

راهنمای اصول مدیریت فنی نگهداری پل‌ها

دکتر عبدالرضا جغتایی

عضو هیئت علمی دانشکده عمران دانشگاه صنعتی شریف



مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف



مؤسسه انتشارات علمی

دانشگاه صنعتی شریف

راهنمای اصول مدیریت فنی نگهداری پل‌ها

تألیف عبدالرضا جغتایی

چاپ اول: ۱۳۹۰

شمارگان: ۱۰۰۰

بها: ۵۰۰۰۰ ریال

حق چاپ برای مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف محفوظ است.

ISBN 978-964-208-046-5

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۰۸-۰۴۶-۵

همه حقوق معنوی و مادی کتاب متعلق به مؤلف است.

تلفن: ۶۶۱۶۳۰۷۲-۶۶۱۶۴۰۷۰-۶۶۰۱۳۱۲۹

دفتر مرکزی: خیابان آزادی - دانشگاه صنعتی شریف

دفتر فروش: میدان انقلاب - خیابان شهید منیر جویید (اردیبهشت) - ساختمان ۲۵۳ - طبقه چهارم - واحد ۴۰۲ - تلفن: ۶۶۹۶۷۸۹۶-۶۶۴۰۵۱۲۲

پست الکترونیکی: publication@mehr.sharif.edu

سرشناسه: جغتایی، عبدالرضا	یادداشت: کتابخانه
عنوان و نام پدیدآور: راهنمای اصول مدیریت فنی نگهداری پل‌ها / عبدالرضا جغتایی	موضوع: پل‌ها - نگهداری و تعمیر - مدیریت
مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی شریف، مؤسسه انتشارات علمی، ۱۳۹۰	شناسه افزوده: دانشگاه صنعتی شریف، مؤسسه انتشارات علمی
مشخصات ظاهری: ۲۳۶ ص:، مصور	رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۰/ج۷/۲۱۵/ت
شابک: ISBN 978-964-208-046-5	رده‌بندی دیویی: ۶۲۲/۲-۲۸۸
یادداشت: فیا	شماره کتابخانه ملی ایران: ۲۲۸۹۴۱۶

بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست مطالب

نه	پیشگفتار
۱	قسمت اول بررسی و آشنایی کلی با مدیریت فنی پل ها
۳	۱ اصول سیستم مدیریت نگهداری فنی پل ها و تشکیل سیستم مناسب برای ایران
۴	۱-۱ مدیریت نگهداری پل ها
۶	۲-۱ مدیریت غیرسیستمی و سیستمی
۷	۳-۱ تعریف سیستم نگهداری پل ها (BMS)
۷	۴-۱ سیستم مدیریت فنی پل ها به عنوان یک سیستم پویا
۸	۵-۱ تقسیمات بخش پردازش داده ها، مدیریت، و تصمیم گیری
۱۰	۶-۱ توصیه هایی در مورد تشکیل سیستم مدیریت فنی پل ها در ایران
۱۷	۲ مدیریت پل
۱۷	۱-۲ لغت نامه نگهداری پل ها
۱۸	۲-۲ مدیریت پل ها و اصل سه گانه S
۱۸	۳-۲ برنامه ریزی بهینه - پرسش های ۶ چ
۲۰	۴-۲ عدم کفایت پل - کارائی و افت سازه ای

۲۱	گردش کار مدیریت پل ها	۵-۲
۲۲	تقسیم بندی اعضای سازه پل به لحاظ نگهداری	۶-۲
۲۲	بارگذاری	۷-۲
۲۳	تعویض پل	۸-۲
۲۳	فعالیت های اصلی مدیریت فنی نگهداری پل	۹-۲
۲۴	ویژگی های اساسی و لازم برای تصمیم گیری و سامان دهی فعالیت ها	۱۰-۲
۲۵	نکاتی درباره سیستم بایگانی و مدیریت داده ها	۱۱-۲
۲۷	واحد نرم افزاری در سیستم مدیریت پل	۱۲-۲
۲۷	درجات مختلف نگهداری با توجه به زمان	۱۳-۲
۲۷	سطوح و درجات نگهداری بر اساس پیچیدگی فعالیت های نگهداری	۱۴-۲
۲۸	سطوح و درجات نگهداری بر اساس تخصص مورد نیاز	۱۵-۲
۲۸	اطلاعات در مورد عمر مفید اعضای مختلف پل	۱۶-۲
۲۹	درست و مؤثر هزینه کردن بودجه	۱۷-۲
۳۰	نکاتی درباره بازرسی و ارزیابی	۱۸-۲
۳۲	ارزیابی	۱۹-۲
۳۲	بهسازی و تعمیر	۲۰-۲
۳۳	پیشرفت خرابی در پل ها	۲۱-۲
۳۴	گزینه های تعمیر و بهسازی و نگهداری	۲۲-۲
۳۶	هزینه لازم برای انجام فعالیت های نگهداری پل ها	۲۳-۲

۳۹	پرونده ثبت اطلاعات پل	۳
۴۰	اجزای اطلاعات ثبت شده پل	۱-۳
۴۲	اطلاعات سازه ای و برگه ارزیابی	۲-۳

۴۵	قسمت دوم بازرسی و تعمیر	
۴۷	جزئیات بازرسی	۴
۴۷	انواع بازرسی	۱-۴
۴۹	ایمنی	۲-۴
۴۹	وسایل بازرسی	۳-۴
۴۹	فرم های بازرسی	۴-۴
۴۹	نکاتی در مورد نحوه انجام، روش و مراحل بازرسی	۵-۴
	چهار	

۴۹	بخش‌های مختلف مورد بررسی	۶-۴
۵۰	بازرسی در زیر آب	۷-۴
۵۰	بازرسی دقیق تشخیص امکان زوال ناشی از خستگی	۸-۴
۵۰	اعضای دچار خرابی و بحرانی	۹-۴
۵۱	نکاتی در مورد آزمون مصالح	۱۰-۴
۵۱	نکاتی در مورد آزمون‌های بارگذاری غیرمخرب	۱۱-۴
۵۳	درجه‌بندی (ارزش) بار	۱۲-۴
۵۷	خستگی در پل‌های فولادی	۱۳-۴
۵۸	عملیات میدانی و ابزارهای لازم برای انجام بازرسی	۱۴-۴
۵۹	ارزیابی	۱۵-۴
۵۹	آزمون بارگذاری	۱۶-۴
۵۹	ابزارهای لازم برای اندازه‌گیری و ثبت داده‌ها	۱۷-۴
۶۱	دوام و نگهداری	۵
۶۲	محاسبه هزینه	۱-۵
۶۳	مکانیزم‌های خوردگی	۲-۵
۶۴	سایر آسیب‌های وارده به بتن	۳-۵
۶۵	تاندون‌های پس کشیدگی	۴-۵
۶۶	اقدامات به منظور افزایش دوام	۵-۵
۶۷	تشخیص و پایش	۶
۶۷	بازرسی چشمی	۱-۶
۶۸	آزمون بتن	۲-۶
۷۳	خوردگی میلگرد فولادی	۳-۶
۷۶	تاندون‌های پس کشیدگی	۴-۶
۸۰	تعیین تنش در محل	۵-۶
۸۳	سیستم‌دهی سازه فوقانی	۷
۸۳	ارزیابی تکنیک‌های تعمیر	۱-۷
۸۸	معالجه ترک‌ها	۲-۷
۸۹	تعمیر بتن مسلح	۳-۷
۹۳	تقویت خارجی	۴-۷

۹۴	پیش تنیدگی تکمیلی	۵-۷
۹۵	تعمیر در زیر آب	۶-۷
۹۵	نکات سازه‌ای	۷-۷
۹۷	حفاظت	۸
۹۷	مقابله با خوردگی	۱-۸
۹۸	پرداخت سطوح بتنی	۲-۸
۱۰۳	روکش فولاد	۳-۸
۱۰۵	حفاظت کاتدی	۴-۸
۱۰۹	تمک‌زدایی و قلیایی‌شدن مجدد	۵-۸
۱۱۳	مسائل پل‌های بتنی	۹
۱۱۵	ارزیابی وضعیت موجود پل	۱-۹
۱۱۵	تعیین روش‌های تعمیر	۲-۹
۱۱۶	تعیین مصالح تعمیر	۳-۹
۱۱۶	تقویت	۴-۹
۱۱۶	حفاظت	۵-۹
۱۱۷	موارد اساسی در تهیه گزارش از وضعیت بتن در شرایط کارکرد	۱۰
۱۱۸	فهرست موارد (چک لیست)	۱-۱۰
۱۲۷	تعریف انواع آسیب‌های وارد بر بتن	۱۱
۱۲۸	تعاریف و عکس‌های مرتبط با بازرسی پل‌های بتنی	۱-۱۱
۱۴۵	قسمت چهارم آزمون‌های سازه‌ای	
۱۴۷	آزمون‌های سازه‌ای به منظور تعیین پارامترهای رفتار دینامیکی و تشخیص خرابی در پل‌ها	۱۲
۱۴۸	کلیات و بررسی اجمالی	۱-۱۲
۱۴۸	انواع ویژگی‌های آزمون‌ها	۲-۱۲
۱۴۹	دستگاه‌های ایجاد ارتعاش	۳-۱۲
۱۴۹	ضربه زن‌ها	۴-۱۲

۱۵۰	۵-۱۲ سایر مکانیزم‌های اعمال نیرو بر سازه
۱۵۱	۶-۱۲ آزمون ارتعاش محیطی مقیاس کامل
۱۵۳	۷-۱۲ آزمون‌های ارتعاش اجباری در مقیاس کامل

۱۶۱	پیوست
۱۹۷	مراجع و منابع
۲۰۱	واژه‌نامه فارسی - انگلیسی

www.ketab.ir

پیشگفتار

روش‌های نگهداری پل‌ها و مدیریت آن بحث وسیع و نسبتاً جدیدی در مهندسی سازه و حمل و نقل است. با توجه به اینکه از چند دهه قبل عمر مفید پیش‌بینی شده تعداد زیادی از پل‌های جهان به سر رسیده و یا به آن نزدیک شده است و به تبع آن نیاز به توجه جدی و سیستمی برای نگهداری این پل‌ها به وجود آمده، در کشورهای صنعتی مبحث نگهداری پل‌ها به عنوان یکی از پرتحرک‌ترین مباحث مهندسی سازه شکل گرفته است و هر ساله به طور تصاعدی بر حجم مطالب و مراجع مرتبط با این مبحث افزوده می‌شود.

در کشور ما ایران نیز اگرچه همواره از نگهداری پل‌ها به عنوان موضوعی مهم یاد شده اما فقط از اوایل دهه ۱۳۸۰ شمسی به آن توجه جدی و هدفمندی شده است. پیدایش کتاب‌های ترجمه، گردآوری و گاه تألیف‌شده و نیز مقاله‌های چاپ شده از سوی پژوهشگران کشور که عمده‌تاً در کنفرانس‌ها ارائه شده‌اند، همگی بیانگر سیر تصاعدی توجه به امر نگهداری پل‌ها نه تنها از سوی پژوهشگران که از سوی مراجع و مدیریت‌های اداره پل‌های کشور و پیمانکاران و مشاوران پل است.

در این کتاب سعی شده است که بر اساس مطالب مندرج در منابع و مراجع بین‌المللی و نیز بر اساس مشاهدات و بررسی‌های نویسنده، اطلاعات و نکات مهم و اساسی در مورد مدیریت نگهداری پل‌ها بیان شود که پیش‌بینی می‌شود عمده استفاده آن برای مدیران ادارات راه و تکنسین‌های ادارات، و نیز مهندسان فعال در شرکت‌های مشاوره و پیمانکاری پل باشد. کتاب

ساختاری دارد که امید است در کنار سایر منابع از آن نیز برای تهیه آیین‌نامه‌ای جهت نگهداری پل‌های کشور استفاده شود.

برای سهولت استفاده از کتاب از ذکر مراجع به صورت پی‌درپی در طول متن خودداری شده و فقط منابع اصلی بیان شده‌اند. اما در انتهای متن، در فهرست مراجع و منابع، نام و عنوان متونی که از آنها در تهیه کتاب استفاده شده، آورده شده است. به منظور یکدستی در برگردان لغت‌ها و عبارت‌های انگلیسی به فارسی از منابع زیر بهره‌گرفته شده است:

(۱) واژه‌نامه بتن، ویرایش دوم، معاونت فنی دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه جمهوری اسلامی ایران، انتشارات سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۱.

(۲) واژه‌نامه ساختمان، بزرگمهر ریاحی، چاپ اول، انتشارات سخن، پاییز ۱۳۷۹.

تولید کتاب فعالیتی گروهی است و مانند هر کتاب دیگر، این کتاب نیز نتیجه همکاری و توجه اشخاص متعددی است که بجاست از همه آنها سپاسگزاری شود، به ویژه افرادی که با مؤلف همکاری نزدیک‌تری داشته‌اند. از جناب آقای مهندس زمانیان، رئیس محترم اداره راه و ابنیه فنی اداره کل راه و ترابری استان تهران، و نیز امور آموزش اداره محترم کل راه و ترابری استان تهران به خاطر در اختیار قراردادن اطلاعات فنی و حمایت در چاپ کتاب سپاسگزاری می‌شود.

تعدادی از شکل‌های کتاب را جناب آقای مهندس علیرضا بنی‌هاشم، دانشجوی دوره دکتری سازه و زلزله بخش مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف، که تحت نظارت اینجانب پایان‌نامه‌شان را تکمیل می‌نمایند، ترسیم کرده‌اند که از ایشان نیز تشکر می‌شود.

همچنین از سرکار خانم قربان‌نژاد به خاطر دقت و توجه جدی‌شان در حروفچینی اولیه کتاب قدردانی می‌شود.

زحمات مسئولان و کارکنان مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف و همکاری صمیمانه‌شان در امور مختلف چاپ کتاب نیز شایان تشکر است.

امید است کتاب حاضر در امر نگهداری پل‌های کشور مفید باشد. از خوانندگان عزیز این کتاب خواهشمند است پیشنهادهای اصلاحی خود را درباره کتاب از طریق پست الکترونیکی، به نشانی joghatae@sharif.edu در وبگاه دانشگاه صنعتی شریف، به اطلاع اینجانب برسانند تا انشاءالله در چاپ‌های بعدی در متن کتاب گنجانده شوند.

عبدالرضا جغتایی

عضو هیئت علمی گروه‌های سازه و زلزله

دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

تابستان ۱۳۹۰