

۲۲۹۰۰۵۱

طراحی جداسازها و ساختمان‌های جداسازی شده

مؤلف:

مهندس محمود اسماعیلی

خ

www.ketab.ir

انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

سرشناسه	: اسماعیلی، محمود، ۱۳۷۲-
عنوان و نام پدیدآور	: طراحی جداسازها و ساختمان‌های جداسازی‌شده/مؤلف محمود اسماعیلی؛ مدیر مسئول مهدی ورسه‌ای.
مشخصات نشر	: تهران: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۲۴۱ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۵۰۰۰۰ ریال؛ 3-397-210-964-978 ISBN
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص. [۲۴۱].
موضوع	: Earthquake resistant design—ساختمان‌های ضد زلزله—
موضوع	: Buildings -- Earthquake effects—اثر زلزله—
موضوع	: Buildings -- Vibration—ساختمان‌ها — ارتعاش—
شناسه افزوده	: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر
رده‌بندی کنگره	: TA۶۵۸/۴۴
رده‌بندی دیویی	: ۶۹۳/۸۵۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۶۷۷۹۹۲
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیبا

این کتاب در تاریخ ۱۴۰۰/۰۹/۲۷ شورای نشر کتاب
جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر پس از طی مراحل
ارزیابی علمی، مجوز چاپ و انتشار دریافت نموده است.



طراحی جداسازها و ساختمان‌های جداسازی شده

مؤلف: مهندس محمود اسماعیلی

ناشر	: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر
مدیر مسؤول	: دکتر مهدی ورسه‌ای
نوبت چاپ	: اول
سال چاپ	: ۱۴۰۰
قطع	: وزیری
شمارگان	: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت	: ۹۵۰۰۰۰ ریال
طراح	: آرزو انصاری
چاپخانه	: رامین



ISBN: 978-964-210-397-3

شابک: ۳-۳۹۷-۲۱۰-۹۶۴-۹۷۸

نمایشگاه و فروشگاه دائمی: تهران، خیابان حافظ، روبروی خیابان سمیه، جنب دانشگاه صنعتی امیرکبیر،
انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر تلفن: ۹۸۱ ۹۵۰ ۹۸۲ ۶۶ + تلفکس: ۹۸۲ ۹۵۰ ۶۶ +۹۸۲۱

www.idamirkabir.ac.ir

فروشگاه اینترنتی:

پیشگفتار ناشر

اَطْلُبُوا الْعِلْمَ مِنَ الْمَهْدِ إِلَى اللَّحْدِ

توانمندسازی پایه‌های علمی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور از وظایف اصلی سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران می‌باشد. این مهم، ضمن افزایش اقتدار علمی کشور در عرصه‌های بین‌المللی؛ زمینه‌ساز استقلال اقتصادی با محوریت یافته‌های فن‌آورانه و دانش‌بنیان می‌گردد که خود از ارکان اصلی توسعه پایدار به‌شمار می‌آید. هم‌چنین واضح است که در کنار دو عنصر تعهد و تخصص، دسترسی به اطلاعات روز علمی و تکنولوژی‌های مدرن؛ نیاز اولیه برای توانمندسازی پایه‌های علمی به‌شمار می‌رود.

بر این اساس جهادگران جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر با مدیریت جهادی خود علاوه بر فعالیت‌های فرهنگی، پژوهش‌های فن‌آورانه و نیز آموزش‌های تخصصی فن‌آور و اشتغال‌محور، با چاپ کتب و مجلات علمی متخصصان و دانشگاهیان فرهیخته کشور و هم‌چنین ترجمه آثار فاخرو به‌روز دنیا توسط "انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر «پلی تکنیک تهران»" که یکی از معتبرترین انتشارات دانشگاهی در حوزه علوم پایه و مهندسی می‌باشد؛ به وظیفه انقلابی و اعتقادی خویش جامه عمل پوشانده و امیدوار است بتواند نیازهای علمی پژوهشگران، دانشجویان و پویندگان راه علم را در تحقق آرمان‌های اصیل انقلاب فراهم سازد.

این کتاب به روح برفتوح معمار کبیر انقلاب، شهدا و ایثارگران هشت سال دفاع مقدس به‌ویژه شهدای گرانقدر جهاد دانشگاهی و دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تقدیم می‌گردد. امید است دانشگاهیان و فعالین عرصه‌های علم و فن‌آوری کشور، بوینده راه این شهیدان والا مقام همچون شهدای جهاد علمی، در محیط مقدس و انسان‌ساز دانشگاه باشند.

از همه عزیزان محقق و دانش‌پژوه تقاضا می‌شود این انتشارات را از نظرات تخصصی و پیشنهادات راهگشای خود در جهت ارتقاء سطح علمی کتب منتشره و هم‌چنین گسترش زمینه‌های علمی آن‌ها، بهره‌مند سازند.

"هماره در پرتو الطاف الهی پیروز و سربلند باشید"

انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

پیشگفتار

کتاب حاضر مشخصات فنی و روش طراحی جداسازهای لرزه‌ای مرسوم و همچنین مفاهیم طراحی سازه‌های دارای جداساز لرزه‌ای را بیان می‌کند. این کتاب در پاسخ به نیازهای مهندسين در طراحی ساختمان‌های جداسازی شده، با بررسی مراجع معتبر و آیین‌نامه‌های بین‌المللی در زمینه جداسازی لرزه‌ای، مفاهیم، ضوابط و معیارهای پایه‌ای در طراحی جداساز و سازه جداسازی شده به‌عنوان یک فناوری در طراحی سازه‌ها با منظور کاهش ریسک و آسیب لرزه‌ای را ارائه می‌دهد و با ارائه مثال‌های محاسباتی به درک مطالب بیان‌شده توسط مهندسين یاری می‌رساند. مفاهیم جداسازی لرزه‌ای و محاسبات مرتبط در آیین‌نامه‌های بین‌المللی اساس و پایه‌ای یکسان دارند که از اصول اصلی دینامیک سازه‌ها گرفته می‌شود. کتاب حاضر سعی بر ارائه مفاهیم و محاسبات اساسی در جداسازی یک سازه داشته است و از تکیه کردن بر یک آیین‌نامه خاص و محدودسازی مطالب خودداری شده است، به‌صورتی که خواننده پس از درک مطالب کتاب و البته تکمیل مفاهیم اساسی مهندسی و دینامیک سیستم در سایر مراجع قادر خواهد بود با آیین‌نامه‌های مطرح دنیا در زمینه جداسازی به طراحی و فعالیت بپردازد. در جهت پوشش‌نگرش و ضوابط موجود برای سازه‌های جداسازی شده، ضوابط آیین‌نامه‌های مطرح دنیا از جمله آمریکا، نیوزیلند، اروپا و ژاپن نیز در کنار مطالب موجود اشاره شده است.

بیان جامع مسائل و مفاهیم موجود در زمینه جداسازی لرزه‌ای شامل مطالب بسیار متعددی از جمله مفاهیم و معادلات دینامیکی سازه، وابستگی رفتاری هر یک از جداسازهای متنوع به شرایط و بارگذاری‌ها، کاربرد سیستم جداسازی در سازه‌های خاص و شرایط خاص، نحوه مدل‌سازی عددی جداسازها و قابلیت این مدل‌ها در مدل‌سازی رفتار واقعی و موارد متعدد دیگر می‌شود که برای پوشش دادن کامل مطالب نیاز به تألیف چند جلد کتاب جامع است. اصلی‌ترین موضوع در فراگیری علم جداسازی یک شروع مناسب

برای آشنایی اصولی با مفاهیم پایه‌ای، محاسبات و سیستم جداسازی است. کتاب حاضر در گام نخست خواننده را با رفتار جداسازهای الاستومری و لغزشی و نحوه طرح و محاسبه آن‌ها با ارائه مثال‌های عملی آشنا می‌کند و پس از آشنایی با جداسازهای مرسوم و سیستم جداسازی به بیان مفاهیم طراحی یک سازه با وجود سیستم جداسازی می‌پردازد و در انتها با ارائه مثال طراحی یک ساختمان جداسازی شده مطالب و مفاهیم بیان شده را در غالب ضوابط آیین‌نامه ASCE7 در طراحی سازه جداسازی شده تثبیت می‌کند. مطالب ارائه شده خواننده را قادر به مطالعه مباحث فنی‌تر و حرفه‌ای‌تر در زمینه جداسازی می‌سازد.

فهرست

فصل ۱: معرفی	۲۱
۱-۱ تاریخچه جداسازی لرزه‌ای در ساختمان	۲۱
۲-۱ معرفی سیستم جداسازی لرزه‌ای	۲۳
۳-۱ پیامدهای مرتبط با هزینه	۲۴
۴-۱ هدف و حدود کاربرد	۲۴
۵-۱ انطباق با آیین‌نامه‌های ساختمانی	۲۶
۶-۱ بررسی مستقل	۲۷
۷-۱ تعیین اثرات زلزله	۲۹
۸-۱ حالات حدی	۳۰
۹-۱ طرح کلی کتاب	۳۲
فصل ۲: مشخصات مکانیکی جداسازها	۳۵
۱-۲ مقدمه	۳۵
۲-۲ مشخصات اسمی جداسازهای لاستیکی با هسته سربی	۳۶
۳-۲ مقادیر حدود بالا و پایین مشخصات جداساز لاستیکی با هسته سربی	۳۹
۴-۲ مبانی پایه در رفتار جداسازهای لغزشی یگانه و دوگانه	۳۹
۵-۲ مبانی پایه در رفتار جداسازهای لغزشی سه‌گانه	۴۱
۶-۲ مشخصات اسمی جداسازهای لغزشی آونگی	۴۵
۷-۲ مقادیر حدود بالا و پایین مشخصات جداسازهای لغزشی پاندولی	۴۶
۸-۲ مثال	۴۶

فصل ۳: طراحی و ارزیابی کفایت جداسازهای الاستومری..... ۴۹

۱-۳ مقدمه..... ۴۹

۲-۳ محاسبات کرنش برشی جداساز..... ۵۰

۳-۳ محاسبه بار کمانشی جداساز..... ۵۴

۴-۳ محاسبات جابجایی بحرانی جداساز..... ۵۶

۵-۳ تنش در صفحات داخلی جداساز..... ۵۷

۶-۳ ارزیابی کفایت صفحات انتهایی جداسازهای الاستومری..... ۵۹

۱-۶-۳ روش سطح محصور کاهش یافته..... ۶۰

۲-۶-۳ روش نیروی محوری و لنگر..... ۶۲

۷-۳ مثال طراحی و ارزیابی کفایت جداساز الاستومری با هسته سربی..... ۶۴

۱-۷-۳ انتخاب مشخصات و ابعاد جداساز..... ۶۵

۲-۷-۳ تحلیل جابجایی جداساز..... ۷۰

۳-۷-۳ اثر باد بر روی سازه جداسازی شده..... ۷۱

۴-۷-۳ سختی قائم جداسازها..... ۷۲

۵-۷-۳ کنترل نیروی بازگرداننده کافی..... ۷۳

۶-۷-۳ نتایج تحلیل سازه جداسازی شده..... ۷۳

۷-۷-۳ ارزیابی کفایت جداساز در شرایط بهره‌برداری..... ۷۳

۸-۷-۳ ارزیابی کفایت جداساز در شرایط زلزله طرح..... ۷۵

۹-۷-۳ ارزیابی کفایت جداساز در شرایط زلزله حداکثر..... ۷۶

۱۰-۷-۳ ارزیابی کفایت صفحه انتهایی جداساز..... ۷۷

فصل ۴: طراحی و ارزیابی کفایت جداسازهای لغزشی..... ۸۱

۱-۴ مقدمه..... ۸۱

۲-۴ انتقال بار و روش ارزیابی جداسازهای لغزشی..... ۸۱

۳-۴ مثال طراحی و ارزیابی کفایت جداساز لغزشی یگانه..... ۸۶

۱-۳-۴ انتخاب ابعاد و مشخصات جداساز..... ۸۶

۲-۳-۴ محاسبه جابجایی سیستم جداسازی..... ۸۸

- ۳-۳-۴ نمودار نیرو-جابجایی جداساز انتخاب شده..... ۹۰
- ۴-۳-۴ اثر باد بر روی سازه جداسازی شده..... ۹۱
- ۵-۳-۴ تحلیل جابجایی جداسازها..... ۹۱
- ۶-۳-۴ نتایج تحلیل سازه جداسازی شده..... ۹۳
- ۷-۳-۴ ارزیابی کفایت ضخامت صفحه مقعر..... ۹۳
- ۸-۳-۴ ارزیابی کفایت ضخامت صفحه نگه‌دارنده لغزنده..... ۹۷

فصل ۵: سیستم ساختمانی جداسازی شده و فلسفه طراحی..... ۹۹

- ۱-۵ مقدمه..... ۹۹
- ۲-۵ معیارهای ساختمان‌های جداسازی شده..... ۹۹
- ۳-۵ اجزای یک ساختمان جداسازی شده و عملکرد آن‌ها..... ۱۰۲
- ۱-۳-۵ سیستم پی و زیرسازه (همچون سازه پایدارکننده جداسازها)..... ۱۰۳
- ۲-۳-۵ جداسازها..... ۱۰۳
- ۳-۳-۵ فضای آزاد کناری..... ۱۰۷
- ۴-۳-۵ سازه‌های تأمین‌کننده پایداری جداسازها..... ۱۰۸
- ۵-۳-۵ روسازه..... ۱۰۹
- ۴-۵ الزامات طراحی اجزای ساختمان..... ۱۱۱
- ۱-۴-۵ سیستم پی و زیرسازه..... ۱۱۱
- ۲-۴-۵ جداسازها..... ۱۱۱
- ۳-۴-۵ فضای آزاد کناری..... ۱۱۲
- ۴-۴-۵ سازه تأمین‌کننده پایداری جداسازها..... ۱۱۲
- ۵-۴-۵ روسازه..... ۱۱۲

فصل ۶: عملکرد ساختمان جداسازی شده..... ۱۱۳

- ۱-۶ مقدمه..... ۱۱۳
- ۲-۶ طراحی در حالت حدی خرابی محدود..... ۱۱۴
- ۳-۶ اهداف عملکردی..... ۱۱۷
- ۱-۳-۶ حالت‌های حدی، اهداف عملکردی و شاخص‌های ساختمان‌های جداسازی شده..... ۱۱۸

۴-۶ شاخص‌های عملکردی.....	۱۲۰
۴-۶-۱ شاخص‌های عملکردی اجزای غیر سازه‌ای برای حالت حدی خرابی محدود.....	۱۲۰
۵-۶ عوامل خارجی.....	۱۲۱
۶-۶ ابزار گذاری و نظارت.....	۱۲۱
فصل ۷: طیف خطر و رکوردهای زلزله	۱۲۳
۷-۱ مقدمه.....	۱۲۳
۷-۲ شتاب و جابجایی لرزه‌ای.....	۱۲۳
۷-۲-۱ طیف الاستیک شتاب برای بارگذاری افقی.....	۱۲۳
۷-۲-۲ طیف الاستیک جابجایی برای بارگذاری افقی.....	۱۲۵
۷-۲-۳ حالت‌های حدی در نظر گرفته شده.....	۱۲۶
۷-۲-۴ منحنی‌های شتاب جابجایی.....	۱۲۷
۷-۳ مطالعات خطر ویژه ساختگاه.....	۱۲۷
۷-۴ انتخاب و مقیاس رکوردهای زلزله.....	۱۲۹
۷-۴-۱ محدوده دوره تناوب پیشنهاد شده.....	۱۲۹
۷-۴-۲ تعداد رکوردهای مورد استفاده.....	۱۳۰
۷-۴-۳ جهت رکوردها.....	۱۳۱
۷-۴-۴ کاهش جابجایی جداسازها برای رکوردهای حاوی اثرات قوی جهت پذیری روبه ساختگاه در حوزه نزدیک.....	۱۳۲
۷-۵ روش‌های طیف‌های شرطی یا متوسط شرطی.....	۱۳۲
فصل ۸: الزامات و روش‌های تحلیل	۱۳۵
۸-۱ مقدمه.....	۱۳۵
۸-۲ انتخاب روش تحلیل.....	۱۳۵
۸-۳ الزامات عمومی.....	۱۳۸
۸-۳-۱ مشخصات سیستم جداسازی.....	۱۳۸
۸-۳-۲ خروج از مرکزیت جرم و اثرات پیچش.....	۱۳۹

۱۳۹	۳-۳-۸ اثرات پی-دلتا
۱۳۹	۴-۳-۸ اندرکنش خاک و سازه
۱۴۰	۴-۸ تحلیل سیستم جداسازی با روش سیستم یک درجه آزادی
۱۴۱	۱-۴-۸ تحلیل سیستم یک درجه آزادی بر اساس طیف پاسخ شتاب-جابجایی (طیف ADRS) ...
۱۴۳	۵-۸ تحلیل استاتیکی معادل روسازه
۱۴۸	۱-۵-۸ الزامات کلی
۱۴۸	۲-۵-۸ الزامات تحلیلی
۱۵۱	۶-۸ تحلیل طیفی
۱۵۱	۱-۶-۸ الزامات کلی
۱۵۳	۲-۶-۸ الزامات مدل سازی
۱۵۵	۷-۸ تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی
۱۵۵	۱-۷-۸ کلیات
۱۵۶	۲-۷-۸ الزامات مدل سازی
۱۵۶	۳-۷-۸ میرایی در تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی
۱۵۷	۴-۷-۸ رکوردهای حرکتی زمین
۱۵۸	۵-۷-۸ مستندات، بررسی و تأیید مستقل
۱۵۸	۸-۸ تحلیل بخشی از ساختمان و طیف پاسخ طبقات
۱۵۹	فصل ۹: طراحی
۱۵۹	۱-۹ طراحی
۱۶۱	۲-۹ روند طراحی
۱۶۴	۳-۹ شکل پذیری روسازه
۱۶۵	۴-۹ طراحی ظرفیتی روسازه
۱۶۵	۵-۹ تغییرات حدود مشخصات جداسازها
۱۶۶	۱-۵-۹ فصل ۱۷ از استاندارد ASCE7
۱۶۹	۲-۵-۹ مکوییتی و کنستانتینو (۲۰۱۵)
۱۷۱	۳-۵-۹ استاندارد اروپا

۶-۹	محدودیت‌های طراحی جداسازها	۱۷۵
۷-۹	اعضای سازه‌ای تأمین‌کننده پایداری جداسازها	۱۷۶
۸-۹	معیارها و روش‌های طراحی برای انواع ساختمان‌های جداسازی شده	۱۸۰
۱-۸-۹	طراحی تراز جداسازی	۱۸۰
۲-۸-۹	ساختمان جداسازی شده نوع ۱ (ساده)	۱۸۲
۳-۸-۹	ساختمان جداسازی شده نوع ۲ (عمومی)	۱۸۴
۴-۸-۹	ساختمان جداسازی شده نوع ۳ (پیچیده یا شکل‌پذیر)	۱۸۶
۵-۸-۹	ساختمان جداسازی شده نوع ۴ (ترد)	۱۸۸
فصل ۱۰: جزئیات در سطح جداسازی		
۱-۱۰	جزئیات در سطح جداسازی	۱۹۱
۲-۱۰	اعضای سازه‌ای انتقالی	۱۹۱
۳-۱۰	دسترسی به جداسازها (فضای دسترسی)	۱۹۲
۴-۱۰	وسایل اتصال در جداسازها، نصب و تحویل	۱۹۲
۵-۱۰	مهار موقت در حین ساخت	۱۹۳
۶-۱۰	دوام	۱۹۴
۷-۱۰	محافظت در برابر آتش	۱۹۴
۸-۱۰	طراحی برای ورود و خروج	۱۹۴
۹-۱۰	تأسیسات ساختمان	۲۰۰
فصل ۱۱: مثال طراحی ساختمان جداسازی شده		
۱-۱۱	مقدمه	۲۰۳
۲-۱۱	طراحی ساختمان جداسازی شده بر اساس آیین‌نامه ASCE7-10	۲۰۳
۱-۲-۱۱	معرفی سازه	۲۰۳
۲-۲-۱۱	بارگذاری ثقیل سازه	۲۰۵
۳-۲-۱۱	محل سازه و اطلاعات خطر لرزه‌ای	۲۰۵
۴-۲-۱۱	تحلیل لرزه‌ای سازه با پایه ثابت	۲۰۷

۲۰۹	۵-۲-۱۱ تحلیل لرزه‌ای سازه جداسازی شده
۲۲۱	۶-۲-۱۱ جابجایی و کشش در جداسازها
۲۲۳	۷-۲-۱۱ ارزیابی کفایت جداسازها
۲۲۶	۸-۲-۱۱ نتایج جابجایی و شتاب طبقات
۲۲۷	۹-۲-۱۱ طراحی اعضای سازه
۲۲۹	فصل ۱۲: مشخصات خرید سامانه‌های جداسازی
۲۲۹	۱-۱۲ مقدمه
۲۳۱	۲-۱۲ تضمین کیفیت
۲۳۲	۱-۲-۱۲ آزمایش و سابقه کافی تولیدکننده
۲۳۳	۲-۲-۱۲ تأییدیه مستقل
۲۳۴	۳-۲-۱۲ مستندات تولیدکننده
۲۳۴	۴-۲-۱۲ ضمانت‌نامه
۲۳۴	۳-۲-۱۲ موارد ارسالی تولیدکننده
۲۳۵	۱-۳-۱۲ موارد ارسالی قبل از صلاحیت
۲۳۵	۲-۳-۱۲ ارسال مناقصه
۲۳۵	۳-۳-۱۲ موارد ارسالی مرحله تولید و عرضه
۲۳۷	فصل ۱۳: بازرسی و نگهداری
۲۳۷	۱-۱۳ مقدمه
۲۳۷	۲-۱۳ علائم هشداردهنده
۲۳۸	۳-۱۳ کتابچه راهنمای حفظ و نگهداری
۲۳۸	۴-۱۳ ثبت جابجایی‌ها
۲۳۸	۵-۱۳ برنامه بازرسی و نگهداری
۲۳۹	۶-۱۳ موارد مورد بازرسی و نوع و دفعات بازرسی‌ها
۲۴۱	منابع و مراجع

فهرست جداول

جدول ۱- روابط نیرو-جابجایی جداساز لغزشی سه‌گانه	۴۴
جدول ۲- نیرو و جابجایی انتهایی ۴ گام رفتاری نخست جداساز لغزشی سه‌گانه	۴۴
جدول ۳- نمونه‌ای از قطعات مقعر استاندارد در جداسازهای آونگی	۴۵
جدول ۴- ضریب f_1 برای جداسازهای دایروی	۵۲
جدول ۵- ضریب f_1 برای جداسازهای دایروی توخالی (محاسبه کرنش در سطح داخلی جداساز)	۵۳
جدول ۶- ضریب f_1 برای جداسازهای دایروی توخالی (محاسبه کرنش در سطح خارجی جداساز)	۵۳
جدول ۷- ضریب f_2 برای جداسازهای دایروی	۵۴
جدول ۸- ضریب f_2 برای جداسازهای دایروی توخالی (محاسبه کرنش در سطح داخلی جداساز)	۵۴
جدول ۹- ضریب f_2 برای جداسازهای دایروی توخالی (محاسبه کرنش در سطح خارجی جداساز)	۵۴
جدول ۱۰- محاسبه متفاوت مشخصه سیستم جداسازی برای ابعاد پیش نهادهی هسته سربی	۶۶
جدول ۱۱- محاسبه جابجایی طرح و حداکثر ضخامت لایه‌های لاستیک برای ابعاد متفاوت قطر لاستیک محصور	۶۷
جدول ۱۲- محاسبه جابجایی سطح زلزله طرح برای مشخصات حد پایین سیستم جداسازی	۸۹
جدول ۱۳- محاسبه جابجایی سطح زلزله طرح برای مشخصات حد بالا سیستم جداسازی	۸۹
جدول ۱۴- مشخصات سیستم جداسازی در نظر گرفته شده	۹۰
جدول ۱۵- مقادیر عددی و دقیق طیف شتاب	۹۲
جدول ۱۶- تعداد پیشنهادی رکوردهای حرکت زمین	۱۳۱
جدول ۱۷- ضرایب پیش فرض حدود بالا و پایین برای تولیدکنندگان ناشناخته (ASCE7-16)	۱۶۷
جدول ۱۸- ضرایب پیش فرض حدود بالا و پایین برای تولیدکنندگان معتبر (ASCE7-16)	۱۶۸
جدول ۱۹- ضرایب پیش فرض لامبدا برای جداسازهای الاستومری در غیاب داده‌های معتبر آزمایش‌ها، ASCE7-16 (مکویت و کنستانتینو ۲۰۱۵)	۱۷۰
جدول ۲۰- مقایسه ضرایب لامبدا در حالت پیش فرض ASCE7-16 و شرایط مختلف وجود داده‌های آزمایش‌ها برای جداسازهای الاستومری (مکویت و کنستانتینو ۲۰۱۵)	۱۷۰
جدول ۲۱- ضرایب پیش فرض لامبدا برای ضریب اصطکاک سطح لغزش اصلی (μ_1) جداساز پاندولی اصطکاکی در غیاب داده‌های معتبر آزمایش‌ها، ASCE7-16 (مکویت و کنستانتینو ۲۰۱۵)	۱۷۱
جدول ۲۲- مقایسه ضرایب لامبدا در حالت پیش فرض ASCE7-16 و شرایط مختلف وجود داده‌های آزمایش‌ها برای جداسازهای پاندولی اصطکاکی (مکویت و کنستانتینو ۲۰۱۵)	۱۷۱

جدول ۲۳- ضریب f_1 برای اثر سالخوردگی (جدول 1.1 از استاندارد اروپا)	۱۷۲
جدول ۲۴- ضریب f_2 برای اثر حرارت (جدول 2.2 از استاندارد اروپا)	۱۷۲
جدول ۲۵- ضریب f_3 برای اثرات آلودگی (جدول 3.3 از استاندارد اروپا)	۱۷۳
جدول ۲۶- ضریب f_4 برای اثرات تجمعی حرکتی (جدول 4.4 از استاندارد اروپا)	۱۷۳
جدول ۲۷- ضریب f_1 برای اثر سالخوردگی (جدول 5.5 از استاندارد اروپا)	۱۷۳
جدول ۲۸- ضریب f_2 برای اثر حرارت (جدول 6.6 از استاندارد اروپا)	۱۷۳
جدول ۲۹- ضریب f_3 برای اثر آلودگی (جدول 7.7 از استاندارد اروپا)	۱۷۴
جدول ۳۰- ضریب f_4 برای اثرات تجمعی حرکتی (جدول 8.8 از استاندارد اروپا)	۱۷۴
جدول ۳۱- ضرایب لامبدا بر اساس استاندارد اروپا	۱۷۴
جدول ۳۲- حدود مجاز در طراحی جداسازهای الاستومری	۱۷۶
جدول ۳۳- حدود مجاز در طراحی جداسازهای لغزشی	۱۷۶
جدول ۳۴- طراحی تراز جداسازی در ساختمان های نوع ۱ (ساده)	۱۸۰
جدول ۳۵- طراحی تراز جداسازی در ساختمان های نوع ۲ (عمومی)	۱۸۰
جدول ۳۶- طراحی تراز جداسازی در ساختمان های نوع ۳ (پیچیده یا شکل پذیر)	۱۸۱
جدول ۳۷- طراحی تراز جداسازی در ساختمان های نوع ۴ (ترد)	۱۸۱
جدول ۳۸- کنترل محدودیت های ASCE7-16	۱۸۲
جدول ۳۹- کنترل محدودیت های ASCE7-16	۱۸۶
جدول ۴۰- دستبندی حداقل عملکرد اتصالات حرکتی در حالات حدی مختلف	۱۹۵
جدول ۴۱- وزن مرده و زنده سازه	۲۰۵
جدول ۴۲- نتایج آنالیز مودال سازه پایه ثابت	۲۰۷
جدول ۴۳- بررسی نامنظمی پیچشی روسازه پایه ثابت	۲۰۸
جدول ۴۴- مشخصات مصالح در نظر گرفته شده برای جداسازها	۲۰۹
جدول ۴۵- مشخصات دینامیکی سیستم جداسازی	۲۱۲
جدول ۴۶- مشخصات جانبی مدل سازی جداسازها	۲۱۲
جدول ۴۷- سختی قائم مدل سازی جداسازها	۲۱۳
جدول ۴۸- زمان تناوب های سازه جداسازی شده	۲۱۴
جدول ۴۹- محاسبه جابجایی های سطح زلزله طرح و حداکثر	۲۱۵

- جدول ۵۰- محاسبه نیروی زلزله برای سیستم جداسازی و زیرسازه (V_R) ۲۱۶
- جدول ۵۱- محاسبه نیروی زلزله برای روسازه (V_S) ۲۱۷
- جدول ۵۲- نیروی زلزله کاهش یافته روسازه و زیرسازه ۲۱۷
- جدول ۵۳- جابجایی محاسباتی سیستم جداسازی ۲۱۸
- جدول ۵۴- ضریب مقیاس برش پایه برای تحلیل پاسخ طیفی مودال (MRSa) ۲۱۸
- جدول ۵۵- پارامترهای عمومی و شرایط ترکیبات بارگذاری پایه در طرح سازه ۲۱۹
- جدول ۵۶- ترکیبات بارگذاری در طرح سازه ۲۲۰
- جدول ۵۷- حداقل و حداکثر جابجایی کل در میان جداسازهای سازه ۲۲۱
- جدول ۵۸- بررسی نامنظمی پیچشی روسازه جداسازی شده ۲۲۱
- جدول ۵۹- بررسی کشش در جداسازهای سازه ۲۲۲
- جدول ۶۰- مشخصات تکمیلی جداسازها ۲۲۳
- جدول ۶۱- حداکثر بارها و جابجایی‌های جداسازها برای ارزیابی نهایی ۲۲۴
- جدول ۶۲- نتایج تحلیلی یکی از دیوارهای راستای X ۲۲۷

فهرست اشکال

- شکل ۱- نمودار ایدئال سازی شده جداساز لرزه‌ای ۲۹
- شکل ۲- ساختار داخلی جداساز لاستیکی با هسته سربی ۳۶
- شکل ۳- برش مقطعی جداساز لغزشی یگانه و دوگانه ۴۰
- شکل ۴- نمودار رفتاری جداسازهای لغزشی باندولی یگانه و دوگانه ۴۰
- شکل ۵- برش مقطعی جداساز لغزشی سه گانه ۴۲
- شکل ۶- ساختار داخلی جداساز هسته سربی در نظر گرفته شده ۴۹
- شکل ۷- شکل و ابعاد یک لایه لاستیک ۵۰
- شکل ۸- نقاط حداکثر کرنش برشی در لایه‌های محصور شده لاستیک ۵۱
- شکل ۹- اتصال جداساز به صفحات نصب بالایی و پایینی توسط زائده یا پیچ ۵۵
- شکل ۱۰- دوران جداساز با اتصال زائده‌ای و رابطه نیرو-جابجایی جانی ۵۷
- شکل ۱۱- تنش‌های برشی اعمالی بر روی صفحات داخلی و تنش‌های درونی ناشی از آن‌ها ۵۸
- شکل ۱۲- جداساز الاستومری تغییر شکل یافته و نیروهای اعمالی بر صفحات انتهایی ۶۰
- شکل ۱۳- روش انتقال نیروی محوری P از طریق سطح محصور کاهش یافته ۶۱
- شکل ۱۴- نمودار جسم آزاد صفحه انتهایی بدون کشش در میل مهارها ۶۳
- شکل ۱۵- نمودار جسم آزاد صفحه انتهایی با وجود کشش در میل مهارها ۶۳
- شکل ۱۶- روش ساده شده برای کنترل صفحه انتهایی ۶۴
- شکل ۱۷- جداساز انتخابی برای سازه ۶۹
- شکل ۱۸- نمونه‌ای از نصب جداساز سربی با کلیدهای برشی و میل مهارها ۷۹
- شکل ۱۹- جداساز لغزشی و روند طراحی صفحه انتهایی در آن ۸۲
- شکل ۲۰- انتقال بار در جداساز لغزشی تغییر شکل یافته ۸۳
- شکل ۲۱- مقایسه مقاومت خمشی مورد نیاز صفحه انتهایی در روش ساده شده و دقیق ($v=0.3$) ۸۵
- شکل ۲۲- برش مقطعی جداساز یگانه ۸۶
- شکل ۲۳- جداساز یگانه انتخاب شده ۹۰
- شکل ۲۴- نمودار دوخطی سیستم جداسازی ۹۱
- شکل ۲۵- جداساز تغییر شکل یافته تحت بارگذاری زلزله طرح ۹۵
- شکل ۲۶- جداساز تغییر شکل یافته تحت بارگذاری زلزله حداکثر ۹۶

- شکل ۲۷-محفظه نگه‌دارنده لغزنده تحت بارگذاری زلزله طرح ۹۷
- شکل ۲۸-اجزای یک ساختمان جداسازی شده لرزه‌ای ۱۰۳
- شکل ۲۹-نمایش اثرات لرزه‌ای (نیروها و جابجایی‌ها) برای بررسی تعادل و پایداری ۱۰۹
- شکل ۳۰-محاسبه میرایی سیستم برای یک سیستم جداسازی عمومی ۱۴۳
- شکل ۳۲-روش خطی سازی برای جداسازهای معمولی ۱۴۵
- شکل ۳۳-توزیع ارتفاعی نیروی جانی ۱۵۱
- شکل ۳۵-حالت ۱: حالت حدی بهره‌برداری بدون نیروهای لرزه‌ای، بدون تغییرشکل‌های لرزه‌ای ۱۷۷
- شکل ۳۶-حالت ۲: بارهای قائم حالت حدی بهره‌برداری، تغییرشکل‌های باقی‌مانده ۱۷۷
- شکل ۳۷-حالت ۳: نیروها و تغییرشکل‌های لرزه‌ای بر روی جداساز و اعضای تأمین‌کننده پایداری (برای زلزله سطح طرح و حداکثر) ۱۷۸
- شکل ۳۸-مدل سازی هندسی جداسازهای الاستومری ۱۷۸
- شکل ۳۹-مدل سازی هندسی جداسازهای لغزنده با سطح منحنی ۱۷۹
- شکل ۴۰-مدل سازی هندسی جداسازهای لغزنده با سطح تخت ۱۷۹
- شکل ۴۱-کاهش تعداد جداسازها با استفاده از اعضای ستاره‌ای انتقالی ۱۹۱
- شکل ۴۲-روش متداول برای اجرای پیچ و مهره‌های اتصال ۱۹۲
- شکل ۴۳-محل قرارگیری جک تخت ۱۹۳
- شکل ۴۴-مقاطع از یک شفت آسانسور آویزان و مهار به روسازه، به همراه شکاف‌های لرزه‌ای ۱۹۷
- شکل ۴۵-مقطعی از دال طره‌ای متصل به سازه جداسازی شده ۱۹۸
- شکل ۴۶-مقطعی از یک صفحه فولادی متصل به سازه جداسازی شده ۱۹۸
- شکل ۴۷-خندق پوشانده شده با دال بتنی پیش‌ساخته ۱۹۹
- شکل ۴۸-سه نوع عمومی از صفحات پوششی برای کف که امکان حرکت افقی را به هر جهت فراهم می‌کند. پوشش‌های ضد آتش و سایر جزئیات ساختمانی لازم نشان داده نشده است. ۱۹۹
- شکل ۴۹-یک اتصال حرکتی دیواری که امکان حرکت در هر دو جهت افقی را فراهم می‌کند ۲۰۰
- شکل ۵۰-روش‌های دستیابی به اتصالات انعطاف‌پذیر برای تغییر مکان‌های طراحی بین روسازه جداسازی و اعضای ثابت مانند دیوارهای حائل ۲۰۱
- شکل ۵۱-جداسازی دیوار پارتیشن زیر صفحه جداسازی از ساختار جداسازی شده در بالا ۲۰۲
- شکل ۵۲-مقطع ارتفاعی ساختمان جداسازی شده ۲۰۴
- شکل ۵۳-پلان طبقات ساختمان جداسازی شده ۲۰۴

- شکل ۵۵- مدل سازی سازه پایه ثابت در نرم افزار SAP2000 ۲۰۷
- شکل ۵۶- ضوابط بررسی نامنظمی پیچشی سازه ۲۰۸
- شکل ۵۷- مدل دوخطی رفتار جداساز ۲۱۰
- شکل ۵۸- محل استفاده جداسازها در سازه ۲۱۰

فهرست نمودارها

- نمودار ۱- تعداد ساختمان های جداسازی شده در ژاپن ۲۲
- نمودار ۲- تعداد ساختمان های جداسازی شده در فعال ترین کشورها ۲۲
- نمودار ۳- تعداد کل ساختمان های جداسازی شده در ایتالیا ۲۳
- نمودار ۴- اثر کاهش سختی در نمودار رفتاری جداساز لاستیکی با میرایی بالا ۳۸
- نمودار ۵- نمودار رفتاری جداساز لاستیکی با میرایی کم ۳۸
- نمودار ۶- نمودار رفتاری جداساز لاستیکی با هسته سربی ۳۹
- نمودار ۷- حلقه های نمودار رفتاری جداساز لرزه ای سه گانه ۴۲
- نمودار ۸- نمودار رفتاری جداساز لغزشی سه گانه با شرایط معرفی شده ۴۳
- نمودار ۹- نمودار نیرو-جابجایی سیستم جداسازی مطابق با مشخصات حد پایین جداسازها ۷۰
- نمودار ۱۰- مقایسه مقاومت خمشی مورد نیاز صفحه انتهایی در روش ساده شده و دقیق ($\nu=0.3$) ۸۵
- نمودار ۱۱- نمودار نیرو جابجایی سیستم جداسازی بر اساس مشخصات حد پایین ۹۰
- نمودار ۱۲- ضریب شکل جابجایی طیفی $\Delta_p(T)$ برای انواع خاک و زمان تناوب های گوشه ۱۲۶
- نمودار ۱۳- منحنی های $\Delta_p(T)$ برای انواع خاک و دوره تناوب های گوشه ۱۲۷
- نمودار ۱۴- تعیین دوره تناوب گوشه از تقاطع پوش جابجایی و سرعت طیفی ۱۲۸
- نمودار ۱۵- منحنی ظرفیت سیستم جداسازی یک درجه آزادی و طیف های تقاضای شتاب-جابجایی ۱۴۲
- نمودار ۱۶- مقیاس سازی منحنی ADRS ۱۴۴
- نمودار ۱۷- استفاده از میرایی در مودهای جدا شده در تحلیل طیفی ۱۵۴
- نمودار ۱۸- طیف شتاب در سطوح زلزله طرح و حداکثر بر اساس استاندارد ASCE7 ۲۰۶
- نمودار ۱۹- طیف طرح کاهش یافته برای حد پایین مشخصات سیستم جداسازی در سطح زلزله طرح ۲۱۵
- نمودار ۲۰- مقایسه برش طبقات در زلزله سطح طراحی و مشخصات حد پایین جداسازها ۲۱۹
- نمودار ۲۱- نتایج جابجایی نسبی طبقات سازه در حالت جداسازی شده و جداسازی نشده ۲۲۶
- نمودار ۲۲- نتایج شتاب طبقات سازه در حالت جداسازی شده و جداسازی نشده ۲۲۷