

۱۶۱۱۷.۶

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



ترجمه
دکتر حسین زر فام
پیشگام نشر

ارزیابی عملکرد لرزه‌ای پل‌های بتن مسلح با شاهتیر جبهه‌ای

تألیف و ترجمه:
شهریار عدیستانی
حسین رفنائی

زیر نظر علمی:
دکتر پنام زر فام



سرشناسه	عربستانی، شهروز، گردآورنده
عنوان و نام پدیدآور	ارزیابی عملکرد لرزه‌ای پل‌های بتن مسلح با شاهتیر جعبه‌ای / گردآورندگان شهروز عربستانی، حسین رضائی؛ زیر نظر پنام زرقام.
مشخصات نشر	تهران: سیمای دانش: انتشارات آذر، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۲۹۰ ص.
شابک	978-600-120-417-3
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
موضوع	پل‌های بتنی -- اثر زلزله
موضوع	Concrete bridges -- Earthquake effects
موضوع	زلزله -- مهندسی
موضوع	Earthquake engineering
شماره افزوده	رضائی، حسین، گردآورنده
شناسه افزوده	زرقام، پنام.
رده بندی کنگره	۱۳۹۷ الف ۴ع / TG۳۴۰
رده بندی دیویی	۶۲۴/۲۵۲
شماره کتابشناسی ملی	۵۲۴۷۱۳۹

ارزیابی عملکرد لرزه‌ای پل‌های بتن مسلح با شاهتیر جعبه‌ای

گردآورندگان	شهروز عربستانی - حسین رضائی
زیر نظر علمی:	دکتر پنام زرقام
ناشر:	انتشارات سیمای دانش
ناشر همکار:	انتشارات آذر
نوبت چاپ:	اول / ۱۳۹۷
تیراژ:	۱۰۰۰ نسخه
حروفچینی:	موسسه مهراد
صفحه‌آرایی:	موسسه مهراد - مجری نظارت
طراحی جلد:	موسسه مهراد - محسن علیزاده
لیتوگرافی:	باختر
چاپخانه:	فرشیوه
مطبع:	روشنک
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۱۲۰-۴۱۷-۳
قیمت:	۳۵۰۰۰۰ ریال

کلیه حقوق این اثر برای مولف محفوظ است.

انتشارات سیمای دانش: خیابان انقلاب - ابتدای خیابان ۱۲ فروردین
 پلاک ۳۱۸ - تلفن: ۶۶۴۶۴۷۷۹
 فروشگاه سیمای دانش: ۶۶۴۶۰۵۴۵
 انتشارات آذر: ۶۶۴۶۵۸۳۰
 کتابفروشی عصر دانش: ۶۶۴۹۳۷۰۱
 کتابفروشی پرهام: ۶۶۴۶۸۲۳۵

پیشگفتار

کشور ایران به دلیل قرارگیری در مسیر گسل‌های فعالی مانند آلپ و هیمالیا از خطرپذیرترین مناطق دنیا به لحاظ لرزه خیزی می‌باشد. بنابراین گزارش‌های آماری در طی یکصد سال گذشته حدود ۳۵۰۰ زمین لرزه را تجربه کرده است که به طور میانگین هر سال یک زلزله شدید و در هر ۱۰ سال یک زلزله با شدت بیش از ۷ درجه در مقیاس ریشتر را به خود دیده است. بنابراین ارائه‌ی راهکاری علمی و معتبر به منظور بهبود عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها از جمله پل‌ها که یکی از بخش‌های حیاتی از زیرساخت‌ها می‌باشند نیاز حال و آینده جامعه‌ی ساخت و ساز کشور خواهد بود. از این رو شناخت و درک درست از نوع رفتار و نحوه‌ی عملکرد این سازه‌ها و ارائه‌ی روش‌های نوین مدل‌سازی و طراحی آن‌ها امری ضروری و گریزناپذیر است.

تفاوت مشخصات سازه‌ای و دینامیکی پل‌ها، شناخت رفتار و طراحی لرزه‌ای آن‌ها را دچار چالش‌های متنوع‌تری در مقیاس با سازه‌های ساختمانی می‌نماید. تحقیقات صورت گرفته بر روی رفتار لرزه‌ای پل‌ها را می‌توان در چهار دسته کلی تقسیم بندی نمود. این چهار دسته عبارتند از:

- نحوه اعمال مؤلفه‌های زلزله در تحلیل لرزه‌ای پل‌ها

- شناخت نامنظمی‌های پل و رفتار پل نامنظم

- اثر برخورد در درزهای انبساط در رفتار دینامیکی پل

بر روی هر یک از زمینه‌های فوق، مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است. کتاب حاضر قصد دارد علاوه بر مفاهیم بنیادی نمونه‌ای چند از پژوهش‌های برجسته صورت گرفته و همچنین نحوه‌ی مدل‌سازی و ارزیابی آن‌ها را شرح دهد.

در ادامه با توجه به تنوع روش‌های تحلیل سازه جهت ارائه‌ی اضافی لرزه‌ای، علاوه بر شرح کامل نحوه‌ی مدل‌سازی رفتار غیرخطی المان‌ها و پیکربندی سیستم پل‌های شاهتیری، انواع روش‌های تحلیل غیرخطی از جمله استاتیکی غیرخطی، تاریخچه زمانی و تحلیلی یکپارچه فزاینده بروی سازه پل‌ها مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرند.

از آنجا که دستگاه‌های لرزه‌ای، المان‌های سازه‌ای هستند که از طریق جذب انرژی استهلاک انرژی ورودی هنگام زلزله از پل‌ها محافظت می‌کنند، در این کتاب روش‌های مختلف استفاده از دستگاه‌های لرزه‌ای (جداسازها و میراگرهای لرزه‌ای) در عملکرد لرزه‌ای پل‌ها، روش‌های تحلیل و طراحی آن‌ها و سپس کاربردهای دستگاه‌های لرزه‌ای ارائه می‌شود.

رئوس مطالب فصول

فصل اول کتاب با عنوان آشنایی با مهندسی پل، پس از مروری بر تاریخچه مهندسی پل به طبقه بندی پل‌ها بر اساس سیستم سازه‌ای پرداخته و سپس به معرفی پل‌های شاهتیری و انواع آن اشاره دارد و در آخر عملکرد پل‌ها در برخی از زلزله‌های گذشته را بیان می‌کند.

در فصل دوم با عنوان نحوه اعمال مولفه‌های زلزله در تحلیل لرزه‌ای پل‌ها، علاوه بر اثر زوایه اعمال رکورد زلزله، مولفه قائم زلزله و تحریک نامتجانس تکیه‌گاه‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

در فصل سوم تحت عنوان اندرکنش خاک و سازه‌ی پل، ابتدا پژوهش‌های انجام شده در زمینه اندرکنش خاک و سازه‌ی پل بیان شده است. سپس به مفاهیم مدل‌سازی اندرکنش خاک-شمع-سازه پرداخته و در نهایت نحوه‌ی مدل‌سازی آن در نرم‌افزار OpenSees شرح داده شده است.

فصل چهارم کتاب به بیان انواع نامنظمی‌های پل‌ها از جمله: نابرابری پایه‌ها، تورب پایه‌ها و انحنا در پلان پرداخته است.

فصل پنجم اثر برخورد عرشه‌های مجاور در رفتار دینامیکی پل را بیان کرده و به شرح انواع مدل‌های تیر-کوبشی و مقایسه آن‌ها می‌پردازد.

فصل ششم به مروری بر آنالیز دینامیکی فزاینده و ارائه منحنی‌های شکنندگی اختصاص دارد.

فصل هفتم به معرفی مدل‌سازی پل‌های بزرگراهی در نرم‌افزار OpenSees با در نظرگیری عدم قطعیت‌ها جهت ترسیم منحنی شکنندگی شرح داده شده است.

در فصل هشتم به بررسی روش‌های مختلف ارزیابی آسیب و تغییر زلزله به طور کامل شرح داده شده است و نتایج این ارزیابی بیان شده است.

فصل نهم به تحلیل پوش‌آور چندراستای، جهت ارزیابی لرزه‌ای پل‌های منحنی می‌پردازد.

در فصل دهم با عنوان دستگاه‌های لرزه‌ای پل‌ها، مواد استفاده از جداسازها و میراگرهای لرزه‌ای در پل‌ها، روش‌های تحلیل و طراحی و برخی از کاربردها آن مورد بحث قرار می‌گیرد.

در ادامه برخورد واجب می‌دانیم از تمامی زحمات و راهنمایی‌های اساتید گرانقدر جنابان آقای دکتر پنام زرقام، آقای پروفسور غلامرضا قدرتی امیری، آقای دکتر آرمین ظییمی نژاد، آقای دکتر پاشا جواد و آقای دکتر محمدرضا منصوری کمال تشکر و قدردانی را به شما عرض کنم.

از آقایان مولایی، نظریبگی و خانم احمدپور که با طراحی جلد، صفحه راس، صفحه بندی، اصلاح، ساخت تصاویر و اشکال کتاب همراه ما بودند قدردانی به عمل می‌آید.

از مدیریت محترم انتشارات سیمای دانش به جهت قبول زحمات نشر نیز قدردانی می‌نماییم.

دعوت از شما برای ارائه نظرات

از اساتید، دانشجویان و مهندسان حرفه‌ای خواهشمندیم اگر انتقاد یا پیشنهاد یا ایده‌ای برای بهبود یا روشن‌تر شدن مطالب دارند و یا به وجود خطایی پی‌برده‌اند، از طریق ایمیل‌های Shahrouz.arabestani@srbiau.ac.ir، H.rezaei.06@gmail.com، Pzarfam@gmail.com به

نویسندگان اطلاع دهید. پیشاپیش از صرف وقت و همکاری شما سپاسگزاریم.

فهرست

۱۱	فصل اول- آشنایی با مهندسی پل.....
۱۱	۱-۱- تاریخچه مهندسی پل.....
۱۳	۲-۱- طبقه بندی پل ها.....
۱۶	۳-۱- پل های شاهتیری.....
۲۲	۴-۱- درس هایی از زلزله های اخیر.....
۲۷	فصل دوم- نحوه اعمال مولفه های زلزله در تحلیل لرزه ای پل ها.....
۲۷	۱-۲- مقدمه.....
۲۸	۲-۲- اثر رانیه شمال رکورد زلزله.....
۲۸	۱-۲-۲- بررسی مولفه های زلزله همبستگی آن ها.....
۳۰	۲-۲-۲- بررسی آیین نامه ها طراحی در مورد اعمال همزمان مولفه های مختلف زلزله بر سازه.....
۳۱	۲-۲-۲- ضوابط طراحی سازه حمل و نقل ایالت کالیفرنیا (SDC).....
۳۵	۳-۲-۲- مروری بر مطالعات بررسی اثرات رانیه خورد زلزله.....
۳۹	۳-۲- اثر مولفه قائم زلزله.....
۴۲	۴-۲- تحریک نامتجانس تکیه گاه ها.....
۴۵	فصل سوم- اندرکنش خاک و سازه ی پل.....
۴۵	۱-۳- مقدمه.....
۴۵	۲-۳- مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه اندرکنش خاک و سازه.....
۴۸	۳-۳- مدل سازی اندرکنش خاک-شمع.....
۴۸	۱-۳-۳- مدل استاتیکی و دینامیکی تیر بر روی فنداسیون غیرخطی وینکلر (Winkler).....
۴۹	۲-۳-۳- منحنی های P-Y وینکلر.....
۵۰	۱-۲-۳-۳- محاسبه منحنی P-Y برای شن و ماسه، خاک رس سخت و خاک رس نرم.....
۵۲	۲-۲-۳-۳- سختی اولیه منحنی P-Y.....
۵۳	۳-۲-۳-۳- مقاومت نهایی منحنی P-Y.....
۵۵	۴-۳- پاسخ شمع به نیروی جانبی.....
۵۶	۱-۴-۳- پاسخ شمع به بارگذاری جانبی استاتیکی، چرخه ای و انتقال بار.....
۵۶	۲-۴-۳- پاسخ شمع تحت بارگذاری سرشمع.....
۵۷	۵-۳- واکنش گروه شمع ها به بارهای جانبی.....

۵۷	۳-۵-۱- اثرات گروه شمع.....
۵۸	۳-۵-۲- مقاومت سرشمع.....
۶۲	۳-۵-۳- پاسخ گروه شمع تحت اثر زلزله.....
۶۳	۳-۶- شمع‌های منفرد تحت بارگذاری محوری.....
۶۴	۳-۶-۱- مقاومت پوسته‌ای نهایی (TULT) و مقاومت نقطه نهایی (QULT) برای ماسه.....
۶۷	۳-۷- اندرکنش خاک و کوله پل.....
۶۹	۳-۸- مدل عددی در OpenSees.....
۷۳	۳-۸-۱- تعریف پارامتر برای مدل‌های غیرخطی اندرکنش خاک-شمع.....
۷۳	۳-۸-۱-۱- پارامترهای T-Z در خاک رس.....
۷۳	۳-۸-۱-۲- پارامترهای Q-Z برای خاک رس.....
۷۳	۳-۸-۱-۳- پارامترهای T-Z برای خاک ماسه‌ای.....
۷۴	۳-۸-۱-۴- پارامترهای Q-Z برای خاک ماسه‌ای.....
۷۵	۳-۸-۱-۵- پارامترهای T-Z برای خاک رس.....

۷۷ فصل چهارم- شناخت نامنظمی‌های ساختمانی.....

۷۷	۴-۱- مقدمه.....
۷۸	۴-۲- پل‌ها با پایه‌های نابرابر.....
۸۱	۴-۲-۱- تحلیل پل‌های با سختی متفاوت ستون‌های.....
۸۴	۴-۲-۲- شاخص‌های منظمی و نامنظمی.....
۸۷	۴-۲-۳- مفاد آیین نامه‌ای.....
۸۷	۴-۲-۳-۱- کالترانس (۲۰۰۶) و راهنمای آشتوو (۲۰۰۹).....
۸۷	۴-۲-۳-۲- یوروکد.....
۸۸	۴-۲-۳-۴- مشکلات مرتبط با روش طراحی مبتنی بر نیرو.....
۸۸	۴-۲-۳-۱- وابستگی متقابل مقاومت و سختی و رابطه مقاومت و تقاضای شکل‌پذیری.....
۸۹	۴-۲-۳-۳- پل‌هایی با ارتفاع ستون نابرابر.....
۹۰	۴-۲-۳-۳- سازه با مسیرهای بار دوگانه (الاستیک و غیرالاستیک).....
۹۱	۴-۲-۵- روش‌هایی برای بهبود رفتار لرزه‌ای پل‌های نامنظم.....
۹۲	۴-۳- پل‌ها با پایه‌های مورب.....
۹۴	۴-۴- پل‌های منحنی.....
۹۵	۴-۴-۱- تعمیم تکنیک‌های نوین طراحی لرزه‌ای به پل‌های شاهتیری منحنی.....

۹۷	۲-۴-۴- بررسی پارامتری رفتار لرزه‌ای پل‌های شاهتیری دارای انحنا در پلان
۱۰۱	۳-۴-۴- استفاده از سیستم‌های جداساز لرزه‌ای در پل‌های شاهتیری منحنی
۱۰۱	۴-۴-۴- مدل سازی روسازه پل‌های منحنی
۱۰۲	۱-۴-۴-۴- مدل تیر تک
۱۰۲	۲-۴-۴-۴- مدل پیشنهادی بهبود یافته تیر استیک (BS) توسط هرمزکی و همکاران (۲۰۱۵)
۱۰۷	فصل پنجم- اثر برخورد بر رفتار دینامیکی پل‌ها
۱۰۷	۱-۵- مقدمه
۱۰۸	۲-۵- مدل‌های نیروی کوبشی هنگام برخورد میان سازه‌ها
۱۰۹	۱-۲-۵- الگوی یک‌گانه
۱۰۹	۲-۲-۵- مدل ریسکو الاستیک خطی
۱۱۰	۳-۲-۵- مدل ویسکو الاستیک خطی اصلاح شده
۱۱۱	۴-۲-۵- مدل الاستیک غیرخطی
۱۱۲	۵-۲-۵- مدل غیرخطی
۱۱۳	۷-۲-۵- نتایج آزمایش گوی و آزمایش کوبش میان مدل برجی
۱۱۶	۳-۵- کوبش میان عرشه‌های پل
۱۱۷	۴-۵- بررسی مدل سازی یک بعدی و دو بعدی چانکوفسکی و همکاران (۱۹۹۸، ۲۰۰۰، ۲۰۱۵)
۱۱۸	۱-۴-۵- پاسخ ناشی از کوبش در مدل سازی پل به صورت مدل چند درجه آزادی MDOF
۱۲۲	۲-۴-۵- واکنش پل با استفاده از مدل سازه دو بعدی
۱۲۷	فصل ششم- مروری بر آنالیز دینامیکی فزاینده و ارائه مدل‌های شکنندگی
۱۲۷	۱-۶- مقدمه
۱۲۷	۲-۶- تحلیل دینامیکی افزایشی
۱۲۸	۱-۲-۶- معیار شدت زلزله و اندازه خسارت
۱۲۹	۲-۲-۶- منحنی‌های IDA
۱۳۱	۳-۲-۶- خلاصه نتایج IDA
۱۳۳	۴-۲-۶- ویژگیهای منحنی‌های میانه IDA
۱۳۴	۵-۲-۶- تعریف حالت‌های حدی در منحنی‌های IDA
۱۳۶	۶-۲-۶- روش‌ها و الگوریتم‌های مختلف IDA
۱۳۶	۱-۶-۲-۶- الگوریتم‌های منظم IDA
۱۳۷	۲-۶-۲-۶- الگوریتم‌های زمان بهره‌وری

۱۳۷	 ATC-63 روش ۳-۶-۲-۶
۱۳۸	 روش های سریع IDA ۴-۶-۲-۶
۱۳۸	 مقیاس کردن رکوردها در IDA ۷-۲-۶
۱۳۹	 پیش بینی حالت های خرابی ۸-۲-۶
۱۴۰	 مطالعه توسط دوتا و مندر (۱۹۸۸) ۱-۸-۲-۶
۱۴۱	 روش نظری پریستلی و همکاران (۲۰۰۷) ۲-۸-۲-۶
۱۴۳	 معادلات ابرهارد و بری (۲۰۰۷) ۳-۸-۲-۶
۱۴۴	 مطالعه توسط فردیس و بیسکینز (۲۰۰۳) ۴-۸-۲-۶
۱۴۵	 مطالعه توسط هسلتون و همکاران (۲۰۰۷) ۵-۸-۲-۶
۱۴۵	 عدم قطعیت در IDA ۹-۲-۶
۱۴۵	 انواع متورها ۱-۹-۲-۶
۱۴۶	 منابع عدم قطعیت و ترکیب عدم قطعیت ۲-۹-۲-۶
۱۴۸	 ارائه منحنی های شکستگی با استفاده از نتایج IDA ۳-۶
.....	
۱۵۵	 ارزیابی خطر لرزه ای ۵-۶
۱۵۹	 فصل هفتم- مدل سازی احتمالاتی پل های بتنی ۱۵۹
۱۵۹	 ۱-۷ مقدمه ۱۵۹
۱۶۱	 ۲-۷ کلاس پل های مورد مطالعه ۱۶۱
۱۶۴	 ۳-۷ مدل های تحلیلی ۱۶۴
۱۶۵	 ۴-۷ چارچوب تهیه منحنی های شکنندگی ۱۶۵
۱۶۵	 ۱-۴-۷ مشخصات زمین لرزه های استفاده شده در تحلیل های دینامیکی غیر خطی ۱۶۵
۱۶۷	 ۲-۴-۷ عدم قطعیت ها در ارزیابی لرزه ای پل ها ۱۶۷
۱۶۷	 ۳-۴-۷ مدل های تصادفی پل ها ۱۶۷
۱۷۰	 ۵-۷ مصالح بتن و فولاد ۱۷۰
۱۷۱	 ۱-۵-۷ بتن محصور نشده ۱۷۱
۱۷۳	 ۲-۵-۷ بتن محصور شده ۱۷۳
۱۷۳	 ۳-۵-۷ آرماتورهای طولی ۱۷۳
۱۷۵	 ۴-۵-۷ عدم قطعیت در مشخصات بتن و فولاد ۱۷۵
۱۷۵	 ۶-۷ ساختار پل ها ۱۷۵
۱۷۶	 ۱-۶-۷ روسازه ۱۷۶

۱۷۹	۷-۶-۱-۱-ظرفیت جابجایی عرضی عرشه
۱۷۹	۷-۶-۲-مدل سازی بالشتک های تکیه گاهی الاستومریک
۱۸۱	۷-۶-۲-۱-عدم قطعیت در پارامترهای تکیه گاه الاستومریک
۱۸۱	۷-۶-۲-۲-ظرفیت تکیه گاه های الاستومریک
۱۸۱	۷-۶-۳-مدل سازی کلیدهای برشی
۱۸۵	۷-۶-۳-۱-ظرفیت کلیدهای برشی
۱۸۶	۷-۶-۴-مدل سازی برخورد عرشه به کوله با المان های ضربه
۱۸۸	۷-۷-زیرسازه قاب های چندستونی بتن آرمه
۱۸۹	۷-۷-۱-انسان ستون ها
۱۹۰	۷-۷-۱-۱-عدم قطعیت در میزان آرمانور ستون ها
۱۹۱	۷-۷-۱-۲-ظرفیت ستون ها در حالات حدی مختلف
۱۹۱	۷-۷-۲-مدل سازی شاله
۱۹۳	۷-۷-۲-۲-ظرفیت جابجایی و دوران شاله ها
۱۹۴	۷-۷-۳-مدل سازی کوله
۱۹۹	۷-۷-۳-۱-عدم قطعیت پارامتر سختی مؤثر شاله ها و کوله ها
۱۹۹	۷-۷-۳-۲-عدم قطعیت پارامتر سختی مقاوم خاک پشت کوله
۱۹۹	۷-۷-۳-۳-عدم قطعیت در ارتفاع دیوار پشتی کوله پل ها
۱۹۹	۷-۷-۳-۴-عدم قطعیت پارامتر درز بین عرشه و کوله
۲۰۰	۷-۷-۳-۵-ظرفیت جابجایی های مقاوم، محرک و عرضی کوله
۲۰۰	۷-۷-۳-۶-ظرفیت نشیمن کوله و درز انبساط
۲۰۰	۷-۸-وزن پل
۲۰۱	۷-۹-میرایی
۲۰۳	فصل هشتم- بررسی زاویه اثر زلزله بر پل های با پایه های نابرابر
۲۰۳	۸-۱-مقدمه
۲۰۴	۸-۲-مفهوم تحلیل به روش سوییگی
۲۰۵	۸-۳-بررسی نتایج حاصل از تحلیل شکنندگی برای انواع کلاس های پل
	۸-۴-مقایسه همزمان اثر زاویه برخورد (۰ - ۱۸۰ درجه) و میزان نامنظمی انواع کلاس های پل مورد ارزیابی بر
۲۱۴	مقادیر میانه شکنندگی

۲۲۱	فصل نهم- تحلیل پوش آور چندراستایی بروی پل های منحنی.....
۲۲۱	۱-۹- مقدمه.....
۲۲۲	۲-۹- ارائه ی تحلیل پوش آور برای پل های نامنظم در پلان.....
۲۲۶	۳-۹- شرح مطالعه ی موردی.....
۲۲۶	۱-۳-۹- مشخصات سازه ای و فرضیات مدل سازی.....
۲۲۸	۲-۳-۹- تحلیل مودال.....
۲۳۱	۳-۳-۹- بار لرزه ای.....
۲۳۳	۴-۹- منحنی های پوش آور چندگانه.....
۲۳۳	۱-۴-۹- تاثیر انحنای در پلان عرشه.....
۲۳۶	۲-۴-۹- تاثیر شرایط مرزی.....
۲۳۸	۳-۴-۹- مقایسه با مبنی های ID.....
۲۴۰	۵-۹- مطالعه ی موردی - خردارهر پل های.....
۲۴۴	۶-۹- نتیجه گیری.....
۲۴۴	فصل دهم- دستسادهای لرزه ای پل ها.....
۲۴۷	۱-۱۰- مقدمه.....
۲۴۸	۲-۱۰- دستگاه های لرزه ای.....
۲۴۸	۱-۲-۱۰- جداسازهای لرزه ای.....
۲۴۹	۱-۱-۲-۱۰- مفهوم تئوریک جداسازی لرزه ای در پل ها.....
۲۵۲	۲-۱-۲-۱۰- انواع جداسازهای لرزه ای.....
۲۵۷	۳-۱-۲-۱۰- روش استاندارد طراحی برای تکیه گاه های جداسازی.....
۲۵۹	۲-۲-۱۰- میراگرها.....
۲۵۹	۱-۲-۲-۱۰- میراگر مایع ویسکوز.....
۲۶۲	۲-۲-۲-۱۰- میراگرهای اصطکاکی.....
۲۶۴	۳-۲-۲-۱۰- میراگرهای MR.....
۲۶۸	۳-۱۰- کاربردهای سیستم های حفاظت لرزه ای در پل ها.....
۲۷۰	۴-۱۰- نتیجه گیری.....
۲۷۱	منابع.....