

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

# ملحقات پل

سیستم‌های تگیه‌گاه و درز انبساط

تالیف

سهیل آل رسول

محمد رضا صافدل



سرشناسه	: آل رسول، سهیل، ۱۳۶۰ -
عنوان و نام پدیدآور	: ملحقات پل سیستم‌های تکیه‌گاه و درز انبساط / نویسنده سهیل آل رسول، محمدرضا صافدل.
مشخصات نشر	: تهران: فدک ایساتیس، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۱۸۴ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۱۰۰۰۰۰ ریال: ۳-۱۴۵-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: درز انبساط
موضوع	: پل‌ها -- تکیه‌گاه‌ها
موضوع	: پل‌ها -- عرشه -- طرح و ساختمان
شناسه‌افزوده	: صافدل، محمدرضا، ۱۳۵۹-
رده بندی کنگره	: TA۶۶۰/۵۴۷ ۱۳۹۲
رده بندی دیویی	: ۶۲۴/۱۷
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۳۵۱۸۴۳

# ملحقات پل

سیستم‌های تکیه‌گاه و درز انبساط



تالیف	: سهیل آل رسول - محمدرضا صافدل
مدیر تولید	: رضا کرمی‌شاهنده
حروفچینی و صفحه‌آرایی	: واحد تولید انتشارات فدک ایساتیس (مریم یوزباشی)
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۹۲
تیراژ	: ۱۰۰۰
چاپ	: یزدا
صحافی	: کیمیا
قیمت	: ۱۰۰۰۰۰ ریال
شابک	: ۳-۱۴۵-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸

دفتر انتشارات : تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین‌لیافی‌نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰  
 تلفن: ۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱

ایمیل و وبسایت: [www.fadakbook.ir](http://www.fadakbook.ir) - [info@fadakbook.ir](mailto:info@fadakbook.ir)

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به مولفین می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی‌برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از مولفین ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

## پیشگفتار

در اغلب بخش‌های کتاب حاضر سعی شده به جنبه‌های عملی و کاربردی دو جزء مهم از پل‌ها یعنی سیستم‌های تکیه‌گاهی و درزهای انبساط توجه ویژه‌ای شود از این رو در فصل‌های اول و دوم به صورت خاص تحلیلی از وضعیت ملحقات فوق در پل‌های تحت بهره‌برداری ارائه می‌شود و با برشمردن ضعف‌ها و عیوب در انواع این سیستم‌ها زمینه‌های پرداختن به سیستم‌های کامل و نوین فراهم می‌آید.

آنچه بیش از هر چیز در این کتاب پیگیری می‌شود توجه به اطلاق عنوان سیستم به اجزای تکیه‌گاهی و درز انبساطی است به عبارتی این اجزا در حالی که جزیی تعیین کننده در فرآیند طراحی پل‌ها می‌باشند در هنگام ساخت و نصب الزامات شفاف و تعیین کننده‌ای دارند و در عین حال هر نوع از آن با ویژگی‌های خاص خود باید مورد توجه در امر بهره‌برداری و نگهداری قرار گیرند.

فصل ۱۴ از AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS شامل اطلاعات وسیعی از الزامات طراحی، ویژگی‌های هندسی، جنس مصالح، عملیات ساخت، نصب و بهره‌برداری است و با توجه به سال انتشار "2007" شامل سیستم‌های جدیدی است که تهیه صنعتی آن امروزه در دسترس می‌باشد. با توجه به رویکرد جدی متولیات ساخت راه و راه‌آهن‌های درون شهری و برون شهری در کشور به ساخت پل‌های مدرن، بکارگیری همزمان از ملحقات نوین از الزامات مهم خواهد بود. در فصل سوم به این بخش از آشتو پرداخته شده است.

در فصل چهارم از این کتاب با توجه به اقلیم کشور و لرزه خیزی بخش عمده‌ای از مناطق توسعه یافته و یا در حال توسعه آن به سیستم‌های جداگر الاستومری با هسته سربی (LRB) پرداخته‌ایم. در این خصوص با ارائه مثالی کاربرد طراحی تکیه‌گاه‌های الاستومری متداول به عنوان پرکاربردترین سیستم تکیه‌گاهی مورد استفاده کشور را با این سیستم جدید مقایسه نموده و درخصوص برخی از نتایج آن ارزیابی‌هایی انجام شده است.

بخش فنی مهندسیین مشاور رهاب همواره سعی داشته تا از طریق انتشار کتب فنی و یا انعکاس مطالب و مقالات در فصلنامه‌های عملی - تخصصی تجربیات ۴۰ ساله این مهندسیین مشاور در عرصه‌های راه، آزادراه، راه آهن و خطوط انتقال نفت و گاز درون و برون شهری را در اختیار علاقمندان، مدیران و همکاران فعال در این بخش قرار دهد. کتاب حاضر نیز آخرین نمونه از این دسته کوشش‌ها است که امیدواریم بهره‌برداری مفید از آن امکان‌پذیرگشته و در راستای هدف خود راهگشا باشد.

در این کوشش جمعی، همکاری دوستان ارجمندی قابل ستایش است از جمله آقای دکتر علی میرچی، خانم مهندس لیلا آل ابراهیم، آقای مهندس مهرداد فراهانی، آقای عباس آل رسول و آقای نصرت میرچی که در تألیف این اثر سهم بسزایی داشته‌اند.

بی‌تردید کتاب حاضر حاوی ضعف‌ها و نقایصی است که مؤلفان ضمن سپاس از کلیه منتقدان ارجمند تقاضا دارند کلیه نظرات و پیشنهادات اصلاحی خوانندگان را از طریق پست الکترونیک به نشانی [info@rahabconsult.ir](mailto:info@rahabconsult.ir) دریافت نمایند تا در چاپ‌های آتی این کتاب و یا تألیفات آتی انعکاس یابد.

سهیل آل رسول - محمدرضا صافدل  
آذر ماه ۱۳۹۲

## مقدمه

در بسیاری از مباحث کاربردی پروژه‌های مهندسی به ویژگی "بهره‌برداری" بهای کافی داده نشده است و در این میان علیرغم مطالعات گسترده و اسناد وسیع فنی و اجرایی درخصوص روش‌های محاسباتی و اجرایی پل‌ها، همچنان درخصوص اجرا و ملحقات تعیین‌کننده بهره‌برداری اطلاعات و تجربیات مدون کافی در دسترس نیست.

در میان ملحقات بسیار مهم پل‌ها، سیستم‌های تکیه‌گاهی و درزهای انبساط از جنبه‌های مختلف حائز اهمیت هستند به ویژه آنکه هم به لحاظ طراحی و هم به لحاظ بهره‌برداری نقش قابل توجهی را ایفا می‌کنند. هر چند طی چند سال اخیر مطالعات و گردآوری‌هایی در این خصوص منتشر شده است لیکن گزیده‌ای که شامل عیوب و نقص‌های فعلی این ملحقات باشد و در عین حال آخرین دستاوردهای روز را به جهت جایگزینی سیستم‌های سنتی ارائه نماید کمتر در دسترس بوده است.

مجموعه حاضر در حالی که با دیدگاه‌های اجرایی و به لحاظ بهره‌برداری‌های عملی در پروژه‌های پل‌سازی و ترمیم و مقاوم‌سازی پل‌ها تدوین شده است لیکن در بخش‌هایی ضمن ارائه روش‌های جدید طرح برخی از سیستم‌های نوین قابلیت‌های آموزشی در بخشی از واحدهای آموزشی مهندسی پل را دارا می‌باشد.

فصل سوم این کتاب ترجمه فصل ۱۴ از

"AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS" است و با

تفکیک کاربردی دقیق این اجزا اعم از الزامات طراحی، ویژگی‌های کیفی و کمی مصالح، عملیات ساخت، نصب و بهره‌برداری، اطلاعات بسیار وسیع و مهمی را عرضه می‌کند که در اغلب پل‌های امروز کشور از آن بهره‌ای برده نمی‌شود.

درخصوص سیستم‌های جداگر الاستومری با هسته سربی (LRB) با توجه به ویژگی‌های منطقه‌ای کشور اطلاعات تکمیلی بیشتری در فصل چهارم ارائه شده و با پرداختن به برخی خاصیت‌ها و مقایسه آن با روش‌های متداول فعلی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

امیدواریم کتاب حاضر راهگشا و کاربردی باشد و بتواند در ارتقاء کیفیت بهره‌برداری و نگهداری پل‌های کشور نقشی کوچک ایفا نماید.



# فهرست مطالب

## فصل ۱ درزهای انبساط ۱

انواع درز و نقاط ضعف آنها	۴	۱.۱
سیستم درز انبساط زیر آسفالتی	۴	۱.۱.۱
درز انبساط ورق و نبشی فلزی	۹	۲.۱.۱
درز انبساط شانهای فلزی	۹	۳.۱.۱
درز انبساط لاستیکی	۱۲	۴.۱.۱
درز انبساط مدولار (کرکره‌ای)	۱۵	۵.۱.۱
عیوبی که باعث تخریب زود هنگام درزها می‌شود	۱۷	۲.۱
درزهای خارج از تراز هندسی	۱۷	۱.۲.۱

## فصل ۲ سیستم‌های تکیه‌گاه ۲۳

انواع تکیه‌گاه‌ها و نقاط ضعف آنها	۲۴	۱.۲
ورق‌های نشیمن‌گاهی	۲۴	۱.۱.۲

## فصل ۳ درزها و تکیه‌گاه‌ها ۳۳

حدود کاربرد	۳۴	۱.۳
تعاریف	۳۴	۲.۳
علائم	۳۹	۳.۳
نیروها و جابه‌جایی‌ها	۴۲	۴.۳
کلیات	۴۲	۱.۴.۳
الزامات طراحی	۴۵	۲.۴.۳
درزهای پل	۴۷	۵.۳

الزامات	۴۷	۱.۵.۳
انتخاب	۵۱	۲.۵.۳
الزامات طراحی	۵۳	۳.۵.۳
عملیات ساخت	۵۶	۴.۵.۳
نصب	۵۶	۵.۵.۳
نصب	۵۶	۵.۵.۳
ملاحظات دیگر برای درزهای خاص	۵۸	۶.۵.۳
الزامات تکیه‌گاه‌ها	۸۱	۶.۳
کلیات	۸۱	۱.۶.۳
مشخصه‌ها	۸۲	۲.۶.۳
آثار نیروی ناشی از مقید کردن جابه‌جایی در تکیه‌گاه	۸۳	۳.۶.۳
ساخت، اجرا، آزمایش، حمل	۸۵	۴.۶.۳
تمهیدات لرزه‌ای تکیه‌گاه‌ها	۸۶	۵.۶.۳
الزامات طراحی ویژه تکیه‌گاه‌ها	۸۸	۷.۳
تکیه‌گاه‌های گهواره‌ای و غلتان فلزی	۸۸	۱.۷.۳
سطوح لغزشی از جنس تفلون	۹۱	۲.۷.۳
تکیه‌گاه‌ها با سطوح لغزشی انحنادار	۹۸	۳.۷.۳
نشیمن‌گاه‌های پات (Pot)	۱۰۱	۴.۷.۳
تکیه‌گاه‌های الاستومری تقویت شده با فولاد (روش B)	۱۰۹	۵.۷.۳
بالتک‌های الاستومری و تکیه‌گاه‌های الاستومری تقویت شده با فولاد روش A	۱۲۲	۶.۷.۳
سطوح لغزشی با آلیاژ مس یا برنز	۱۳۱	۷.۷.۳
تکیه‌گاه‌های صفحه‌ای	۱۳۳	۸.۷.۳
هدایت گرها و قیدها	۱۳۶	۹.۷.۳
دیگر سیستم‌های تکیه‌گاهی	۱۳۹	۱۰.۷.۳
صفحات توزیع بار و مهارهای تکیه‌گاهی	۱۴۰	۸.۳
صفحات توزیع بار	۱۴۰	۱.۸.۳
صفحات با مقطع متغیر	۱۴۱	۲.۸.۳
مهارها و بولت‌های مهار	۱۴۱	۳.۸.۳
مراقبت در برابر خوردگی	۱۴۳	۹.۳

## فصل ۴ سیستم جداگر الاستومری با هسته سربی (LRB) ۱۴۵

مقدمه	۱۴۶	۱.۴
سیستم جداگر الاستومری با هسته سربی (LRB)	۱۴۶	۲.۴



	تفاوت اصلی تکیه‌گاه الاستومری با تکیه‌گاه هسته سربی	۱۴۷	۳.۴
۱۴۸	مثال کاربری از طراحی و تکیه‌گاه الاستومری متداول و تکیه‌گاه الاستومری هسته سربی		۴.۴
	مشخصات طرح هندسی پل انتخابی	۱۴۸	۱.۴.۴
	طراحی نئوپرن الاستومری متداول	۱۴۸	۲.۴.۴
	طراحی نئوپرن هسته سربی پل انتخابی	۱۵۳	۳.۴.۴
	تعیین ضخامت ورق فولادی مابین لایه‌های لاستیک	۱۵۷	۴.۴.۴
	کنترل بار کمانش	۱۵۸	۵.۴.۴
	کنترل کرنش‌ها براساس روابط آشتو	۱۵۸	۶.۴.۴
	جلوگیری از لغزش جداگر	۱۵۹	۷.۴.۴
	محاسبه ضریب رفتار پل	۱۵۹	۸.۴.۴
	نسبت آرماتور ستون	۱۶۱	۹.۴.۴
	مراجع	۱۶۸	
	واژه نامه فارسی به انگلیسی	۱۶۹	

