

# الزامات طرح لوزه‌های سیستم‌های جداساز و میراگر در آیین‌نامه 7-16 ASCE به همراه تفسیر

مترجمین:

علی خان سفید

علی مقصودی



نشر عالم عمران

[www.elme-omran.com](http://www.elme-omran.com)

[Info@elme-omran.com](mailto:Info@elme-omran.com)

عضو:



انجمن کتابخانه‌شناسان ایران

این اثر مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر و مؤلف، نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

عنوان و پدیدآورنده:	الزامات طرح لرزه‌ای سیستم‌های جداساز و میراگر در آیین‌نامه ASCE7-16 به همراه تفسیر / [انجمن مهندسان راه و ساختمان آمریکا]؛ مترجمین علی‌خان سفید، علی مقصودی.
مشخصات نشر:	تهران: علم عمران، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری:	۱۰۷ ص.: جدول، نمودار.
شابک:	۵-۵۷-۵۱۷۶-۶۰۰-۹۷۸: ۱۰۰۰۰۰ ریال
یادداشت	عنوان اصلی: Minimum design loads and associated criteria for buildings and other structures, [۲۰۱۷-واژه‌نامه- کتابنامه.
موضوع:	مهندسی سازه -- استانداردها -- ایالات متحده-Unit Standards -- Structural engineering -- ed states -- ساختمان‌ها -- ایالات متحده -- استانداردها -- United States Buildings -- Standards -- Strains and stresses -- فشار و کشش -- استانداردهای مهندسی -- ایالات متحده Standards, Engineering -- United States --
شناسه افزوده:	خان سفید، علی، ۱۳۳۸ - مترجم - مقصودی، علی، ۱۳۳۸ - مترجم انجمن مهندسان راه و ساختمان آمریکا - American Society of Civil Engineers
رده‌بندی کنگره	THA۵۱/الف۷ ۱۳۹۷
رده‌بندی دیویی	۶۲۴/۱۰۲۱۸۷۳
شماره کتابخانه ملی	۵۳۳۲۴۶۹



نشر علم عمران

الزامات طرح لرزه‌ای سیستم‌های جداساز و میراگر در آیین‌نامه ASCE7-16 به همراه تفسیر  
ترجمه: علی‌خان سفید - علی مقصودی

چاپ اول تابستان ۱۳۹۷  
تعداد و قطع صفحات ۱۱۰- وزیري  
حروف‌چینی و صفحه‌آرایی علم عمران  
شمارگان ۱۰۰۰  
بهای کتاب ۱۰۰۰۰۰ ریال  
شابک: ۵-۵۷-۵۱۷۶-۶۰۰-۹۷۸ ISBN:978-600-5176-57-5

نشر علم عمران: تهران، یوسف آباد، خیابان جهان آرا، بین خیابان‌های ۱۶ و ۱۸، پلاک ۳۳، طبقه دوم، واحد ۱۱،

تلفن: ۸۸۳۵۳۹۳۰، دورنگار: ۸۸۳۵۳۹۳۲

حقوق چاپ و نشر برای نشر علم عمران محفوظ است.

تقدیم به پدران و مادران فداکار، وهمسران مهربانمان



## فهرست

- بخش اول ----- ۱۳
- ضوابط مربوط به جداسازها به همراه تفسیر، فصل ۱۷-ام آیین نامه  
ASCE7-16 ----- ۱۳
- فصل ۱۷: الزامات طراحی لرزه‌ای سازه‌های جداسازی شده لرزه‌ای ----- ۱۴
- ۱-۱۷- کلیات ----- ۱۴
- ۱-۱-۱- تعاریف ----- ۱۴
- ۲-۱-۱- نمادها ----- ۱۴
- ۲-۱۷- الزامات کلی طراحی ----- ۱۶
- ۱-۲-۱۷- ضریب اهمیت ----- ۱۶
- ۲-۲-۱۷- پیکربندی ----- ۱۶
- ۴-۲-۱۷- سیستم جداسازی ----- ۱۶
- ۱-۲-۱۷- شرایط محیطی ----- ۱۶
- ۲-۲-۱۷- نیروی باد ----- ۱۷
- ۳-۲-۱۷- مقاومت حریق ----- ۱۷
- ۴-۲-۱۷- نیروی بازگرداننده جانبی ----- ۱۷
- ۵-۲-۱۷- قید جابه‌جایی ----- ۱۷
- ۶-۲-۱۷- پایداری نیروی قائم ----- ۱۷
- ۷-۲-۱۷- واژگونی ----- ۱۷
- ۸-۲-۱۷- بازرسی و جایگزینی ----- ۱۷
- ۹-۲-۱۷- کنترل کیفیت ----- ۱۸
- ۵-۲-۱۷- سیستم سازه‌ای ----- ۱۸
- ۱-۲-۱۷- توزیع افقی نیروها ----- ۱۸
- ۲-۲-۱۷- حداقل فاصله جداکردن ساختمان ----- ۱۸
- ۳-۲-۱۷- سازه‌های غیر ساختمانی ----- ۱۸
- ۴-۲-۱۷- قاب‌های فولادی مهاربندی همگرای معمولی ----- ۱۸
- ۵-۲-۱۷- اتصالات سیستم جداساز ----- ۱۸
- ۶-۲-۱۷- المان‌های سازه‌ها و اجزای غیر سازه‌ای ----- ۱۸
- ۱-۲-۱۷- اجزای سطح جداسازی یا بالای آن ----- ۱۸
- ۲-۲-۱۷- اجزایی که از سطح جداسازی عبور می‌کنند ----- ۱۸
- ۳-۲-۱۷- اجزای پایین سطح جداسازی ----- ۱۸
- ۷-۲-۱۷- اثرات بار لرزه‌ای و ترکیبات بار ----- ۱۹
- ۱-۲-۱۷- ترکیبات بار قائم واحد جداساز ----- ۱۹
- ۸-۲-۱۷- مشخصات سیستم جداساز ----- ۱۹
- ۱-۲-۱۷- انواع اجزای سیستم جداساز ----- ۱۹
- ۲-۲-۱۷- مشخصات اسمی واحد جداساز ----- ۱۹
- ۳-۲-۱۷- کران‌بندی مشخصات مولفه‌های سیستم جداساز ----- ۱۹
- ۴-۲-۱۷- ضرایب اصلاح مشخصات ----- ۱۹
- ۵-۲-۱۷- کران بالا و کران پایین رفتار نیرو-تغییر مکان اجزای  
سیستم جداساز ----- ۲۰
- ۶-۲-۱۷- مشخصات سیستم جداساز در تغییر مکان حداکثر ----- ۲۱
- ۳-۱۷- ضوابط تحریک لرزه‌ای زمین ----- ۲۱
- ۱-۳-۱۷- خطر لرزه‌ای ویژه ساختگاه ----- ۲۱

- ۱۷-۲-۴- واحدهای وابسته با بارگذاری دو جهته ----- ۳۱
- ۱۷-۲-۸-۵- حداکثر و حداقل بار قائم ----- ۳۱
- ۱۷-۲-۸-۶- سیستم‌های قربانی مقاوم در برابر باد ----- ۳۱
- ۱۷-۲-۸-۷- آزمایش واحدهای مشابه ----- ۳۱
- ۱۷-۳-۸- تعین مشخصات نیرو-تغییر مکان ----- ۳۲
- ۱۷-۳-۸-۴- کفایت نمونه آزمایش ----- ۳۲
- ۱۷-۳-۸-۵- آزمایش‌های ساخت ----- ۳۳
- ۱۷-۹- استانداردهای عمومی و سایر اسناد مرجع ----- ۳۳
- تفسیر فصل ۱۷: الزامات طراحی لرزه‌ای سازه‌های جداسازی شده لرزه‌ای ----- ۳۴
- ت-۱۷-۱- کلیات ----- ۳۴
- ت-۱۷-۲- سیستم جداساز ----- ۳۷
- ت-۱۷-۲-۱- شرایط محیطی ----- ۳۷
- ت-۱۷-۲-۳- مقاومت در برابر آتش ----- ۳۸
- ت-۱۷-۲-۴- نیروی بازگرداننده جانبی ----- ۳۸
- ت-۱۷-۲-۵- قید تغییر مکان ----- ۳۸
- ت-۱۷-۲-۶- پایداری تحت بار قائم ----- ۳۸
- ت-۱۷-۲-۷- واژگونی ----- ۳۸
- ت-۱۷-۲-۸- بازرسی و جایگزینی ----- ۳۹
- ت-۱۷-۲-۹- کنترل کیفیت ----- ۳۹
- ت-۱۷-۲-۵- سیستم سازه‌ای ----- ۳۹
- ت-۱۷-۲-۵-۲- فواصل حداقل ساختمان ----- ۳۹
- ت-۱۷-۲-۵-۴- قاب‌های فولادی مهاربندی همگرای معمولی ----- ۳۹
- ت-۱۷-۲-۵-۵- اتصالات سیستم جداسازی ----- ۴۰
- ت-۱۷-۲-۸- مشخصات سیستم جداساز ----- ۴۲
- ت-۱۷-۲-۸-۲- مشخصات اسمی واحد جداساز ----- ۴۳
- ت-۱۷-۲-۸-۳- مشخصات حدی اجزاء سیستم جداساز ----- ۴۳
- ت-۱۷-۲-۸-۴- ضرایب اصلاح مشخصات ----- ۴۵
- ت-۱۷-۲-۸-۵- کران بالا و پائین رفتار نیرو-تغییر مکان اجزاء سیستم جداساز ----- ۴۹
- ت-۱۷-۳- الزامات حرکت لرزه‌ای زمین ----- ۴۹
- ت-۱۷-۳-۱- خطر لرزه‌ای ویژه ساختگاه ----- ۴۹
- ت-۱۷-۳-۳- رکوردهای حرکت زمین  $MCE_R$  ----- ۴۹
- ت-۱۷-۴- انتخاب روش تحلیل ----- ۵۰
- ت-۱۷-۵- روش نیروی استاتیکی معادل ----- ۵۰
- ت-۱۷-۳-۲- پروید موثر در تغییر مکان حداکثر ----- ۵۱
- ت-۱۷-۳-۳- حداکثر تغییر مکان کل ----- ۵۱
- ت-۱۷-۵-۴- حداقل نیروهای جانبی لازم برای طراحی ----- ۵۲
- ت-۱۷-۵-۱- سیستم جداساز و اجزاء سازه‌ای پائین تر از تراز پایه ----- ۵۳
- ت-۱۷-۵-۲- اجزاء سازه‌ای بالای تراز پایه ----- ۵۳
- ت-۱۷-۵-۳- محدودیت‌های Vs ----- ۵۳
- ت-۱۷-۵-۵- توزیع قائم نیرو ----- ۵۳
- ت-۱۷-۵-۶- محدودیت‌های تغییر مکان نسبی ----- ۵۶
- ۱۷-۳-۳- رکوردهای تحریک زمین  $MCE_R$  ----- ۲۲
- ۱۷-۴- انتخاب روش تحلیل ----- ۲۲
- ۱۷-۴-۱- روش نیروی جانبی معادل ----- ۲۲
- ۱۷-۴-۲- روش‌های دینامیکی ----- ۲۳
- ۱۷-۴-۲-۱- روش تحلیل طیفی ----- ۲۳
- ۱۷-۴-۲-۲- روش تحلیل تاریخچه زمانی ----- ۲۳
- ۱۷-۵- روش بار جانبی معادل ----- ۲۳
- ۱۷-۵-۱- کلیات ----- ۲۳
- ۱۷-۵-۲- مشخصات تغییر شکل سیستم جداسازی ----- ۲۳
- ۱۷-۵-۳- حداقل تغییر مکان جانبی مورد نیاز برای طراحی ----- ۲۳
- ۱۷-۵-۳-۱- تغییر مکان حداکثر ----- ۲۳
- ۱۷-۵-۳-۲- پروید موثر در تغییر مکان حداکثر ----- ۲۴
- ۱۷-۵-۳-۳- حداکثر تغییر مکان کل ----- ۲۴
- ۱۷-۵-۴- نیروهای حداقل لازم برای طراحی ----- ۲۴
- ۱۷-۵-۴-۱- سیستم جداساز و المان‌های سازه‌ای پائین تر از تراز پایه ----- ۲۴
- ۱۷-۵-۴-۲- المان‌های سازه‌ای بالای تراز پایه ----- ۲۵
- ۱۷-۵-۴-۳- محدودیت‌های Vs ----- ۲۵
- ۱۷-۵-۵- توزیع قائم نیرو ----- ۲۶
- ۱۷-۵-۶- محدودیت‌های تغییر مکان نسبی (گریز) ----- ۲۶
- ۱۷-۶- روش تحلیل دینامیکی ----- ۲۶
- ۱۷-۶-۱- کلیات ----- ۲۶
- ۱۷-۶-۲- مدل‌سازی ----- ۲۶
- ۱۷-۶-۲-۱- سیستم جداساز ----- ۲۶
- ۱۷-۶-۲-۲- سازه جداسازی شده ----- ۲۷
- ۱۷-۶-۳- تعریف روش‌ها ----- ۲۷
- ۱۷-۶-۳-۱- کلیات ----- ۲۷
- ۱۷-۶-۳-۲- لرزه  $MCE_R$  ----- ۲۷
- ۱۷-۶-۳-۳- روش تحلیل طیفی ----- ۲۷
- ۱۷-۶-۳-۴- روش تحلیل تاریخچه پاسخ ----- ۲۷
- ۱۷-۶-۳-۱- خروج از مرکزیت تصادفی جرم ----- ۲۷
- ۱۷-۶-۴- تغییر مکان‌های جانبی و نیروهای حداقل ----- ۲۸
- ۱۷-۶-۴-۱- سیستم جداسازی و المان‌های سازه‌ای پائین تر از پایه ----- ۲۸
- ۱۷-۶-۴-۲- اجزاء سازه‌ای بالای تراز پایه ----- ۲۸
- ۱۷-۶-۴-۳- مقیاس نتایج ----- ۲۸
- ۱۷-۶-۴-۴- محدودیت‌های تغییر مکان نسبی ----- ۲۸
- ۱۷-۷- مرور طراحی ----- ۲۹
- ۱۷-۸- آزمایش... ----- ۲۹
- ۱۷-۸-۱- کلیات ----- ۲۹
- ۱۷-۸-۱-۱- آزمایش‌های کنترل کیفیت ----- ۲۹
- ۱۷-۸-۲- آزمایش‌های پروتوتایپ ----- ۲۹
- ۱۷-۸-۲-۱- ثبت ----- ۳۰
- ۱۷-۸-۲-۲- مراحل و چرخه‌ها ----- ۳۰
- ۱۷-۸-۲-۳- آزمایش دینامیکی ----- ۳۰



- ت ۱۸-۵- داوری طرح ----- ۱۰۳
- ت ۱۸-۶- آزمایش ----- ۱۰۳
- ت ۱۸-۶-۱- مراحل و چرخه‌های آزمایش ----- ۱۰۳
- ت ۱۸-۶-۱-۳- آزمایش دستگاه‌های مشابه ----- ۱۰۳
- ت ۱۸-۶-۱-۴- تعیین مشخصات نیرو-سرعت-تغییر شکل ----- ۱۰۴
- ت ۱۸-۶-۲- آزمایش‌های ساخت ----- ۱۰۴
- ت ۱۸-۷- روش‌های جایگزین و معیارهای پذیرش متناظر. ----- ۱۰۴
- ت ۱۸-۷-۳- اصلاح پاسخ میرا شده ----- ۱۰۶
- ت ۱۸-۷-۳-۲- میرایی موثر ----- ۱۰۷
- ت ۱۸-۷-۴- ترکیب بارهای لرزه‌ای و معیارهای پذیرش برای  
روش‌های ELF و RSA ----- ۱۰۷
- ت ۱۸-۷-۵- ترکیب بارهای لرزه‌ای و ترکیب پاسخ‌های  
مودی ----- ۱۰۷
- ت ۱۸-۸- مراجع ----- ۱۰۸
- ت ۱۸-۹- واژه‌نامه ----- ۱۱۰
- ۱۸-۷-۴-۵- ترکیب بارهای لرزه‌ای و ترکیب مودهای پاسخ - ۹۲
- ۱۸-۷-۶- محدودیت‌های پاسخ غیرخطی ----- ۹۴
- ۱۸-۸- آیین‌نامه‌های مورد قبول و سایر مراجع قابل استناد --- ۹۴
- تفسیر فصل ۱۸: الزامات طراحی لرزه‌ای سازه‌های مجهز به سیستم  
میرایی ----- ۹۵
- ت ۱۸-۱- کلیات ----- ۹۵
- ت ۱۸-۲- الزامات عمومی طراحی ----- ۹۵
- ت ۱۸-۱-۲- الزامات سیستم ----- ۹۵
- ت ۱۸-۱-۲- سیستم میرایی ----- ۹۵
- ت ۱۸-۲- معیارهای تحریک لرزه‌ای زمین ----- ۹۶
- ت ۱۸-۲-۳- انتخاب روش ----- ۹۶
- ت ۱۸-۲-۴- طراحی دستگاه ----- ۹۷
- ت ۱۸-۲-۴-۶- نامعینی سیستم میرایی ----- ۱۰۱
- ت ۱۸-۳- روش پاسخ تاریخیچه زمانی غیرخطی ----- ۱۰۱
- ت ۱۸-۳-۲- خروج از مرکزیت اتفاقی جرم ----- ۱۰۲



## پیشگفتار مترجمین

استفاده از سیستم‌ها و فن‌آوری‌های نوین کنترل ارتعاشات سازه‌ها در دنیا دارای سابقه‌ای بیش از نیم قرن می‌باشد. با توجه به دامنه کاربرد بسیار بالای این تجهیزات در کاهش پاسخ ارتعاشات سازه‌های ساختمانی، پل‌ها، تجهیزات صنعتی و غیره، استفاده از آنها نیز در کشورهای لرزه‌خیز دنیا با سرعت بسیار بالایی در حال گسترش است. خوشبختانه کشور عزیزمان ایران نیز مستثنی نبوده و استفاده از این تجهیزات نیز در چند سال اخیر در آن شروع شده است. اما از طرف دیگر متأسفانه هنوز ضوابط و دستورالعمل‌های مناسب و مکفی برای جامعه مهندسی به جهت استفاده در فرآیند طراحی، اجرا و نظارت پروژه‌های دارای این تجهیزات از سوی دستگاه‌های مسئول ارائه نشده است. لذا مترجمین این کتاب، بر خود لازم دانستند تا در همین ابتدای ورود این تجهیزات به کشور و برای اولین بار، فرهنگ استفاده و طراحی آن‌ها را نیز با ترجمه ضوابط مرتبط آئین‌نامه ASCE7-16 آمریکا، به عنوان یکی از معتبرترین آیین‌نامه‌های دنیا در این زمینه، ایجاد نمایند. مجموعه پیش‌رو مشتمل بر دو بخش بوده، که محتوی آنها به صورت زیر است:

بخش اول: در این بخش ضوابط فصل هفدهم آئین‌نامه ASCE7-16 با عنوان الزامات طراحی لرزه‌ای سازه‌های جداسازی شده لرزه‌ای به همراه تفسیر آن فصل، ترجمه و ارائه گردیده است.

بخش دوم: در این بخش ضوابط فصل هجدهم آئین‌نامه ASCE7-16 با عنوان الزامات طراحی لرزه‌ای سازه‌های مجهز به سیستم میرایی به همراه تفسیر آن فصل، ترجمه و ارائه گردیده است.

امید است که به واسطه این کتاب و ایجاد آشنایی و فرهنگ لازم بین جامعه مهندسی کشورمان نسبت به میراگرها و جداسازها، شاهد توسعه روزافزون استفاده از این تجهیزات به عنوان یک راه حل اصلی برای رفع مشکل خسارات ساختمان‌ها در زلزله باشیم. بدیهی است این اثر خالی از اشکال نبوده، و لذا بسیار خرسند خواهیم بود اگر کارشناسان متعهد و اندیشمندان فرهیخته در جهت بهبود ترجمه ارائه شده، ما را از نظرات، پیشنهادات و انتقادات سازنده خود محروم نسازند.

در پایان لازم به ذکر است که قطعاً تحقق این امر مستلزم حمایت‌های عزیزانی بوده است که ما را در انجام آن یاری نموده‌اند، بالاخص حمایت تیم فنی محترم شرکت "آرکا بهسازه آئین تهران" و همچنین مساعدت پرسنل محترم انتشارات علم عمران به مدیریت آقای سید مهدی داودنی؛ حسب وظیفه مراتب تقدیر و تشکر خود را از همه این گرامیان اعلام می‌داریم.

در آخر نیز شعار اصلی مترجمان که ناشی از دیدگاهمان نسبت به موضوع زلزله است را یادآور می‌شویم:

"این پدیده زلزله نیست که منجر به فوت انسان‌ها می‌شود، بلکه ساخت و سازهای بی کیفیت مسبب آن هستند."

به امید اعتلای کیفیت ساخت و ساز کشور عزیزمان ایران.

علی‌خان سفید-علی مقصودی

khansefidali@yahoo.it - a.maghsoudibarmi@gmail.com



## بخش اول

ضوابط مربوط به جداسازها به همراه تفسیر، فصل ۱۷ - ام آیین نامه  
ASCE7-16

## فصل ۱۷

### الزامات طراحی لرزه‌ای سازه‌های جداسازی شده لرزه‌ای

#### ۱۷-۱- کلیات

هر سازه جداسازی شده و هر قسمت مربوط به آن باید بر اساس الزامات این فصل و الزامات قابل استفاده در این آیین‌نامه طراحی و ساخته شوند.

**۱۷-۱-۱- تعاریف.** تعاریف زیر تنها در مورد ضوابط سازه‌های جداسازی شده لرزه‌ای فصل ۱۷ کاربرد دارد و اضافه بر ضوابط فصل ۱۱ می‌باشد.

**تراز پایه:** اولین تراز سازه جداسازی شده بالای سطح جداسازی.

**سیستم قید حرکتی:** مجموعه‌ای از اعضای سازه‌ای که جابه‌جایی جانبی سازه جداسازی شده لرزه‌ای ناشی از بیشینه زلزله مورد نظر را محدود می‌نماید.

**میرایی موثر:** مقدار میرایی و اسکوز معادل متناظر با میزان انرژی مستهلک شده در طول پاسخ چرخه‌های سیستم جداسازی.

**سختی موثر:** مقدار نیروی جانبی موجود در سیستم جداسازی و یا المان‌های مربوطه، تقسیم بر جابه‌جایی جانبی متناظر.

**سطح جداسازی:** مرز بین بخش فوقانی سازه، که جداسازی شده است، با بخش تحتانی آن که به صورت صلب با زمین حرکت می‌نماید.

**سیستم جداسازی:** مجموعه‌ای از اجزا سازه‌ای شامل تمامی واحدهای جداساز، تمامی المان‌های سازه‌ای که نیرو را بین اجزا سیستم جداساز منتقل می‌کند و تمامی اتصالات به سایر اجزا سازه‌ای می‌باشد. سیستم جداسازی همچنین شامل سیستم مقاوم در برابر باد، دستگاه‌های جاذب انرژی و یا سیستم‌های قید حرکتی می‌شود به شرطی که این موارد و سیستم‌ها به جهت ارضای ضوابط این فصل مورد استفاده قرار گرفته باشند.

**واحد جداساز:** عبارت است از المان سازه‌ای که در راستای افقی منعطف بوده و در راستای قائم سخت است و امکان تغییرشکل‌های بزرگ تحت نیروهای طراحی لرزه‌ای

را فراهم می‌نماید. واحدهای جداساز مجاز هستند تا به عنوان جزئی از سیستم باربر ثقلی و یا اضافه بر آن استفاده گردند.

**جابه‌جایی بیشینه:** عبارت است از جابه‌جایی بیشینه جانبی مورد نیاز برای طراحی سیستم جداساز که در آن اثر جابه‌جایی‌های اضافی ناشی از پیچش واقعی و تصادفی کسر شده باشد. جابه‌جایی بیشینه باید به صورت جداگانه برای مشخصات حد بالا و پایین محاسبه گردد.

**گرفتگی:** بارگذاری‌های چرخه‌ای یا کارایی محصولات لاستیکی، شامل جداسازهای لاستیکی، که منجر به کاهش مشخصات سختی می‌شود. البته بخشی از آن به مرور زمان بازیابی می‌گردد.

**جابه‌جایی بیشینه کل:** جابه‌جایی جانبی بیشینه کل، شامل جابه‌جایی‌های اضافی ناشی از پیچش واقعی یا تصادفی، که می‌باید برای کنترل پایداری سیستم جداسازی و المان‌های وابسته به آن، طراحی جداسازی‌های سازه‌ای و آزمایش نیروی قائم واحد جداساز نمونه مورد استفاده قرار گیرد. جابه‌جایی بیشینه کل باید به صورت جداگانه برای مشخصات حد بالا و حد پایین محاسبه گردد.

**سیستم مقاوم در برابر باد:** عبارت است از مجموعه‌ای از المان‌های سازه‌ای که برای سازه جداسازی شده لرزه‌ای قید مورد نیاز در برابر بار باد را تامین می‌نماید. سیستم مقید کننده در برابر باد می‌تواند به صورت یک جز داخلی از دستگاه جداساز یا جدای از آن باشد.

**۱۷-۱-۲- نمادها.** نمادهایی که در این بخش نمایش داده می‌شوند تنها برای ضوابط سازه‌های جداسازی شده لرزه‌ای موضوع فصل ۱۷ قابل استفاده می‌باشند و علاوه بر نمادهایی هستند که در فصل ۱۱ نمایش داده شده‌اند.

b: کوچکترین بعد پلان سازه  $\{ft(mm)\}$  که عمود بر بعد d اندازه‌گیری شده است.

$B_M$ : ضریب عددی که با توجه به جدول ۱۷-۵ (۱) و به ازای میرایی معادل برابر با  $\beta_M$  تعیین می‌شود.

- $C_{vx}$ : ضریب توزیع قائم.
- $d$ : بزرگترین ابعاد طولی سازه  $\{ft(mm)\}$  که عمود بر بعد  $b$  اندازه گرفته شده است.
- $D_M$ : جابه‌جایی بیشینه  $\{in(mm)\}$  در مرکز سختی سیستم جداسازی در جهت مورد بررسی مطابق رابطه ۱۷-۵ (۱)
- $D'_M$ : جابه‌جایی بیشینه  $\{in(mm)\}$  در مرکز سختی سیستم جداسازی در جهت مورد بررسی مطابق رابطه ۱۷-۶ (۱۱).
- $D_{TM}$ : جابه‌جایی بیشینه کل  $\{in(mm)\}$  المان سیستم جداساز که شامل هر دوی جابه‌جایی انتقالی در مرکز سختی و مولفه جابه‌جایی پیچشی در راستای مورد نظر می‌باشد، مطابق رابطه ۱۷-۵ (۳).
- $e$ : خروج از مرکزیت واقعی  $\{ft(mm)\}$  که برابر است با فاصله بین مرکز جرم سازه روی سطح جداسازی و مرکز سختی تراز سیستم جداسازی به علاوه جابه‌جایی اتفاقی  $\{ft(mm)\}$  برابر با ۵ درصد بیشینه بعد ساختمان در جهت عمود بر نیروی مورد نظر.
- $E_{loop}$ : انرژی مستهلک شده  $\{kips-in(kN-mm)\}$  در واحد جداساز در طول یک چرخه کامل بارگذاری رفت و برگشتی در آزمایش به ازای جابه‌جایی‌های  $\Delta^+$  و  $\Delta^-$  که با محاسبه مساحت داخل نمودار نیرو-تغییر مکان جداساز بدست می‌آید.
- $F^+$ : بیشینه نیروی مثبت  $\{kips(kN)\}$  در واحد جداساز در یک چرخه آزمایش پروتوتایپ در جابه‌جایی  $\Delta^+$ .
- $F^-$ : بیشینه نیروی منفی  $\{kips(kN)\}$  در واحد جداساز در یک چرخه آزمایش پروتوتایپ در جابه‌جایی  $\Delta^-$ .
- $F_x$ : نیروی جانبی لرزه‌ای  $\{kips(kN)\}$  در تراز  $x$  مطابق رابطه ۱۷-۵ (۹).
- $h_1, h_i, h_x$ : ارتفاع  $\{ft(m)\}$  بالای سطح جداسازی در ترازهای  $1$  و  $x$ .
- $h_{sx}$ : ارتفاع طبقه زیر تراز  $x$ .
- $k_{eff}$ : سختی موثر  $\{kip/in(kN/mm)\}$  واحد جداساز مطابق رابطه ۱۷-۸ (۱).
- $K_M$ : سختی موثر  $\{kip/in(kN/mm)\}$  سیستم جداساز در راستای افقی مورد بررسی.
- $L$ : اثر نیروی زنده در فصل ۱۷.
- $N$ : تعداد دستگاه‌های جداساز.
- $P_T$ : نسبت پیروود موثر افقی سیستم جداسازی به پیروود موثر پیچشی سیستم جداسازی که یا با روش تحلیل دینامیکی بدست آمده است یا با رابطه ۱۷-۵ (۴)، البته نیازی نیست تا کمتر از ۱ منظور گردد.
- $T_1$ : شعاع ژیراسیون سیستم جداسازی  $\{ft(mm)\}$ .
- $R_1$ : ضریب عددی مرتبط با نوع سیستم مقاوم نیروی لرزه‌ای سازه بالای سیستم جداسازی.
- $T_{fb}$ : پیروود اصلی  $\{s\}$  سازه روی سطح جداسازی که با تحلیل مودال سازه با فرض تکیه‌گاه گیردار بدست می‌آید.
- $T_M$ : پیروود موثر  $\{s\}$  سازه جداسازی شده لرزه‌ای در جابه‌جایی  $D_M$  در جهت مورد بررسی مطابق رابطه ۱۷-۵ (۲).
- $V_b$ : نیرو یا برش طراحی جانبی لرزه‌ای کل بر روی اعضای سیستم جداسازی یا المان‌های زیر سیستم جداسازی  $\{kips(kN)\}$  مطابق رابطه ۱۷-۵ (۵).
- $V_s$ : نیرو یا برش طراحی جانبی لرزه‌ای کل بر روی اعضای بالای تراز پایه  $\{kips(kN)\}$ ، مطابق رابطه ۱۷-۵ (۶) و محدودیت‌های بخش ۱۷-۵-۴-۳.
- $V_{st}$ : نیرو یا برش طراحی جانبی لرزه‌ای کل کاهش نیافته بر روی اعضای بالای تراز پایه  $\{kips(kN)\}$ ، مطابق رابطه ۱۷-۵ (۷).
- $W$ : وزن موثر لرزه‌ای  $\{kips(KN)\}$  سازه بالای تراز جداسازی مطابق تعریف بند ۱۲-۷-۲.
- $W_s$ : وزن موثر لرزه‌ای  $\{kips(kN)\}$  سازه بالای تراز جداسازی مطابق تعریف بند ۱۲-۷-۲ که وزن موثر لرزه‌ای تراز پایه از آن کم شده است.
- $w_1, w_i, w_x$ : بخشی از  $W$  که در ترازهای  $i$ ،  $1$  یا  $x$  قرار گرفته است  $\{kips(kN)\}$ .
- $x_i, y_i$ : فاصله افقی  $\{ft(m)\}$  از مرکز جرم تا واحد جداساز  $i$ -ام در هر دو راستای افقی جداسازی.
- $y$ : فاصله  $\{ft(m)\}$  مرکز سختی سیستم جداسازی تا المان مورد نظر عمود بر جهت اعمال بار لرزه‌ای.
- $\beta_{eff}$ : میرایی موثر سیستم جداسازی مطابق رابطه ۱۷-۸ (۲).
- $\beta_M$ : میرایی موثر سیستم جداسازی در جابه‌جایی  $D_M$  مطابق رابطه ۱۷-۲ (۴).
- $\Delta^+$ : بیشینه جابه‌جایی مثبت  $\{ft(mm)\}$  واحد جداساز در هر چرخه آزمایش پروتوتایپ.
- $\Delta^-$ : بیشینه جابه‌جایی منفی  $\{ft(mm)\}$  واحد جداساز در

هر چرخه آزمایش پروتوتایپ.

$\lambda_{max}$ : ضریب اصلاح مشخصات برای محاسبه بیشینه مقدار مشخصات مورد نظر از جداساز که تمامی منابع ایجاد تغییرات در مشخصات جداساز در آن در نظر گرفته شده است، بر اساس بند ۱۷-۲-۸-۴.

$\lambda_{min}$ : ضریب اصلاح مشخصات برای محاسبه کمینه مقدار مشخصات مورد نظر از جداساز که تمامی منابع ایجاد تغییرات در مشخصات جداساز در آن در نظر گرفته شده است، بر اساس بند ۱۷-۲-۸-۴.

$\lambda_{(ae,max)}$ : ضریب اصلاح مشخصات برای محاسبه بیشینه مقدار مشخصات مورد نظر از جداساز که اثرات گذر زمان و شرایط محیطی در آن در نظر گرفته شده است، بر اساس بند ۱۷-۲-۸-۴.

$\lambda_{(ae,min)}$ : ضریب اصلاح مشخصات برای محاسبه کمینه مقدار مشخصات مورد نظر از جداساز که اثرات گذر زمان و شرایط محیطی در آن در نظر گرفته شده است، بر اساس بند ۱۷-۲-۸-۴.

$\lambda_{(spec,max)}$ : ضریب اصلاح مشخصات برای محاسبه بیشینه مقدار مشخصات مورد نظر از جداساز که برای منظور کردن اثرات رواداری‌های مجاز تولید کارخانه در میانگین مشخصات گروهی از جداسازهای هم سایز مورد استفاده قرار می‌گیرد، بر اساس بند ۱۷-۲-۸-۴.

$\lambda_{(spec,min)}$ : ضریب اصلاح مشخصات برای محاسبه کمینه مقدار مشخصات مورد نظر از جداساز که برای منظور کردن اثرات رواداری‌های مجاز تولید کارخانه در میانگین مشخصات گروهی از جداسازهای هم سایز مورد استفاده قرار می‌گیرد، بر اساس بند ۱۷-۲-۸-۴.

$\lambda_{(test,max)}$ : ضریب اصلاح مشخصات برای محاسبه بیشینه مقدار مشخصات مورد نظر از جداساز که اثرات دما، نرخ بارگذاری و گرفتگی به وسیله در نظر گرفته می‌شود، بر اساس بند ۱۷-۲-۸-۴.

$\lambda_{(test,min)}$ : ضریب اصلاح مشخصات برای محاسبه کمینه مقدار مشخصات مورد نظر از جداساز که اثرات دما، نرخ بارگذاری و گرفتگی به وسیله آن در نظر گرفته می‌شود، بر اساس بند ۱۷-۲-۸-۴.

$\sum E_M$  کل انرژی مستهلک شده {kip-in (kN-mm)}

در سیستم جداسازی در طول یک سیکل پاسخ در جابه‌جایی  $D_M$ .

$\sum |F_D^+|$ : جمع بیشینه مقدار مطلق نیروی تمام واحدهای جداساز {kip (kN)} در جابه‌جایی مثبت  $D_M$ .

$\sum |F_D^-|$ : جمع بیشینه مقدار مطلق نیروی تمام واحدهای جداساز {kip (kN)} در جابه‌جایی منفی  $D_M$ .

## ۱۷-۲-۱- الزامات کلی طراحی

**۱۷-۲-۱-۱- ضریب اهمیت.** باید به تمامی بخش‌های سازه، شامل سازه بالای تراز جداساز، دسته صحیح ریسک بر اساس جدول ۱-۵ (۱) تخصیص داده شود. ضریب اهمیت،  $I_e$ ، باید مستقل از میزان ریسک در نظر گرفته شده، برابر با ۱٫۰ فرض گردد.

**۱۷-۲-۲-۲- پیکربندی.** هر سازه جداسازی شده باید در زمره سازه‌های نامنظم دسته بندی شود اگر پیکربندی سازه فوقانی آن از نوع نامنظم افقی 1b مطابق جدول ۱۲-۳ (۱) باشد و یا نامنظم در ارتفاع از نوع 1a، 1b، 5a و 5b مطابق جدول ۱۲-۳ (۲) باشد.

**۱۷-۲-۳- نامعینی.** ضریب نامعینی،  $\rho$ ، باید برای سازه بالای سیستم جداسازی مطابق ضوابط بخش ۱۲-۳ (۴) در نظر گرفته شود. در صورتی که سازه جداسازی شده مطابق بند ۱۷-۲-۲ منظم باشد، مقدار ضریب نامعینی مجاز است برابر ۱ در نظر گرفته شود.

## ۱۷-۲-۴- سیستم جداسازی

**۱۷-۲-۴-۱- شرایط محیطی.** علاوه بر الزامات مورد نیاز برای تحمل نیروهای قائم و افقی تولید شده بر اثر بار باد و زلزله، سیستم جداسازی باید بتواند سایر شرایط محیطی نظیر گذر عمر، خزش، خستگی، دمای بهره‌برداری، رطوبت و برخورد ذرات آسیب رسان را تحمل نماید.

**۱۷-۲-۴-۲- نیروی باد.** سازه جداسازی باید بتواند در تمامی ترازهای بالای سطح جداسازی در برابر نیروی باد مقاومت نماید. در تراز جداسازی، به منظور محدود کردن جابه‌جایی جانبی سیستم جداسازی به مقدار مورد نیاز

برای کمینه نیروی قائم محاسبه گردد.

۱۷-۲-۴-۷- واژگونی. ضریب ایمنی واژگونی کلی سازه در سطح جداسازی برای ترکیب بارهای الزامی، نباید از ۱ بیشتر شود. تمامی ترکیب بارهای ثقلی و لرزه‌ای باید بررسی گردند. نیروی لرزه‌ای برای کنترل واژگونی باید بر اساس سطح زلزله  $MCE_R$  باشد و  $W$  نیز باید برای نیروی بازگرداننده قائم در نظر گرفته شود.

برکنش موضعی هیچ یک از المان‌ها مجاز نمی‌باشد مگر آنکه تغییرشکل‌های ایجاد شده منجر به تنش‌های اضافی و ناپایداری واحدهای جداساز یا اعضای سازه نشود.

۱۷-۲-۴-۸- بازرسی و جایگزینی. تمامی موارد زیر می‌باید به عنوان برنامه بلندمدت بازرسی و جایگزینی، طرح موضوع گردند:

۱- دسترسی به تمامی اجزای سیستم جداسازی به منظور بازرسی و تعویض دستگاه‌ها باید فراهم گردد.

۲- یک متخصص طراح دارای صلاحیت رسمی (RDP)، باید بازرسی‌های چشمی نهایی از ناحیه جداسازی شده و اعضایی که از سطح جداسازی عبور می‌کنند را قبل از صدور گواهی بهره‌برداری سازه جداسازی شده انجام دهد. این بازرسی‌ها باید مویید حرکت آزادانه و بدون قید و بند سازه تا بیشینه جابه‌جایی کل باشند و همچنین اعضایی که از سطح جداسازی عبور می‌کنند نیز باید به نحوی ساخته شده باشند که بتوانند بیشینه جابه‌جایی کل را تحمل نمایند.

۳- سازه‌های جداسازی لرزه‌ای شده باید دارای برنامه مدون پایش، بازرسی و نگهداری باشند. این برنامه توسط متخصص طراح دارای صلاحیت رسمی که مسئول طراحی سیستم جداسازی است باید ارائه گردد.

۴- مدل‌سازی مجدد، تعمیر و مقاوم‌سازی سطح سیستم جداسازی، شامل تمامی اعضایی که از سطح جداسازی عبور می‌کنند، باید تحت مدیریت یک طراح متخصص دارای صلاحیت رسمی صورت پذیرد.

۱۷-۲-۴-۹- کنترل کیفیت. برنامه کنترل کیفیت واحدهای جداساز باید توسط متخصص طراح دارای

برای طبقات سازه بالای سطح جداسازی، باید سیستم قید حرکتی‌ای مطابق بند ۱۷-۵-۶ در برابر باد تعبیه شود.

۱۷-۲-۴-۳- مقاومت حریق. مقاومت سیستم جداسازی برابر حریق باید حداقل به میزان برابر با مقاومت حریق اعضای ستون، دیوارها یا سایر چنین سیستم‌های باربر ثقلی‌ای در همان محدوده سازه باشد.

۱۷-۲-۴-۴- نیروی بازگرداننده جانبی. سیستم جداساز باید به نحوی چیدمان گردد که برای هر دو حد پایین و بالای مشخصات سیستم جداساز بتواند نیروی بازگرداننده‌ای به اندازه  $0.025W$ ، بیش از نیروی متناظر با جابه‌جایی ۵۰ درصد جابه‌جایی بیشینه ایجاد نماید.

۱۷-۲-۴-۵- قید جابه‌جایی. سیستم جداساز نباید به نحوی چیدمان گردد که جابه‌جایی جانبی ایجاد شده توسط بیشینه زلزله منظور شده در سطح ریسک مورد نظر ( $MCE_R$ ) به مقدار کمتر از جابه‌جایی بیشینه کل،  $D_{MT}$ ، محدود گردد، مگر به شرطی که سازه جداسازی شده لرزه‌ای بر مبنی تمامی شرایط زیر طراحی گردد:

۱- پاسخ  $MCE_R$  بر اساس الزامات بخش ۱۷-۶ و با استفاده از روش تحلیل دینامیکی محاسبه شده باشد و در آن به صورت مستقیم مشخصات غیرخطی سیستم جداسازی و سازه فوقانی آن در نظر گرفته شده باشد.

۲- ظرفیت نهایی سیستم جداسازی و اعضای سازه‌ای زیر آن باید بیش از نیاز نیرویی و جابه‌جایی پاسخ‌های  $MCE_R$  باشد.

۳- سازه فوقانی برای پایداری و شکل‌پذیری مورد نیاز در پاسخ‌های  $MCE_R$  کنترل شود.

۴- قید حرکتی در جابه‌جایی‌ای کمتر از  $0.06$ ، بیشینه جابه‌جایی کل اثر گذار نباشد.

۱۷-۲-۴-۶- پایداری نیروی قائم. هر المان سیستم جداسازی باید به نحوی طراحی گردد که بتواند تحت نیروی قائم طراحی پایدار بماند در حالی که جابه‌جایی افقی آن برابر با بیشینه جابه‌جایی کل باشد. نیروی طراحی قائم باید با استفاده از ترکیب بار شماره ۲ بند ۱۷-۲-۱ برای بیشینه نیروی قائم و ترکیب بار شماره ۳ بند ۱۷-۲-۱-۷