۵-۱۵)	:نیروها و تنشهای فعال در المان Shell خمیده	۱۲۱
شکل (۵-۱۶)	:تعریف ضخامتهای متفاوت در المان Shell خمیده	۱۲۲
شکل (۵-۱۷)	:مشخصات عمومی المان Solid	۱۲۲
شکل (۵-۱۸)	:تغییر مکانهای فعال در المان Solid	۱۲۲
شکل (۵-۱۹)	:تغییر شکلهای فعال در المان Solid	۱۲۳
شکل (۵-۲۰)	:نیروها و تنشهای فعال در المان Solid	۱۲۳
شکل (۵-۲۱)	: ابعاد نمونه در آزمایشاتBalkaya and Kalkan [۲۷]	۱۲۳
شکل (۵-۲۲)	: نحوه آرماتورگذاری و نحوه اعمال بار در آزمایشاتBalkaya and Kalkan [۲۷]	۱۲۴
شکل (۵-۲۳)	: نحوه بارگذاری در آزمایشاتBalkaya and Kalkan [۲۷]	۱۲۵
شکل (۵-۲۴)	: مشخصات مصالح در آزمایشاتBalkaya and Kalkan [۲۷]	۱۲۵

شکل (۵-۲۵)	: مقطع دیوار و نمای کلی تست انجام شده در آزمایشات Balkaya and Kalkan [۲۷]	۱۲۶
شکل (۵-۲۶)	: نمای کلی مکانیسم خرابی در تست انجام شده توسط Balkaya , Kalkan بارگذاری در جهت ضعیف	۱۲۶
شکل (۵-۲۷)	: نمای کلی مکانیسم خرابی در تست انجام شده توسط Balkaya , Kalkan بارگذاری در جهت ضعیف	۱۲۷
شکل (۵-۲۸)	: نمودار نیرو تغییر مکان در آزمایشات Balkaya , Kalkan	۱۲۷
شکل (۵-۲۹)	: مدلهای رفتاری بتن در کشش و فشار	۱۲۸
شکل (۵-۳۰)	اثر اندازه ابعاد المان بر منحنی تنش کرنش بتن	۱۲۹
شکل (۵-۳۱)	: نمودار نیرو تغییر مکان بام برای تعیین مدل رفتاری مناسب	۱۳۰
شکل (۵-۳۲)	: نمودار نیرو تغییر مکان بام در آزمایش KalKan و مقایسه نتایج تحلیل و آزمایش	۱۳۰
شکل (۵-۳۳)	مدلسازی مکانیسم خرابی در آزمایشات KalKan	۱۳۲
شکل (۵-۳۴)	: نمودار نیرو تغییر مکان بام برای تعیین مدل رفتاری مناسب در آزمایشات	۱۳۴
شکل (۵-۳۵)	مدلسازی مکانیسم خرابی در آزمایشات.	۱۳۵
شکل (۵-۳۶)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، پاسخ فرکانسی لرزه نگارها روی فونداسیون	۱۳۷
شکل (۵-۳۷)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، پاسخ فرکانسی لرزه نگارها روی طبقه اول	۱۳۸
شکل (۵-۳۸)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، پاسخ فرکانسی لرزه نگارها روی طبقه دوم	۱۳۹
شکل (۵-۳۹)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، پاسخ فرکانسی لرزه نگارها روی بام	۱۴۰
شکل (۵-۴۰)	: بررسی تغییرات زمان تناوب مد اول نوسانی با تغییر ضریب ترک خوردگی دال.	۱۴۳
شکل (۶-۱)	: نمودار تیپ نیرو تغییر مکان	۱۵۵
شکل (۶-۲)	: شکل طیف حداکثر بارگذاری لرزه‌ای برای کلاسهای مختلف طراحی [۳۵]	۱۵۹
شکل (۶-۳)	: اطلاعات عمومی پلان اول مورد مطالعه (اندازه‌ها بر حسب سانتیمتر)	۱۶۱
شکل (۶-۴)	: اطلاعات عمومی پلان دوم مورد مطالعه (اندازه‌ها بر حسب سانتیمتر)	۱۶۱
شکل (۶-۵)	: اطلاعات عمومی پلان سوم مورد مطالعه (اندازه‌ها بر حسب سانتیمتر)	۱۶۲
شکل (۶-۶)	: اطلاعات عمومی پلان چهارم مورد مطالعه (اندازه‌ها بر حسب سانتیمتر)	۱۶۲
شکل (۶-۷)	: اطلاعات عمومی پلان پنجم مورد مطالعه (اندازه‌ها بر حسب سانتیمتر)	۱۶۳
شکل (۶-۸)	: نامگذاری دیوارها در پلان شماره پنجم	۱۶۴
شکل (۶-۹)	نمودار نیرو تغییر مکان برای پلان تیپ انتخاب شده	۱۶۵
شکل (۶-۱۰)	منحنی نیرو تغییر مکان برای پلان پنجم پنج طبقه در فضای طیفی	۱۶۶
شکل (۶-۱۱)	: الگوی گسترش ترک در دال طبقه اول در تغییر مکان ۱۸ میلیمتری بام	۱۶۷
شکل (۶-۱۲)	: الگوی گسترش ترک در دیوارهای W1,W2 در تغییر مکان ۱۸ میلیمتری بام	۱۶۸
شکل (۶-۱۳)	: منحنی IDA برای پلان پنجم در پنج طبقه	۱۶۹
شکل (۶-۱۴)	: منحنی‌های حداکثر تغییر مکان طبقات بر اساس شتاب طیفی برای پلان پنجم در پنج طبقه	۱۷۲
شکل (۶-۱۵)	: منحنی‌های IDA بدست آمده برای پلان پنجم در پنج طبقه	۱۷۲
شکل (۶-۱۶)	: مقدار ACMR بر حسب ارتفاع برای پلان اول	۱۷۴
شکل (۶-۱۷)	: مقدار ACMR بر حسب ارتفاع برای پلان دوم	۱۷۵
شکل (۶-۱۸)	: مقدار ACMR بر حسب ارتفاع برای پلان سوم	۱۷۶
شکل (۶-۱۹)	: مقدار ACMR بر حسب ارتفاع برای پلان چهارم	۱۷۷
شکل (۶-۲۰)	: مقدار ACMR بر حسب ارتفاع برای پلان پنجم	۱۷۸
شکل (۶-۲۱)	: منحنی ظرفیت برای پلان پنجم در پنج طبقه	۱۷۹
شکل (۶-۲۲)	: منحنی ظرفیت برای پلان پنجم در پنج طبقه	۱۸۲
شکل (۳-۵۲)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۱۹۶
شکل (۳-۵۳)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۱۹۷
شکل (۳-۵۴)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۱۹۸
شکل (۳-۵۵)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۱۹۹
شکل (۳-۵۶)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S1، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۰۰
شکل (۳-۵۷)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S2، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۰۱
شکل (۳-۵۸)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S2، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۰۲

شکل (۳-۵۹)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S2، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۰۳
شکل (۳-۶۰)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S2، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۰۴
شکل (۳-۶۱)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-S2، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۰۵
شکل (۳-۶۲)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-ST1، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۰۶
شکل (۳-۶۳)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-ST1، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۰۷
شکل (۳-۶۴)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-ST1، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۰۸
شکل (۳-۶۵)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-ST1، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۰۹
شکل (۳-۶۶)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-ST1، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۱۰
شکل (۳-۶۷)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-ST2، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۱۱
شکل (۳-۶۸)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-ST2، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۱۲
شکل (۳-۶۹)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-ST2، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۱۳
شکل (۳-۷۰)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-ST2، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۱۴
شکل (۳-۷۱)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-ST2، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۱۵
شکل (۳-۷۲)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H1، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۱۶
شکل (۳-۷۳)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H1، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۱۷
شکل (۳-۷۴)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H1، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۱۸
شکل (۳-۷۵)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H1، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۱۹
شکل (۳-۷۶)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H1، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۲۰
شکل (۳-۷۷)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H2، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۲۱
شکل (۳-۷۸)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H2، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۲۲
شکل (۳-۷۹)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H2، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۲۳
شکل (۳-۸۰)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H2، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۲۴
شکل (۳-۸۱)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H2، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۲۵
شکل (۳-۸۲)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H3، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۲۶
شکل (۳-۸۳)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H3، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۲۷
شکل (۳-۸۴)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H3، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۲۸
شکل (۳-۸۵)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H3، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۲۹
شکل (۳-۸۶)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H3، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۳۰
شکل (۳-۸۷)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H4، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۳۱
شکل (۳-۸۸)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H4، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۳۲
شکل (۳-۸۹)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H4، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۳۳
شکل (۳-۹۰)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H4، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۳۴
شکل (۳-۹۱)	: آزمایش FV-SP1-X-NM-H4، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۳۵
شکل (۳-۹۲)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-S1، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۳۶
شکل (۳-۹۳)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-S1، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۳۷
شکل (۳-۹۴)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-S1، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۳۸
شکل (۳-۹۵)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-S1، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۳۹
شکل (۳-۹۶)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-S1، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۴۰
شکل (۳-۹۷)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-S2، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۴۱
شکل (۳-۹۸)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-S2، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۴۲
شکل (۳-۹۹)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-S2، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۴۳
شکل (۳-۱۰۰)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-S2، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۴۴
شکل (۳-۱۰۱)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-S2، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۴۵
شکل (۳-۱۰۲)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-ST1، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۴۶
شکل (۳-۱۰۳)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-ST1، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۴۷

شکل (۳-۱۰۴)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-ST1، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۴۸
شکل (۳-۱۰۵)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-ST1، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۴۹
شکل (۳-۱۰۶)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-ST1، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۵۰
شکل (۳-۱۰۷)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-ST2، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۵۱
شکل (۳-۱۰۸)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-ST2، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۵۲
شکل (۳-۱۰۹)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-ST2، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۵۳
شکل (۳-۱۱۰)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-ST2، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۵۴
شکل (۳-۱۱۱)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-ST2، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۵۵
شکل (۳-۱۱۲)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H1، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۵۶
شکل (۳-۱۱۳)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H1، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۵۷
شکل (۳-۱۱۴)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H1، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۵۸
شکل (۳-۱۱۵)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H1، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۵۹
شکل (۳-۱۱۶)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H1، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۶۰
شکل (۳-۱۱۷)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H2، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۶۱
شکل (۳-۱۱۸)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H2، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۶۲
شکل (۳-۱۱۹)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H2، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۶۳
شکل (۳-۱۲۰)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H2، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۶۴
شکل (۳-۱۲۱)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H2، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۶۵
شکل (۳-۱۲۲)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H3، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۶۶
شکل (۳-۱۲۳)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H3، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۶۷
شکل (۳-۱۲۴)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H3، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۶۸
شکل (۳-۱۲۵)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H3، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۶۹
شکل (۳-۱۲۶)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H3، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۷۰
شکل (۳-۱۲۷)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H4، شتاب سنج اول تا سوم روی فونداسیون و تابع چگالی فرکانسی.	۲۷۱
شکل (۳-۱۲۸)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H4، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه اول و تابع چگالی فرکانسی.	۲۷۲
شکل (۳-۱۲۹)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H4، شتاب سنج سوم روی طبقه دوم و تابع چگالی فرکانسی.	۲۷۳
شکل (۳-۱۳۰)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H4، شتاب سنج اول تا سوم روی طبقه بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۷۴
شکل (۳-۱۳۱)	: آزمایش FV-SP2-X-NM-H4، نیروی وارد به بام و تابع چگالی فرکانسی.	۲۷۵
شکل (۳-۱۳۲)	: نتایج خروجی LVDT 01 در طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۲۷۷
شکل (۳-۱۳۳)	: نتایج خروجی LVDT 02 در طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۲۷۷
شکل (۳-۱۳۴)	: نتایج خروجی LVDT 03 در طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۲۷۸
شکل (۳-۱۳۵)	: نتایج خروجی LVDT 04 در طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۲۷۸
شکل (۳-۱۳۶)	: ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 01 در طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۲۷۹
شکل (۳-۱۳۷)	: ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 02 در طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۲۷۹
شکل (۳-۱۳۸)	: ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 03 ر طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۲۸۰
شکل (۳-۱۳۹)	: ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 04 طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۲۸۰
شکل (۳-۱۴۰)	: ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 05 طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۲۸۱
شکل (۳-۱۴۱)	: ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 06 طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۲۸۱
شکل (۳-۱۴۲)	: ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 07 طول زمان، آزمایش نمونه اول.	۲۸۲
شکل (۳-۱۴۳)	: نتایج خروجی LVDT 01 در طول زمان، آزمایش نمونه دوم.	۲۸۳
شکل (۳-۱۴۴)	: نتایج خروجی LVDT 02 در طول زمان، آزمایش نمونه دوم.	۲۸۳
شکل (۳-۱۴۵)	: نتایج خروجی LVDT 03 در طول زمان، آزمایش نمونه دوم.	۲۸۴
شکل (۳-۱۴۶)	: نتایج خروجی LVDT 04 در طول زمان، آزمایش نمونه دوم.	۲۸۴
شکل (۳-۱۴۷)	: ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 01 در طول زمان، آزمایش نمونه دوم.	۲۸۵
شکل (۳-۱۴۸)	: ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 02 در طول زمان، آزمایش نمونه دوم.	۲۸۵

شکل (۳-۱۴۹) : ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 03 در طول زمان، آزمایش نمونه دوم. ۲۸۶
شکل (۳-۱۵۰) : ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 04 در طول زمان، آزمایش نمونه دوم. ۲۸۶
شکل (۳-۱۵۱) : ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 05 در طول زمان، آزمایش نمونه دوم. ۲۸۷
شکل (۳-۱۵۲) : ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 06 در طول زمان، آزمایش نمونه دوم. ۲۸۷
شکل (۳-۱۵۳) : ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 07 در طول زمان، آزمایش نمونه دوم. ۲۸۸
شکل (۳-۱۵۴) : ثبت کرنش طولی آرماتور درکرنش سنج Strain Gage 08 در طول زمان، آزمایش نمونه دوم. ۲۸۸

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۲-۱) : ضریب رفتار و محدودیتهای سیستم دیوار باربر در آئین‌نامه آمریکا ۱۵
جدول (۲-۲) : ضریب رفتار و محدودیتهای سیستم دیوار باربر درمبحث ششم مقررات ملی ساختمان ۱۶
جدول (۲-۳) : ضریب رفتار سیستم دیوار باربر درآئین‌نامه ترکیه ۱۹
جدول (۳-۱) :پارامترهای عمومی در محاسبه نیروی زلزله برای پلانهای نمونه ۳۰
جدول (۳-۲) :نتایج بدست آمده برای پلانهای نمونه ۳۰
جدول (۳-۳) : مقایسه مصالح مصرفی برای پلانهای نمونه ۳۱
جدول (۳-۴) : محاسبه زمان تناوب مد اول در آئین نامه‌های مختلف ۴۶
جدول (۳-۵) :فرمول ارایه شده توسط مطالعات Kalkan, Balkaya [۱] ۴۹
جدول (۳-۶) : محاسبه ضریب رفتار در تحقیقات سروقدمقدم، میرقادری و یوسف پور [۷۵]. ۵۹
جدول (۴-۱) : خلاصه آزمایشات انجام شده بر روی نمونه اول ۷۰
جدول (۴-۲) : خلاصه آزمایشات انجام شده بر روی نمونه دوم ۷۳
جدول (۴-۳) : طرح اختلاط مورد استفاده در ساخت نمونه‌های بتنی ۷۷
جدول (۴-۴) : نتایج آزمایشات مقاومت فشاری بتن. ۸۷
جدول (۵-۱) : مشخصات آرماتور در مدلسازی آزمایشات Balkaya , Kalkan (واحدها در سیستم SI)[۲۷] ۱۲۸
جدول (۵-۲) : مشخصات بتن در مدلسازی آزمایشات Balkaya , Kalkan (واحدها در سیستم SI) ۱۳۰
جدول (۵-۳) : مشخصات آرماتور در مدلسازی آزمایشات (واحدها در سیستم SI). ۱۳۳
جدول (۵-۴) : مشخصات مدلهای مختلف در مدلسازی عددی آزمایشات (واحدها در سیستم SI) ۱۳۴
جدول (۵-۵) : مشخصات بتن در مدلسازی آزمایشات ۱۳۴
جدول (۵-۶) : فرکانس تناوب اولین مد نوسانی در راستای X، سازه بدون جرم اضافه بدون ترک خوردگی ۱۴۰
جدول (۵-۷) : فرکانس تناوب اولین مد نوسانی در پیچشی، سازه بدون جرم اضافه بدون ترک خوردگی ۱۴۰
جدول (۵-۸) : فرکانس تناوب اولین مد نوسانی در راستای Y، سازه بدون جرم اضافه بدون ترک خوردگی ۱۴۱
جدول (۵-۹) : فرکانس تناوب اولین مد نوسانی در راستای X، سازه با جرم اضافه بدون ترک خوردگی ۱۴۱
جدول (۵-۱۰) : فرکانس تناوب اولین مد نوسانی در پیچشی، سازه با جرم اضافه بدون ترک خوردگی ۱۴۱
جدول (۵-۱۱) : فرکانس تناوب اولین مد نوسانی در راستایY، سازه با جرم اضافه بدون ترک خوردگی ۱۴۲
جدول (۶-۱) : ارزش گذاری پارامترهای لحاظ شده در طراحی ۱۵۲
جدول (۶-۲) :ارزش گذاری اطلاعات آزمایشگاهی موجود ۱۵۳
جدول (۶-۳) :پارامترهای مورد بررسی در یک سیستم سازه‌ای ۱۵۳
جدول (۶-۴) :پارامترهای مورد بررسی در رفتار لرزه‌ای ۱۵۴
جدول (۶-۵) :ارزیابی کیفیت مدلهای تحلیلی ۱۵۵
جدول (۶-۶) : جدول تعیین کلاس طراحی سازه [۳۵] ۱۵۷
جدول (۶-۷) : محاسبه ضریب F_a مطابق جدول 11.4-1 آئین نامه ASCE 7-05 [۳۵] ۱۵۸
جدول (۶-۸) : حداقل و حداکثر بارگذاری برای هر کلاس طراحی [۳۵] ۱۵۸
جدول (۶-۹) : جدول اطلاعات مقدماتی آنالیزها ۱۶۰
جدول (۶-۱۰) جدول مقاطع مورد نیاز برای پلان تیپ انتخاب شده ۱۶۴
جدول (۶-۱۱) جدول مقاطع طراحی شده برای پلان تیپ انتخاب شده ۱۶۴
جدول (۶-۱۲) جدول مقاطع نسبت داده شده به دیوارها برای پلان تیپ انتخاب شده ۱۶۵
جدول (۶-۱۳) : مشخصات شتابنگاشتهای مورد استفاده ۱۷۰
جدول (۶-۱۴) : تغییر مکان طبقات بر حسب شتاب طیفی در تحلیل دینامیکی غیر خطی (واحدها بر حسب متر) ۱۷۱

جدول (۶-۱۵) : مقادیر ACMR برای پلان اول ۱۷۴
جدول (۶-۱۶) : مقادیر ACMR برای پلان دوم ۱۷۵
جدول (۶-۱۷) : مقادیر ACMR برای پلان سوم ۱۷۶
جدول (۶-۱۸) : مقادیر ACMR برای پلان چهارم ۱۷۷
جدول (۶-۱۹) : مقادیر ACMR برای پلان پنجم ۱۷۸
جدول (۶-۲۰) : محاسبه ضرایب شکل‌پذیری برای پلان اول ۱۸۰
جدول (۶-۲۱) : محاسبه ضرایب شکل‌پذیری برای پلان دوم ۱۸۰
جدول (۶-۲۲) : محاسبه ضرایب شکل‌پذیری برای پلان سوم ۱۸۰
جدول (۶-۲۳) : محاسبه ضرایب شکل‌پذیری برای پلان چهارم ۱۸۱
جدول (۶-۲۴) : محاسبه ضرایب شکل‌پذیری برای پلان پنجم ۱۸۱
جدول (۶-۲۵) : محاسبه ضرایب شکل‌پذیری برای پلان پنجم با در نظر گرفتن اثر تغییرات بار ثقلی ۱۸۲

فصل اول

۱. مقدمه