

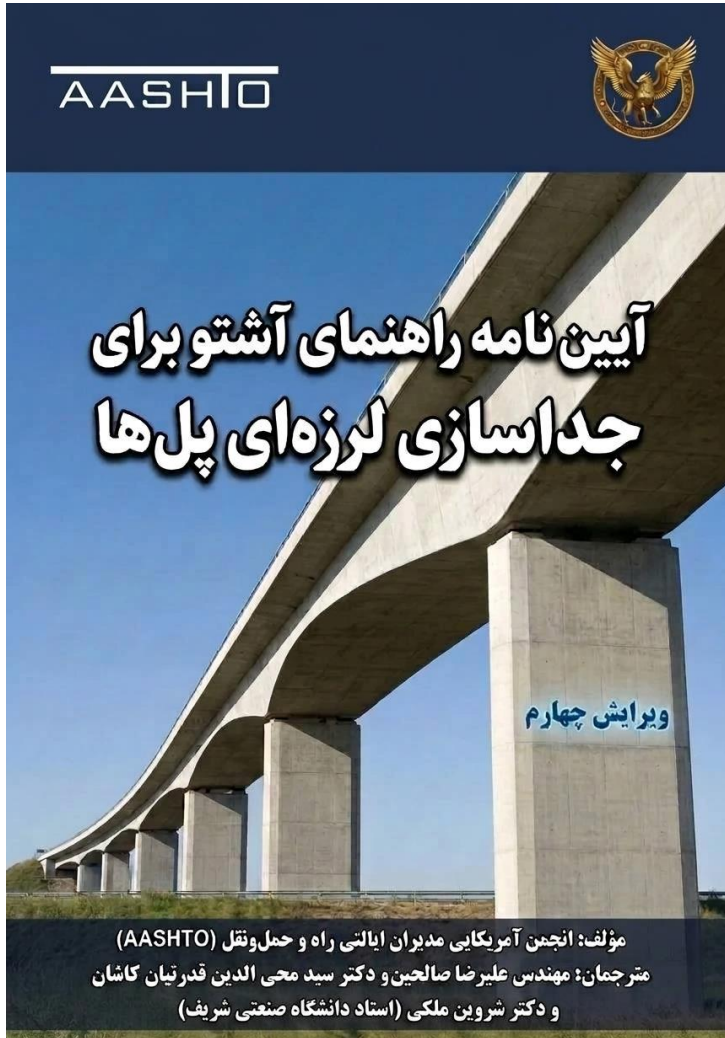


نشر علمی صالحین

**Salehin Scientific Publication**



# راهنمای مشخصات برای طراحی جداسازی لرزه ای (ویرایش چهارم)



مؤلف: انجمن آمریکایی مدیران ایالتی راه و حمل و نقل (AASHTO)  
مترجمان: مهندس علیرضا صالحین، دکتر سید محی الدین قدرتیان کاشان و دکتر شروین ملکی



### نشر علمی صالحین

نام کتاب: آیین نامه راهنمای آشتو برای جداسازی لرزه ای پل ها (ویرایش چهارم)

مؤلفان: انجمن آمریکایی مدیران ایالتی راه و حمل و نقل (AASHTO)

مترجمان: مهندس علیرضا صالحین، دکتر سید محی الدین قدرتیان کاشان و دکتر شروین ملکی

گرافیکست: کتابون علی نوری

سال چاپ: ۱۴۰۵

نوبت چاپ: اول

شمارگان: ۱۰۰

بها: سیاه و سفید ۱۷۰۰۰۰۰، رنگی: ۲۵۰۰۰۰۰

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۸۹۹۹۴-۱-۸

### حق چاپ برای نشر علمی صالحین محفوظ می باشد

نشانی مرکز پخش: تهران، خیابان انقلاب، روبروی در اصلی دانشگاه، پاساژ فروزنده، طبقه اول واحد ۴۱۹

تلفن: ۰۹۱۲۴۸۸۶۴۹۸ - ۸۸۲۸۳۶۹۸ - ۶۶۹۶۸۶۱۴ - ۰۳۰-۱۰۰۳۰-۹۱۲۵۰

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| عنوان و نام پدیدآور     | آیین نامه راهنمای آشتو برای طراحی جداسازی لرزه ای پل ها (ویرایش چهارم) / مؤلف انجمن آمریکایی مدیران ایالتی راه و حمل و نقل (AASHTO)؛ مترجمان علیرضا صالحین، سیدمحی الدین قدرتیان کاشان، شروین ملکی.                                                                                              |
| مشخصات نشر              | تهران: علمی صالحین، ۱۴۰۵.                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| مشخصات ظاهری            | ۵۰۸ ص:، جدول، نمودار.                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| شابک                    | 978-622-89994-1-8                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| وضعیت فهرست نویسی       | فیا                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| یادداشت                 | عنوان اصلی: Guide specification for Seismic Isolation Design (fourth edition).                                                                                                                                                                                                                   |
| موضوع                   | ساختمان های ضد زلزله -- استانداردها -- ایالات متحده<br>Earthquake resistant design -- Standards -- United States<br>ساختمان های ضد زلزله -- ایالات متحده<br>Earthquake resistant design -- United States<br>پل ها -- ایالات متحده -- اثر زلزله<br>Bridges -- Earthquake effects -- United States |
| شناسه افزوده            | صالحین، علیرضا، ۱۳۶۵ -، مترجم                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| شناسه افزوده            | قدرتیان کاشان، سیدمحی الدین، ۱۳۶۶ -، مترجم                                                                                                                                                                                                                                                       |
| شناسه افزوده            | ملکی، شروین، ۱۳۳۷ -، مترجم                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| شناسه افزوده            | انجمن کارشناسان راه و ترابری آمریکا                                                                                                                                                                                                                                                              |
| شناسه افزوده            | American Association of State Highway and Transportation Officials                                                                                                                                                                                                                               |
| رده بندی کنگره          | TH1۰۹۵                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| رده بندی دیویی          | ۶۹۳/۸۵۲۰۲۱۸۷۳                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| شماره کتابشناسی ملی     | ۱۰۵۲۸۵۱۴                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| اطلاعات رکورد کتابشناسی | فیا                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## ميثاق نامه حقوقی مالکيت فکری و شرايط بهره‌برداري انتشارات علمی صالحين

حق نشر (Copyright) ۱۴۰۴

این ميثاق نامه، ميان «انتشارات علمی صالحين» (که از این پس «ناشر» نامیده می‌شود) از یک سو و «کاربر/خریدار اثر» (که از این پس «کاربر» نامیده می‌شود) از سوی دیگر، منعقد شده و ناظر بر کلیه نسخ چاپی و دیجیتال آثار منتشره توسط ناشر می‌باشد. تهیه، خرید، دالود، دسترسی یا استفاده از هر یک از آثار ناشر، به منزله قبول کامل و بی‌قید و شرط مفاد این ميثاق نامه از سوی کاربر است.

### ماده ۱: تعاریف و دامنه شمول اثر

#### ۱-۱. تعریف «اثر»

«اثر» شامل، اما نه محدود به، کلیه موارد زیر است:

۱. متون، نگارش‌ها، گفتارهای مکتوب، جملات، مثال‌ها، تمرین‌ها، پرسش‌ها و پاسخ‌ها؛
۲. نگاره‌ها، تصاویر، نمودارها، جداول، شکل‌ها، دیگرام‌ها، داده‌نماها (اینفوگرافیک) و هر نوع محتوای بصری؛
۳. طرح جلد، صفحه‌آرایی (Layout)، تایپوگرافی، طراحی گرافیکی، نشانه‌ها (لوگوها) و اجزای بصری هویت اثر؛
۴. کدهای منبع و کدهای اجرایی (در نسخه‌های دیجیتال و تعاملی)، افزونه‌ها، اسکرپت‌ها، فایل‌های همراه و بسته‌های نرم‌افزاری وابسته؛
۵. فراداده‌ها (Metadata)، ساختار سازماندهی محتوا، نمایه‌ها، فصل‌بندی، شماره‌گذاری‌ها و هرگونه معماری اطلاعاتی اثر؛
۶. هرگونه محتوای مکمل (ضمائم، پیوست‌ها، بانک پرسش و پاسخ، محتواهای داللودی ویدئوها و فایل‌های صوتی اختصاصی که ارتباط مستقیم با اثر دارند).

#### ۲-۱. دامنه حقوق مادی

کلیه حقوق مادی (Economic Rights) ناشی از پدیدآوردن و نشر این اثر، شامل و نه محدود به:

حق تکثیر، نشر، پخش، عرضه، اجرا، ترجمه، اقتباس، توزیع، در دسترس‌گذاری (Making Available) واکذارى بهره‌بردارى و بهره‌بردارى در هر قالب و فرمت (چاپی، صوتی، تصویری، الکترونیکی، تعاملی، چندرسانه‌ای) و در هر بستر (فیزیکی، سایبری، شبکه‌های بسته، سامانه‌های آموزشی، اپلیکیشن‌های موبایل، متاورس و سایر فضاهای واقعی یا مجازی که اکنون موجود است یا در آینده ایجاد شود)، به موجب قراردادهای معتبر قانونی، به صورت انحصاری، مطلق، غیرقابل رجوع و برای تمام مدت حمایت قانونی به ناشر تعلق دارد. هیچ شخص حقیقی یا حقوقی بدون اخذ مجوز کتبی و جداگانه از ناشر، حق استفاده از این حقوق را ندارد، مگر در حدود استثناءات قانونی مصرح در این ميثاق نامه.

#### ۳-۱. حقوق معنوی اثر

حقوق معنوی اثر، از جمله حق انتساب اثر به نام پدیدآورنده/پدیدآورندگان و حق تمامیت اثر، طبق ماده ۴ «قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸» برای پدیدآورنده/پدیدآورندگان محفوظ است.

با این حال:

۱. حق انحصاری پیگیری و صیانت از حقوق معنوی اثر، در برابر هرگونه تحریف، تغییر، حذف یا آسیب به تمامیت اثر، به ناشر تفویض شده است؛
۲. ناشر مجاز است در چارچوب قرارداد یا پدیدآورنده و با رعایت قوانین لازم‌الاجرا، نسبت به ویرایش ویراست‌های جدید، اصلاحات علمی، ادبی، فنی و ظاهری اثر اقدام نماید، بدون آن‌که این اقدامات به معنای نقض حقوق معنوی پدیدآورنده باشد، مشروط به حفظ اصول اساسین انتساب و اصالت علمی/ادبی.

#### ۴-۱. دامنه شمول شخصی و مکانی

این ميثاق نامه نسبت به کلیه کاربران، خریداران، استفاده‌کنندگان و هر شخصی که به هر نحو متعارف یا غیرمتعارف به اثر دسترسی پیدا می‌کند (اعم از افراد حقیقی، حقوقی، نهادهای آموزشی، سازمان‌ها، کتابخانه‌ها، موسسات، پلتفرم‌ها و سامانه‌های آنلاین)، در هر نقطه از قلمرو جمهوری اسلامی ایران و همچنین خارج از آن، در حدودی که قوانین ایران و قواعد حقوق بین‌الملل خصوصی اجازه می‌دهد، نافذ و لازم‌الاجراست.

### ماده ۲: ماهیت حقوقی تملک و بهره‌برداري

#### ۱-۲. تفکیک مالکیت فیزیکی و مالکیت فکری (نسخ چاپی)

خرید نسخه فیزیکی اثر، صرفاً موجب انتقال مالکیت بر «عین کالا» (صفحات، جلد، چاپ فیزیکی) مطابق با مقررات عقد بیع در قانون مدنی می‌شود. این خرید:

۱. هیچ‌گونه حقی نسبت به مالکیت محتوای اثر، حق تکثیر، حق نشر، حق ترجمه، حق اقتباس، حق اسکن یا هر نوع بهره‌برداري تجاری یا سازمانی از محتوا برای خریدار ایجاد نمی‌کند؛
۲. تحت هیچ عنوان، قاعده‌ای به نام «مالکیت نسخه»، «استفاده متصفانه» یا «استفاده آموزشی» مجوزی برای اسکن کامل یا جزئی، فتوکپی گسترده، تهیه نسخه دیجیتال، انتشار در گروه‌ها و کانال‌ها یا ذخیره‌سازی در سرورهای شخصی/سازمانی در مقیاس فراتر از استفاده شخصی و محدود نیست؛
۳. هرگونه اسکن، فتوکپی یا تکثیر سیستماتیک (به‌ویژه برای استفاده در کلاس‌های درس، موسسات آموزشی، آموزشگاه‌ها، سامانه‌های LMS، یا در قالب بسته‌های آموزشی) بدون مجوز کتبی ناشر ممنوع و مشمول ضمانت اجرای ماده ۳ و ۹ است.

#### ۲-۲. پروانه بهره‌برداري (License) در نسخ دیجیتال

دریافت، دالود، دسترسی یا استفاده از نسخه‌های الکترونیکی و دیجیتال اثر (اعم از PDF، ePub، اپلیکیشن، محتوای آنلاین، فایل صوتی/تصویری و نظایر آن)، ماهیت «بیع» ندارد؛ بلکه اعطای یک پروانه بهره‌برداري محدود (License Agreement) از سوی ناشر به کاربر است. این پروانه:

۱. شخصی است؛ فقط مختص شخصی است که هزینه را پرداخت کرده یا حساب کاربری به نام او ثبت و تأیید شده است؛
۲. محدود است؛ صرفاً برای مطالعه و استفاده متعارف و شخصی کاربر بوده و فاقد هرگونه حق تکثیر، انتشار، توزیع، نمایش عمومی، آموزشی یا تجاری است، مگر آن‌که مجوزی کتبی و جداگانه از ناشر اخذ شده باشد؛
۳. غیرانحصاری است؛ ناشر می‌تواند پروانه‌های مشابه را به اشخاص دیگری نیز اعطا کند؛
۴. غیرقابل انتقال است؛ کاربر حق فروش، انتقال واکذارى، اجاره، امانت دادن، هدیه واکذارى لایسنس، انتقال حساب کاربری، اشتراک‌گذاری حساب، یا در اختیار گذاشتن نام کاربری و رمز عبور خود به اشخاص ثالث را ندارد؛
۵. موقت و قابل تعلیق/فسخ است؛ ناشر حق دارد در صورت نقض مفاد این ميثاق نامه، نقض حقوق مالکیت فکری، یا سوءاستفاده از حساب کاربری، دسترسی کاربر به نسخه دیجیتال را به‌طور موقت یا دائم تعلیق یا فسخ نماید، بدون آن‌که کاربر مستحق هرگونه مطالبه خسارت یا استرداد وجه باشد.

#### ۳-۲. حساب کاربری و احراز هویت

کاربر مسئول صحت و نگهداری اطلاعات حساب خود است. هرگونه استفاده از حساب کاربری به نام کاربر، در حکم استفاده‌ی خود کاربر تلقی می‌شود و کاربر در برابر ناشر نسبت به آن مسئول است، مگر آن‌که به‌طور مستند، سوءاستفاده غیرمجاز توسط ثالث را اثبات کند.

## ماده ۳: ممنوعیت‌های صریح و نقض کی‌رایت

هرگونه فعل یا ترک فعلی که منجر به نقض حقوق انحصاری ناشر گردد، مستند به مواد ۱، ۲، ۱۲، ۲۳، ۲۴ و ۲۵ «قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸» و نیز مواد ۶۱ و ۷۴ «قانون تجارت الکترونیکی» و مواد ۲۵ تا ۲۷ قانون جرایم رایانه‌ای، جرم و تخلف مدنی تلقی شده و علاوه بر الزام به جبران کامل خسارات وارده (اعم از مادی، معنوی و از دست رفتن منافع آینده، خسارت به شهرت و پرند ناشر)، موجب پیگرد کیفری (حبس و جزای نقدی) خواهد بود. مصادیق نقض، حضری نبوده و شامل موارد زیر و هر مورد مشابه است:

### ۱-۳. بازتولید و تکثیر غیرمجاز

۱. هرگونه عکس‌برداری، اسکن، فتوکپی جزئی یا کامل، ضبط صوتی (روخوانی متن)، بازنویسی دستی یا تایپی، OCR و ذخیره‌سازی محتوای اثر در پایگاه‌های داده و آرشیوهای دیجیتال، خارج از استفاده‌ی شخصی محدود کاربرد؛

۲. تکثیر نسخه‌های دیجیتال (کپی فایل‌ها، تهیه نسخه‌های متعدد، شکستن قفل‌ها و حذف محدودیت‌های کی‌رایت).

### ۲-۳. توزیع، در دسترس‌گذاری و انتشار شبکه‌ای

بارگذاری (Upload)، اشتراک‌گذاری، ارسال، نشر یا در دسترس‌گذاری اثر (کامل یا بخش‌های اساسی آن) در:

۱. وبسایت‌ها وبلاگ‌ها، انجمن‌ها، پلتفرم‌های محتوا؛
۲. فضای ابری (Cloud)، سامانه‌های ذخیره‌سازی، درایوهای اشتراکی؛
۳. شبکه‌های اجتماعی (از جمله ولی نه محدود به: تلگرام، اینستاگرام واتساپ، سروش، ایتا و سایر پلتفرم‌ها)؛
۴. سامانه‌های اشتراک فایل (FTP، P2P، Torrent، عمومی) و اینترنت‌ها و شبکه‌های داخلی سازمانی؛
۵. گروه‌ها و کانال‌های آموزشی، دانشگاهی، مدرسه‌ای و موسسات خصوصی.

### ۳-۳. آثار اشتقاقی و تبدیلی بدون مجوز

هرگونه ایجاد، تولید یا انتشار آثار مبتنی بر این اثر، بدون اخذ مجوز کتبی و صریح از ناشر، از جمله:

۱. ترجمه به هر زبان؛
۲. تلخیص، خلاصه‌نویسی سیستماتیک، بازاریابی محتوا، تدوین جزوات یا کتاب‌های کمک‌آموزشی مبتنی بر اثر؛
۳. تبدیل به نمایشنامه، فیلم‌نامه، سناریو، محتوای آموزشی ویدیویی یا صوتی؛
۴. تولید کتاب کار، بانک سوال، آزمون، دوره‌های آنلاین یا حضوری، مبتنی بر ساختار یا محتوای اثر؛
۵. «خلاصه‌سازی سازمانی» برای توزیع درون سازمان‌ها، دانشگاه‌ها یا موسسات آموزشی.

### ۴-۳. بهره‌برداری تجاری و سازمانی ثانویه

۱. فروش مجدد نسخه‌های دیجیتال یا فیزیکی فراتر از انتقال معمول مالکیت نسخه‌ی فیزیکی در حد متعارف مصرف‌کننده؛
۲. اجاره دادن نسخه‌های چاپی یا دیجیتال در مقیاس تجاری، به استثنای کتابخانه‌های عمومی یا دانشگاهی که دارای مجوز و قرارداد کتبی معتبر با ناشر هستند؛
۳. استفاده از اثر در بسته‌های آموزشی انتفاعی، دوره‌ها، کارگاه‌ها، کلاس‌ها، سامانه‌های LMS و پلتفرم‌های آموزشی، بدون قرارداد مکتوب و مجوز ناشر.

### ۵-۳. مسئولیت مشترک در نقض

هر شخصی که آگاهانه و عامدانه:

۱. در تهیه، تکثیر، انتشار، توزیع یا تسهیل دسترسی غیرمجاز به اثر مشارکت کند؛
  ۲. از نسخه‌های غیرمجاز استفاده‌ی انتفاعی یا آموزشی نماید؛
- شریک یا معاون در نقض حقوق ناشر تلقی شده و مسئولیت تضامنی در جبران خسارات و تحمل مجازات‌های مقرر خواهد داشت.

### ماده ۴: هوش مصنوعی، داده‌کاوی و فناوری‌های نوین

با توجه به پیشرفت‌های فناوری اطلاعات، هوش مصنوعی و داده‌کاوی و به منظور صیانت از حقوق مالکیت فکری ناشر و پدیدآورندگان، موارد زیر صراحتاً ممنوع بوده و نقض آن به منزله سرقت محتوای علمی/ادبی و نقض حقوق مؤلف محسوب می‌گردد:

### ۱-۴. داده‌کاوی و پردازش ماشینی (Data Mining & Text)

۱. هرگونه استخراج ماشینی متن، تحلیل خودکار داده‌ها، خز (Crawling)، اسکرپینگ (Scraping)، اندیس‌گذاری سیستماتیک و استخراج انبوه محتوا، چه توسط اشخاص حقیقی و چه توسط ربات‌ها، خزنده‌ها، اسکرپیت‌ها و نرم‌افزارها، بدون مجوز کتبی ناشر؛
۲. ایجاد پایگاه داده، کورپوس (Corpus)، مجموعه آموزشی یا منابع زبان/متن مبتنی بر اثر.

### ۲-۴. استفاده در آموزش و بهبود سامانه‌های هوش مصنوعی

استفاده از تمام یا بخشی از این اثر، به‌عنوان:

۱. «داده ورودی» (Input Data) در مقیاس سازمانی یا گسترده؛
  ۲. «داده آموزشی» (Training Set) یا «داده ارزیابی» (Evaluation Data)؛
  ۳. داده جهت «تنظیم دقیق» (Fine-tuning) هر نوع سامانه هوش مصنوعی، مدل‌های زبانی بزرگ (LLMs)، سامانه‌های ترجمه ماشینی، هوش مصنوعی مولد (Generative AI)، سامانه‌های پیشنهادگر (Recommender Systems) و هرگونه الگوریتم یادگیری ماشین؛
- بدون اخذ مجوز کتبی و قراردادی جداگانه از ناشر، ممنوع است.

### ۳-۴. تولید خودکار محتوای مشتق از اثر

استفاده از تجهیزات/تأه‌ای هوش مصنوعی یا نرم‌افزارها برای تولید خروجی‌هایی که به صورت اساسی مبتنی بر متن، ساختار، مثال‌ها، تمرین‌ها یا پرسش‌های این اثر بوده و جایگزین تجاری یا آموزشی اثر محسوب شوند، بدون مجوز کتبی ناشر، ممنوع و مشمول مسئولیت‌های مقرر در این میثاق‌نامه است.

### ماده ۵: استثنائات قانونی و حدود استفاده مجاز

صرفاً استفاده‌هایی که مشمول ماده ۷ «قانون حمایت حقوق مؤلفان» و سایر استثنائات محدود قانونی باشد، بدون اخذ مجوز اضافی، مجاز تلقی می‌شود. این استفاده‌ها شامل:

۱. نقل‌قول مستقیم یا غیرمستقیم از بخش‌های مختصر اثر، منحصرأ برای اهداف نقد، تحلیل، آموزش و پژوهش علمی، در حدی که به ماهیت رقابتی با اثر منجر نشود و جایگزین خرید اثر یا استفاده از نسخه‌های قانونی آن نگردد؛

۲. استفاده در فعالیتهای آموزشی و پژوهشی در حدی که از حد «استفادهای منصفانه‌ی واقعی» (در مفهوم قانونی آن) فراتر نرفته و به توزیع گسترده یا سیستماتیک منتهی نشود. شرط الزامی:

در تمامی موارد فوق:

۱. ذکر کامل منبع (عنوان اثر، نام مؤلف/پدیدآورنده، نام ناشر، سال نشر و در صورت امکان شماره صفحه) الزامی است؛
۲. عدم ذکر منبع، حتی در استفاده‌ی جزئی، سرقت علمی (Plagiarism) محسوب شده و علاوه بر مسئولیت اخلاقی و حرفه‌ای، می‌تواند موجب مسئولیت مدنی و انتظامی در مراجع ذی‌ربط گردد؛
۳. اگر برداشت از اثر از حد نقل قول محدود فراتر رود و ماهیت جایگزین تجاری/آموزشی پیدا کند، نیازمند اخذ اجازه کتبی و قراردادی از ناشر خواهد بود.

## ماده ۶: تدابیر فنی حفاظتی (DRM)، امنیت و مهندسی معکوس

### ۶-۱. تدابیر فنی حفاظتی

در صورتی که اثر (فیزیکی یا دیجیتال) حاوی یکی از موارد زیر باشد:

۱. قفل‌های نرم‌افزاری (DRM)، محدودیت‌های کپی/چاپ، کدهای فعال‌سازی؛
۲. واترمارک (Watermark) آشکار یا پنهان، شماره سریال، کدهای رهگیری؛
۳. هولوگرام، برچسب‌های امنیتی، یا هرگونه تدابیر حفاظتی فنی دیگر؛

هرگونه اقدام جهت:

- خنثی‌سازی، شکستن قفل، کرک (Crack)، حذف یا تغییر واترمارک،
- مهندسی معکوس، دی‌کامپایل (Decompile)، دی‌کد (Decode)،
- دور زدن یا تضعیف تدابیر حفاظتی،

طبق مواد ۷۱ تا ۷۳ قانون تجارت الکترونیکی و مواد ۲۵ تا ۲۷ قانون جرایم رایانه‌ای، جرم مستقل محسوب شده و مستوجب مجازات حبس و جریمه نقدی است.

### ۶-۲. تجهیزات و خدمات واسط

استفاده از هرگونه نرم‌افزار وب‌سایت، افزونه، اپلیکیشن، VPN، ربات یا هر خدمت واسط که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم، برای شکستن DRM، حذف واترمارک، داندلود غیرمجاز، ضبط جریان (Stream) محافظت‌شده یا اشتراک‌گذاری غیرمجاز محتوا به کار می‌رود، ممنوع است. کاربرد در استفاده از چنین تجهیزاتی، مسئولیت کامل حقوقی و کیفری عمل خود را می‌پذیرد.

### ماده ۷: سلب مسئولیت (Disclaimer) و حدود ضمانت

#### ۷-۱. ماهیت علمی/آموزشی محتوا

ناشر و پدیدآورندگان، نهایت تلاش خود را برای صحت، دقت، ائتمان علمی و فنی و به‌روز بودن محتوا به کار بسته‌اند. با این وجود:

۱. هیچ‌گونه ضمانتی (صریح یا ضمنی) مبنی بر بی‌عیب بودن، بدون خطا بودن، کامل بودن، همیشگی بودن به‌روزرسانی، یا تناسب محتوا برای یک هدف خاص (Fitness for a Particular Purpose) ارائه نمی‌شود؛
۲. محتوا جایگزین مشاوره تخصصی حرفه‌ای (در حوزه‌هایی مانند پزشکی، حقوقی، مالی، فنی و...) نیست و کاربرد در صورت نیاز، مکلف به مراجعه به متخصص ذی‌صلاح است.

#### ۷-۲. محدودیت مسئولیت ناشر

۱. مسئولیت هرگونه استفاده از اطلاعات، دستورالعمل‌ها، توصیه‌ها، مثال‌ها یا داده‌های موجود در این اثر و عواقب ناشی از آن (اعم از خسارات مستقیم، غیرمستقیم، تبعی، جانی، مالی، از دست رفتن داده، از دست رفتن فرصت تجاری یا آموزشی) تماماً بر عهده کاربر است؛
۲. در هر حال، در صورتی که به موجب رأی قطعی مرجع صالح، مسئولیت مدنی ناشر در قبال کاربر احراز گردد، سقف مسئولیت مالی ناشر در هر دعوا و نسبت به هر کاربر، حداکثر معادل مبلغ واقعی پرداختی آن کاربر برای خرید اثر مربوطه خواهد بود؛
۳. ناشر در قبال خسارات ناشی از موارد خارج از کنترل متعارف خود (قوه قاهره/فورس ماژور)، از جمله اختلالات زیرساختی اینترنت، حملات سایبری، محدودیت‌های حکومتی یا قطعی سرویس‌های ثالث، مسئولیتی نخواهد داشت.

#### ۷-۳. عدم تضمین تداوم دسترسی دیجیتال

در مورد نسخه‌های دیجیتال و آنالین:

۱. ناشر حق دارد در هر زمان، به تشخیص خود، نسبت به به‌روزرسانی، تغییر، انتقال به پلتفرم دیگر، یا خاتمه عرضه‌ی نسخه‌ی دیجیتال اقدام نماید؛
۲. ناشر تلاش متعارف خود را برای اطلاع‌رسانی قبلی و فراهم کردن راه‌حل جایگزین به کار می‌بندد ولی تضمینی برای تداوم نامحدود دسترسی ارائه نمی‌کند.

## ماده ۸: قانون حاکم، حل اختلاف و صلاحیت محلی

### ۸-۱. قانون حاکم

این میثاق‌نامه از هر حیث، اعم از اعتبار، تفسیر، اجرا، نقض و آثار آن، تابع قوانین و مقررات لازم‌الاجرای جمهوری اسلامی ایران است.

### ۸-۲. حل اختلاف و مرجع صالح

در صورت بروز هرگونه اختلاف، ادعاء، مطالبه یا دعوا ناشی از یا مرتبط با این میثاق‌نامه و آثار ناشر:

۱. ناشر حق دارد حسب صلاحدید خود، موضوع را از طریق مراجع قضایی صالح یا از طریق داوری پیگیری نماید؛
۲. در صورت انتخاب مرجع قضایی، دادگاه‌های عمومی و کیفری مستقر در شهر تهران (یا محل اقامتگاه قانونی ناشر در زمان طرح دعوا) صالح خواهند بود؛
۳. کاربر با تهیه این اثر، صلاحیت محلی دادگاه‌های تهران را پذیرفته و حق هرگونه ایراد به صلاحیت محلی را از خود سلب و ساقط می‌نماید؛
۴. در صورت توافق جداگانه بر داوری، حدود و شرایط داوری در قرارداد یا الحاقیه مربوط تعیین می‌گردد.

### ماده ۹: ضمانت اجرا، جبران خسارت و هزینه‌های دادرسی

#### ۹-۱. تعهد به جبران کامل خسارت

کاربر متعهد می‌گردد در صورت نقض هر یک از مفاد این میثاق‌نامه یا هرگونه نقض حقوق مالکیت فکری ناشر:

۱. کلیه خسارات وارده به ناشر، شامل زیان‌های مالی مستقیم، از دست رفتن سود، کاهش فروش، لطمه به شهرت تجاری و برند و خسارات ناشی از توزیع نسخه‌های غیرمجاز را جبران نماید؛

۲. کلیه هزینه‌های دادرسی، کارشناسی، حق‌الزحمه کارشناسان رسمی، هزینه‌های اجرایی و حق‌الوکاله وکیل منتخب ناشر را، بر اساس قرارداد وکیل با ناشر، بدون هیچ‌گونه قید و شرط پرداخت نماید؛

۳. این تمهد، مانع از پیگیری کیفری ناقض در مراجع صالح نبوده و در کنار مسئولیت کیفری قابل اعمال است.

### ۲-۹. مسئولیت اشخاص حقوقی

در صورتی که نقض حقوق ناشر از سوی نهادها، موسسات آموزشی، شرکت‌ها، دانشگاه‌ها یا سایر اشخاص حقوقی صورت گیرد:

۱. شخص حقوقی مزبور نسبت به اعمال مدیران، کارکنان، مدرسان، دانشجویان یا اشخاص وابسته‌ای که تحت نظارت او مرتکب نقض شده‌اند، در حدود قوانین مرتبط، مسئول خواهد بود؛

۲. ناشر مجاز است برای جبران خسارت، علیه شخص حقوقی و اشخاص حقیقی دخیل، به‌صورت توأمان یا جداگانه، طرح دعوا نماید.

### ۳-۹. تعلیق یا قطع دسترسی به نسخه‌های دیجیتال

در صورت احراز ظن قوی یا اثبات نقض مفاد این میثاق‌نامه از سوی کاربر:

۱. ناشر حق دارد بدون نیاز به اخطار قبلی، دسترسی کاربر به حساب کاربری، نسخه‌های دیجیتال، به‌روزرسانی‌ها و خدمات جانبی مرتبط را به‌طور موقت یا دائم تعلیق یا قطع نماید؛

۲. در این صورت، کاربر حق مطالبه استرداد وجه، خسارت یا هر ادعای دیگر را نخواهد داشت.

### ماده ۱۰: نسخه‌های جدید، اصلاح و تغییر شرایط

#### ۱۰-۱. ویراست‌ها و نسخه‌های جدید اثر

ناشر مجاز است در هر زمان نسبت به:

۱. انتشار ویراست‌های جدید اثر،

۲. افزودن یا حذف فصل‌ها، مثال‌ها، تمرین‌ها،

۳. اصلاح خطاها و به‌روزرسانی علمی و فنی محتوا،

اقدام نماید. کاربر با خرید یک نسخه، صرفاً مالک همان ویراست/نسخه است و نسبت به دریافت رایگان ویراست‌های بعدی، حق نخواهد داشت، مگر آن‌که ناشر صریحاً چنین حق را اعلام کند.

#### ۱۰-۲. اصلاح و به‌روزرسانی میثاق‌نامه

ناشر حق دارد در هر زمان، به تشخیص خود:

۱. مفاد این میثاق‌نامه را اصلاح، تکمیل یا به‌روزرسانی نماید؛

۲. نسخه‌ی جدید میثاق‌نامه را از طریق وب‌سایت، پلتفرم، یا همراه نسخه‌های جدید آثار منتشر کند.

تداوم استفاده کاربر از آثار و خدمات ناشر پس از انتشار نسخه‌ی جدید میثاق‌نامه، به منزله قبول مفاد اصلاح‌شده خواهد بود. در مورد کاربران نسخه‌های صرفاً چاپی، نسخه‌ی مندرج در تاریخ خرید، مبنا خواهد بود، مگر آن‌که کاربر به‌طور آگاهانه نسخه‌ی جدید را نیز بپذیرد (مثلاً با ایجاد حساب کاربری آنلاین یا استفاده از خدمات دیجیتال).

### ماده ۱۱: سایر مقررات

#### ۱۱-۱. تفکیک‌پذیری (Severability)

در صورتی که هر یک از مفاد این میثاق‌نامه، به موجب رأی قطعی مرجع صالح، باطل، غیرقابل اجرا یا خلاف قانون تشخیص داده شود، این امر تأثیری بر اعتبار و قابلیت اجرای سایر مفاد نداشته و سایر بندها به قوت خود باقی خواهند ماند.

#### ۱۱-۲. تفسیر به نفع ناشر

در موارد ابهام، اجمال یا تعارض ظاهری میان مفاد این میثاق‌نامه و سایر اطلاعات عمومی منتشره توسط ناشر (مانند بروشورها، تبلیغات و اطلاعیه‌ها)، ملاک، متن حاضر و تفسیر حقوقی به‌نفع حفظ حقوق مالکیت فکری ناشر خواهد بود، مگر آن‌که سند مکتوب و امضاشده‌ی دیگری بین ناشر و کاربر وجود داشته باشد که صریحاً بر این متن مقدم شده باشد.

#### ۱۱-۳. اولویت نسخه فارسی

در صورت تهیه ترجمه‌ای از این میثاق‌نامه به زبان‌های دیگر، در صورت بروز هرگونه اختلاف در تفسیر، نسخه فارسی معیار و حاکم خواهد بود.

## تقدیم‌نامه

# با کمال احترام، تقدیم به پدران و مادران عزیز و مهربانان

مهندس علیرضا صالحین  
دکتر سید محی الدین قدرتیان کاشان  
دکتر شروین ملکی

## مقدمه مترجمان

در پایان، امیدواریم این اثر برای خوانندگان فارسی زبان فقط یک کتاب ترجمه شده نباشد، بلکه به مرجعی کاری، آموزشی و الهام بخش تبدیل شود؛ مرجعی که هم برای مطالعه و آموزش قابل استفاده باشد، هم در دفتر طراحی و کلاس درس، و هم در مواجهه با مسائل واقعی اجرا و دیتیل پردازی. اگر این کتاب بتواند در فهم دقیق تر جداسازی لرزه ای، در ارتقای کیفیت گفت و گوی مشترک میان معمار و مهندس سازه، و در توجه بیشتر به نقش تعیین کننده جزئیات اجرایی مؤثر باشد، ترجمه آن به هدف اصلی خود نزدیک شده است. در نهایت، انتشار این اثر به زبان فارسی را می توان گامی مؤثر در جهت توسعه دانش بومی، کاهش شکاف میان پژوهش و عمل، و فراهم سازی زیرساخت علمی لازم برای به کارگیری آگاهانه تر و گسترده تر سامانه های جداسازی لرزه ای در پروژه های مهندسی کشور دانست. بابت خطاهای سهوی احتمالی از خوانندگان محترم پوزش می طلبیم و از ایشان دعوت می کنیم دیدگاه ها، پیشنهادات و تذکرات اصلاحی خود را از طریق شماره های ۰۲۱-۸۸۲۸۳۶۹۸ و ۰۹۱۲۴۸۸۶۴۹۸، یا از طریق پست الکترونیکی [AlirezaSalehin@gmail.com](mailto:AlirezaSalehin@gmail.com) (نشر عملی صالحین) و نیز شناسه [@AlirezaSalehin](https://t.me/AlirezaSalehin) در تلگرام با ما در میان بگذارند.

مهندس علیرضا صالحین، دکتر سید محی الدین قدرتیان کاشان، دکتر شروین ملکی بهار ۱۴۰۵



**مهندس علیرضا صالحین**، متخصص و فعال در حوزه‌های فنی و مهندسی است که تخصص خود را در چند شاخه متمایز شامل مهندسی عمران، معماری، فناوری اطلاعات (IT) و همچنین مکانیک و الکترونیک خودرو توسعه داده است. رویکرد حرفه‌ای ایشان مبتنی بر استفاده از فناوری اطلاعات به عنوان حلقه واسط میان رشته‌های مهندسی است؛ موضوعی که در توانمندی ایشان در ارزیابی نرم‌افزارهای تخصصی عمران و معماری و همچنین سیستم‌های الکترونیکی خودرو نمود پیدا کرده است. ایشان دارای بیش از ۲۰ سال سابقه اجرایی در پروژه‌های عمرانی و ساخت‌وساز هستند. حضور مستمر در محیط‌های کارگاهی و صنعتی باعث شده تا فعالیت ایشان صرفاً به مباحث تئوریک محدود نشود. مهندس صالحین با شناخت چالش‌های اجرایی، به عنوان تحلیلگر و منتقد در صنایع ساخت‌وساز و خودرو فعالیت داشته و هدف اصلی خود را در پروژه‌ها و مستندسازی‌ها، کاهش فاصله میان آموزش‌های آکادمیک دانشگاهی و نیازهای واقعی و روزمره بازار کار تعیین کرده‌اند.

در حوزه نشر و ترویج دانش، مهندس صالحین از سال ۱۳۹۲ مسئولیت «مدیریت علمی» نشر دانشگاهی فرهنگ را بر عهده دارند. وظیفه ایشان در این سمت، نیازسنجی بازار مهندسی، انتخاب عناوین کاربردی، ارزیابی صحت علمی متون ترجمه‌شده و نظارت بر کیفیت فنی کتب پیش از چاپ است. در ادامه این مسیر، ایشان با هدف توسعه فعالیت‌های مستقل در زمینه تولید محتوای تخصصی، «انتشارات علمی صالحین» را در سال ۱۴۰۴ تأسیس نمودند تا پلتفرم جدیدی برای نشر منابع میان‌رشته‌ای فراهم کنند. حاصل فعالیت‌های مستمر ایشان در مستندسازی و نشر، مشارکت در تولید بیش از ۸۵ عنوان کتاب مرجع و کاربردی (بیش از ۲۵ هزار صفحه کتاب) است. نقش ایشان در این آثار شامل تألیف، ترجمه، گردآوری و ویراستاری علمی است. عمده این کتب بر آموزش نرم‌افزارهای پیشرفته مهندسی عمران و معماری، راهنماهای اجرایی ساختمان، و همچنین مباحث فنی خودرو متمرکز هستند و به عنوان منابع کمک‌آموزشی مورد استفاده دانشجویان مهندسی و تکنسین‌های اجرایی قرار می‌گیرند.



**دکتر سید محی‌الدین قدرتیان کاشان** پژوهشگر و متخصص مهندسی عمران در گرایش سازه و زلزله است که مسیر علمی او در دانشگاه تهران و صنعتی شریف شکل گرفته و جهت‌گیری آن در تمام مراحل، بر تحلیل رفتار لرزه‌ای سازه‌ها، به‌ویژه پل‌ها و سازه‌های فولادی، استوار بوده است. پژوهش دکتری ایشان در دانشگاه صنعتی شریف—که شامل بررسی عددی و آزمایشگاهی دیوارهای برشی فولادی با ورق موج‌دار دویل بود—نمونه‌ای از رویکرد چندلایه او در ترکیب روش‌های تحلیلی پیشرفته و آزمایش‌های تجربی دقیق است.

دستاوردهای علمی او در قالب مجموعه‌ای از مقالات منتشرشده در نشریات معتبر بین‌المللی (ISI) انعکاس یافته‌اند؛ آثاری که حوزه‌هایی مانند رفتار لرزه‌ای سیستم‌های فولادی، دیوارهای برشی فولادی پیچیده، و کاربرد مواد هوشمند نظیر آلیاژهای حافظه‌دار شکلی در بهبود عملکرد لرزه‌ای پل‌ها را پوشش می‌دهند. انتشار این آثار در ژورنال‌های شناخته‌شده، گواهی روشن بر کیفیت پژوهشی و انسجام علمی فعالیت‌های او است.

اما یکی از وجوه متمایز قدرتیان کاشان، حضور عمیق و کم‌نظیر او در عرصه ترجمه و تولید محتوای تخصصی در مهندسی سازه و زلزله است. او تاکنون حدود ۱۰ جلد کتاب مرجع را در حوزه‌های طراحی لرزه‌ای، جداسازی لرزه‌ای، سیستم‌های میرایی مکمل، و طراحی سازه‌های فولادی و پل‌ها ترجمه کرده است؛ آثاری که مجموع آن‌ها به نزدیک ۳۰۰۰ صفحه می‌رسد. گستره، حجم و اهمیت این متون نشان می‌دهد که فعالیت او در نشر، نه صرفاً ترجمه واژگانی، بلکه انتقال دقیق مفاهیم مهندسی، بازآفرینی ساختارهای فنی، و بازتولید محتوای معتبر برای جامعه مهندسی کشور است. این سطح از تولید محتوا، در کنار سابقه همکاری مستمر با انتشارات صالحین و کیفیت علمی آثار منتشرشده، جایگاه او را در فضای نشر تخصصی تثبیت کرده است.

در کنار این فعالیت‌ها، تدریس دانشگاهی دروس طراحی سازه‌های فولادی و بتنی، مشارکت در آموزش طراحی پل‌های فولادی در دانشگاه صنعتی شریف، و تجربه حرفه‌ای در شرکت‌های مهندسی مشاور، مجموعه‌ای منسجم از تخصص، تجربه میدانی و فعالیت‌های علمی ایجاد کرده است. چنین ترکیبی باعث شده است که قدرتیان کاشان در تقاطع پژوهش دانشگاهی، صنعت، و تولید دانش مکتوب، نقشی فعال و مؤثر ایفاء کند.

دکتر شروین ملکی...

## پیشگفتار ویرایش سوم، ۲۰۱۰

ویرایش ۲۰۱۰ «مشخصات راهنمای طراحی جداسازی لرزه‌ای» با پرداختن به تغییرات عمده در نحوه تعریف خطر لرزه‌ای در ایالات متحده و همچنین تغییرات در دانش روز طراحی جداسازی لرزه‌ای برای پل‌های بزرگراهی، ویرایش ۱۹۹۹ را به‌روزرسانی می‌کند. این ویرایش بر اساس کار انجام‌شده در پروژه «NCHRP ۲۰-۷»، وظیفه ۲۶۲ استوار است. به طور خلاصه، این ویرایش بازنگری شده بازتاب‌دهنده موارد زیر است: (A) تغییرات در تعریف خطر لرزه‌ای آن گونه که اکنون در «مشخصات طراحی پل آشتو به روش ضریب بار و مقاومت» (که از این پس «مشخصات طراحی» نامیده می‌شود) و «مشخصات راهنمای طراحی لرزه‌ای پل به روش ضریب بار و مقاومت» (که از این پس «لرزه‌ای LRFD» نامیده می‌شود) تعریف شده است؛ (ب) تجربه طراحان در ۱۰ سال گذشته پیرامون اجرای مشخصات فعلی؛ (ج) روندهای صنعت در طراحی و ساخت جداسازها؛ (د) منسوخ شدن «مشخصات استاندارد آشتو برای پل‌های بزرگراهی»؛ و (ه) ضوابط موجود در «مشخصات طراحی» که بر طراحی و آزمایشات تکیه‌گاه‌های جداساز تأثیر می‌گذارند (مانند بخش ۱۴، تکیه‌گاه‌ها و درزهای انبساط). بر این اساس، تغییرات عمده شامل موارد زیر است:

۱. بخش خطر لرزه‌ای برای سازگاری با «مشخصات طراحی» و «لرزه‌ای LRFD» به‌روزرسانی شده است. بخش ۳ پیشین (ضریب شتاب) و بخش ۵ (آثار ساختگاه و ضرایب ساختگاه) در یک بخش ۳ جدید با عنوان «خطر لرزه‌ای» ادغام شده‌اند تا راه برای بخش ۴ جدید (طیف پاسخ طراحی) پس از انتقال دسته‌بندی‌های عملکرد لرزه‌ای به بخش ۵، باز شود. این بخش جدید، طیف طراحی را در یک شکل C دید (برگرفته از «مشخصات طراحی» و «لرزه‌ای LRFD») ارائه می‌دهد و برای تعریف شتاب‌های طیفی  $S_{DS}$  و  $S_{D1}$  استفاده می‌شود. در قاعده کلی سازگاری با «مشخصات طراحی» یک استثناء وجود دارد. ماده ۳.۱۰.۲ در «مشخصات طراحی» الزام می‌کند در صورتی که «آثار طولانی مدت در منطقه مورد انتظار باشد»، از یک روش ویژه ساختگاه استفاده گردد. این ضابطه در «لرزه‌ای LRFD» وجود ندارد و در این مشخصات راهنما (ماده ۱.۳) نیز گنجانده نشده است.

۲. این الزام که ضریب شتاب (A) برای طراحی پل‌های جداسازی شده نباید کمتر از ۰.۱ باشد، حذف شده است (ماده ۱.۳).

۳. معادله ۳ برای تغییر مکان ( $d$ ) (اکنون معادله ۴-۱.۷) تغییر یافته تا تابعی از  $S_1$  باشد، نه اوج شتاب زمین ( $A$ )؛ زیرا نقشه‌های  $S_1$  اکنون در دسترس هستند. همزمان، ضریب ساختگاه در عبارت مربوط به  $d$  از  $S_1$  به  $F_v$  به‌روزرسانی شد و عبارت واحدهای دوگانه با عبارتی جایگزین گردید که مستقل از واحد اندازه‌گیری است.

۴. جدول ۱-۱.۷ پیشین برای ضریب میرایی ( $B$ ) (که اکنون  $B_L$  نامیده می‌شود) با عبارتی جایگزین شده است که  $B_L$  را مستقیماً با نسبت میرایی ویسکوز ( $\xi$ ) مرتبط می‌سازد. مقادیر به‌دست‌آمده برای  $B_L$  از این عبارت، تقریباً با مقادیر جدول ۱-۱.۷ در کل محدوده  $\xi$  یکسان هستند. با این حال، مزیت این عبارت آن است که از درونیابی خطی برای یافتن  $B_L$  در ازای مقادیری از  $\xi$  که در جدول فهرست نشده‌اند، جلوگیری می‌کند.

۵. معادلات ۲۰ و ۲۱ برای کرنش برشی در یک لایه چسبیده الاستومر ناشی از بار فشاری، با یک معادله واحد (معادله ۱-۱.۲.۱۴) که در کل محدوده ضرایب شکل کاربرد دارد، جایگزین شده‌اند. این معادله  $B$  ضوابط اخیراً بازنگری شده در «مشخصات طراحی» برای تکیه‌گاه‌های الاستومری مسلح با فولاد سازگار است (مشخصات طراحی، ماده ۵.۷.۱۴). به طور مشابه، عبارت مربوط به کرنش برشی ناشی از دوران در معادله ۲۴ (اکنون معادله ۱-۴.۲.۱۴) به‌روزرسانی شده تا با ضوابط «مشخصات طراحی» همخوانی داشته باشد.

۶. الزامات غیرلرزه‌ای برای تکیه‌گاه‌های الاستومری (به مفهوم حالات حدی بهره‌برداری) در بخش ۱۴ «مشخصات طراحی» اخیراً به‌روزرسانی شده‌اند و ضوابط متناظر در این مشخصات راهنما (ماده ۳.۱۴) اکنون به «مشخصات طراحی» ارجاع می‌دهند.

۷. برخی از الزامات آزمایشات برای سخت‌افزار جداسازی، در صورتی که مازاد تشخیص داده شده‌اند، بر اساس تجربه با سازندگان فعلی جداسازها دیگر ضروری نبوده‌اند، یا به طور غیرواقع‌بینانه‌ای دست‌وپاگیر بوده و دیگر هدف مفیدی را دنبال نمی‌کرده‌اند، حذف گردیده یا تقلیل یافته‌اند.

۸. تفاسیر افزوده‌ای برای روشن ساختن اصطلاحاتی مانند «تغییرمکان طراحی» (که برای محاسبه سختی مؤثر یک جداساز استفاده می‌گردد) و «کل تغییرمکان طراحی» ( $TDD$ ) (که برای طراحی و تعیین الزامات آزمایشات یک جداساز به کار می‌رود) ارائه شده است.

۹. به‌روزرسانی‌ها و اصلاحات ویراستاری برای اطمینان از بیشترین سازگاری ممکن با سبک و چارچوب «مشخصات طراحی» انجام گرفته است. تمامی ارجاعات به «مشخصات استاندارد» با ارجاعات متناظر به «مشخصات طراحی» و در صورت اقتضا به «لرزه‌ای LRFD» جایگزین شده‌اند.

۱۰. «روش تحلیل بار یکنواخت» (ماده ۱.۷) به «روش ساده‌شده» تغییر نام داده است تا ماهیت این روش را بهتر نشان دهد و از اشتباه گرفتن آن با روش بار یکنواخت ارائه‌شده در «مشخصات طراحی» و «لرزه‌ای LRFD» جلوگیری گردد.

۱۱. بخش‌هایی از ماده C7 برای انتقال به ماده ۲.۱.۸ مناسب‌تر تشخیص داده شده و بر این اساس جابه‌جا شده‌اند. بخش‌هایی از ماده C7.۱ دارای لحن الزامی هستند و در این ویرایش از مشخصات راهنما به ماده ۱.۷ انتقال یافته‌اند.

## پیشگفتار ویرایش چهارم، ۲۰۱۴

این ویرایش چهارم (۲۰۱۴) از «مشخصات راهنمای طراحی جداسازی لرزه‌ای»، ویرایش سوم (۲۰۱۰) را عمدتاً از طریق افزودن مجموعه‌ای از مثال‌های طراحی در پیوست «ب» (Appendix B) به‌روزرسانی می‌کند. امروزه، حدود ۲۰۰ پل در ایالات متحده با استفاده از «مشخصات راهنمای آشتو برای طراحی جداسازی لرزه‌ای» طراحی و ساخته شده‌اند، اما این رقم تنها کسری از تعداد بالقوه کاربردها است و بسیار کمتر از تعداد پل‌های جداسازی‌شده در سایر کشورها ارزیابی می‌شود.

یکی از موانع عمده در پیاده‌سازی این است که جداسازی لرزه‌ای انحرافی قابل توجه از طراحی لرزه‌ای مرسوم به شمار می‌رود و موضوعی نیست که به طور معمول در پرونده‌های تحصیلی دانشگاهی تدریس شود. علاوه بر این، کتب درسی بسیار محدودی در این زمینه منتشر شده‌اند و کتب موجود نیز بیشتر بر کاربردها در ساختمان‌ها تمرکز دارند تا پل‌ها. فقدان آموزش رسمی و کمبود مواد مرجع به این معناست که بسیاری از طراحان با این رویکرد آشنا نیستند و علیرغم پتانسیل مزایای چشمگیر، در استفاده از این تکنیک احساس راحتی نمی‌کنند.

در تلاشی برای اصلاح این وضعیت، چهارده مثال طراحی برای نشان دادن فرآیند طراحی و طراحی سخت‌افزار جداسازی مرتبط مطابق با این مشخصات راهنما تدوین شد. این کار تحت پروژه «۲۰-۷ NCHRP»، وظیفه ۲۶۲ تأمین مالی گردید.

این مثال‌های طراحی در پیوست «ب» گنجانده شده‌اند و کاربرد جداسازی لرزه‌ای را در طیفی از پل‌ها با خطر لرزه‌ای، طبقه‌بندی ساختگاه، نوع جداساز و نوع پل متفاوت نشان می‌دهند. به طور کلی، هر مثال مناسب بودن پل برای جداسازی (یا موارد دیگر) را تشریح می‌کند و محاسباتی را برای طراحی اولیه با استفاده از «روش ساده‌شده» تحلیل، طراحی اولیه و نهایی جداساز، و تحلیل دقیق با استفاده از «روش تحلیل طیفی چندمدی» ارائه می‌دهد. با این حال، طراحی روسازه، زیرسازه (پایه‌ها) و پی در این مثال‌ها پوشش داده نشده است.

علاوه بر گنجاندن پیوست «ب» جدید، تعدادی اصلاحات ویراستاری در مشخصات راهنما به منظور بهبود خوانایی و رفع خطاهای تایپی انجام شده است.

## فهرست مطالب

### بخش‌های آغازین

- iii ... کمیته اجرایی
- iv ... کمیته فرعی بزرگراه‌ها در زمینه پل‌ها و سازه‌ها ۲۰۱۲ ...
- ... v ۲۰-۷.۲۶۲NCHRP ... اعضای پل برای پروژه
- v ... اعضای کارگروه
- vi ... ۲۰۱۰ ... پیشگفتار ویرایش سوم،
- vii ... ۲۰۱۴ ... پیشگفتار ویرایش چهارم،
- xv ... فهرست اشکال
- xviii ... فهرست جداول

### مشخصات راهنما

- ۱—دامنه کاربرد ... ۱
- ۲—تعاریف و نمادها ... ۵
- ۲.۱—تعاریف ... ۵
- ۲.۲—نمادها ... ۷
- ۳—خطر لرزه‌ای ... ۱۰
- ۳.۱—ضریب شتاب ... ۱۰
- ۳.۲—آثار ساختگاه و ضرایب ساختگاه ... ۱۰
- ۴—طیف پاسخ طراحی ... ۱۰
- ۵—پهنه‌های لرزه‌ای ... ۱۲
- ۶—ضریب اصلاح پاسخ ( $R$ ) ... ۱۲
- ۷—روش‌های تحلیل ... ۱۳
- ۷.۱—روش ساده‌شده ... ۱۵
- ۷.۲—روش طیفی تک‌حالتی ... ۱۹
- ۷.۳—روش طیفی چندمدی ... ۱۹
- ۷.۴—روش تاریخچه زمانی ... ۱۹
- ۸—ویژگی‌های طراحی سیستم جداسازی ... ۲۰
- ۸.۱—ویژگی‌های طراحی اسمی ... ۲۰
- ۸.۱.۱—حداقل و حداکثر سختی مؤثر ... ۲۰
- ۸.۱.۲—حداقل و حداکثر  $K_d$  و  $Q_d$  ... ۲۰
- ۸.۲—ضرایب اصلاح ویژگی‌های سیستم ( $\lambda$ ) ... ۲۱
- ۸.۲.۱—حداقل و حداکثر ضرایب اصلاح ویژگی‌های سیستم ... ۲۱
- ۸.۲.۲—ضرایب تنظیم ویژگی‌های سیستم ... ۲۲

- ۹—فواصل آزاد ... ۲۲
- ۱۰—نیروهای طراحی برای پهنه لرزه‌ای ۱ ... ۲۲
- ۱۱—نیروهای طراحی برای پهنه‌های لرزه‌ای ۲، ۳ و ۴ ... ۲۳
- ۱۲—سایر الزامات ... ۲۳
  - ۱۲.۱—نیروهای جانبی غیرلرزه‌ای ... ۲۳
    - ۱۲.۱.۱—مقاومت حالت حدی نهایی ... ۲۳
    - ۱۲.۱.۲—الزامات هوای سرد ... ۲۳
  - ۱۲.۲—نیروی بازگرداننده جانبی ... ۲۴
  - ۱۲.۳—پایداری بار قائم ... ۲۴
  - ۱۲.۴—ظرفیت دورانی ... ۲۵
- ۱۳—آزمایشات الزامی سیستم‌های جداسازی ... ۲۵
  - ۱۳.۱—آزمایشات تعیین مشخصات سیستم ... ۲۵
    - ۱۳.۱.۱—آزمایش دمای پایین ... ۲۵
    - ۱۳.۱.۲—آزمایشات سایش و خستگی ... ۲۶
  - ۱۳.۲—آزمایشات نمونه اولیه ... ۲۶
    - ۱۳.۲.۱—نمونه‌های آزمایش ... ۲۶
    - ۱۳.۲.۲—آزمایشات الزامی ... ۲۶
      - ۱۳.۲.۲.۱—حرارتی ... ۲۷
      - ۱۳.۲.۲.۲—باد و ترمز: آزمایش پیش‌لرزه‌ای ... ۲۷
      - ۱۳.۲.۲.۳—لرزه‌ای ... ۲۷
      - ۱۳.۲.۲.۴—باد و ترمز: آزمایش پس‌لرزه‌ای ... ۲۷
      - ۱۳.۲.۲.۵—تأیید عملکرد لرزه‌ای ... ۲۷
      - ۱۳.۲.۲.۶—پایداری ... ۲۷
    - ۱۳.۲.۳—اجزایی که باید آزمایش شوند ... ۲۸
    - ۱۳.۲.۴—وابستگی به نرخ بارگذاری ... ۲۸
  - ۱۳.۳—تعیین مشخصات سیستم ... ۲۸
    - ۱۳.۳.۱—کفایت سیستم ... ۲۹
      - ۱۳.۳.۱.۱—ظرفیت نیروی افزایشی ... ۲۹
      - ۱۳.۳.۱.۲—حداکثر نیروی اندازه‌گیری شده ... ۲۹
      - ۱۳.۳.۱.۳—حداکثر تغییرمکان اندازه‌گیری شده ... ۳۰
      - ۱۳.۳.۱.۴—سختی مؤثر متوسط ... ۳۰
      - ۱۳.۳.۱.۵—حداقل سختی مؤثر ... ۳۰
      - ۱۳.۳.۱.۶—حداقل انرژی مستهلک شده در هر چرخه ... ۳۰
      - ۱۳.۳.۱.۷—پایداری تحت بار قائم ... ۳۰

- ۱۳.۳.۱.۸—زوال نمونه ... ۳۰
- ۱۴—تکیه‌گاه‌های الاستومری ... ۳۱
- ۱۴.۱—کلیات ... ۳۱
- ۱۴.۲—مؤلفه‌های کرنش برشی برای طراحی تکیه‌گاه‌های جداساز ... ۳۱
- ۱۴.۲.۱—کرنش برشی ناشی از فشار ... ۳۱
- ۱۴.۲.۲—کرنش برشی ناشی از تغییرمکان جانبی غیرلرزه‌ای ... ۳۲
- ۱۴.۲.۳—کرنش برشی ناشی از تغییرمکان جانبی لرزه‌ای ... ۳۲
- ۱۴.۲.۴—کرنش برشی ناشی از دوران ... ۳۲
- ۱۴.۳—الزامات حالت حدی ... ۳۳
- ۱۵—تکیه‌گاه‌های الاستومری—ساخت ... ۳۳
- ۱۵.۱—الزامات عمومی ... ۳۳
- ۱۵.۲—آزمایشات کنترل کیفیت ... ۳۴
- ۱۵.۲.۱—ظرفیت فشاری ... ۳۴
- ۱۵.۲.۲—ترکیب فشار و برش ... ۳۴
- ۱۵.۲.۳—معیارهای پذیرش پس از آزمایش ... ۳۴
- ۱۶—تکیه‌گاه‌های لغزشی—طراحی ... ۳۵
- ۱۶.۱—کلیات ... ۳۵
- ۱۶.۲—مصالح ... ۳۵
- ۱۶.۲.۱—انتخاب مصالح ... ۳۵
- ۱۶.۲.۲—آسترهای تکیه‌گاه PTFE ... ۳۵
- ۱۶.۲.۳—سایر مصالح آستر تکیه‌گاه ... ۳۶
- ۱۶.۲.۴—سطح تماس متقابل ... ۳۶
- ۱۶.۳—هندسه ... ۳۶
- ۱۶.۳.۱—حداقل ضخامت ... ۳۶
- ۱۶.۳.۱.۱—آستر تکیه‌گاه PTFE ... ۳۶
- ۱۶.۳.۱.۲—سایر مصالح آستر تکیه‌گاه ... ۳۶
- ۱۶.۳.۲—سطح تماس متقابل ... ۳۶
- ۱۶.۳.۳—ظرفیت تغییرمکان ... ۳۶
- ۱۶.۴—بارها و تنش‌ها ... ۳۷
- ۱۶.۴.۱—فشار تماس ... ۳۷
- ۱۶.۴.۲—ضریب اصطکاک ... ۳۷
- ۱۶.۴.۲.۱—ضریب اصطکاک بهره‌برداری ... ۳۷
- ۱۶.۴.۲.۲—ضریب اصطکاک لرزه‌ای ... ۳۸
- ۱۶.۵—سایر جزئیات ... ۳۸

- ۱۶.۵.۱—اتصال آستر تکیه گاه ... ۳۸
- ۱۶.۵.۲—اتصال سطح تماس متقابل ... ۳۸
- ۱۶.۶—مصالح راهنماها ... ۳۸
- ۱۷—تکیه گاه های لغزشی—ساخت ... ۳۹
- ۱۷.۱—الزامات عمومی ... ۳۹
- ۱۷.۲—آزمایشات کنترل کیفیت ... ۳۹
- ۱۷.۲.۱—ظرفیت فشاری ... ۳۹
- ۱۷.۲.۲—ترکیب فشار و برش ... ۳۹
- ۱۷.۲.۳—معیارهای پذیرش پس از آزمایش ... ۳۹
- ۱۸—سایر سیستم های جداسازی ... ۳۹
- ۱۸.۱—محدوده ... ۳۹
- ۱۸.۲—آزمایشات تعیین مشخصات سیستم ... ۴۰
- ۱۸.۳—الزامات ساخت، نصب، بازرسی و نگهداری ... ۴۰
- ۱۸.۴—آزمایشات نمونه اولیه ... ۴۱
- ۱۸.۵—آزمایشات کنترل کیفیت ... ۴۱
- ۱۸.۵.۱—ظرفیت فشاری ... ۴۱
- ۱۸.۵.۲—ترکیب فشار و برش ... ۴۱
- ۱۸.۵.۳—معیارهای پذیرش ... ۴۱
- ۱۹—منابع ... ۴۱
- پیوست A—ضرایب اصلاح ویژگی،  $\lambda$  ... ۴۴**
- A۱—سیستم های جداسازی لغزشی ... ۴۴
- A۱.۱—ضرایب برای تعیین  $\lambda_{min}$  ... ۴۴
- A۱.۲—ضرایب برای تعیین  $\lambda_{max}$  ... ۴۴
- A۱.۲.۱—حداکثر ضریب برای سالخوردگی،  $\lambda_{max,a}$  ... ۴۴
- A۱.۲.۲—حداکثر ضریب برای سرعت،  $\lambda_{max,v}$  ... ۴۴
- A۱.۲.۳—حداکثر ضریب برای آلودگی،  $\lambda_{max,c}$  ... ۴۴
- A۱.۲.۴—حداکثر ضریب برای پیمایش (سایش)،  $\lambda_{max,tr}$  ... ۴۵
- A۱.۲.۵—حداکثر ضریب برای دما،  $\lambda_{max,t}$  ... ۴۵
- A۲—تکیه گاه های الاستومری ... ۴۵
- A۲.۱—ضرایب برای تعیین  $\lambda_{min}$  ... ۴۶
- A۲.۲—ضرایب برای تعیین  $\lambda_{max}$  ... ۴۶
- A۲.۲.۱—حداکثر ضریب برای سالخوردگی،  $\lambda_{max,a}$  ... ۴۶
- A۲.۲.۲—حداکثر ضریب برای سرعت،  $\lambda_{max,v}$  ... ۴۶

- ۲.۲.۳A—حداکثر ضریب برای آلودگی،  $\lambda_{max,c} \dots 47$
- ۲.۲.۴A—حداکثر ضریب برای پیمایش (سایش)،  $\lambda_{max,tr} \dots 47$
- ۲.۲.۵A—حداکثر ضریب برای دما،  $\lambda_{max,t} \dots 47$
- ۲.۲.۶A—حداکثر ضریب برای پیش بارگذاری تثبیتی (Scragging)،  $\lambda_{max,scrag} \dots 47$
- پیوست B—مثال‌های طراحی ... 49**
- ۱B—مقدمه ... 49
- ۱.۱B—کلیات ... 49
- ۱.۲B—سپاسگزاری‌ها ... 49
- ۱.۳B—پیشینه ... 50
- ۱.۴B—مثال‌های طراحی ... 50
- ۱.۴.۱B—پل مبنای شماره ۱ ... 51
- ۱.۴.۲B—پل مبنای شماره ۲ ... 52
- ۱.۵B—روش‌شناسی طراحی ... 54
- ۱.۶B—ارائه مثال‌های طراحی ... 56
- ۱.۷B—خلاصه نتایج ... 56
- ۲B—پل شماره ۱: پل با تیر بتنی پیش تنیده (PC)، دهانه کوتاه، پایه‌های چندستونی ... 59
- ۲.۱B—مثال ۱.۰ (مبنای شماره ۱) ... 60
- ۲.۱.۱B—گام A: شناسایی داده‌های پل، مثال ۱.۰ ... 60
- ۲.۱.۲B—گام B: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت طولی، مثال ۱.۰ ... 61
- ۲.۱.۲.۱B—گام B-۱: روش ساده‌شده، مثال ۱.۰ ... 62
- ۲.۱.۲.۲B—گام B-۲: روش تحلیل طیفی چندمدی، مثال ۱.۰ ... 68
- ۲.۱.۳B—گام C: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت عرضی، مثال ۱.۰ ... 74
- ۲.۱.۴B—گام D: محاسبه مقادیر طراحی، مثال ۱.۰ ... 76
- ۲.۱.۵B—گام E: طراحی جداسازهای (الاستومری) سربی-لاستیک، مثال ۱.۰ ... 77
- ۲.۲B—مثال ۱.۱ (کلاس ساختگاه ... 90D)
- ۲.۲.۱B—گام A: شناسایی داده‌های پل، مثال ۱.۱ ... 90
- ۲.۲.۲B—گام B: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت طولی، مثال ۱.۱ ... 91
- ۲.۲.۲.۱B—گام B-۱: روش ساده‌شده، مثال ۱.۱ ... 92
- ۲.۲.۲.۲B—گام B-۲: روش تحلیل طیفی چندمدی، مثال ۱.۱ ... 98
- ۲.۲.۳B—گام C: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت عرضی، مثال ۱.۱ ... ۱۰۴
- ۲.۲.۴B—گام D: محاسبه مقادیر طراحی، مثال ۱.۱ ... ۱۰۶
- ۲.۲.۵B—گام E: طراحی جداسازهای (الاستومری) سربی-لاستیک، مثال ۱.۱ ... ۱۰۷
- ۲.۳B—مثال ۱.۲ ( $S_1 = 0.6$  g) ... ۱۲۰

- ۲.۳.۱B—گام A: شناسایی داده‌های پل، مثال ۱.۲ ... ۱۲۰
- ۲.۳.۲B—گام B: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت طولی، مثال ۱.۲ ... ۱۲۱
- ۲.۳.۲.۱B—گام B-۱: روش ساده‌شده، مثال ۱.۲ ... ۱۲۲
- ۲.۳.۲.۲B—گام B-۲: روش تحلیل طیفی چندمدی، مثال ۱.۲ ... ۱۲۹
- ۲.۳.۳B—گام C: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت عرضی، مثال ۱.۲ ... ۱۳۴
- ۲.۳.۴B—گام D: محاسبه مقادیر طراحی، مثال ۱.۲ ... ۱۳۷
- ۲.۳.۵B—گام E: طراحی جداسازهای (الاستومری) سربی-لاستیک، مثال ۱.۲ ... ۱۳۸
- ۲.۴B—مثال ۱.۳ (جداسازهای اصطکاکی کرووی) ... ۱۵۱
- ۲.۴.۱B—گام A: شناسایی داده‌های پل، مثال ۱.۳ ... ۱۵۱
- ۲.۴.۲B—گام B: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت طولی، مثال ۱.۳ ... ۱۵۲
- ۲.۴.۲.۱B—گام B-۱: روش ساده‌شده، مثال ۱.۳ ... ۱۵۳
- ۲.۴.۲.۲B—گام B-۲: روش تحلیل طیفی چندمدی، مثال ۱.۳ ... ۱۵۹
- ۲.۴.۳B—گام C: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت عرضی، مثال ۱.۳ ... ۱۶۵
- ۲.۴.۴B—گام D: محاسبه مقادیر طراحی، مثال ۱.۳ ... ۱۶۷
- ۲.۴.۵B—گام E: طراحی جداسازهای اصطکاکی کرووی، مثال ۱.۳ ... ۱۶۸
- ۲.۵B—مثال ۱.۴ (جداسازهای EradiQuake) ... ۱۷۶
- ۲.۵.۱B—گام A: شناسایی داده‌های پل، مثال ۱.۴ ... ۱۷۶
- ۲.۵.۲B—گام B: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت طولی، مثال ۱.۴ ... ۱۷۷
- ۲.۵.۲.۱B—گام B-۱: روش ساده‌شده، مثال ۱.۴ ... ۱۷۸
- ۲.۵.۲.۲B—گام B-۲: روش تحلیل طیفی چندمدی، مثال ۱.۴ ... ۱۸۴
- ۲.۵.۳B—گام C: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت عرضی، مثال ۱.۴ ... ۱۹۰
- ۲.۵.۴B—گام D: محاسبه مقادیر طراحی، مثال ۱.۴ ... ۱۹۱
- ۲.۵.۵B—گام E: طراحی جداسازهای EradiQuake، مثال ۱.۴ ... ۱۹۳
- ۲.۶B—مثال ۱.۵ (ارتفاع‌های نابرابر پایه) ... ۲۰۶
- ۲.۶.۱B—گام A: شناسایی داده‌های پل، مثال ۱.۵ ... ۲۰۶
- ۲.۶.۲B—گام B: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت طولی، مثال ۱.۵ ... ۲۰۸
- ۲.۶.۲.۱B—گام B-۱: روش ساده‌شده، مثال ۱.۵ ... ۲۰۹
- ۲.۶.۲.۲B—گام B-۲: روش تحلیل طیفی چندمدی، مثال ۱.۵ ... ۲۱۴
- ۲.۶.۳B—گام C: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت عرضی، مثال ۱.۵ ... ۲۲۰
- ۲.۶.۴B—گام D: محاسبه مقادیر طراحی، مثال ۱.۵ ... ۲۲۲
- ۲.۶.۵B—گام E: طراحی جداسازهای (الاستومری) سربی-لاستیک، مثال ۱.۵ ... ۲۲۳
- ۲.۷B—مثال ۱.۶ (زاویه انحراف = ۴۵ درجه) ... ۲۳۷
- ۲.۷.۱B—گام A: شناسایی داده‌های پل، مثال ۱.۶ ... ۲۳۷
- ۲.۷.۲B—گام B: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت طولی، مثال ۱.۶ ... ۲۳۸

- ۲.۷.۲.۱B—گام ۱: روش ساده‌شده، مثال ۱۶ ... ۲۳۹
- ۲.۷.۲.۲B—گام ۲: روش تحلیل طیفی چندمدی، مثال ۱۶ ... ۲۴۶
- ۲.۷.۳B—گام C: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت عرضی، مثال ۱۶ ... ۲۵۳
- ۲.۷.۴B—گام D: محاسبه مقادیر طراحی، مثال ۱۶ ... ۲۵۵
- ۲.۷.۵B—گام E: طراحی جداسازهای (الاستومری) سربی-لاستیک، مثال ۱۶ ... ۲۵۷
- ۳B—پل شماره ۲: پل با تیر ورق فولادی، دهانه‌های بلند، پایه تک‌ستونی ... ۲۶۹
- ۳.۱B—مثال ۲۰ (مبنای شماره ۲) ... ۲۷۰
- ۳.۱.۱B—گام A: شناسایی داده‌های پل، مثال ۲۰ ... ۲۷۰
- ۳.۱.۲B—گام B: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت طولی، مثال ۲۰ ... ۲۷۱
- ۳.۱.۲.۱B—گام ۱: روش ساده‌شده، مثال ۲۰ ... ۲۷۲
- ۳.۱.۲.۲B—گام ۲: روش تحلیل طیفی چندمدی، مثال ۲۰ ... ۲۷۸
- ۳.۱.۳B—گام C: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت عرضی، مثال ۲۰ ... ۲۸۴
- ۳.۱.۴B—گام D: محاسبه مقادیر طراحی، مثال ۲۰ ... ۲۸۵
- ۳.۱.۵B—گام E: طراحی جداسازهای (الاستومری) سربی-لاستیک، مثال ۲۰ ... ۲۸۶
- ۳.۲B—مثال ۲۰ (کلاس ساختگاه ... (D ۳۰۰)
- ۳.۲.۱B—گام A: شناسایی داده‌های پل، مثال ۲۰.۱ ... ۳۰۰
- ۳.۲.۲B—گام B: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت طولی، مثال ۲۰.۱ ... ۳۰۱
- ۳.۲.۲.۱B—گام ۱: روش ساده‌شده، مثال ۲۰.۱ ... ۳۰۲
- ۳.۲.۲.۲B—گام ۲: روش تحلیل طیفی چندمدی، مثال ۲۰.۱ ... ۳۱۰
- ۳.۲.۳B—گام C: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت عرضی، مثال ۲۰.۱ ... ۳۱۷
- ۳.۲.۴B—گام D: محاسبه مقادیر طراحی، مثال ۲۰.۱ ... ۳۱۸
- ۳.۲.۵B—گام E: طراحی جداسازهای (الاستومری) سربی-لاستیک، مثال ۲۰.۱ ... ۳۱۹
- ۳.۳B—مثال ۲۰.۲ ( $S_1 = 0.6 \text{ g}$ ) ... ۳۳۲
- ۳.۳.۱B—گام A: شناسایی داده‌های پل، مثال ۲۰.۲ ... ۳۳۲
- ۳.۳.۲B—گام B: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت طولی، مثال ۲۰.۲ ... ۳۳۳
- ۳.۳.۲.۱B—گام ۱: روش ساده‌شده، مثال ۲۰.۲ ... ۳۳۴
- ۳.۳.۲.۲B—گام ۲: روش تحلیل طیفی چندمدی، مثال ۲۰.۲ ... ۳۴۲
- ۳.۳.۳B—گام C: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت عرضی، مثال ۲۰.۲ ... ۳۴۸
- ۳.۳.۴B—گام D: محاسبه مقادیر طراحی، مثال ۲۰.۲ ... ۳۴۹
- ۳.۳.۵B—گام E: طراحی جداسازهای (الاستومری) سربی-لاستیک، مثال ۲۰.۲ ... ۳۵۰
- ۳.۴B—مثال ۲۰.۳ (جداسازهای اصطکاکی کروی) ... ۳۶۳
- ۳.۴.۱B—گام A: شناسایی داده‌های پل، مثال ۲۰.۳ ... ۳۶۳
- ۳.۴.۲B—گام B: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت طولی، مثال ۲۰.۳ ... ۳۶۴
- ۳.۴.۲.۱B—گام ۱: روش ساده‌شده، مثال ۲۰.۳ ... ۳۶۵

- ۳.۴.۲.۲B—گام ۲: روش تحلیل طیفی چندمدی، مثال ۲.۳ ... ۳۷۱
- ۳.۴.۳B—گام C: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت عرضی، مثال ۲.۳ ... ۳۷۷
- ۳.۴.۴B—گام D: محاسبه مقادیر طراحی، مثال ۲.۳ ... ۳۷۸
- ۳.۴.۵B—گام E: طراحی جداسازهای اصطکاکی کروی، مثال ۲.۳ ... ۳۷۹
- ۳.۵B—مثال ۲.۴ (EradiQuake) ... ۳۸۷
- ۳.۵.۱B—گام A: شناسایی داده‌های پل، مثال ۲.۴ ... ۳۸۷
- ۳.۵.۲B—گام B: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت طولی، مثال ۲.۴ ... ۳۸۸
- ۳.۵.۲.۱B—گام ۱: روش ساده‌شده، مثال ۲.۴ ... ۳۸۹
- ۳.۵.۲.۲B—گام ۲: روش تحلیل طیفی چندمدی، مثال ۲.۴ ... ۳۹۵
- ۳.۵.۳B—گام C: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت عرضی، مثال ۲.۴ ... ۴۰۱
- ۳.۵.۴B—گام D: محاسبه مقادیر طراحی، مثال ۲.۴ ... ۴۰۲
- ۳.۵.۵B—گام E: طراحی جداسازهای EradiQuake، مثال ۲.۵ ... ۴۰۳
- ۳.۶B—مثال ۲.۵ (ارتفاع‌های نابرابر پایه) ... ۴۱۶
- ۳.۶.۱B—گام A: شناسایی داده‌های پل، مثال ۲.۵ ... ۴۱۶
- ۳.۶.۲B—گام B: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت طولی، مثال ۲.۵ ... ۴۱۷
- ۳.۶.۲.۱B—گام ۱: روش ساده‌شده، مثال ۲.۵ ... ۴۱۸
- ۳.۶.۲.۲B—گام ۲: روش تحلیل طیفی چندمدی، مثال ۲.۵ ... ۴۲۴
- ۳.۶.۳B—گام C: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت عرضی، مثال ۲.۵ ... ۴۳۱
- ۳.۶.۴B—گام D: محاسبه مقادیر طراحی، مثال ۲.۵ ... ۴۳۲
- ۳.۶.۵B—گام E: طراحی جداسازهای (الاستومری) سربی-لاستیک، مثال ۲.۵ ... ۴۳۳
- ۳.۷B—مثال ۲.۶ (زاویه انحراف = ۴۵ درجه) ... ۴۴۴
- ۳.۷.۱B—گام A: شناسایی داده‌های پل، مثال ۲.۶ ... ۴۴۴
- ۳.۷.۲B—گام B: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت طولی، مثال ۲.۶ ... ۴۴۵
- ۳.۷.۲.۱B—گام ۱: روش ساده‌شده، مثال ۲.۶ ... ۴۴۶
- ۳.۷.۲.۲B—گام ۲: روش تحلیل طیفی چندمدی، مثال ۲.۶ ... ۴۵۲
- ۳.۷.۳B—گام C: تحلیل پل برای بارگذاری زلزله در جهت عرضی، مثال ۲.۶ ... ۴۵۹
- ۳.۷.۴B—گام D: محاسبه مقادیر طراحی، مثال ۲.۶ ... ۴۶۱
- ۳.۷.۵B—گام E: طراحی جداسازهای (الاستومری) سربی-لاستیک، مثال ۲.۶ ... ۴۶۲

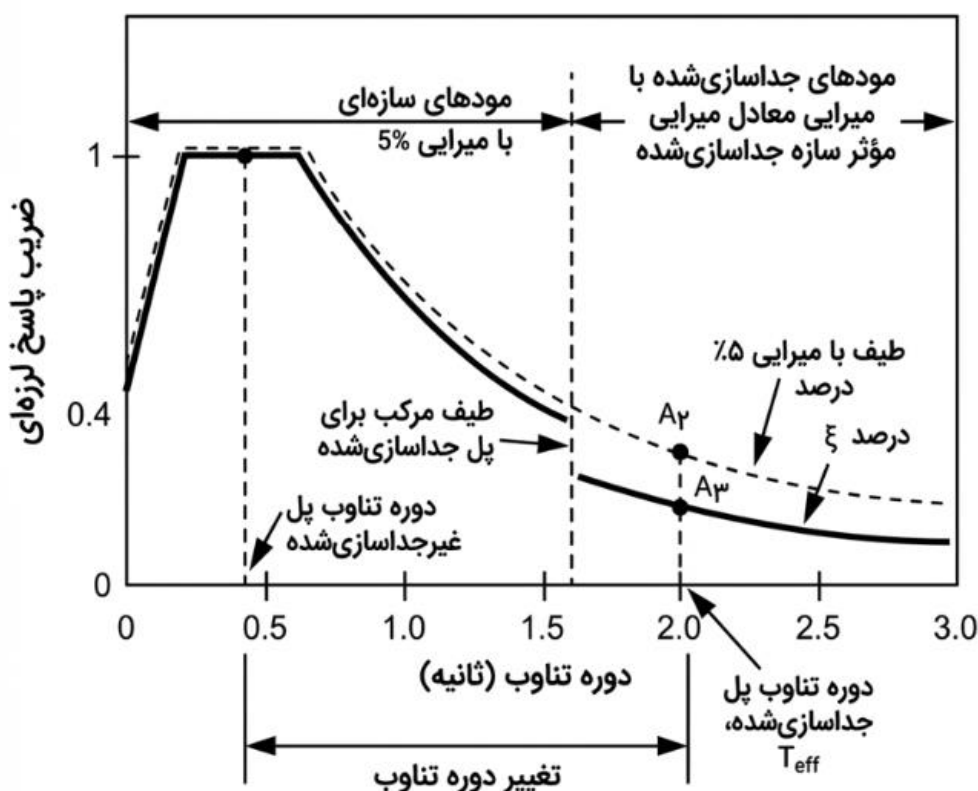
## مشخصات راهنمای طراحی جداسازی لرزه‌ای ویرایش ۴، ۲۰۱۴

### ۱-دامنه کاربرد

این سند «مشخصات راهنمای طراحی جداسازی لرزه‌ای» برای پل‌های بزرگراهی را ارائه می‌دهد و مکمل «مشخصات طراحی پل آشتو به روش ضریب بار و مقاومت» (که از این پس «مشخصات طراحی» نامیده می‌شود) و «مشخصات راهنمای آشتو برای طراحی لرزه‌ای پل به روش ضریب بار و مقاومت» (که از این پس «لرزه‌ای LRFD» نامیده می‌شود) است. در این سند، الزامات اساسی برای طراحی جداسازی لرزه‌ای ارائه شده است.

اطلاعات ارائه‌شده در اینجا برای تکیه‌گاه‌های مورد استفاده در اجرای طراحی جداسازی لرزه‌ای، مکمل بخش ۱۴ از «مشخصات طراحی» است. این ضوابط برای ارائه یک روش طراحی منطقی برای سیستم‌های جداسازی، با در نظر گرفتن تغییر مکان‌های ناشی از پاسخ لرزه‌ای، ضروری هستند. در صورتی که تناقضی میان ضوابط این مشخصات راهنما و ضوابط «مشخصات طراحی» یا «لرزه‌ای LRFD» (یا هر دو) به وجود آید، ضوابط مندرج در این سند حاکم خواهد بود.

این مشخصات راهنما برای سیستم‌های جداسازی در نظر گرفته شده است که در جهت قائم اساساً صلب هستند و در نتیجه تنها در صفحه افقی جداسازی را انجام می‌دهند. علاوه بر این، این مشخصات راهنما برای سیستم‌های جداسازی تدوین شده است که فاقد اجزای فعال یا نیمه‌فعال هستند.



شکل C-۱- نمونه طیف پاسخ طراحی برای پل جداسازی شده

## ۲- تعاریف و نمادها

### ۲.۱- تعاریف

تعاریف موجود در «مشخصات طراحی»، «لرزه ای LRFD» و تعاریف ارائه شده در زیر، در این سند کاربرد دارند.

**تغییر مکان طراحی (Design Displacement):** در یک جداساز، حداکثر تغییر مکان جانبی در سراسر یک جداساز در جهت طولی برای بارگذاری لرزه ای طولی، و در جهت عرضی برای بارگذاری لرزه ای عرضی است. این مقدار، تغییر مکان زیرسازه پشتیبان جداساز را در بر نمی گیرد. این تغییر مکان عمدتاً برای محاسبه سختی مؤثر هر جداساز جهت استفاده در روش های تحلیل الاستیک معادل در هر یک از جهات طولی یا عرضی به کار می رود.

**میرایی مؤثر (Effective Damping):** مقدار میرایی ویسکوز معادل است که با انرژی مستهلک شده در طول پاسخ چرخه ای در حداکثر تغییر مکان مرکز صلبیت سازه جداسازی شده، متناسب است.

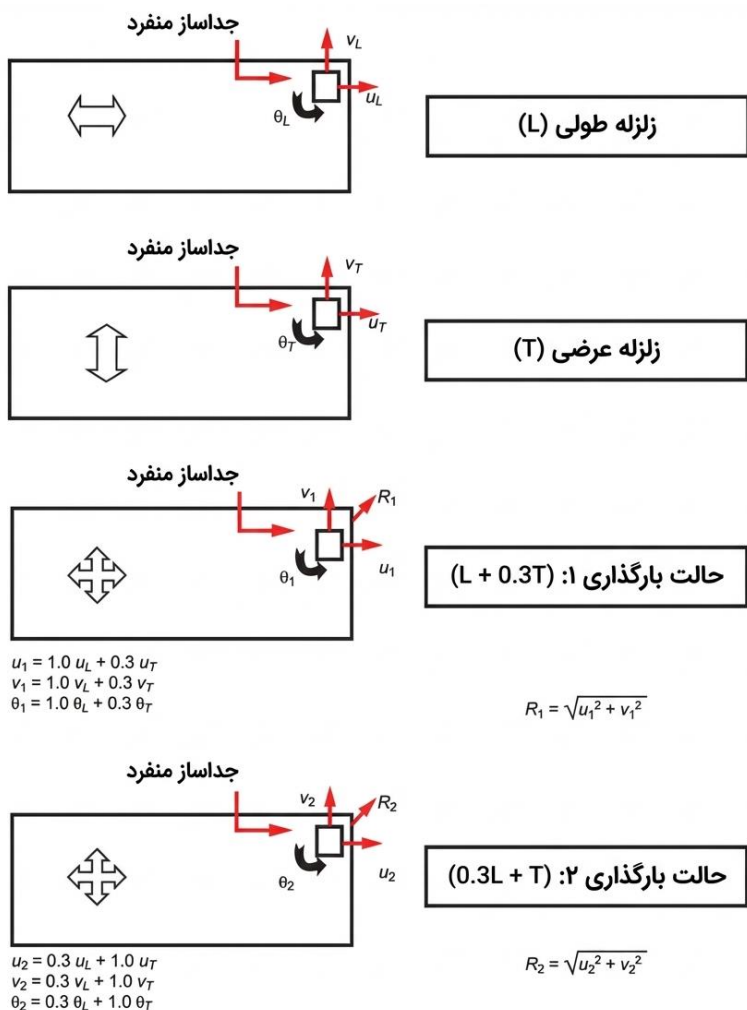
**سختی مؤثر (Effective Stiffness):** مقدار نیروی جانبی در لحظه حداکثر تغییر مکان جانبی در سیستم جداسازی (یا المانی از آن)، تقسیم بر حداکثر تغییر مکان جانبی است.

**سیستم جداسازی (Isolation System):** مجموعه ای از تمام المان هایی است که سختی قائم، انعطاف پذیری جانبی و میرایی را برای سیستم در سطح مشترک جداسازی فراهم می کنند. این سیستم شامل واحدهای جداساز و سیستم مهار الاستیک (در صورت استفاده) می شود. سیستم جداسازی شامل زیرسازه و عرشه نمی گردد.

**واحد جداساز (Isolator Unit):** یک تکیه گاه از سیستم جداسازی است که از نظر افقی انعطاف پذیر و از نظر قائم صلب بوده و تغییر شکل C انبی بزرگ تحت بار لرزه ای را مجاز می سازد. واحد جداساز ممکن است استهلاک انرژی را فراهم کند یا فاقد آن باشد.

**تغییر مکان اولیه (Offset Displacement):** تغییر مکان جانبی یک واحد جداساز است که از خزش، جمع شدگی و ۵۰٪ تغییر مکان حرارتی ناشی می شود.

**کل تغییر مکان طراحی (TDD):** تغییر مکان برآیند حاکم در یک واحد جداساز است که از نتایج دو ترکیب بارگذاری، مطابق با ماده ۳.۱۰.۸ «مشخصات طراحی» (و ماده ۴.۴ «لرزه ای LRFD»)، به دست می آید. تغییر مکان های برآیند جداساز برای هر ترکیب بارگذاری، از ترکیبات مشخص شده حداکثر تغییر مکان های طولی و عرضی حاصل از دو تحلیل (یکی در جهت طولی و دیگری در جهت عرضی) محاسبه می شوند. این تغییر مکان ها شامل مؤلفه های ناشی از انتقال دوطرفه روسازه و دوران پیچشی روسازه حول مرکز صلبیت هستند. در نهایت،  $TDD$  بزرگترین مقدار در میان تغییر مکان های برآیند حاصل از دو ترکیب بارگذاری است. به شکل ۲.۱-۱ مراجعه گردد.



$$\text{کل تغییر مکان طراحی} = \max [R_1, R_2]$$

شکل ۲-۱-۱ نمای پلان پل که تغییر مکان‌های یک جداساز منفرد و استخراج کل تغییر مکان طراحی (TDD) را نشان می‌دهد

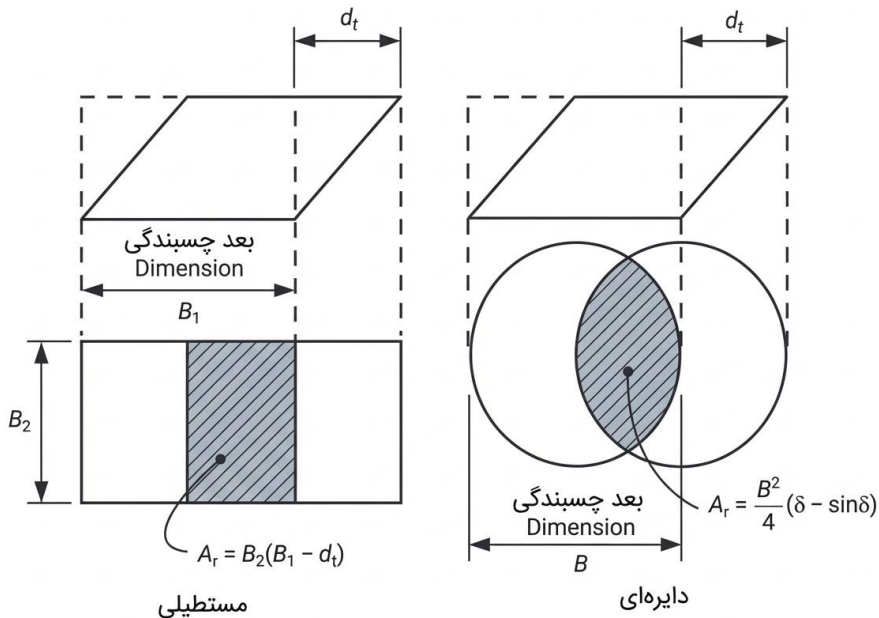
## ۲-۲- نمادها

نمادهای موجود در «مشخصات طراحی»، «لرزه‌ای LRFD» و نمادهای ارائه شده در زیر، در این سند کاربرد دارند.

$A_b$  = مساحت چسبیده الاستومر

$A_r$  = مساحت هم‌پوشانی میان مساحت‌های چسبیده فوقانی و تحتانی الاستومر در تکیه‌گاه تغییر مکان یافته (شکل ۲-۲-۱)

(۱) شکل ۲-۲-۱ — مساحت‌های هم‌پوشانی برای تکیه‌گاه‌های الاستومری



شکل ۲.۲-۱- مساحت‌های هم‌پوشانی برای تکیه‌گاه‌های الاستومری

$B_L$  = ضریب عددی مرتبط با میرایی مؤثر سیستم جداسازی در محدوده پریود طولانی از طیف پاسخ طراحی، همان‌طور که توسط رابطه ۷.۱-۳ تعریف می‌شود.

$B$  = بُعد پلان چسبیده یا قطر چسبیده در جهت بارگذاری در تکیه‌گاه مستطیلی، یا قطر تکیه‌گاه دایروی (بخش ۱۴) (شکل ۲.۱-۱)

$C_{sm}$  = ضریب پاسخ لرزه‌ای الاستیک در ۵٪ میرایی

$C_{smd}$  = ضریب پاسخ لرزه‌ای الاستیک در ۵ درصد میرایی

$D_c$  = ضریب شکل برای کرنش‌های برشی ناشی از فشار (۱۴.۲.۱)

$D_r$  = ضریب شکل برای کرنش‌های برشی ناشی از دوران (۱۴.۲.۴)

$DL$  = بار مرده

$d$  = کل تغییرمکان عرشه نسبت به زمین ( $d_i + d_{sub}$ )

$d_a$  = تغییرمکان بر اساس حداقل ضریب شتاب طیفی،  $S_{D1}$  همان‌طور که در رابطه ۱۰-۱ تعریف می‌گردد.

$d_a$  = حداکثر تغییرمکان میراگر ویسکوز

$d_i$  = تغییرمکان طراحی در سراسر واحد جداساز در جهت بارگذاری زلزله

$d_s$  = تغییرمکان اولیه واحد جداساز، شامل خزش، جمع‌شدگی و ۵۰٪ تغییرمکان حرارتی

$d_{sub}$  = تغییرمکان زیرسازه

$d_t$  = کل تغییرمکان طراحی ( $TDD$ )

$d_y$  = تغییرمکان تسلیم جداساز

$E$  = مدول یانگ الاستومر

$$E_c = \text{مدول فشاری لایه الاستومری}$$

$$E_{DC} = \text{انرژی مستهلک‌شده در هر چرخه (مساحت حلقه هیستریزیس)}$$

$$F_a = \text{ضریب ساختگاه برای محدوده پریود کوتاه از طیف پاسخ طراحی}$$

$$F = \text{نیروی لرزه‌ای معادل استاتیکی}$$

$$F_A = \text{نیروی طراحی برای اتصالات در پل‌های واقع در منطقه لرزه‌ای ۱}$$

$$F_i = \text{نیرو در واحد جداساز در تغییر مکان } d_i$$

$$F_n = \text{حداکثر نیروی منفی در یک واحد جداساز در طول یک چرخه واحد از آزمایشات نمونه اولیه}$$

$$F_{n,max} = \text{حداکثر نیروی منفی در یک واحد جداساز برای تمامی چرخه‌های آزمایشات نمونه اولیه در یک دامنه}$$

تغییر مکان مشترک

$$F_{n,min} = \text{حداقل نیروی منفی در یک واحد جداساز برای تمامی چرخه‌های آزمایشات نمونه اولیه در یک دامنه تغییر مکان}$$

مشترک

$$F_p = \text{حداکثر نیروی مثبت در یک واحد جداساز در طول یک چرخه واحد از آزمایشات نمونه اولیه}$$

$$F_{pga} = \text{ضریب ساختگاه در پریود صفر از طیف پاسخ طراحی}$$

$$F_{p,max} = \text{حداکثر نیروی مثبت در یک واحد جداساز برای تمامی چرخه‌های آزمایشات نمونه اولیه در یک دامنه}$$

تغییر مکان مشترک

$$F_{p,min} = \text{حداقل نیروی مثبت در یک واحد جداساز برای تمامی چرخه‌های آزمایشات نمونه اولیه در یک دامنه تغییر مکان}$$

مشترک

$$F_v = \text{ضریب ساختگاه برای محدوده پریود طولانی از طیف پاسخ طراحی}$$

$$f_1, f_2 = \text{ضرایب مورد استفاده برای محاسبه حداکثر نیرو در یک میراگر ویسکوز}$$

$$G = \text{مدول برشی الاستومر}$$

$$g = \text{شتاب ناشی از گرانش}$$

$$K_d = \text{سختی شیب دوم از منحنی هیستریزیس دوخطی}$$

$$K_{eff} = \text{مجموع سختی‌های خطی مؤثر تمامی تکیه‌گاه‌ها و زیرسازه‌های پشتیبان قطعه روسازه، همان‌طور که در}$$

$$\text{تغییر مکان } d_i \text{ برای تکیه‌گاه‌ها و تغییر مکان } d_{sub} \text{ برای زیرسازه محاسبه می‌شود.}$$

$$k_{eff} = \text{سختی مؤثر یک واحد جداساز که توسط آزمایشات نمونه اولیه تعیین می‌گردد.}$$

$$k_{eff,di} = \text{سختی مؤثر واحد جداساز محاسبه‌شده در تغییر مکان } d_i$$

$$k_{max} = \text{حداکثر سختی مؤثر واحد جداساز در تغییر مکان طراحی در جهت افقی مورد نظر}$$

$$k_{min} = \text{حداقل سختی مؤثر واحد جداساز در تغییر مکان طراحی در جهت افقی مورد نظر}$$

$$k_{sub} = \text{ضریب سختی ترسیم‌شده در شکل ۷.۱-۱ برای واحد زیرسازه (۷.۱)}$$

$$LL = \text{بار زنده}$$

$$LL_S = \text{بار زنده لرزه‌ای؛ باید توسط مهندس (طراح) به عنوان درصدی از کل بار زنده که برای طراحی قابل اعمال در}$$

نظر گرفته شده است، تعیین گردد. معمولاً بار زنده در رویداد فرعی I (Extreme Event I) از «مشخصات طراحی»

و «لرزه‌ای LRFD» در نظر گرفته نمی‌شود. با این حال، از آنجا که سازه‌های جداسازی‌شده عموماً انعطاف‌پذیرتر از

پل‌های غیرجداسازی شده هستند، جرم اضافی ناشی از بار زنده ممکن است هنگام محاسبه پریود پل جداسازی شده و تغییر مکان‌ها در جداسازها نیاز به بررسی داشته باشد.

$OT$  = بار قائم اضافی بر روی تکیه‌گاه ناشی از اثر لنگر واژگونی بارهای افقی

$P$  = حداکثر بار قائم ناشی از ترکیب بار مرده به علاوه بار زنده (شامل بار زنده لرزه‌ای، در صورت کاربرد) با استفاده از ضریب  $\gamma$  برابر با یک

$PGA$  = ضریب اوج شتاب زمین بر روی سنگ (ساختمان نوع B)

$Q_d$  = مقاومت مشخصه واحد جداساز. این مقدار، عرض از مبدأ حلقه هیستریزیس در تغییر مکان صفر تکیه‌گاه است. به شکل ۴-۱ مراجعه شود.

$S$  = ضریب شکل لایه الاستومری

$S_1$  = ضریب شتاب طیفی پاسخ افقی در پریود ۱.۰ ثانیه بر روی سنگ (ساختمان نوع B)

$S_A$  = شتاب طیفی

$S_D$  = تغییر مکان طیفی

$S_{D1}$  = ضریب شتاب طیفی پاسخ افقی در پریود ۱.۰ ثانیه اصلاح شده توسط ضریب ساختمان پریود طولانی

$S_{DS}$  = ضریب شتاب طیفی پاسخ افقی در پریود ۰.۲ ثانیه اصلاح شده توسط ضریب ساختمان پریود کوتاه

$S_S$  = ضریب شتاب طیفی پاسخ افقی در پریود ۰.۲ ثانیه بر روی سنگ (ساختمان نوع B)

$T$  = پریود مرجع مورد استفاده برای تعریف شکل طیف (ثانیه)

$T_{eff}$  = پریود سازه جداسازی شده لرزه‌ای در جهت مورد نظر

$T_m$  = پریود ارتعاش مد  $m$ -ام (ثانیه)

$T_r$  = ضخامت کل الاستومر

$T_S$  = پریود گوشه که در آن طیف از حالت مستقل از پریود به حالت متناسب معکوس با پریود تغییر می‌کند (ثانیه)

$t_i$  = ضخامت لایه الاستومر شماره  $i$ ، که معادل اولین تعریف عبارت  $h_{ri}$  در ماده ۱۴.۳ «مشخصات طراحی» است.

$W$  = کل بار قائم برای طراحی سیستم جداسازی ( $DL + LL_S$ )

$\Delta$  = تغییر شکل برشی در جداساز

$\Delta_n$  = حداکثر تغییر مکان منفی یک واحد جداساز در طول هر چرخه از آزمایشات نمونه اولیه

$\Delta_p$  = حداکثر تغییر مکان مثبت یک واحد جداساز در طول هر چرخه از آزمایشات نمونه اولیه

$\Delta_S$  = تغییر شکل برشی جداساز ناشی از تغییر مکان غیرلرزه‌ای روسازه (شامل دما، جمع شدگی و خزش)

$\xi$  = نسبت میرایی ویسکوز معادل برای سیستم جداسازی

$\xi_d$  = سهمی از نسبت میرایی ویسکوز معادل که توسط میراگرهای ویسکوز تأمین می‌شود.

$\xi_i$  = نسبت میرایی ویسکوز معادل برای جداساز

$\gamma_c$  = کرنش برشی ناشی از بارهای قائم

$\gamma_{s,eq}$  = کرنش برشی ناشی از کل تغییر مکان طراحی ( $TDD$ )،  $d_t$

$\gamma_{S,S}$  = کرنش برشی ناشی از حداکثر تغییر مکان افقی حاصل از خزش، پس کشیدگی، جمع شدگی و اثر حرارتی محاسبه شده

بین دمای نصب و نامطلوب‌ترین دمای حدی