



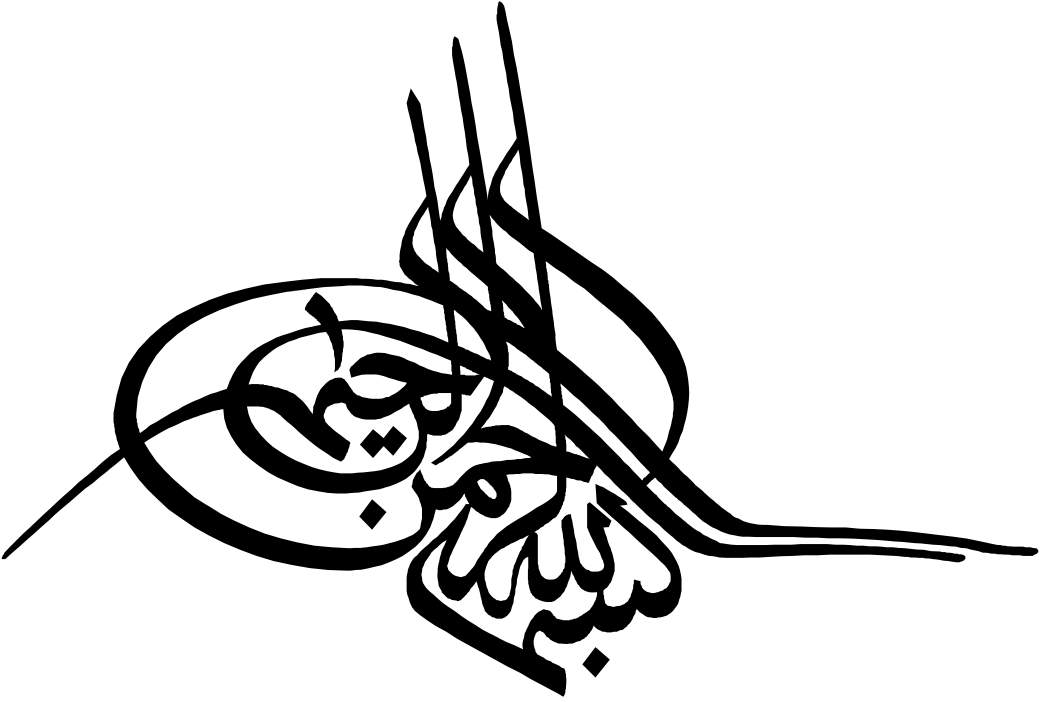
وزارت راه و ترابری
معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

مجمع جهانی راه (پیارک)

مدیریت عملکرد پلها (و دیگر سازه‌ها)

دفتر مطالعات فناوری و ایمنی

دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران



وزارت راه و ترابری

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری



دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران

مدیریت عملکرد پلها (و دیگر سازه‌ها)

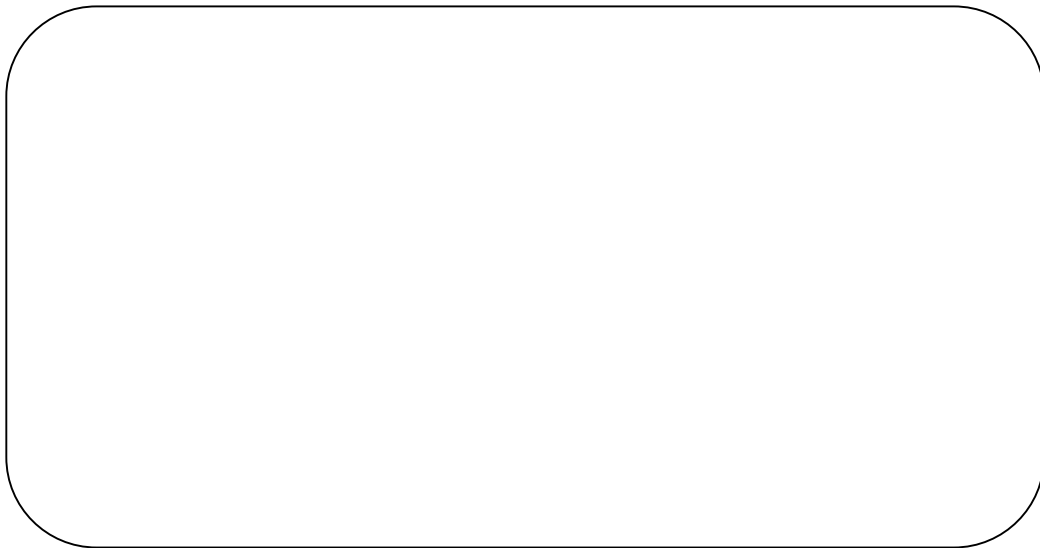
این مجموعه ترجمه‌ای است از گزارشی تحت عنوان:

Towards Performance Management of Bridges (and Other Structures)

توجه: هدف از تهیه این گونه مجموعه‌ها، طرح موضوعات تخصصی در قالب انتقال فناوری از طریق نشر منابع تخصصی معتبر می‌باشد. لذا به کلیه بهره‌برداران توصیه می‌گردد جهت کاربرد اعداد و استانداردهای مورد اشاره به اصل منابع مراجعه نمایند. بدیهی است ناشر هیچ گونه مسؤولیتی در خصوص پیامدهای سوء ناشی از عدم توجه به توصیه فوق را متقبل نخواهد شد.

دفتر مطالعات فناوری و ایمنی

دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران



دفتر مطالعات فناوری و ایمنی

گروه مطالعات تطبیقی

عنوان گزارش	: مدیریت عملکرد پلها و دیگر سازه‌ها
تهیه و تألیف	: دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک) - کمیته شماره ۱۱
مترجمان	: مهندس مهران غلامی - لیلا سلوکی
ویرایش ادبی	: عصمت شیخ‌الاسلامی
ناشر	: پژوهشکده حمل‌ونقل
تاریخ انتشار	: بهار ۱۳۸۵
نوبت چاپ	: اول
کد انتشار	: 85/RRRM/191
شابک	: ۹۶۴-۶۲۹۹-۵۷-۱
تیراژ	: ۱۵۰۰ نسخه
قیمت	: ۱۰۰۰ تومان
لیتوگرافی	: باران
چاپ و صحافی	: پژمان
نشانی	: میدان آرژانتین - ابتدای بزرگراه آفریقا - اراضی عباس‌آباد - ساختمان شهید دادمان - وزارت راه و ترابری - طبقه سیزدهم شمالی - دفتر مطالعات فناوری و ایمنی
	تلفکس : ۸۲۲۴۴۱۶۴
	وب سایت فروش نشریات
	تلفن مرکز فروش (انتشارات رنگین قلم) ۸۸۹۶۹۴۵۱

* کليه حقوق برای ناشر محفوظ است *

بسمه تعالی

وزارت راه و ترابری به عنوان متولی اصلی صنعت حمل و نقل کشور، نیازمند استفاده از بخش وسیعی از خدمات مهندسی در زمینه طراحی، ساخت، نگهداری و بهره‌برداری از اجزای سیستم حمل و نقل می‌باشد. از این رو ضروری است که دانش فنی مورد نیاز به طور مستمر در اختیار مدیران و کارشناسان مربوطه قرار گرفته تا نیازهای مطالعاتی و تحقیقاتی آنها مرتفع گردد. معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری در صدد است ضمن شناسایی نیازهای اساسی بخشهای مختلف وزارت متبوع و انجام تحقیقات علمی با مجامع و سازمانهای علمی و تخصصی ذیربط، از جمله مجمع جهانی راه (پیارک)، به رفع این نیازها بپردازد. در همین راستا این معاونت بر آن است تا با تهیه و تدوین مجموعه گزارش‌های تخصصی کمیته‌های مختلف مجمع جهانی راه (پیارک)، دانش فنی مورد نیاز را به شکلی مناسب در اختیار بخشهای مختلف وزارت متبوع و سایر متخصصان قرار دهد.

گزارش حاضر اشاره‌ای مختصر هدف از این گزارش بحث و بررسی در خصوص معرفی معیارهای اقتصادی مدیریت پل علاوه بر معیارهای فنی معمول می‌باشد. مقایسه مابین شیوه‌های عملی در زمینه مدیریت پل در کشورهای عضو پیارک، بخش اول گزارش را شامل می‌شود. در بخش دوم نیز به مدیریت پل با لحاظ نمودن هزینه عمر مفید و هزینه کاربر پرداخته می‌شود.

امید است که با تلاش‌های صورت گرفته در دفتر مطالعات فناوری و ایمنی و همکاری افرادی که در تهیه این گزارش ما را یاری رساندند، گامی مؤثر در جهت ایجاد تحول، نوآوری و ارتقای عملکردها برداشته شود. شایان ذکر است نشر این گزارش با حمایت مالی پژوهشکده حمل و نقل صورت پذیرفته که بدینوسیله از بخش‌های مختلف پژوهشکده قدردانی و سیاست‌گذاری می‌گردد.

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

دفتر مطالعات فناوری و ایمنی

مختصری در خصوص پیارک

انجمن بین‌المللی دائمی کنگره‌های راه (پیارک) با هدف جمع‌آوری و انتشار اطلاعات در خصوص مسایل مربوط به جاده و ترافیک آن، اصلاح و استاندارد کردن شیوه‌های طراحی، اجرایی، اداری و مالی و نگهداری راهها، یکنواخت کردن علایم و نشانه‌ها، کدهای مربوط به آمد و شد در شاهراههای کشورهای مختلف و پیش‌بینی شبکه ارتباطی لازم متناسب با پیشرفت‌های اقتصادی و اجتماعی کشورها در سال ۱۹۰۸ همزمان با برگزاری اولین کنگره آن و با شرکت ۲۷ کشور جهان در پاریس تشکیل شد.

این انجمن، با مشارکت کشورهای مختلف هر چهار سال یکبار در زمان و مکانی که توسط دولت‌های عضو مورد توافق قرار می‌گیرد، کنگره‌ای را برگزار می‌کند و هم‌اکنون با تغییر نام به مجمع جهانی راه با بیش از ۲۰۰۰ نماینده از ۱۰۵ کشور عضو به کار خود ادامه می‌دهد. در سال ۲۰۰۳ میلادی بیست‌ودومین کنگره این مجمع در شهر دوربان آفریقای جنوبی برگزار گردید.

اهداف کلی و اولیه پیارک را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

۱- بهبود ارتباطات بین‌المللی

۲- تدوین سیاست‌های حمل‌ونقل جاده‌ای

۳- ارتقای کیفیت برنامه‌ریزی، ساخت، بهسازی و نگهداری راهها

۴- ارتقای کیفیت اجرایی و مدیریت سیستم‌های راه

امروزه این اهداف شکل جدیدی پیدا کرده و با سرعت بیشتری تعقیب می‌گردد که عبارتند از:

۱- افزایش همکاری بین‌المللی

۲- پیشرفت هر چه سریعتر و جهت‌دار نمودن سیاست‌های برنامه‌ریزی، ساخت، بهسازی و نگهداری راهها

طی سال‌های اخیر، فعالیت‌های مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران گسترش یافته و با تشکیل دبیرخانه این مجمع در معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری و معرفی اعضاء، سعی بر آن شده که هر چه بیشتر با مرکز پیارک در فرانسه ارتباط لازم برقرار شود. اعضای که برای این مجمع در نظر گرفته شده شامل یک عضو اصلی و یک عضو مکاتبه‌ای برای هر یک از کمیته‌های ۱۸ گانه مندرج در زیر می‌باشند:

۱- بخش "مدیریت و اداره سیستم راه"

TC1-1: کمیته اقتصاد سیستم راه

TC1-2: کمیته سرمایه‌گذاری در سیستم راه

TC1-3: کمیته عملکرد ادارات راه

TC1-4: کمیته مدیریت عملکرد شبکه راه

۲- بخش "حمل و نقل پایدار" با عضویت اعضای اصلی و مکاتبه‌ای کمیته‌های تخصصی:

- TC2-1: کمیته توسعه پایدار و حمل و نقل جاده‌ای
- TC2-2: کمیته راههای بین شهری و حمل و نقل یکپارچه
- TC2-3: کمیته مناطق شهری و طراحی یکپارچه شهری
- TC2-4: کمیته حمل و نقل بار و حمل و نقل ترکیبی
- TC2-5: کمیته نیازهای راههای برون شهری و قابلیت دسترسی

۳- بخش "ایمنی راهها"

- TC3-1: کمیته ایمنی راهها
- TC3-2: کمیته مدیریت ریسک در راهها
- TC3-3: کمیته عملیات تونلهای راه
- TC3-4: کمیته راهداری زمستانی

۴- بخش "کیفیت و زیرساختهای راه"

- TC4-1: کمیته مدیریت منابع مالی در زیرساختهای راه
- TC4-2: کمیته اثرات متقابل راه و وسیله نقلیه
- TC4-3: کمیته روسازی راه
- TC4-4: کمیته پلها و سازه‌های مرتبط
- TC4-5: کمیته عملیات خاکی، زهکشی و بستر روسازی

ریاست پیارک در ایران بر عهده آقای دکتر مرتضی قارونی نیک بوده، آقای مهندس اصغر نادری سمت دبیر پیارک و آقای مهندس مهران قربانی مسؤولیت دبیرخانه پیارک در ایران را عهده‌دار می‌باشند. با توجه به اهداف اصلی مجمع جهانی راه، دبیرخانه پیارک در ایران با بازنگری در تشکیلات و اعضای خود به جهت رسیدن به ترکیب ایده‌آل چه به لحاظ امکانات و تسهیلات و چه به لحاظ نیروهای تخصصی فعال امیدوار است که بتواند در ارتقای سطح دانش فنی و تخصصی زیرمجموعه‌های مختلف حمل و نقل جاده‌ای کشور سهم و نقش خود را ایفاء نماید.

دبیرخانه پیارک در ایران

مدیریت عملکرد پلها و دیگر سازه‌ها

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱- کلیات
۱	۱-۱- پیشگفتار
۱	۱-۲- مقدمه
۲	۱-۳- روش کار
۴	۲- تجربیات موجود در مدیریت پل
۴	۲-۱- اولین پرسشنامه جهت تحلیل پاسخ اعضای کمیته شماره ۱۱
۲۱	۲-۲- دومین پرسشنامه جهت پاسخ اعضای کمیته شماره ۱۱
۲۴	۳- تحلیل و بررسی بهبود مدیریت پل
۲۴	۳-۱- شرایط مالک
۲۴	۳-۱-۱- ترکیب سرمایه‌ها
۲۴	۳-۱-۲- ارزش مالی
۲۸	۳-۲- ابنیه فنی، المان‌های جاده
۲۹	۳-۳- عوامل مؤثر در طول عمر ابنیه فنی
۳۰	۳-۴- هزینه کاربر
۳۰	۳-۴-۱- سطح خدمات
۳۱	۳-۴-۲- هزینه اختصاص یافته به کاربر
۳۲	۳-۵- تغییرات بارگذاری
۳۳	۳-۶- محدودیت‌های عملکرد
۳۴	۳-۷- هزینه طول عمر مفید
۳۵	۳-۸- کاربرد هزینه عمر مفید
۳۵	۳-۸-۱- فرضیه ارزیابی مزیت پل
۳۷	۳-۸-۲- فرضیه هزینه‌های مستقیم نگهداری
۳۸	۳-۸-۳- فرضیه‌های هزینه‌های غیر مستقیم
۳۸	۳-۸-۴- محاسبات و نتایج اصلی
۳۹	۳-۸-۵- شناخت

عنوان

صفحه

۴۰ ۹-۳- انتخاب دقیق در هماهنگ نمودن نرخ تنزیل / دوره هزینه عمر مفید
۴۲ ۱۰-۳- طبقه‌بندی سازه‌ها
۴۳ ۱۱-۳- مدل‌های پیش‌بینی بر پایه عمر سازه
۴۴ ۱۲-۳- ارزیابی هزینه ریسک
۴۷ پیوست ۱- عایق نمودن یک پل بزرگراهی
۴۹ پیوست ۲- برگه محاسبه WLC
۵۱ پیوست ۳- شبیه‌سازی ارزش سرمایه

۱- کلیات

۱-۱- پیشگفتار

هدف از این گزارش بحث و بررسی در خصوص معرفی معیارهای اقتصادی مدیریت پل، علاوه بر معیارهای فنی معمول می‌باشد. این گزارش شامل ۲ بخش است:

بخش ۱- ارزیابی شیوه‌های عملی در کشورهای عضو کمیته شماره ۱۱ پیارک در زمینه مدیریت پل، بر اساس نتایج بررسی انجام شده.

بخش ۲- تحلیل و بررسی جهت مدیریت بهتر پلها با لحاظ نمودن هزینه عمر مفید و هزینه کاربر. این گزارش که توسط گروه کاری شماره ۲ تهیه شده است، به موضوع "مدیریت عملکرد" در کمیته شماره ۱۱ پیارک در پلهای راه اختصاص داده شده است.

اعضای گروه ۲- مدیریت اجرای پلها (و دیگر سازه‌ها)

Mr Gérard Delfosse	فرانسه
Dr. Brian Hayes	انگلستان
Mrs Brigitte Mahut	فرانسه
Mr Ales Znidaric	اسلوونی
MR Leo Coci	استرالیا

۲-۱- مقدمه

ملاحظات فنی همواره در مدیریت سازه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده‌اند. احتمالاً به علت پیچیدگی عملکرد و رفتار این سازه‌ها، عوامل بسیاری در این میان مؤثر هستند که عبارتند از:

- فرضیه‌های طراحی
- مدل‌های محاسباتی
- کیفیت ساخت
- عملکرد مصالح
- بار وارده
- آسیب‌رسانی به محیط زیست
- تشخیص سریع کمبودها
- انتخاب فنون و راهبرد تعمیر و نگهداری

به نظر نمی‌رسد که این پیچیدگی در امر توسعه مدل‌های مربوط به فرسودگی پلها مؤثر واقع شود. در واقع هر پل با توجه به پارامترهایی که قبلاً بیان گردید، منحصر به فرد می‌باشد. محیطی که پل در آن قرار گرفته و بارهای واقعی که بر آن اعمال می‌شود، عواملی هستند که بدون در نظر گرفتن میزان نگهداری در هر پل متفاوت هستند.

لذا معدودی از کشورها قوانین مربوط به کاهش کیفیت را به جز در مورد مصالح، که فقط بخشی از عوامل تأثیرگذار بر طول عمر می‌باشد، ایجاد نموده‌اند. البته این رویکرد مدت بسیاری در زمینه روسازی جاده‌ها انجام گردید. یقیناً تمایل صاحبان سرمایه در کسب ابزار مقایسه در زمینه سازه‌ها مشروع و منطقی به نظر می‌رسد، اما برآورده نمودن آن مشکل خواهد بود. براین اساس، آشنایی با ابعاد اقتصادی هدفی است که مدیران طی ۱۰ سال اخیر به منظور ارایه ابزاری جهت طبقه‌بندی برنامه‌های کاری در پیش گرفته‌اند.

نیازهای "کاربران راه" یعنی رانندگان به عنوان کاربر زیرساختار بیشتر مطابق با نیازهای یک "مصرف‌کننده" همسان شده است. تأخیرها، طولانی شدن مسیرها و افزایش مصرف سوخت به واسطه تعمیرات جاده‌ها موجب می‌شود که کاربران کمتر و کمتر احساس رضایت نمایند. روشی که این عامل جدید را در نظر می‌گیرد را می‌توان به منظور مطالعه و ارزیابی نسبی طرحهای جدید راه به کار برد.

به منظور پاسخ‌گویی به نیازهای جمعی کاربران راه، مدیران با مسأله حساس بهینه‌سازی کاربرد سرمایه عمومی مواجه شده‌اند. برای تقاضای روزافزون اجتماعی در خصوص ایمنی جاده، لازم است مفاهیم و ابزار جدیدی در نظر گرفته شود.

موضوع مورد بررسی در محدوده این بخش "مدیریت عملکرد" بوده که با هدف جمع‌آوری نظرات متخصصین، مشخص نمودن بهترین تجارب که پاسخ‌دهی به اهداف قبلاً شرح داده شده را ممکن می‌سازد، قرارگیری منظم تمامی نتایج این کار در قالب سفارشات و یا جستجوی راههای جدید، برای تحقیقات آینده می‌باشد.

۱-۳- روش کار

به منظور بررسی زمینه شرح داده شده در بالا، ۴ پرسشنامه تهیه و ارسال شده است.

اولین پرسشنامه دارای سؤالاتی در زمینه موضوعات زیر می‌باشد:

- نیازهای کاربران، صاحبان زیرساختها، جامعه
- سیستم‌های مدیریتی سازه‌ها
- سود و هزینه^۱ کاربران، مفهوم هزینه بر طول عمر، هزینه اضافه بر طول عمر مفید
- تأثیر هزینه‌های مربوط به ترافیک (عبور و مرور)
- ایمنی (کاربران و سازه)

این پرسشنامه مقدماتی، بر تعدادی از پرسش‌های خاص تأکید دارد که مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند (۱-۲).

دومین پرسشنامه بیشتر بر روی هزینه عمر مفید، متمرکز شده است (۲-۲).

- طول عمر مفید^۲

1- Cost-benefit

2- Life Span

- نرخ تنزیل^۱
- سود و هزینه کاربر
- تأثیر ترافیک و بارگذاری
- مدل‌های تخریب
- هزینه ریسک

بر اساس این بررسی، تحلیلی از نتایج و پاسخ‌ها به منظور بهبود مدیریت پل (بخش ۲) صورت گرفته است. جهت تسهیل در نتیجه‌گیری، فرمت‌های زیر برای ارایه سؤالات، پاسخ‌ها، تحلیل و نظرات به کار برده شده‌اند.

§ هر سؤال از ابتدا با همین فرمت ذکر شده است.

§ جداول، پاسخ کشورها را نشان می‌دهد.

§ تجزیه و تحلیل‌ها به دنبال نتایج می‌آیند.

همچنین، در قسمت دوم، مطالعات ویژه‌ای به منظور بررسی کاربرد شیوه هزینه عمر مفید پل‌ها، انجام شده است. بدیهی است که چنین رویکردی بسیار جالب است، اما کاربرد آن در مورد پلها مشکلاتی به همراه خواهد داشت، خصوصاً در مورد پلهایی که دارای عمر بسیار زیادی هستند.

§ عدم اطمینان از شرایط نگهداری

پلها سازه‌های بادوامی هستند که عمر مهندسی آنها متجاوز از ۱۰۰ سال می‌باشد. سعی در تعیین شرایط نگهداری پلها موجب می‌شود که آن را برای طول عمر مفیدش طراحی کنند، هرچند که این امر ممکن است غیر قابل پیش‌بینی باشد.

§ عدم اطمینان از رشد ترافیک و بارگذاری

§ **نرخ تنزیل:** عبارت است از کاهش سودها و هزینه‌های آتی به نسبت ارزش امروزی، با در نظر گرفتن یک نرخ بالای رشد (به طور مثال میزان ۶٪ تنزیل در بسیاری از کشورها) چنان تأثیری دارد که تمامی محاسبات فراتر از ۳۰ سال، بلااستفاده می‌شوند.

گزارش فعلی این مشکلات را تجزیه و تحلیل می‌کند و تأثیر پارامترها بر روی نمونه‌ها را مورد بحث قرار می‌دهد. موضوعاتی نظیر معیارهای طبقه‌بندی سازه‌های تکمیلی به طبقه‌بندی شبکه، نمونه‌های پیش‌بینی مدل‌های تعیین عمر سازه و همچنین ارزیابی هزینه‌های ریسک نیز در گزارش ارایه شده‌اند.

این نتایج عمدتاً به صورت توصیه‌ها و یا پیشنهادات مشخصی ارایه نمی‌گردند، بلکه در تحقیقات آتی در نظر گرفته می‌شوند.

۲- تجربیات موجود در مدیریت پل

این بخش نتایج تحقیقات و تجارب مدیریت پلها بر اساس آخرین پیشرفت‌ها را در کشورهای عضو کمیته شماره ۱۱ پیارک نشان می‌دهد.

۲-۱- اولین پرسشنامه جهت تحلیل پاسخ اعضای کمیته شماره ۱۱

دامنه فعالیت

بر پایه مطالعاتی که قبلاً در این مورد انجام شده و پرسشنامه‌ای که خطاب به اعضای کمیته ۱۱ پیارک ارسال شده، جمع‌آوری اطلاعات، تابع مذاکره گروهی و ارایه چارچوبی برای اجرای مدیریت سازه‌ها می‌باشد.

موضوع به چند عنوان فرعی تقسیم شده و در برگیرنده نکات زیر می‌باشد:

§ به‌کارگیری سیستم مدیریت پل، شامل جنبه‌های اقتصادی

§ برای پل‌های منحصربه‌فرد

- فراهم نمودن راهکارهای نگهداری بهینه با استفاده از سیستم مدیریت پل

- محسوب نمودن هزینه کاربر

- بحث در خصوص ارزش و فواید نرخ تنزیل

- معرفی هزینه‌های ایمنی

- مقایسه راهبردها با استفاده از هزینه عمر مفید

§ در سطح سرمایه

- در نظر گرفتن ریسک‌ها و کمبودها

- برنامه‌ریزی در مورد سایر امور بر روی یک مسیر

- دوره برنامه‌ریزی

- ارزیابی رضایت کاربران

- معیارهای راهبرد جهانی

- موارد پل‌های استثنایی

مشخصات سازمان‌هایی که به پرسشنامه پاسخ داده‌اند

ردیف	کشور	سازمان	نام
۱	استرالیا	وزارت حمل و نقل	Franz Schwammenhoefer Eduard Winter
۲	کانادا	حمل و نقل آلبرتا	Tom Loo
۳	کوبا	وزارت ساخت و ساز	José Manuel Iglesias Garica
۴	دانمارک	مدیریت راه دانمارک	John Bjerrum
۵	انگلستان	سازمان بزرگراهها (اداره راه)	Nial Finegan
۶	فنلاند	اداره راه فنلاند	Marja Kaarina Söderqvist
۷	فرانسه	اداره راه (Setra & LCPC)	Gérard Delfosse Brigitte Mahut
۸	مجارستان	Utiber Kft	Kolozsi Gyuaia
۹	ایتالیا	Autostrade Spa	Mariano Romagnolo
۱۰	ژاپن	شهرداری توکیو	Sentaro Takagi
۱۱	مکزیک	وزارت ارتباطات و حمل و نقل	Arturo Monforte Ocampo
۱۲	ایرلند شمالی	اداره توسعه منطقه‌ای	Ronnie Wilson
۱۳	نروژ	اداره راه عمومی نروژ	Tore Ljunggren
۱۴	اسکاتلند	اداره توسعه اجرایی اسکاتلند	Raymund Johnstone
۱۵	آفریقای جنوبی	سازمان راههای ملی آفریقای جنوبی	Edwin Kruger
۱۶	سوئد	اداره راههای ملی سوئد	Susanne Troive
۱۷	سوئیس	اداره راههای فدرال سوئیس	Michel Donzel Rade Hajdin
۱۸	آمریکا	وزارت حمل و نقل آمریکا اداره راههای فدرال	George P. Romack

سؤال: آیا از سیستم مدیریت پل (BMS) استفاده می‌کنید؟
پاسخ: تمامی کشورها به جز کوبا از BMS استفاده می‌کنند.

برای هر پل					آیا BMS شامل جنبه‌های اقتصادی است؟				
آیا سیستم برای راهکارهای مختلف نگهداری روش بهینه‌ای را در نظر می‌گیرد؟									
پیشنهاد بهینه		جنبه‌های اقتصادی		کشور	ردیف	جنبه‌های اقتصادی		کشور	ردیف
بله	خیر	بله	خیر			بله	خیر		
×			×	اتریش	۱		×	اتریش	۱
	×		×	کانادا	۲		×	کانادا	۲
×				کوبا	۳			کوبا	۳
	×		×	دانمارک	۴		×	دانمارک	۴
×			×	انگلستان	۵		×	انگلستان	۵
×			×	فنلاند	۶		×	فنلاند	۶
×		×		فرانسه	۷	×		فرانسه	۷
	×		×	مجارستان	۸		×	مجارستان	۸
	×		×	ایتالیا	۹		×	ایتالیا	۹
×			×	ژاپن	۱۰		×	ژاپن	۱۰
×		×		مکزیک	۱۱	×		مکزیک	۱۱
×		×		ایرلند شمالی	۱۲	×		ایرلند شمالی	۱۲
	×		×	نروژ	۱۳		×	نروژ	۱۳
×			×	اسکاتلند	۱۴		×	اسکاتلند	۱۴
×			×	آفریقای جنوبی	۱۵		×	آفریقای جنوبی	۱۵
	×		×	سوئد	۱۶		×	سوئد	۱۶
	×		×	سوئیس	۱۷		×	سوئیس	۱۷
	×		×	آمریکا	۱۸		×	آمریکا	۱۸

تحلیل:

سؤال: آیا BMS جنبه‌های اقتصادی را شامل می‌شود؟

پاسخ: کوبا از BMS استفاده نمی‌کند. از میان ۱۷ کشوری که BMS را به کار می‌برند، تنها ۳ کشور (فرانسه، مکزیک و ایرلند شمالی) BMS مورد استفاده آنها شامل جنبه‌های اقتصادی نمی‌باشد.

سؤال: آیا سیستم، پیشنهاد طرح بهینه‌ای را از میان روش‌های متفاوت نگهداری برای یک پل ارایه می‌نماید؟

پاسخ: تمامی سیستم‌های فاقد جنبه‌های اقتصادی نمی‌توانند پیشنهاد بهینه‌ای در مورد روش‌های متفاوت نگهداری ارایه نمایند. این مورد در فرانسه و مکزیک و ایرلند صدق می‌کند. اگر ما این ۳ کشور و کوبا را به حساب نیاوریم، از میان ۱۴ کشوری که از سیستم‌های شامل جنبه‌های اقتصادی استفاده می‌کنند، تنها ۸ کشور (۵۷٪) پیشنهاد طرح بهینه‌ای را برای روش‌های متفاوت نگهداری، ارایه می‌دهند.

آیا در الگوریتم به کار گرفته شده، هزینه روش‌های مختلف نگهداری را تخمین زده‌اید؟

ردیف	کشور	طرح پیشنهادی بهینه		هزینه تخمین زده شده برای راهکارهای مختلف نگهداری	
		بله	خیر	بله	خیر
۱	اتریش		×		
۲	کانادا	×		×	
۳	کوبا		×	×	
۴	دانمارک	×		×	
۵	انگلستان		×		
۶	فنلاند	×	×	×	
۷	فرانسه		×		
۸	مجارستان	×		×	
۹	ایتالیا	×		×	
۱۰	ژاپن	×	×	×	
۱۱	مکزیک		×	×	×
۱۲	ایرلند شمالی		×		×
۱۳	نروژ	×		×	
۱۴	اسکاتلند		×		
۱۵	آفریقای جنوبی	×	×	×	
۱۶	سوئد	×		×	
۱۷	سوئیس	×		×	
۱۸	آمریکا	×		×	

تحلیل:

۵ کشور که سیستم آنها فاقد طرح بهینه بود، به این سؤال پاسخ ندادند و یا پاسخ منفی دادند، که صحیح می‌باشد. ۸ کشور که سیستم آنها شامل طرح بهینه می‌شود، پاسخ مثبت دادند. بقیه کشورها راه‌حلهای مختلف نگهداری را مقایسه می‌کنند، اما نه توسط BMS.

آیا هزینه کاربر را در سیستم در نظر می‌گیرید؟

ردیف	کشور	طرح پیشنهادی بهینه		هزینه کاربر	
		بله	خیر	بله	خیر
۱	اتریش		×		
۲	کانادا	×		×	
۳	کوبا		×		×
۴	دانمارک			×	
۵	انگلستان		×		
۶	فنلاند		×		×
۷	فرانسه		×		
۸	مجارستان			×	
۹	ایتالیا			×	
۱۰	ژاپن		×		×
۱۱	مکزیک		×		×
۱۲	ایرلند شمالی		×		×
۱۳	نروژ			×	
۱۴	اسکاتلند		×		
۱۵	آفریقای جنوبی		×		×
۱۶	سوئد			×	×
۱۷	سوئیس			×	×
۱۸	آمریکا			×	×

تحلیل:

از میان ۸ کشور که سیستم آنها دارای طرح بهینه است، ۶ کشور هزینه کاربر را در نظر می‌گیرند. ملاحظات مربوط به کاربر در بند ۴-۳ رایج شده است.

آیا هزینه نگهداری سازه در آینده در سیستم لحاظ شده است؟

ردیف	کشور	طرح پیشنهادی بهینه		هزینه نگهداری آینده	
		بله	خیر	بله	خیر
۱	اتریش		×		
۲	کانادا	×		×	
۳	کوبا		×		×
۴	دانمارک			×	
۵	انگلستان		×		
۶	فنلاند		×		×
۷	فرانسه		×		
۸	مجارستان			×	
۹	ایتالیا			×	
۱۰	ژاپن		×		
۱۱	مکزیک		×		×
۱۲	ایرلند شمالی		×		×
۱۳	نروژ			×	
۱۴	اسکاتلند		×		
۱۵	آفریقای جنوبی		×		×
۱۶	سوئد			×	
۱۷	سوئیس			×	
۱۸	آمریکا			×	

تحلیل:

تمامی کشورهایی که سیستم آنها شامل طرح پیشنهادی بهینه است، هزینه نگهداری در آینده را لحاظ می نمایند.

آیا نرخ تنزیل را در نظر می‌گیرید؟ مقدار آن چقدر است؟

مقدار به درصد	نرخ تنزیل		طرح پیشنهادی بهینه		کشور	ردیف
	خیر	بله	خیر	بله		
			×		اتریش	۱
۴		×		×	کانادا	۲
	×		×		کوبا	۳
۷		×		×	دانمارک	۴
			×		انگلستان	۵
	×		×		فنلاند	۶
			×		فرانسه	۷
۰/۹۵		×		×	مجارستان	۸
۴/۵۰	×			×	ایتالیا	۹
	×		×		ژاپن	۱۰
	×		×		مکزیک	۱۱
	×		×		ایرلند شمالی	۱۲
	×			×	نروژ	۱۳
			×		اسکاتلند	۱۴
	×		×		آفریقای جنوبی	۱۵
۴		×		×	سوئد	۱۶
۲		×		×	سوئیس	۱۷
۴/۷۵		×		×	آمریکا	۱۸

تحلیل:

از میان ۸ کشور که سیستم آنها طرح پیشنهادی بهینه را ارایه می‌نماید، ۶ کشور میزان نرخ تنزیل را در نظر می‌گیرند. ۲ مورد استثنایی، ایتالیا و نروژ هستند. نرخ تنزیل مجارستان ۰/۹۵٪ است که عجیب به نظر می‌رسد. نرخ تنزیل دانمارک بالا و سوئیس پایین است که میانگین آن بین ۴ تا ۴/۷۵٪ می‌باشد. بحث در خصوص نرخ تنزیل در بند ۹-۳ ارایه شده است.

آیا میزان تورم^۱ در سیستم منظور می‌شود؟ مقدار آن چقدر است؟

مقدار به درصد	میزان تورم		طرح پیشنهادی هزینه		کشور	رتبه
	خیر	بله	خیر	بله		
			×		اتریش	۱
	×			×	کانادا	۲
	×		×		کوبا	۳
	×			×	دانمارک	۴
			×		انگلستان	۵
	×		×		فنلاند	۶
			×		فرانسه	۷
	×			×	مجارستان	۸
۲/۸۰	×	×		×	ایتالیا	۹
	×		×		ژاپن	۱۰
	×		×		مکزیک	۱۱
	×		×		ایرلند شمالی	۱۲
	×			×	نروژ	۱۳
			×		اسکاتلند	۱۴
۶		×	×		آفریقای جنوبی	۱۵
				×	سوئد	۱۶
	×			×	سوئیس	۱۷
	×			×	آمریکا	۱۸

تحلیل:

میزان تورم به ندرت بکار برده می‌شود.

آیا با گزینه "هیچ کاری انجام نشود" مقایسه می‌کنید؟

ردیف	کشور	طرح پیشنهادی بهینه		مقایسه با "هیچ کاری انجام نشود"	
		بله	خیر	بله	خیر
۱	اتریش		×		
۲	کانادا	×		×	
۳	کوبا		×		
۴	دانمارک		×	×	
۵	انگلستان		×		
۶	فنلاند		×		×
۷	فرانسه		×		
۸	مجارستان		×	×	
۹	ایتالیا		×	×	
۱۰	ژاپن		×		×
۱۱	مکزیک		×		×
۱۲	ایرلند شمالی		×		×
۱۳	نروژ			×	
۱۴	اسکاتلند		×		
۱۵	آفریقای جنوبی		×		×
۱۶	سوئد		×	×	
۱۷	سوئیس		×	×	
۱۸	آمریکا		×	×	

تحلیل:

تمامی کشورهایی که سیستم آنها شامل طرح پیشنهادی بهینه است، به جز نروژ با گزینه "هیچ کاری انجام نشود" مقایسه انجام می‌دهند. به نظر می‌رسد کوبا با این گزینه مقایسه می‌نماید، اما نه با BMS.

سؤال: آیا شما رویکردهای دیگری را به کار می‌برید؟

کانادا: تحلیل سود- هزینه افزایشی

فنلاند: شاخص خرابی، شاخص تقاضای تعمیرات، شاخص تقاضای نوسازی

مجارستان: شرایط زیست محیطی

ایتالیا: احتمال شکست پل

ایرلند شمالی: روش های نگهداری خارج از سیستم BMS ارزیابی می گردد.
 سوییس: اختلاف بین دامنه خسارت و دامنه عملکرد مدل سازی شده است.
 آمریکا: یک نمونه تصمیم گیری "ماکرو" به منظور تعیین بهترین روش نگهداری برای هر پل به کار برده می شود و این روش در مدل شبیه سازی هر پل نیز به کار برده می شود.

چه مواردی در برآورد هزینه کاربر لحاظ می شود؟

ردیف	کشور	هزینه کاربر			موارد هزینه کاربر	
		بله	خیر	حوادث	هزینه تأخیر	دوری مسیر
۱	اتریش					
۲	کانادا	×		×		×
۳	کوبا		×			
۴	دانمارک	×			×	×
۵	انگلستان					
۶	فنلاند		×			
۷	فرانسه					
۸	مجارستان		×			
۹	ایتالیا	×		×	×	×
۱۰	ژاپن		×			
۱۱	مکزیک		×			
۱۲	ایرلند شمالی		×			
۱۳	نروژ		×			
۱۴	اسکاتلند					
۱۵	آفریقای جنوبی		×			
۱۶	سوئد	×			×	×
۱۷	سوییس	×			×	×
۱۸	آمریکا	×		×	×	×

سؤال: آیا هزینه ایمنی را لحاظ کرده اید؟

تنها ۴ کشور هزینه ایمنی را در نظر می گیرند

کانادا: پیش بینی میزان حوادث و تعیین هزینه حوادث. این هزینه شامل خسارات مالی، هزینه جراحی و هزینه مرگ افراد می باشد.

ایتالیا: هزینه ایمنی در مرحله طراحی معرفی شده است: هزینه در طول ساخت (تابلوه‌های کارگاه و موانع اطراف فضای کارگاه، پوشش‌های حفاظتی و غیره ...) هزینه هنگام بهره‌برداری (مقاوم‌سازی موانع، روکش مجدد روسازی‌ها و غیره ...)

نروژ: هزینه ایمنی خارج از BMS محاسبه می‌شود.

آمریکا: هزینه‌های حوادث به پهنای پل، میانگین تردد روزانه و دیگر عوامل مربوط شده‌اند و تصمیم برای تعریض و جابجایی بر اساس سودها و هزینه‌ها تعیین می‌گردد.
مثال و بحث درخصوص هزینه ریسک را در بند ۱۲-۳ ملاحظه فرمایید.

به منظور مقایسه دو روش نگهداری، آیا از مفهوم " هزینه عمر مفید^۱ " استفاده می‌کنید؟

ردیف	کشور	برآورد هزینه راهکارهای مختلف		هزینه عمر مفید	
		بله	خیر	بله	خیر
۱	اتریش			×	
۲	کانادا	×		×	
۳	کوبا	×		×	
۴	دانمارک	×		×	
۵	انگلستان	×		×	
۶	فنلاند		×		×
۷	فرانسه		×		×
۸	مجارستان		×	×	
۹	ایتالیا		×		×
۱۰	ژاپن		×	×	
۱۱	مکزیک	×			×
۱۲	ایرلند شمالی	×	×		
۱۳	نروژ		×		×
۱۴	اسکاتلند		×	×	
۱۵	آفریقای جنوبی		×		×
۱۶	سوئد		×	×	
۱۷	سوئیس		×	×	
۱۸	آمریکا		×		×

تحلیل:

۱۲ کشور هزینه راهکارهای متفاوت نگهداری را برآورد می‌کنند (توسط یک سیستم مدیریت پل یا بدون آن). ۷ کشور از ۱۲ کشور از "هزینه عمر مفید" استفاده می‌کنند.

۴ کشور هزینه راهکارهای متفاوت نگهداری را با BMS برآورد نمی‌کنند، اما از مفهوم "هزینه عمر مفید" به منظور مقایسه راهکارها استفاده می‌کنند.

۵ کشور هزینه راهکارهای مختلف نگهداری را برآورد می‌کنند، اما از مفهوم "هزینه عمر مفید" استفاده نمی‌کنند.

بحث در خصوص اجرا و شناخت "هزینه عمر مفید" را در بندهای ۳-۷ و ۳-۸ ملاحظه فرمایید.

آیا نتایج حاصل از آنالیز اقتصادی که برای هر پل به دست آمده، به منظور ایجاد یک راهبرد سراسری به کار گرفته شده است؟

راهبرد سراسری براساس آنالیز اقتصادی هر پل	BMS با در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی		کشور	ردیف
	خیر	بله		
		×	اتریش	۱
		×	کانادا	۲
×			کوبا	۳
×			دانمارک	۴
	×		انگلستان	۵
×		×	فنلاند	۶
	×	×	فرانسه	۷
	×		مجارستان	۸
	×		ایتالیا	۹
	×		ژاپن	۱۰
×		×	مکزیک	۱۱
×		×	ایرلند شمالی	۱۲
×			نروژ	۱۳
×			اسکاتلند	۱۴
	×		آفریقای جنوبی	۱۵
	×		سوئد	۱۶
×			سوئیس	۱۷
	×		آمریکا	۱۸

تحلیل:

۹ کشور (از میان ۱۸ کشور) از سیستم مدیریت پلی که شامل جنبه‌های اقتصادی می‌باشد، استفاده می‌کنند و یک روش نگهداری سراسری را بر اساس آنالیز اقتصادی هر پل طرح‌ریزی می‌کنند. دانمارک، فنلاند، نروژ، اسکاتلند و سوئیس از سیستم مدیریت پلی که جنبه‌های اقتصادی را در نظر می‌گیرند، استفاده می‌کنند، اما یک روش نگهداری سراسری که بر اساس تحلیل اقتصادی هر پل می‌باشد را ایجاد نمی‌کنند. فرانسه تنها کشوری است که بدون جنبه‌های اقتصادی در BMS، دارای راهبرد نگهداری سراسری است که بر پایه آنالیز اقتصادی هر پل می‌باشد.

آیا راهبرد سراسری برکل سرمایه استوار است، یا این که مابین انواع پلها با ریسک خاص تمایز قایل می‌شوید؟

رتبه	کشور	راهبرد سراسری بر اساس تحلیل اقتصادی هر پل		تمایز مابین انواع پلها	
		بله	خیر	بله	خیر
۱	اتریش	×			×
۲	کانادا	×		×	
۵	انگلستان	×			
۶	فنلاند		×	×	
۷	فرانسه	×		×	
۸	مجارستان	×			×
۹	ایتالیا	×		×	
۱۰	ژاپن	×		×	
۱۵	آفریقای جنوبی	×			×
۱۶	سوئد	×			×
۱۸	آمریکا	×			×

تحلیل:

در این جدول، کشورهایی که راهبرد سراسری بر پایه تحلیل اقتصادی هر پل ندارند و بین انواع پلها نیز تفاوتی قایل نیستند، کنار گذاشته شده‌اند. انگلستان اعلام کرده است که پاسخ به این سؤال مشکل است. فنلاند اعلام کرده است که راهبرد سراسری بر پایه تحلیل اقتصادی هر پل وجود ندارد، اما بین گروههای پلها تفاوت قایل است. از کشورهای دیگر ۴ کشور بین پلها تفاوت قایل شده‌اند و ۵ کشور تفاوتی قایل نشده‌اند.

در هنگام برنامه ریزی برای تعمیرات پل، آیا تداخل با ترافیک و نیز عملیات تعمیر دیگری سایتها در نظر گرفته می شود؟

ردیف	کشور	تداخل با ترافیک و تعمیرات جاده ای	
		بله	خیر
۱	اتریش	×	
۲	کانادا	×	
۳	کوبا		×
۴	دانمارک	×	
۵	انگلستان	×	
۶	فنلاند		×
۷	فرانسه	×	
۸	مجارستان		×
۹	ایتالیا	×	
۱۰	ژاپن		
۱۱	مکزیک		×
۱۲	ایرلند شمالی	×	×
۱۳	نروژ	×	
۱۴	اسکاتلند	×	
۱۵	آفریقای جنوبی	×	
۱۶	سوئد	×	
۱۷	سوئیس	×	
۱۸	آمریکا		×

تحلیل:

ژاپن به این سوال پاسخ نداده است.

۱۲ کشور تداخل تعمیرات پل با عبور و مرور و تعمیرات جاده ای در سایتهای دیگر را مدنظر گرفته اند و ۵ کشور دیگر این تداخل در نظر نگرفته اند.

برنامه‌ریزی نگهداری، که از راهبرد سراسری منتج شده چه دوره زمانی را پوشش می‌دهد؟

ردیف	کشور	دوره برنامه‌ریزی نگهداری		
		بیشتر از ۳ سال	۳ سال	۱ سال
۱	اتریش	×		
۲	کانادا	×		
۳	کوبا	×		
۴	دانمارک			×
۵	انگلستان	×		
۶	فنلاند	×		
۷	فرانسه		×	
۸	مجارستان	×		×
۹	ایتالیا	×		
۱۰	ژاپن			
۱۱	مکزیک			×
۱۲	ایرلند شمالی			
۱۳	نروژ	×		
۱۴	اسکاتلند		×	
۱۵	آفریقای جنوبی	×		
۱۶	سوئد		×	×
۱۷	سوئیس	×		
۱۸	آمریکا	×		

تحلیل:

ژاپن و ایرلند شمالی به این سؤال پاسخ ندادند.
اغلب کشورها، برنامه‌ریزی نگهداری که بیش از ۳ سال را پوشش می‌دهد، دارا می‌باشند.

آیا رضایت کاربر را می‌سنجید؟

سنجش رضایت کاربر		کشور	ردیف
بله	خیر		
	×	اتریش	۱
	×	کانادا	۲
	×	کوبا	۳
	×	دانمارک	۴
	×	انگلستان	۵
×		فنلاند	۶
×		فرانسه	۷
×		مجارستان	۸
		ایتالیا	۹
×		ژاپن	۱۰
×	×	مکزیک	۱۱
	×	ایرلند شمالی	۱۲
×		نروژ	۱۳
×		اسکاتلند	۱۴
×		آفریقای جنوبی	۱۵
	×	سوئد	۱۶
×		سوئیس	۱۷
×		آمریکا	۱۸

تحلیل:

اغلب کشورها رضایت کاربر را نمی‌سنجند.

معیارهای تأثیرگذار بر راهبرد سراسری چیست؟

معیارهای تأثیرگذار بر راهبرد جهانی				کشور	ردیف
هزینه	محیط زیست	ترافیک	ایمنی سازه‌ای		
×		×		اتریش	۱
×	×		×	کانادا	۲
				کوبا	۳
				دانمارک	۴
×	×	×	×	انگلستان	۵
×			×	فنلاند	۶
×			×	فرانسه	۷
×	×			مجارستان	۸
			×	ایتالیا	۹
				ژاپن	۱۰
			×	مکزیک	۱۱
×		×		ایرلند شمالی	۱۲
				نروژ	۱۳
×		×	×	اسکاتلند	۱۴
×				آفریقای جنوبی	۱۵
×				سوئد	۱۶
×				سوئیس	۱۷
×			×	آمریکا	۱۸

تحلیل:

برای ۱۲ کشور (از میان ۱۸ کشور)، معیار تأثیرگذار بر راهبرد سراسری هزینه است.

برای ۸ کشور، ایمنی سازه‌ای نیز معیار می‌باشد.

۲ معیار دیگر، توسط ۴ کشور (ترافیک) و ۳ کشور (محیط زیست) ذکر شده است.

چگونه پلهای بزرگ و استثنایی را مدیریت می‌کنید؟

کشور	مدیریت پلهای بزرگ و پلهای معمولی	
	متفاوت	تفاوتی ندارد
۱ اتریش	×	
۲ کانادا		×
۳ کوبا		
۴ دانمارک	×	
۵ انگلستان	×	
۶ فنلاند		×
۷ فرانسه	×	
۸ مجارستان		×
۹ ایتالیا		×
۱۰ ژاپن		
۱۱ مکزیک		×
۱۲ ایرلند شمالی		×
۱۳ نروژ	×	
۱۴ اسکاتلند	×	
۱۵ آفریقای جنوبی		×
۱۶ سوئد		×
۱۷ سوئیس		
۱۸ آمریکا		×

تحلیل:

در ۹ کشور (از میان ۱۸ کشور)، تفاوتی بین مدیریت پلهای بزرگ و معمولی وجود ندارد. اما در ۶ کشور تفاوت وجود دارد، پلهای بزرگ به طور جداگانه مدیریت می‌شوند. متخصصین بیشتری در این مدیریت فعالیت دارند.

۲-۲- دومین پرسشنامه جهت تحلیل اعضای کمیته شماره ۱۱

بعد از اولین پرسشنامه در خصوص رؤس کلی مدیریت عملکرد سازه‌ها، پرسشنامه جدیدی به منظور گردآوری جزئیات بیشتر برای پاسخ‌دهنده‌های پرسشنامه قبلی ارسال شده است. مطالب دومین پرسشنامه در زیر آمده است. خلاصه و تحلیلی از ۷ پاسخ به دست آمده در قالب یک جدول پس از ارایه پرسشنامه تهیه شده است.

هزینه عمر مفید (WLC)

تعاریف	
۱-۱	شما پلها و دیگر سازه‌ها را با روش WLC مدیریت می‌کنید. آیا می‌توانید اساس این روش را شرح دهید؟
۲-۱	آیا طول عمر متوسط پلها را مشخص کرده‌اید؟
	بله £ خیر £
	در صورت جواب مثبت چند سال ...؟
۳-۱	آیا این مدت را به عنوان دوره محاسبه WLC به کار می‌برید؟
	بله £ خیر £
	در صورت جواب منفی، لطفاً به زمان به کار برده شده در روش WLC اشاره کنید..... سال
میزان تنزیل	
۴-۱	در محاسبه WLC آیا شما از یک یا چند میزان تنزیل استفاده می‌کنید؟
	بله £ خیر £
	در صورت جواب مثبت لطفاً به میزان آن اشاره کنید. دوره زمانی: سال نسبت: %
پیشنهادات	
۵-۱	لطفاً اهمیت میزان تنزیل برای ارزیابی هزینه‌ها و سودهای آینده را شرح دهید.
۶-۱	میزان تنزیل بیانگر چیست؟ (فردا کمتر از امروز ارزش خواهد داشت، پول خرج کردن امروز بیشتر از فردا احتمال سود بردن دارد، فردا نامطمئن‌تر از امروز است...)
۷-۱	آیا فرضیه انتخاب ارزش میزان تنزیل با در نظر گرفتن نیازهای بلندمدت پلها سازگار می‌باشد. لطفاً شرح دهید.
۸-۱	آیا تغییر میزان تنزیل بر طبق محاسبه دوره قابل تصور است؟ چرا مورد علاقه است؟
۹-۱	چه ارزش‌هایی برای این تغییر واقع بینانه به نظر می‌رسد؟ دوره: سال
	میزان تنزیل % £۰-۱۰ £۱۰-۴۰ بیشتر از £۴۰
پیشنهادات	
۱۰-۱	
هزینه / سود کاربر	
۱۱-۱	به منظور ارزیابی هزینه / سود کاربرن آیا شما همان نسبت WLC را که در محاسبات اقتصادی برای مقایسه سرمایه گذاری عمومی به کار می‌رود، استفاده می‌کنید؟
	بله £ خیر £
پیشنهادات	
۱۲-۱	شبهه‌سازی‌های محاسباتی WLC شامل هزینه کاربرن نشان می‌دهد که این هزینه با توجه به روش تعمیر یا نگهداری قابل تعیین است. نظراتان در مورد ضریب اصلاحی به منظور کاهش اثر هزینه کاربر چیست؟ لطفاً نظراتان را اعلام کنید.
تأثیر بارها و ترافیک	
۱۳-۱	چه فرضیه‌ای را در رشد عبور و مرور در نظر دارید؟
	دوره (سال)
	نسبت افزایش سالانه بارهای وارده (%)
	£ ۰-۱۰ £ ۱۰-۴۰ بیشتر از £ ۴۰
پیشنهادات	
۱۴-۱	چه فرضیه‌ای را برای تعیین مقررات بارگیری به کار می‌برید؟ (حداکثر بارگیری مجاز)
	دوره (سال)
	نسبت افزایش / بارگیری فعلی (%)
	£ ۰-۱۰ £ ۱۰-۴۰ بیشتر از £ ۴۰
پیشنهادات	

مدل‌های فرسایش

تعاریف	
۱-۲	آیا مدل‌هایی از فرسایش پیش بینی شده را دارید؟ اگر جواب مثبت است، لطفاً هر کدام را مختصراً شرح دهید. (اطلاعات ورودی و خروجی ...)
۲-۲	آیا مدل‌ها را بر اساس موارد زیر به کار می‌برید: نوع سازه (Stab bridge, arch bridge, box – glider bridge. ...) عناصر سازه، (شمع، پایه، دال، تجهیزات ...) نوع مصالح (فولاد، بتن آرمه، بتن پیش تنیده، سنگ) ترکیبی از موارد بالا (کدام یک)؟
۳-۲	تأثیر واقعی عوامل محیطی بر روی مدل‌های فرسایش چیست؟ لطفاً شرح دهید که چه عواملی به حساب می‌آید و چگونه؟
۴-۲	آیا تمامی مدل‌ها با علم بر سازه‌های قدیمی در آزمایشگاه ساخته شده‌اند، یا هر دو؟
۵-۲	آیا نتیجه‌گیری از مدل تخریب شده برای وضعیت آبی یک پل و یا قسمتی از پل آسان است؟
۶-۲	چگونه از تجارب برای تصحیح مدل استفاده می‌کنید (سیستم بازخورد)
فواید	
۷-۲	آیا رابطه‌ای بین مدل‌های فرسایش، انتخاب نوع تعمیرات و هزینه آن برقرار است؟ در صورت جواب مثبت آیا شما از آن به منظور زیر استفاده می‌کنید: - تعیین بهترین راهبرد نگهداری برای هر پل از جمله تعمیرات سنگین - تعیین نگهداری پیشگیرانه - بهینه‌سازی سرمایه‌های کل در سطح سرمایه - سایر (لطفاً آن را شرح دهید)

هزینه ریسک

تعاریف	
۴-۳	آیا شما از نوع تابع احتمال شکست و شرایط سازه استفاده می‌کنید؟
۲-۳	آیا از عوامل خارجی تابع احتمال شکست از قبیل موارد زیر استفاده می‌کنید: ترافیک: بارهای استثنایی، حجم ترافیک حوادث: برخورد با وسایل نقلیه به پایه یا عرشه، برخورد قایق، ... شرایط استثنایی جوی: سیل ...؟
کاربرد	
۳-۳	مقادیر احتمالات چگونه در انتخاب راهبردی نگهداری یک سازه به کار برده می‌شود؟
۴-۳	آیا این احتمالات در روش نگهداری سراسری به کار گرفته شده‌اند؟

۳- تحلیل و بررسی بهبود مدیریت پل

۳-۱- شرایط مالک

همانند هر نوع مدیریت سرمایه، مالکان ابنیه فنی خواستار دسترسی به شاخص‌هایی هستند که به آنها امکان تعیین و ارزیابی سیاست‌ها را می‌دهد. لذا آنها مایل به دانستن اطلاعات زیر می‌باشند:

- چگونگی ترکیب سرمایه‌ها
 - ارزش مالی این دارایی‌ها
 - سهام اقتصادی که ارائه می‌دهند
 - نتایج کوتاه‌مدت، میان‌مدت و درازمدت سیاست‌های تنظیم شده توسط مدیران این سرمایه‌ها
- مشخصاً، تمامی این موارد مطرح هستند اما همه آنها به آسانی تعیین نمی‌گردد.

۳-۱-۱- ترکیب سرمایه‌ها

برای هر فعالیت مدیریتی یک پیش‌شرط ضروری وجود دارد. بدیهی است پیش از این که سرمایه‌ها مدیریت شوند نیاز است که به دقت تعریف گردند. به عنوان مثال، در اکثر کشورها تعریف یک پل بستگی به طول بزرگترین دهانه با مقادیر ۲ یا ۳ متر دارد. در مورد دیوارهای حایل، معیار مورد نظر به ارتفاع و طول دیوار بستگی دارد. اطلاعات جمع‌آوری شده با موارد زیر مرتبط است:

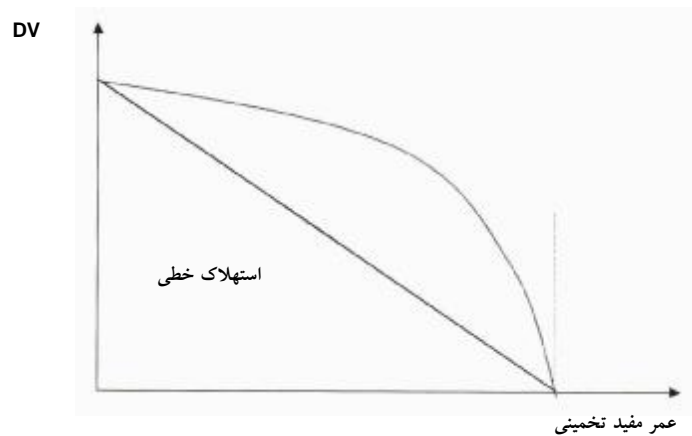
- **محل سازه:** این مهم است که محل قرارگیری سازه در یک شبکه مرجع راهها مشخص شود و یا حتی در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی راهها (GIS) که محل سازه‌ها را بدون هیچ ابهامی ممکن می‌سازد، قرار گیرد.
- **اطلاعات اجرایی:** به ویژه مواردی که به کارفرما و قراردادهای مدیریتی مربوط می‌شوند و ممکن است در بخش‌های مختلف سازه متفاوت باشند.
- **اطلاعات توصیفی:** در سطحی از جزئیات متناسب با سیستم مدیریت ارائه می‌شوند.
- **اطلاعات وضعیت سازه‌ها:** که از ارزیابی‌های مختلف حاصل می‌شوند.
- **ثبت پایش، مطالعات و فعالیت‌های کاری:** به همراه جزئیاتی که ذخیره می‌شوند.

۳-۱-۲- ارزش‌های مالی

اگر هدف تنها مقایسه با سایر دارایی‌ها باشد، تعیین ارزش سازه‌های مهندسی مفید است. این ارزشیابی هنگامی سودمند است که مقصود، ارزیابی دیگر راهبردها و اهمیت نسبی دارایی در مقایسه با دیگر دارایی‌ها باشد. ارزشیابی ممکن است با کاربرد روش‌های پیچیده یا ساده بسته به انواع دارایی‌ها انجام گیرد و ممکن است به منظور دستیابی به موارد زیر به کار برده شود:

- ارزش سازه جدید (NV)^۱، که با استفاده از نسبت مساحت واحد و مبتنی بر نوع سازه مهندسی مورد نظر، تعیین می‌گردد.
 - ارزش بازسازی (RV)^۲، که برابر است با مجموع ارزش سازه جدید و هزینه‌های تخریب سازه موجود به همراه هزینه‌های اقداماتی که بایستی در طول بازسازی مصرف شود. این ارزش ممکن است که به طور قابل توجهی بیشتر از (NV) باشد.
- $$(RV \cong 1/7NV)$$
- ارزش استهلاک (DV)^۳، عبارت است از ارزش سازه جدید با یک ضریب کاهش به منظور لحاظ کردن افزایش عمر سازه.

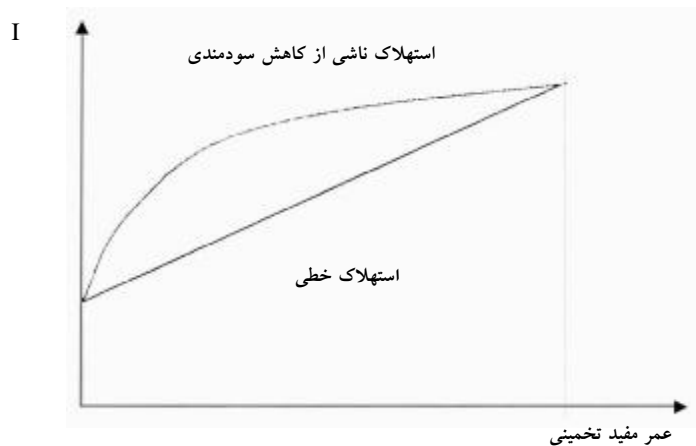
استهلاک ممکن است با مدل‌های خطی و یا توانی که بر پایه تخمین طول عمر سازه می‌باشد، ارزیابی شود. روش توانی نشان می‌دهد که چگونه سودمندی سازه در ابتدای عمرش به آرامی کاهش می‌یابد، در حالی که سرعت کاهش سودمندی آن خیلی سریع‌تر از هنگامی است که سطح سرویس آن توسط اجرای عملیات بهسازی کاهش یابد.



شکل ۱- مدل‌های استهلاک

انتخاب یک دستگاه استهلاک با مقیاس زمانی، ممکن است منجر به افزایش طول عمر مورد انتظار سازه مهندسی شود. در نقطه‌ای از نمودار ارزش استهلاک صفر است درحالی که سودمندی سازه مسلماً صفر نخواهد بود. این نقطه شاخص دیگری را نشان می‌دهد که نمایانگر مقداری است که باید سرمایه‌گذاری شود (I) تا سازه‌ها به سطح اولیه خدمت و ارزش سرمایه اصلی خود بازگردند.

1- New Value
2- Reconstruction Value
3- Depreciation Value



شکل ۲- رشد تئوری مقداری که باید سرمایه‌گذاری شود

$$I=(RV)-(DV)$$

به منظور محاسبه آنچه که با استفاده از این نظریه انجام می‌گیرد، مثال زیر بعضی از کاربردها را شرح می‌دهد: همان طوری که در جدول زیر شرح داده شده است، سرمایه‌پل‌ها را (در یک جاده فرضی) در نظر بگیرید:

تعداد پل‌های استثنایی	تعداد پل‌های معمولی	عمر پل (سال)
	۲۰	۰-۱۰
	۳۰	۱۰-۲۰
	۴۵	۲۰-۳۰
۳	۵۰	۳۰-۴۰
	۶۰	۴۰-۵۰
۲	۱۰۰	۵۰-۶۰
	۵۰	۶۰-۷۰
	۲۰	۷۰-۸۰
۱	۱۰	۸۰-۹۰
	۱۰	۹۰-۱۰۰

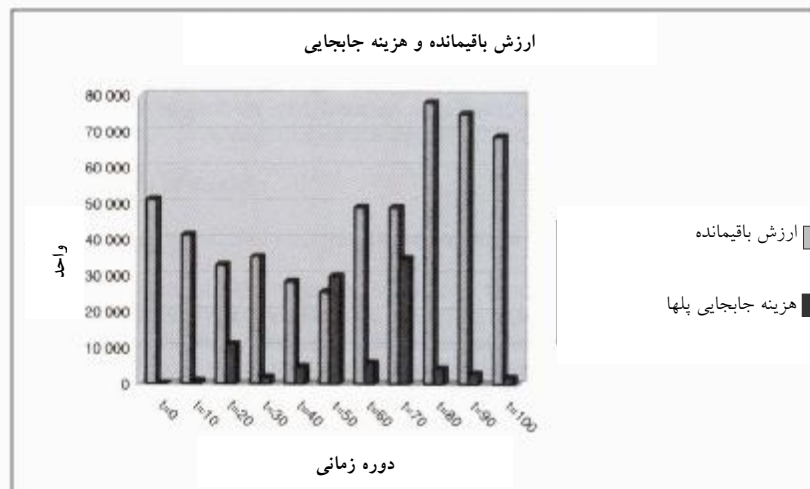
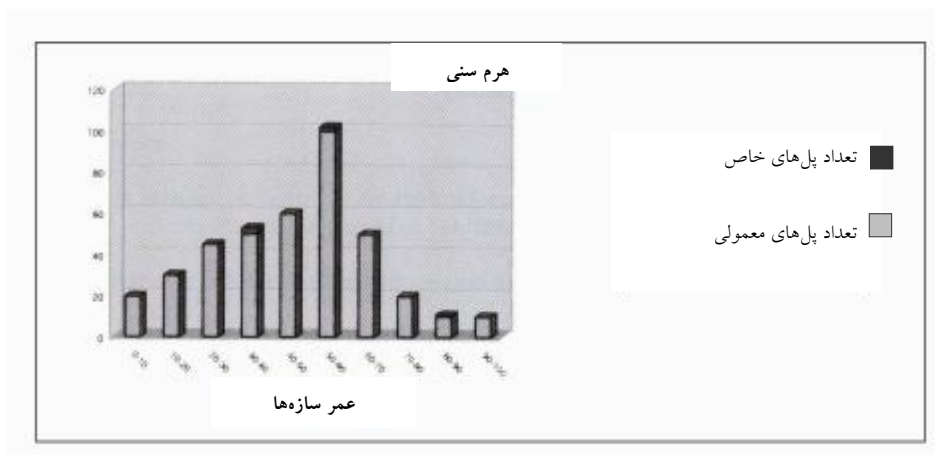
برای ساده کردن نتایج، به ارزش اولیه هر پل معمولی به طور یکسان ۱۰۰ واحد نسبت داده شده است. همچنین ارزش اولیه هر پل استثنایی به طور یکسان ۱۰۰۰۰ واحد در نظر گرفته شده است.

برای هر دوره محاسبه (۱۰ سال به ۱۰ سال تا ۱۰۰ سال)، با فرض استهلاک خطی، موارد زیر تخمین زده می‌شود:

- مجموع باقیمانده ارزش سرمایه
- مقادیر سرمایه‌گذاری برای جایگزینی پل‌های قدیمی (۱۰۰ ساله)

جزئیات محاسبه در پیوست ۳ آمده است: شبیه‌سازی ارزش سرمایه

شکل زیر نتایج اصلی را نشان می‌دهد:



شناخت:

- ۱- ارزش باقیمانده سرمایه عمدتاً تأثیرپذیر از تغییرات مهم ناشی از سرمایه‌گذاری جایگزینی پل‌های قدیمی است.
- ۲- میزان سرمایه‌گذاری‌ها برای جایگزینی پلها در دوره‌های زمانی مختلف متغیر است. این امر سیاست مربوط را به منظور هموار کردن تغییرات شدید روشن خواهد کرد.

شاخص‌ها:

- به منظور عملی کردن سیاست‌های انتخاب شده، بایستی شاخص‌هایی را در نظر گرفت. به طور مثال، شاخص‌های زیر در نظر گرفته می‌شوند:
- ۱- شاخصی برای ارزش سرمایه و توسعه آن (به عنوان مثال: ارزش سازه جدید)
 - ۲- شاخصی برای عمر سرمایه (مثلاً: پارامتر I)
 - ۳- شاخصی برای شرایط سرمایه و تغییرات این شرایط
 - ۴- فهرستی از شاخص‌ها برای سرمایه‌گذاری‌های ساخت و تخریب، مطابق روشی که اتخاذ شده است (مرتبط با نوع سازه، نوع مصالح، طبقه‌بندی جاده، شاخص اجتماعی-اقتصادی سازه‌ها) (بخش ۱۰-۳)
 - ۵- نتایج شبیه‌سازی سیاست انجام شده با استفاده از روش هزینه عمر مفید (بخش‌های ۷-۳، ۸-۳)

۲-۳- ابنیه فنی، المان‌های جاده

مدیریت ابنیه فنی را نمی‌توان مستقل از زمینه‌های سیاسی اجتماعی که بر کلیه فعالیت‌های مدیریتی حاکم است، تلقی نمود.

معضل دوگانگی:**§ منحصر به فرد بودن ابنیه فنی**

ابنیه فنی سازه‌هایی هستند که روش‌های ساخت آنها نیازمند تکنیک‌های ویژه می‌باشد و از سایر سازه‌هایی که در ساخت راه به کار می‌روند، کاملاً متفاوت می‌باشند. این سازه‌ها از مصالحی ساخته شده‌اند که اغلب در ساخت راه استفاده نمی‌شوند (مانند فولاد، آرماتور، بتن پیش‌تینده و حتی چوب). در طراحی آنها از قوانین مکانیک جامدات و تئوری‌های مقاومت مصالح استفاده می‌شود. به علاوه آنها از سایر المان‌های راه به دلیل عمر طولانی قابل توجه‌شان، جدا هستند. در مقایسه با سایر المان‌های راه، هزینه ساخت ابنیه فنی بسیار بالاتر است (حداقل ۱۰ برابر هزینه‌های سایر بخش‌های راه). هزینه انجام آزمایشات آنها نیز اغلب بسیار بالا است و بایستی تحت نظارت کامل قرار گیرند که بالطبع نیاز به سرمایه‌گذاری‌های عمده مالی و کارشناسی می‌باشد. به عنوان یک نتیجه از موارد منحصر به فرد ذکر شده، اکثر کشورها ابنیه فنی را جدا از سایر المان‌های راه، مدیریت می‌نمایند.

ابنیه فنی، المانهای جاده‌ای مکمل

در هر حال، این حقیقت وجود دارد که ابنیه فنی به عنوان یک جزء کمکی در کنار بخش بزرگتری به نام راه قرار دارند. نقش آنها پیوستگی شبکه راه می‌باشد. بنابراین آنها بخشی از عملکرد اجتماعی شبکه راه را بر عهده دارند. از این رو اغلب آنها با توجه به موقعیت‌های مکانی نامناسب‌شان بسیار حیاتی محسوب می‌شوند و عدم امکان استفاده از آنها معمولاً مشکلات عمده‌ای مانند تغییر مسیرهای طولانی، استفاده از شبکه‌های راه غیر استاندارد و حتی دورافتادگی کامل از برخی مناطق ایجاد می‌کند.

مسلماً ابنیه فنی، بخش‌های کامل کننده شبکه راه هستند و در برقراری ارتباط میان مردم سهیم بوده و موجب سهولت نقل و انتقال آنها و کالا هستند. علاوه بر این، در انجام امور دیگری همچون حمل سرویس‌های آب‌رسانی، گازرسانی، زهکشی، برق رسانی و مخابرات و حتی ارتباطات دیجیتالی نقش دارند. این عملکرد دوگانه یکی از پیامدهای اصلی در مدیریت ابنیه فنی می‌باشد. آنها المانهای تشکیل دهنده راه هستند، اما با یک ویژگی استثنایی.

۳-۳- عوامل مؤثر در طول عمر ابنیه فنی

به منظور طراحی ابنیه فنی با استفاده از قوانین محاسباتی بر اساس مدل‌های علمی مناسب، نظریه «طول عمر» سازه، یکی از عواملی است که بایستی در نظر گرفته شود. در روش نیمه احتمالی، دوره زمانی معمولاً مابین ۸۰ تا ۱۲۰ سال بسته به نوع کشور متغیر است. طول عمر سازه برای تعیین موضوعاتی چون تحمل بارهای وارده به کار برده می‌شود، تا امکان ایجاد ابعاد منطقی اجزای سازه فراهم شود. این امر در مورد سازه‌های فلزی که در آنها پدیده خستگی ظاهر می‌شود، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این صورت باری تحت عنوان «بار خستگی» تعیین و نتایج عبور آن از روی سازه یا حتی عبور چندین بار خستگی مشخص می‌گردد.

در حالی که این نظریه برای انجام محاسبات ضروری است، مدیران نیز تمایل دارند که سازه‌های تحت مراقبت‌شان دارای طول عمر بیشتری باشند. به هر حال واقعیت چیز دیگری است. سازندگان به ندرت ساخت سازه‌ای را با مدت زمان محدود در ذهن دارند. این نوع ساخت معمولاً به سازه‌های موقتی محدود می‌شود. وقتی سازه‌ها ساخته می‌شوند، معمولاً به عنوان یک سازه دایمی در نظر گرفته می‌شوند. این منطق، قاعده‌ای است که تاکنون سازه‌ها بر اساس آن طراحی و ساخته شده‌اند. نتیجه این است که زیرساخت‌هایی با طول عمر بسیار بالا (بیش از ۱۵۰ سال) در کشورهای مختلف به جا مانده است.

برخی مزایای این سازه‌ها

اولاً: هزینه نگهداری این سازه‌ها اغلب بسیار کمتر از هزینه جایگزینی است.

دوماً: آنها کاری را انجام می‌دهند که برای آن در نظر گرفته شده‌اند، یعنی اطمینان از پیوستگی شبکه راه.

سوماً: اغلب به عنوان نمونه‌های با ارزش از تمدن کشور و میراث فرهنگی به شمار می‌روند.

به هر حال برخی از این سازه‌ها را بایستی از بقیه جدا نمود و این زمانی است که حفظ آنها محدودیت‌های عملکردی را تضمین نماید، مانند کاهش بارگیری قابل قبول و یا جایی که پروفیل آنها با راههای مجاور مغایرت داشته باشد. بنابراین طول عمر واقعی سازه بایستی از طول عمر طراحی جدا شود.

در کشورهایی که سابقه طولانی در طراحی سازه‌های مهندسی عمران دارند، سازه‌های بسیار زیادی با عمر حدود ۲۰۰ سال یا بیشتر وجود دارند. مسلماً این سازه‌ها برای بارهایی که اکنون به آنها وارد می‌شوند طراحی نشده‌اند. ارزیابی بر روی هزینه‌های جایگزینی این سازه‌ها اغلب نشان می‌دهد که تأمین این هزینه‌ها مشکل و تا حدودی غیرممکن است. نتیجه مهمی که از این امر گرفته می‌شود، استفاده بهینه از بودجه تخصیص یافته به ابنیه فنی می‌باشد که بیشترین دوام و پایداری ممکن را دارند.

مطالعات درخصوص ارزیابی هزینه‌های اضافی حاصل از به حساب آوردن طول عمر افزایش یافته در طول طراحی نشان می‌دهد که با کمی افزایش هزینه ساخت، در جهت بهبود دوام و پایداری سازه طول عمر آنها را به طور چشمگیری افزایش خواهد داد. مشابه این امر در نظر گرفتن سهولت نگهداری از سازه در طراحی می‌باشد، به ویژه نگهداری روزمره.

۳-۴- هزینه کاربر

با توجه به نقش عمومی راهها، بهتر است هنگام تدوین سیاست‌های مدیریتی، هزینه‌های متقبل شده توسط جامعه که همان کاربران ابنیه هستند، همراه با سایر افراد جامعه مدنظر قرار گیرد، خصوصاً خدمات عمومی که استفاده از سازه را امکان‌پذیر می‌سازد.

۳-۴-۱- سطح خدمات

سطح خدمات به امکاناتی که توسط ابنیه فنی برای جامعه کاربر مهیا می‌گردد، اطلاق می‌شود. این امر ممکن است به پارامترهای متعددی اشاره نماید:

- ظرفیت جریان ترافیکی پل

عبارت است از ظرفیت سازه در ایجاد پیوستگی در شبکه راه. اغلب اوقات مشخصات هندسی سازه چنان است که به عنوان گلوگاه در ارتباط با راههای مجاور عمل نمی‌کند و لذا سطح خدمات آن برابر با راههایی است که به آن وصل می‌شود.

- عملکرد پیوستگی برای سایر کاربران

عابران پیاده و موتورسواران یا دوچرخه‌سواران نیز از این سازه‌ها برای عبور از همان موانع استفاده می‌کنند. درمورد عابرین پیاده‌ای که سرعت و توانایی تردد آنها کمتر است، مانند معلولین و افرادی که کودکان را در کالسکه حمل می‌کنند، بایستی توجه ویژه‌ای شود و پلها مانع عبور این کاربران نگردند.

- ظرفیت بار

ظرفیت سازه برای حمل بارهای جاده‌ای عبارت است از حداکثر بارهایی که توسط آیین‌نامه بزرگراهی مجاز شمرده شده‌اند و همچنین عبور بارهای غیرمتعارف.

- ایمنی جاده

این امر بر عدم وجود تغییرات در سطح ایمنی بین جاده و سازه، دلالت دارد. این تغییرات عبارتند از: آزمایشات مربوط به مکانیزم‌های ظرفیت، نرده‌ها و عرض خطوط اضطراری و غیره.

- ایمنی سازه‌ای

عبارت است از توانایی سازه در برابر نیروهای تصادفی و یا شرایط آب و هوایی مانند اثر باد بر روی سازه‌هایی مثل پل‌های معلق یا پل‌های کابلی، مقاومت در برابر زمین‌لرزه‌ها، مقاومت در برابر حریق (درمورد پل‌های کابلی)، عدم وجود موانع به منظور کاهش برخوردهایی که مابین وسایل نقلیه سنگین رخ می‌دهد، مقاومت در مقابل تصادفات (عرشه و زیرسازه)، مقاومت در مقابل تصادفاتی که کشتی‌ها در آن دخالت دارند و مواردی مانند آن.

- دیگر عملکردها

خصوصاً عملکردهای مربوط به خدمات، مورد نظر می‌باشد. از میان این عملکردهای متفاوت و ظرفیت سازه برای انجام آنها، سطح خدمات را می‌توان از نظر کمی و کیفی ارزیابی نمود. بدین ترتیب سرویس عمومی که به وسیله پل مهیا می‌گردد، قابل ارزیابی است. انجام چنین ارزیابی با نتایج مطلق و کامل مشکل خواهد بود. در حال حاضر، رویکردهای به کار رفته با مقایسه تفاوت بین شرایطی همچون موارد ذیل به کار برده می‌شوند:

- شرایطی که در آن سازه وجود دارد و عملکردهایش را به انجام می‌رساند.
 - شرایطی که در آن سازه وجود ندارد و یا در مدت طولانی وجود ندارد.
 - شرایطی که در آن یک یا چند عملکرد در مقایسه با شرایط مرجع کاهش یافته است.
- با استفاده از این ارزیابی‌های متمایز، قضاوت درمورد سطح خدمات سازه و یا فواید آن امکان‌پذیر است.

۳-۴-۲- هزینه اختصاص یافته به کاربر

هزینه کاربر صرفاً، بیان عددی کاهش سطح خدمات است. نسبت‌ها معمولاً برای ارزیابی این نوع شاخص به کار برده می‌شوند و معمولاً در محاسبات، هنگامی که زیرساخت جدیدی انتخاب می‌شود، براساس سوددهی به کار می‌روند. به عنوان مثال، بسیاری از کشورها قیمت تمام شده برای کاربران را به این ترتیب حساب می‌کنند که مسیر بلندتری را در نظر می‌گیرند، با این احتمال که سازه وجود ندارد و سپس هزینه ساخت یک کیلومتر راه و نیز هزینه اضافه شدن به زمان سفر را در محاسبات در نظر می‌گیرند. همچنین هزینه‌های مربوط به کاهش ایمنی، با اعمال درصدهای متناسب با طول مسیر مورد نظر و ویژگی‌های خاص آن ارزیابی می‌گردد.

تمامی ارزیابی‌ها و محاسبات که با هدف اهمیت دادن به هزینه کاربر عمدتاً هزینه‌های اجتماعی مربوطه انجام می‌گردند، نمایانگر این است که این ارزش‌ها نسبت به هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه و هزینه‌های نگهداری ابنیه فنی فوق‌العاده بالا هستند. در برخی موارد از جمله تعویض درزهای انبساط، هزینه کاربر به کاهش تعداد خطوطی که بهسازی در آنها انجام می‌شود، ارتباط دارد و یا معرفی یک تغییر مسیر بسیار فراتر از هزینه‌هایی است که مستقیماً به وسیله مالک سازه پرداخت می‌شود. بنابراین در طول این کار باید به مقاومت و استحکام درز و هم چنین سهولت نگهداری آن (به عنوان مثال تعویض نوپرن) و نیز ظرفیت آن به منظور مقابله با ترافیک سنگین اولویت بیشتری داده شود.

برنامه‌ریزی مطلوب، بایستی از نگرش سودمندی یا سطح خدمات با ترکیب عملیات جاده‌ای در طول یک مسیر و در جهت کاهش فعالیت‌های نگهداری بهره جوید. ابزارهای بسیار مناسبی که می‌توانند برای این منظور به کار گرفته شوند، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی^۱ و اطلاع‌رسانی راهها^۲ هستند. به ویژه، اطلاعات جغرافیایی^۳ مربوط به هر درخواست، کار بهینه‌سازی را تسهیل می‌بخشد.

۳-۵- تغییرات بارگذاری

تاریخ اخیر در برخی از کشورها تغییرات سریعی را برای ضوابط بارگذاری جاده‌ای بر حسب بار دو محوره و حداکثر بار مجاز، نشان می‌دهد. تغییرات قابل توجه منطقه‌ای، ملی و مهم‌تر از همه، تجارت بین‌المللی نشانگر ادامه تغییرات در بارگذاری جاده‌ای می‌باشد. بین‌المللی کردن تبادلات جاده‌ای علیرغم تلاش در جهت توسعه سایر وسایل حمل‌ونقل کالاهای سنگین، به سوی یکنواختی در مقررات بارگیری جاده‌ای پیش می‌رود و این امر موجب هماهنگی در حداکثر بار مجاز جاده‌ای می‌گردد. برخی کشورها، از قبیل انگلستان در بالا بردن ظرفیت سازه‌های موجود مطابق مقررات جدید حداکثر بار مجاز و مقاوم سازی آنها، با مشکلات عمده‌ای روبرو هستند.

بدیهی است که این افزایش بار مجاز تأثیر مستقیمی بر ابنیه فنی دارد. پدیده‌ای همچون «خستگی» که رفتار آن به خوبی در سازه‌های فلزی مطالعه شده است، اما در حال حاضر در تمامی سازه‌ها مشاهده می‌شود، در صورتی که ابعاد سازه‌ها از ابتدا به درستی در نظر گرفته نشده باشد، ممکن است منجر به خرابی زودرس گردد. این تغییرات در مقررات به ناچار منجر به زیر استاندارد بودن سازه‌های قدیمی می‌شود.

معدودی از کشورها مقررات و توصیه‌هایی در زمینه تغییرات بار مجاز جاده‌ای ارائه نموده‌اند. برخی از کشورها از میزان رشد ترافیک استفاده می‌کنند که افزایش نسبی را در حمل کالاهای سنگین نشان می‌دهد (به فرض این که میزان تردد بر روی سازه بدون تغییر باقی می‌ماند). البته معلوم نیست که این افزایش در مقررات بار مجاز متناسب با محاسبات سازه منعکس شده باشد.

در این شرایط مسأله ابعاد سازه‌ها در ارتباط با بارهای مجاز نیاز به بررسی دارد و ممکن است همانند یک اقدام پیشگیرانه به منظور ساخت سازه‌های بزرگتر اغواکننده باشد. به آسانی می‌توان نشان داد که به حساب آوردن بارهایی با

1- Geographic Information Systems(GIS)

2- Road Information Systems

3- Cartographic information

افزایش ۱۰٪ بیش از حدود مجاز در مرحله طراحی سازه‌ها، تنها چند درصد در هزینه‌های ساخت تأثیر دارد. اگرچه بایستی توجه مدیران را به سرعت بخشیدن در این تصمیم‌گیری جلب نمود. در این صورت سیاستمداران تصمیم به افزایش سریع حدود مجاز فراتر از آن چیزی که توسط متخصصین تخمین زده شده است، می‌گیرند، که منجر به عدم فایده و یا حتی تأثیر منفی می‌گردد، همچنان که احتمال مقاوم‌سازی تمامی سازه‌های قدیمی بعید خواهد بود.

۳-۶- محدودیت‌های عملکردی

ابنیه فنی به جهت نوع خدمت رسانی که انجام می‌دهند، بایستی دارای ظرفیت‌های مناسبی باشند تا نیازهای عملکردی از جمله موارد زیر را تأمین نمایند.

- ظرفیت تحمل ترافیک جاده
- پیوستگی شبکه راهها برای کاربران به جز رانندگان وسیله نقلیه
- تحمل ظرفیت
- ایمنی راه
- ایمنی سازه‌ای
- پشتیبانی از خدمات

اما شرایط حاکم بر سازه‌ها ثابت نیست. در واقع خیلی سریع با مقتضیات جامعه تغییر می‌کند. همچنین ممکن است نیازهای جدیدی همچون اضافه نمودن زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی به ابنیه فنی مانند واگن‌های برقی، قطار سبک و غیره به وجود آید. به طور مشابه در زمینه گردشگری شاید لازم باشد که به عابرین پیاده به عنوان کاربر تأکید بیشتری شود که البته قبلاً در نظر گرفته نشده است. به همین ترتیب مقاطع و اشکال سازه‌ها متناسب با کارکردهای جدید تغییر می‌کند.

نهایتاً، موضوع حساسی به نام ایمنی وجود دارد. تقاضای عمومی در این زمینه به حق بسیار بالا است، البته مسایل فنی نیز بی‌اهمیت نیست. اغلب تجهیزات محافظ جدید بایستی بر سازه‌هایی که از ابتدا طراحی نشده‌اند، نصب گردند. این امر ممکن است برای تقویت سازه ضروری باشد، به طوری که قادر به تحمل بار اضافی ناشی از نصب تجهیزات جدید باشد. همچنین باید از این که سازه جدید قادر به تحمل تردد و حفظ پیوستگی برای خدمات اضطراری به دنبال حوادثی همچون زلزله‌ها را دارد، اطمینان حاصل نمود. به هنگام استفاده از ضوابط استاندارد زلزله به عنوان یک مرجع بایستی موارد زیر تضمین شوند.

- استحکام ابعادی روسازه و پایه‌ها
- تحمل بار سازه برای خودروهای امداد
- محدودیت‌های مربوط به تغییر مکان روسازه و تکیه‌گاه
- نگهداری شبکه‌های استراتژیک از جمله برق و مخابرات

این شرایط ممکن است منجر به اقدامات پرهزینه جهت مقاومسازی شود. تغییر در شرایط عملکردی حاکم بر ابنیه فنی به این معنی است که پیش‌بینی ضروریات آینده توسط طراحان همواره سخت‌تر است. این در حالی است که ممکن است ضروریاتی که در دوره کوتاه‌مدت و حتی میان‌مدت هستند، پیش‌بینی شده باشند، ولی در مورد شرایطی که ممکن است در طول عمر هر سازه مطرح شوند این امر صادق نیست. تصور همه نیازهای قطعی که برای سازه‌های با عمر ۸۰ تا ۱۲۰ سال وجود دارد به سادگی امکان‌پذیر نمی‌باشد. بنابراین طراح باید محتاطانه عمل کند:

- پیشنهاد ابعاد عملکردی که شرایط آینده را به حساب می‌آورد، البته تنها به اندازه دوره میان‌مدت.
- انتخاب المان‌های طراحی که امکان تغییرات ساده را برای سازه در نظر می‌گیرد. مانند امکان تغییر پهنای سواره رو (به اندازه اضافه شدن کنسول‌ها) یا امکان افزایش ظرفیت باربری (با به کار بردن المان‌های پیش‌تینده) ضمن حفظ فضای کافی برای شبکه‌ها و ارتباطات آتی.

۳-۷- هزینه طول عمر مفید

با هدف تعیین بودجه تعمیر، تقویت و جایگزینی ابنیه فنی، هزینه عمر مفید آن محاسبه می‌شود. این امر بر اساس اصولی است که مشکل می‌توان با یک روش فنی و هزینه‌های مربوط به آن بدون داشتن آگاهی کافی از نتایج درازمدت این روش بر سازه تصمیم‌گیری نمود. مانند سودمندی یا سطح خدمات آن، تعمیر و نگهداری آتی، نگهداری سالانه سازه و هزینه‌های اجتماعی مرتبط با فعالیت‌های تعمیر و نگهداری.

برای هر تصمیم مهم که در رابطه با طول عمر سازه اتخاذ می‌گردد، ارزیابی هزینه وابسته به آن مهم است. بدیهی است چنین ارزیابی در هنگام ساخت سازه می‌تواند به منظور ارزیابی دیگر راهبردهای نگهداری انجام شود. این امر می‌تواند به منظور انتخاب بهینه نوع سازه، از لحظه انتخاب سازه و طراحی آن به کار برده شود و هزینه‌های مربوط نیز به حساب آورده شود.

به منظور امکان مقایسه صحیح هم‌زمان میان حوادثی که به طور هم‌زمان اتفاق نیفتاده‌اند، با استفاده از یک ضریب تنزیل، هزینه‌های تمام شده کاهش می‌یابد و این امکان را به وجود می‌آورد که در آینده و حتی گذشته هزینه‌ها و سودها به نرخ روز دریافت شوند. این ضریب، به جای هزینه‌های جاری، اولویت‌های عمومی را برای هزینه‌های آینده منعکس می‌نماید. همچنین درآمدهای جاری را به جای آنچه که در آینده انتظار می‌رود، نشان می‌دهد.

$$A = A_0 \left(\frac{1}{1+r} \right)^n$$

که در آن A تنزیل هزینه یا سود در سال n ام است، A_0 سود محاسبه شده مربوط به زمانی است که اتفاق رخ می‌دهد و r میزان تنزیل می‌باشد. ارزش میزان نرخ تنزیل در هر کشور متفاوت است و اغلب به وسیله دولت تعیین می‌گردد. این امر به منظور ثبات و ممانعت هر چه بیشتر از تغییر در نتایج به دست آمده از کاربرد آن می‌باشد. در اکثر مواقع فرمول محاسبه نرخ تنزیل مستقل از تورم است، همچنین تمامی هزینه‌ها بر اساس پول رایج محاسبه شده است (بند ۹-۳). این روش به مدیران اجازه می‌دهد تا بهترین راهبرد را برای مرمت ابنیه فنی، تعیین کنند. همچنین این روش

می‌تواند برای تمام سازه‌های موجود به منظور تأکید بر روش‌های عمومی سیاست نگهداری به کار گرفته شود. در هر دو مورد بررسی به عمل آمده هزینه‌های متفاوتی را به حساب می‌آورد:

- **سطح اول** شامل به حساب آوردن هزینه‌هایی است که مستقیماً به وسیله مالک سازه پرداخت می‌شود.
- **سطح دوم** شامل به حساب آوردن هزینه‌های اجتماعی است. به عبارت دیگر هزینه‌ها به صورت عمومی پرداخت می‌شوند حتی اگر این هزینه‌ها به شکل پول نباشد.

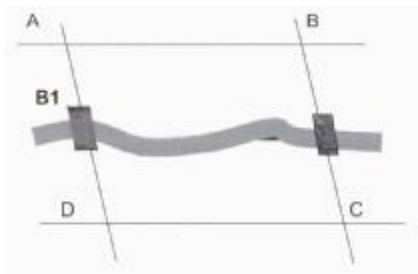
مسلماً استفاده از این روش در چارچوب سطح دوم مناسب‌تر است. در چنین شرایطی ممکن است منجر به سیاستی شود که به وضوح متفاوت از نتیجه حاصل از کاربرد هزینه عمر مفید بدون در نظر گرفتن هزینه‌های کاربر باشد. یک مرحله گذرا نیز ممکن است پیش‌بینی شود که در آن هزینه‌های اجتماعی به تدریج در نظر گرفته می‌شود. این امر توسط ضریب I که مابین 0 و 1 می‌باشد، قابل انجام است. مثالی از کاربرد هزینه عمر مفید در پیوست ۱ آمده، که در آن مقایسه دو روش نگهداری پل‌های جاده‌ای انجام شده است. موضوع مهمی که از این مثال نتیجه‌گیری می‌شود، آن است که هزینه‌های اجتماعی در انتخاب نهایی سرنوشت ساز می‌باشند.

۳-۸-۸- کاربرد هزینه عمر مفید

به منظور ارزیابی امکانات و نتایجی که می‌تواند کاربرد هزینه عمر مفید را مورد بررسی قرار دهد، یک مدل پایه ساخته شده است. برای آسان‌سازی، این امر در یک سطح منحصر به فرد انجام شده و پلی کوچک در یک جاده محلی (فرعی) انتخاب شده است. اگر مدل پایه برای پل مهمی که در جاده اصلی واقع است به کار رود، تمامی ارزش‌ها زیادتیر می‌شوند، اما نه با نسبت‌های یکسان. خصوصاً هزینه‌های کاربر به اندازه‌ای که تأثیر قابل توجهی در محاسبات داشته باشند، افزایش می‌یابند. به عنوان نمونه هزینه‌های نگهداری در مقایسه با هزینه‌های کاربر خیلی کمتر در نظر گرفته می‌شوند.

۳-۸-۱- فرضیه ارزیابی مزیت پل

اولین چیزی که در نظر گرفته می‌شود، ارزیابی منافع و مزایای یک پل به روش سود- هزینه می‌باشد. این امر ساده‌ای نیست. در حال حاضر پذیرفته شده است که منافع کسب شده از پل همسان با سودی است که از جاده به دست می‌آید، زیرا کارشناسان اقتصادی عقیده دارند اگر پلی خراب شود و یا قابل استفاده نباشد، همسان با این است که جاده‌ای وجود ندارد. شبکه ساده‌ای را در نظر بگیرید که در آن نقطه A به D توسط پل B_1 ارتباط دارد. فرض کنید راه دیگری برای رفتن از A به D وجود دارد و آن راه $A-B-C-D$ است.



بنابراین منافع پل B₁ واقع در قسمت AD، می‌تواند با مقایسه مابین کاربرد مسیر AD و مسیر A-B-C-D ارزیابی شود. این امر با مقایسه پارامترهایی چون زمان، فاصله و ایمنی^۱ قابل برآورد است. در مثال فوق، فرضیه‌ها عبارتند از:

- طول قسمت AD: ۳ کیلومتر
- طول جاده انحرافی A-B-C-D: ۹ کیلومتر (افزایش فاصله به سبب خرابی یا نقص پل B₁: ۶ کیلومتر)
- میزان ترافیک مسیر AD: روزانه ۶۰۰۰ وسیله نقلیه که ۱۰٪ آن وسایل نقلیه سنگین می‌باشد.

محاسبه هزینه کاربر

میانگین سرعت: ۶۰ کیلومتر بر ساعت
افزایش زمان استفاده از A-B-C-D به جای AD: ۶ دقیقه

وسایل نقلیه سبک

- هزینه اتلاف وقت (با فرض ۱۱ یورو در ساعت) $\bar{D} = 1/10 = (6 \div 60)$
- هزینه افزایش مسیر (با فرض ۰/۰۸۶ یورو در کیلومتر) $\bar{D} = 0/52 = 6 \times 0/086$
- هزینه مصرف سوخت اضافی (با فرض مصرف ۸ لیتر در ۱۰۰ کیلومتر و قیمت ۱ یورو برای هر لیتر) $\bar{D} = 0/48 = 1 \times 6 \times (8 \div 100)$
- جمع کل $\bar{D} = 2/10 = 0/52 + 0/48 + 1/10$
- جمع کل برای یک روز $\bar{D} = 11340 = 2/10 \times 5400$
- جمع کل برای یک سال $\bar{D} = 4139100 = 11340 \times 365$

وسایل نقلیه سنگین و کامیون‌ها

- هزینه اتلاف وقت (با فرض ۲۹ یورو در ساعت) $\bar{D} = 2/90 = 29 \times (6 \div 60)$
- هزینه مصرف سوخت اضافی (با فرض ۳۵ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر و قیمت ۰/۸۰ برای هر لیتر) $\bar{D} = 1/68 = 6 \times 0/80 \times (35 \div 100)$
- جمع کل $\bar{D} = 4/58 = 2/90 + 1/68$
- جمع کل برای یک روز $\bar{D} = 2748 = 4/58 \times 600$
- جمع کل برای یکسال $\bar{D} = 1003020 = 2748 \times 365$

جمع کل هزینه کاربر: $\bar{D} = 5142120 = 4139100 \bar{D} + 1003020 \bar{D}$

۱- پارامتر ایمنی در این مثال محاسبه نشده و آن به دلیل کمبود جزئیات مربوط می‌باشد.

این میزان هزینه بسیار مهم است. بنابراین، برای داشتن یک رویکرد معقول و منطقی، پیشنهاد می‌شود که از یک ضریب کاهش استفاده شود و بیانگر آن است که سود به وجود آمده از طریق پل B_1 کاملاً همسان با ارزش راه AD نیست. این ضریب ممکن است به روشی ساده به عنوان نسبتی از ارزش اولیه پل در مقایسه با ارزش اولیه جاده AD (شامل پل B_1) محاسبه شود. بدین معنا که مزایای ایجاد شده توسط بخش AD مابین هریک از موارد سهم در عملکرد جاده تقسیم می‌شود. در مثال: فرض می‌کنیم که ارزش‌های اولیه عبارتند از:

$$60000 \text{ } \text{€}$$

پل B_1

$$7270000 \text{ } \text{€}$$

جاده $AD + B_1$

$$60000 \div 7270000 = 0.00825$$

ضریب کاهش:

نهایتاً، سود سالانه برای نگهداری از پل B_1 با توجه به سطح خدمات اولیه برابر است با:

$$5142120 \times 0.00826 = 424225 \text{ } \text{€}$$

۳-۸-۲- فرضیه هزینه‌های مستقیم نگهداری

- فرض می‌شود که هزینه نگهداری تابعی از پیچیدگی پل است. به منظور آسان‌سازی، هزینه نگهداری به صورت ارزش اولیه پل تقسیم بر مدت زمان نگهداری دوره‌ای در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر، اگر هزینه ساخت پل ۴۰۰۰ واحد باشد و اگر مدت زمان نگهداری دوره‌ای ۱۰ سال باشد (در سال‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و غیره) یک ارزش ۴۰۰ واحدی برای هر دوره ۱۰ ساله نگهداری منظور می‌گردد.
- از طرفی دیگر بدیهی است که مستقل از سطح نگهداری، تکرار این امر در استحکام سازه مؤثر است. طولانی شدن مابین دوره‌های نگهداری، ریسک خسارت جبران ناپذیر را افزایش می‌دهد. لذا برای به حساب آوردن آن، ضریب CP به شرح جدول زیر به کار برده می‌شود:

ضریب CP	نگهداری دوره‌ای
۱،۰۰	۵ سال
۱،۱۰	۱۰ سال
۱،۲۰	۲۰ سال
۱،۳۵	۴۰ سال

- با توجه به این مسأله که مستقل از هر روش نگهداری، بالا رفتن عمر در شرایط پل مؤثر خواهد بود و نیازمند نگهداری بیشتر و بیشتر است، ضریب دیگری معرفی شده است. این ضریب به صورت نسبتی از عمر سازه انتخاب شده است:

$$CA = 1 + (100 \div \text{عمر پل})$$

در انتها ضریبی معرفی شده است جهت منظور کردن نگهداری پیشین که تأثیر مفیدی بر شرایط فعلی پل داشته است. هزینه نگهداری پیش بینی شده متناسب با میانگین وزنی نگهداری‌های قبلی کاهش یافته است.

این ضریب عبارت است از
$$CH \times \frac{\sum_{i=0}^{i-1} CE^i x n^i}{\sum_{i=0}^{i-1} n^i}$$
 که در آن CE^i هزینه نگهداری‌های پیشین و n^i تعداد سال

مربوط به عملیات نگهداری می‌باشد. به منظور کسب اثر واقعی این بعد، ضریب تاریخی نگهداری‌های قبلی CH در ۰/۰۵ انتخاب شده است.

۳-۸-۳- فرضیه هزینه‌های غیرمستقیم

• هزینه عملیات

عبارت است از هزینه‌های عملیات مختلف کارگاهی و نیز علایمی که به هنگام بستن قسمتی از جاده استفاده می‌شود و این مقدار به طور قراردادی به میزان ۲۵٪ از هزینه نگهداری مستقیم تخمین زده شده است.

• هزینه کاربر در طول نگهداری

فرض شده است که هزینه‌های کاربر متناسب با مدت زمان انجام عملیات کارگاهی باشد. هزینه کاربر عبارت است از کاهش سود سالانه که ناشی از عدم استفاده از پل طی مدت زمان انجام عملیات می‌باشد، همان طور که در بخش ۳-۸-۱ شرح داده شده است. این یک روش محاسبه ساده است و اگر در عملیات کارگاهی طراحی ویژه‌ای به منظور حداقل نمودن سردرگمی رانندگان صورت پذیرد، همانند اجرای عملیات به صورت خط به خط یا استفاده از چراغهای راهنمایی، این اعداد واقعی نیست.

۳-۸-۴- محاسبات و نتایج اصلی

جدولی با استفاده از نرم افزار Excel برای موارد شرح داده تهیه شده است. روش‌های گوناگون در قالب جداول مختلف که در پیوست ۲ آمده، بررسی شده‌اند. محاسبه برای مدت ۱۰۰ سال و با استفاده از یک نرخ کاهشی تصحیح کننده، انجام شده است.

در آخرین ستون، کل هزینه عمرمفید شامل هزینه ساخت، تمامی هزینه‌های نگهداری، به همراه هزینه‌های غیرمستقیم و هزینه‌های کاربر ارایه شده است. این جدول بررسی تأثیر پارامترهای زیر را امکان‌پذیر می‌سازد:

- نگهداری دوره‌ای

- نرخ تنزیل

- ارزش CH (ضریب مربوط به نگهداری‌های پیشین)

جدول زیر نمونه‌ای از این محاسبه را نشان می‌دهد. چهار نگهداری دوره‌ای: در سال‌های ۵ و ۱۰ و ۲۰ و ۴۰ و

هشت نوع نرخ تنزیل از ۱٪ تا ۸٪ به صورت زیر در نظر گرفته شده است.

این جدول توازن سود- هزینه را نشان می‌دهد. سودها همیشه بیشتر از هزینه‌ها هستند. این بدان خاطر است که در مثال فوق سیاست‌های نگهداری طوری در نظر گرفته شده‌اند که عملیات نگهداری به منظور بالا نگهداشتن سطح خدمات، انجام گیرد.

هزینه‌های مستقیم اجرا	%۸	%۷	%۶	%۵	%۴	%۳	%۲	%۱	نرخ تنزیل	
۱۳۵۶۸	۳۲۵۲۱	۳۷۲۶۶	۴۳۵۳۳	۵۲۱۴۱	۶۴۵۲۶	۸۳۳۴۷	۱۱۳۷۷۳	۱۶۶۳۵۱	۵ سال	نگهداری دوره‌ای
۱۲۶۳۸	۳۲۶۱۹	۳۷۳۴۷	۴۳۵۹۹	۵۲۱۵۷	۶۴۴۷۷	۸۳۱۸۲	۱۱۳۳۹۱	۱۶۵۵۲۷	۱۰ سال	
۱۱۵۶۶	۳۲۹۱۱	۳۷۶۴۰	۴۳۸۷۷	۵۲۴۲۵	۶۴۶۹۴	۸۳۲۹۰	۱۱۳۲۵۳	۱۶۴۸۱۷	۲۰ سال	
۱۲۴۹۶	۳۳۳۴۸	۳۸۱۳۴	۴۴۴۲۶	۵۳۰۲۴	۶۶۳۳۵	۸۳۹۶۴	۱۱۳۹۸۳	۱۶۵۷۶۶	۴۰ سال	

۳-۸-۵- شناخت

- ۱- هر نرخ تنزیلی که در نظر گرفته می‌شود، نگهداری‌های دوره‌ای تأثیر کمی در نتایج دارند. حداکثر نوسان در محاسبه کل سود- هزینه (WLC) تنها ۲/۵۴٪ برای نرخ تنزیل ۰/۸ می‌باشد، لذا این که هر چند وقت یک بار نگهداری انجام می‌شود، اهمیت کمی در این نمونه دارد (توجه داشته باشید که فرضیات در نظر گرفته شده در این بررسی ممکن است تأثیر زیادی در نتیجه داشته باشد).
- ۲- در محاسبه سود- هزینه، ارزیابی سود به طور قابل توجهی مهم‌تر از دیگر هزینه‌ها است. می‌توان این طور تفسیر نمود که "ثابت نگهداشتن سطح خدمات بسیار مهم‌تر از آن است که با بهترین روش‌های فنی موجب سردرگمی در ترافیک شویم". ایجاد هر محدودیتی در سطح خدمات همانند کاهش سرعت، کاهش ترافیک عبوری و یا اجازه ندادن به عبور دسته‌ای خاص از کاربران همانند کامیون‌ها و حتی عابران پیاده، تأثیر عمیقی بر ارزیابی منافع دارد.
- در تکمیل این نظریه باید گفت به هنگام انتخاب روش‌های ممکن نگهداری، بسیار مهم است که روشی برگزیده شود که کمترین هزینه مصرف کننده را دارا باشد و حداقل زمان عملیات کارگاهی را در برگیرد. محاسبه برای چنین انتخابی بایستی با مقایسه دو یا چند روش تعمیر انجام شود. برای منظور نمودن تأثیر هزینه‌های کاربر بایستی دقت لازم صورت گیرد.
- در این مورد، مهم است که مقایسه برای یک بازه زمانی قابل توجه صورت پذیرد. روش‌های مختلف تعمیر پل دارای شرایط متفاوتی هستند. برای در نظر گرفتن این مسأله، ارزیابی بایستی در یک دوره زمانی بیش از ۳۰ یا ۴۰ سال انجام پذیرد. جهت کسب اطلاعات بیشتر به مثالی که در پیوست شماره ۱ آمده است، رجوع شود.
- ۳- مبلغ هزینه شده توسط مالک (هزینه مستقیم نگهداری + هزینه عملیات) به نسبت دوره زمانی نگهداری بسیار جزئی تغییر می‌کند. پایین‌ترین هزینه مربوط به دوره ۲۰ ساله می‌باشد. این امر باید به دقت مورد توجه قرار گیرد.

جدول زیر بدون کاربرد هر میزان تنزیلی نشان می‌دهد که چه سرمایه‌هایی مستقیماً از سوی مالک حمایت

می‌شوند:

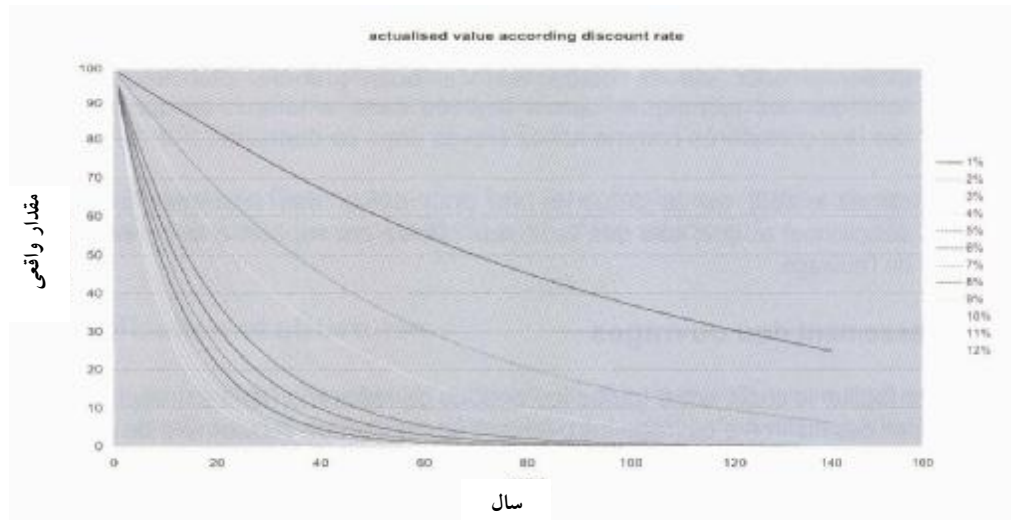
هزینه‌های مستقیم	زمان نگهداری دوره‌ای
۱۳۵۸۸	۵ سال
۱۲۶۳۸	۱۰ سال
۱۱۵۶۸	۲۰ سال
۱۲۴۹۸	۴۰ سال

۴- قدرمطلق‌های WLC کاملاً به وسیله میزان تنزیل، تحت تاثیر قرار گرفته‌اند. اما نهایتاً، اعتبار کمی دارند، چون در بسیاری از کشورها، سیاستمداران یا دولتمردان نرخ تنزیل را تعیین می‌کنند. دانستن این مسأله که چه ریسکی هنگام محدود نمودن بارهای وارد به سازه ایجاد می‌شود، مورد نظر می‌باشد. به طور مثال ممکن است محدود کردن عبور ماشین‌های باری از یک سازه خاص لازم و ضروری باشد. به منظور پی بردن به چنین ریسکی، در اختیار داشتن ارزیابی دقیق و قابل اعتمادی از شرایط پل ضروری است. وجود روش‌های دقیقی برای تعیین اطمینان پل، بسیار مفید است. پیاده نمودن BMS های اصلی شامل این نوع روش پیشرفته می‌باشد. متأسفانه سالهای زیادی باید طی شود تا سودمندی این روش پیشرفته شناخته شود.

۳-۹- انتخاب دقیق در هماهنگ نمودن نرخ تنزیل / دوره هزینه عمر مفید

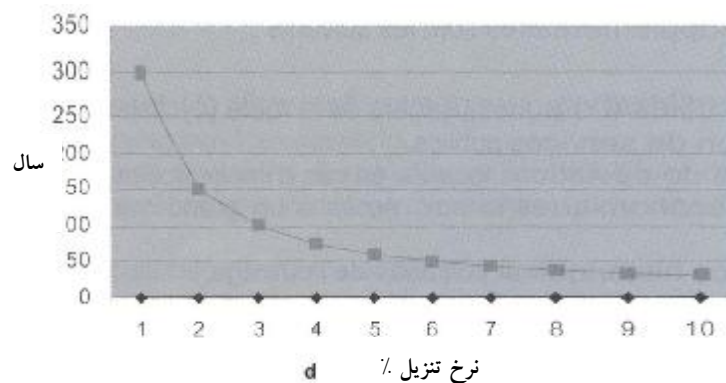
انتخاب نرخ تنزیل معمولاً بر عهده مدیر نیست. دولت‌ها، میزان را تعیین می‌کنند. همان طور که در بالا نشان داده شد، این میزان به منظور مقایسه راه‌حل‌های مختلف برای احداث زیرساخت‌های جدید و امکان‌پذیر کردن مقایسه بین هر یک از آنها به کار برده می‌شود. این روش اجازه می‌دهد تا میزان بازده داخلی، به همراه بهترین تاریخ شروع استفاده تعیین شود.

در مدیریت ابنیه فنی، کاربرد این روش سؤالاتی را مطرح می‌کند. انتخاب نرخ تنزیل نسبتاً بالا، همانند آن چیزی که اغلب کشورها در نظر گرفته‌اند (مابین ۰.۶٪ تا ۰.۸٪ در سال) منجر به کاهش سرمایه‌گذاری‌ها و منفعت‌ها در درازمدت می‌شود. اما ابنیه فنی، سازه‌هایی با طول عمر طولانی هستند (بند ۳-۲). مهم‌تر آنکه، ارزیابی منافع تعمیر و نگهداری سازه‌ها یک فعالیت درازمدت است. ذکر این نکته که سیاست‌های پیشگیرانه نگهداری در یک دوره ۱۰ ساله چه تأثیری بر استفاده از سازه دارد تقریباً غیرممکن است. یک دوره ۲۰، ۳۰ یا ۴۰ ساله لازم است تا بین سیاست‌های پیشگیرانه نگهداری و فعالیت‌هایی که برای درمان و تعمیر سازه‌ها انجام می‌شوند، ارزیابی صورت پذیرد.



شکل ۳- تغییر هزینه برطبق زمان و نرخ تنزیل

این نمودار، تغییرات هزینه و یا سود را در مورد پلی با ارزش اولیه ۱۰۰ واحد و با استفاده از نرخ تنزیل‌های متفاوت نشان می‌دهد. انتخاب ارقام درشت نرخ تنزیل برای ارزیابی درازمدت، به دلیل پایین بودن ارزش به دست آمده، خطرناک خواهد بود. هنگام کاربرد روش هزینه عمر مفید بایستی احتیاط لازم صورت گیرد. برای اثبات این موضوع، در نمودار زیر رابطه بین زمان و نرخ تنزیل نشان داده شده است. در این نمودار کاهش ارزش اولیه به میزان ۵٪ ثابت فرض شده است.



شکل ۴- تغییر زمان به نسبت نرخ‌های تنزیل با منظور نمودن کاهش ثابت ۵٪ در ارزش اولیه سازه

با استفاده از نمودار فوق برای نرخ‌های تنزیل ۶٪ و ۸٪ به ترتیب زمان‌های ۵۱ و ۳۸ سال محاسبه می‌شود. وجود این محدودیت برای مقادیر نرخ تنزیل با توجه به مشکلات مطرح شده مشخص است. نتایج سیاست‌های متمرکز بر اقدامات درمانی تنها می‌توانند برای دوره‌ای کوتاه مدت نسبت به طول عمر قابل پیش‌بینی سازه‌ها ارزیابی و تعیین شوند. بنابراین مدیران با انتخابی میان موارد زیر مواجه هستند:

- در روش هزینه عمر مفید، وقتی تصمیم‌گیری‌ها دارای نتایج فنی با زمان محدود هستند، از نرخ‌های تنزیل با مقادیر بالا استفاده می‌شود.

- در روش هزینه عمر مفید به منظور تعیین راهبردهای درازمدت، نرخ‌های تنزیل پایین‌تر به نسبت طول عمر قابل پیش‌بینی سازه انتخاب می‌شود.

۳-۱۰- طبقه‌بندی سازه‌ها

به منظور سهولت در انتخاب میان اقدامات تعمیر و عملیات نگهداری، اغلب مالکان سازه‌های شان را طبقه‌بندی می‌کنند. این امر مستلزم به کارگیری یک شاخص عملکردی است که ارزش اقتصادی- اجتماعی سازه را به عنوان قسمتی از کل شبکه راه، اندازه می‌گیرد. با یک روش ساده این شاخص ممکن است بر پایه طبقه‌بندی کلی شبکه باشد، که امری رایج می‌باشد. این شاخص برای کل راه و یا بخشی از آن به دست آمده است و اهمیت آن اشاره بر کل شبکه است. معمولاً معیارهای انتخاب این شاخص عبارتند از:

- ترافیک و ترکیب آن
 - مسیر تحت بررسی که ارتباط دهنده مراکز اقتصادی است و اهمیت آن قبلاً برآورد شده است.
 - میزان اقدامات ساده‌ای که با آنها بتوان مسیر دیگری را جایگزین نمود.
- اگرچه این شاخص‌ها ممکن است برای سازه‌های خاص و منحصر به فرد نیز به کار برده شود. در این صورت همراه با اهمیت کلی یا جزئی مسیر (بخش ۱-۴-۳) عملکرد خود سازه‌ها نیز به حساب می‌آید. سایر معیارها عبارتند از:
- عملکردهایی که برای دیگر کاربران راه مفید است (موتورسواران، دوچرخه‌سواران، عابرین پیاده)
 - عملکرد انتقال شبکه‌های خدماتی دیگر (مخابرات، برق،...)
 - دسترسی به مسیرهای محلی، در صورت عدم امکان استفاده از سازه
 - عوامل اقتصادی محلی، مانند نزدیکی به کارخانه یا مراکز صنعتی
 - اهمیت تاریخی و فرهنگی سازه
 - تأثیر سازه بر صنعت گردشگری
- بر اساس این معیارها و نیز مواردی که به راه وابسته هستند، یک شاخص اقتصادی- اجتماعی برای هر سازه به دست می‌آید. این شاخص به عنوان یک معیار اضافی به کار می‌رود که موجب اولویت‌بندی امور مختلف در سازه‌ها می‌گردد.

اگرچه، اغلب کاربرد این نوع شاخص به تعیین پارامترها و قوانین پیچیده‌تری نیاز دارد تا به روابط ساده‌ای از شاخص‌های اجتماعی- اقتصادی وابسته به سازه برسد. در حقیقت، قوانین بیش از اندازه ساده حتی ممکن است منجر به امری که برای سازه‌ها هرگز اتفاق نمی‌افتد، شود و سریعاً منجر به مشکلات ایمنی که غیرقابل قبول هستند، می‌گردد و یا قسمتی از سازه از بین می‌رود. بنابراین بهتر است که ارزش پارامترها را قبل از اثبات آنها به عنوان یک روش برای این که در تمامی موارد مناسب باشند، آزمایش کنیم.

۳-۱۱- مدل‌های پیش‌بینی بر پایه عمر سازه

به منظور تنظیم سیاست‌های مدیریتی مناسب، نیاز است تا نتایج حاصل از نگهداری‌های ویژه با استفاده از روش هزینه عمر مفید ارزیابی شوند. بدین منظور نتایج فنی حاصل از انتخاب در نوع نگهداری و تعمیر، حتی بازسازی در درازمدت، بایستی شبیه‌سازی شود. مدل‌های پیش‌بینی بر پایه عمر سازه بایستی به شکل واقعی به کار برده شوند. این مدل‌ها که در حال حاضر در جاده‌ها استفاده می‌شود، در حالت خاص برای روسازی به کار برده شده‌اند اما برای ابنیه فنی استفاده نشده‌اند. شاید به دلیل تعدادی از پارامترها که تأثیر مهمی بر بالا رفتن عمر سازه دارند، مشکلاتی در ساخت مدل‌ها بروز نموده و لازم است که تعداد زیادی از مقادیر که مشخص نمودن آنها مشکل است، ارایه شوند. دسته‌ای از متغیرها که کامل نیستند عبارتند از:

- نوع ضوابط طراحی به کار گرفته شده و دقت آنها
- کیفیت ابزارهای طراحی (مدل‌سازی) موجود
- نوع سازه
- لحاظ نمودن نگهداری آتی در طراحی (مثلاً مکانیزم شستشوی زهکش‌ها و طراحی تجهیزات خودشوی و غیره ...)
- کیفیت مواد به کار رفته
- کیفیت تولید (به طور مثال کیفیت پوشش روکش فلزی)
- تا چه اندازه بارهای استفاده شده در محاسبات با بارهای واقعی وارد به سازه مطابقت دارد (مانند افزایش بار محوری ناشی از وزن یا فرکانس و شدت بارهای اضافی و مانند آن)
- روشی که طبق آن نگهداری عمومی اجرا شده است (به طور مثال تصفیه شبکه‌های جمع‌آوری آب و زهکشی)
- عوامل آب و هوایی و زیست‌محیطی (مانند مجاورت با عوامل آلودگی شدید، نفوذ آبهای آلوده در آبهای محلی، نمک‌های ضد یخ و غیره)
- اثر حوادث (مانند زلزله، تصادفات رانندگی و ...)
- و غیره

پیچیدگی ترکیب این عوامل به این معنی است که مدل‌های ساده‌ای برای تعیین عمر نمی‌توانند ساخته شوند. در رویکرد عملی به مشکلات، تلاش می‌گردد تا بر بخش‌های کوچک سازه تمرکز شود. این روش کاملاً امیدوار کننده است زیرا تعدادی از متغیرهای مناسب را به بخشی از سازه مربوطه محدود نموده و نتیجه قابل قبولی به دست می‌آید. مشکلی که به وجود می‌آید این است که چگونه مدل‌های مذکور را که برای قسمت‌های مختلف سازه بوده و مستقل از یکدیگر نیستند، با هم ترکیب نماییم. در مورد مدل‌های طول عمر سازه، بیشترین پیشرفت مربوط به خود مصالح می‌باشد. فلز با مشکلاتی نظیر خستگی و خوردگی مواجه است. بتن نیز از لحاظ نفوذ یون‌هایی که در محیط وجود دارند، مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته و مشکلاتی مانند واکنش قلیایی سیلیس یا واکنش‌های سولفات نیز اکنون بهتر شناخته شده‌اند.

این مسأله با تکنیک‌های تحقیق و بررسی در ارتباط است، خصوصاً روش‌های غیرمخرب که قادر به عرضه وسیعی از اطلاعات برای تعداد زیادی از سازه‌های در دست استفاده هستند. این تجربه منجر به کسب شناخت کافی به منظور امکان‌پذیری مدل‌های تعیین عمر سازه می‌شود.

استفاده روزافزون از نمونه‌های قدیمی تصویر بدبینانه‌ای را ترسیم می‌کند. برعکس، تاریخ اخیر به ما نشان داده است که بایستی در برابر آنچه که احساس می‌کنیم در خصوص این مشکلات می‌دانیم، میانه‌رو باشیم. شکی نیست که نقص‌های جدید، یا آنهایی که امروزه کمتر شناخته شده‌اند و یا نامعلوم هستند، خود را در آینده نشان دهند.

۱۲-۳- ارزیابی هزینه ریسک

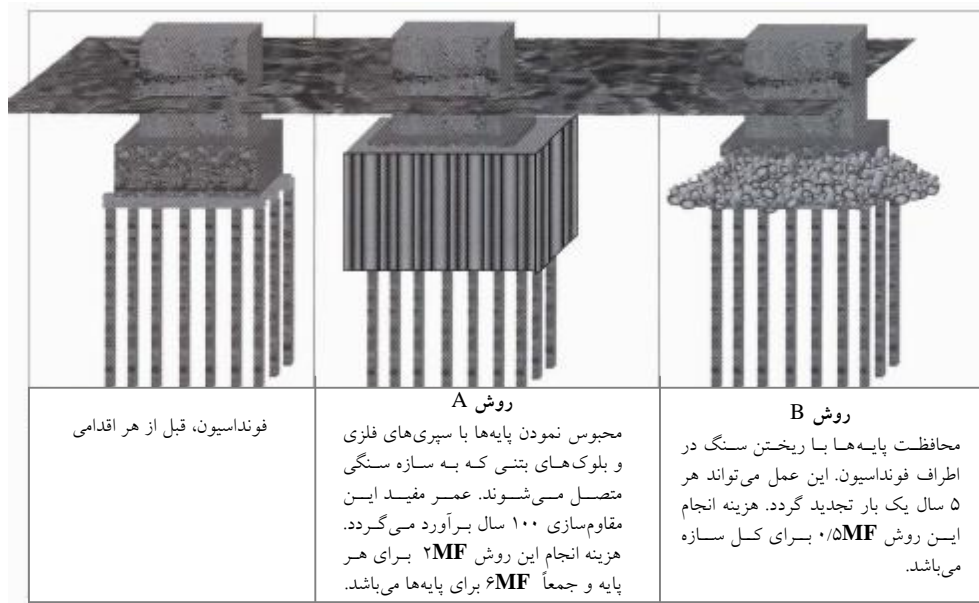
مدیریت یک پل لزوماً ریسک را نیز مدیریت می‌کند. اول از همه، بی‌شک ریسک کاربر (کشته یا زخمی شدن) مهم‌ترین است و باید هر کاری برای اجتناب و یا کاهش این نوع ریسک انجام پذیرد. مخصوصاً طراحی حفاظ‌های ایمنی، پهنا و پیوستگی خط ایمنی، طراحی و نگهداری درزهای انبساط، بایستی به دقت در نظر گرفته شود. هیچ کاری را نمی‌توان بدون در نظر گرفتن ایمنی کاربر به عنوان یک اولویت انجام داد. اما ماورای این نگرش، ایمنی سازه‌ای پل بایستی به عنوان بخشی از سیاست نگهداری در نظر گرفته شود. در مثال زیر، شکست پل در اثر وقوع یک سیل استثنایی طوری فرض می‌شود که ایمنی عمومی را به خطر نمی‌اندازد.

یک سازه سنگی دارای ۳ پایه در رودخانه است که در معرض فرسایش و سست شدن قرار دارند و بایستی محافظت شود. راهکار آن هر چه باشد، کار تعمیر از رودخانه آغاز شده و بنابراین هیچ‌گونه قطعی مسیر و بی‌نظمی برای کاربران راه ایجاد نمی‌کند.

محاسبات سود- هزینه در یک دوره ۱۴۰ ساله با انتخاب میزان تنزیل ۳٪ نتایج زیر را به همراه داشته است:

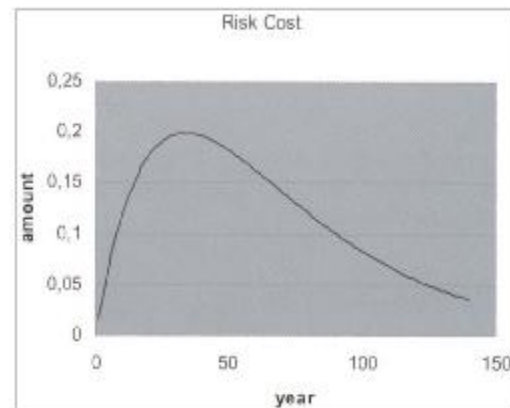
$$\text{هزینه کل ترمیم به روش A} = \text{MF (CA)} = ۶/۳۱$$

$$\text{هزینه کل ترمیم به روش B} = \text{MF (CB)} = ۳/۵۸$$



البته لازم به ذکر است که در این مثال، سطح ایمنی عملیات تعمیر مثل هم نیست. در راه حل A بایستی ایمنی ارزیابی گردد. در واقع، در مورد یک سیل بسیار شدید، پوشش با ورقه فلزی بی‌شک مقاوم خواهد بود. افزودن سنگ‌های درشت مطمئناً این سطح ایمنی را ارایه نمی‌دهد و ممکن است قادر به مقاومت نباشد، اما در مورد پدیده‌هایی مثل روانگرایی، طوفان‌های بسیار شدید، فشارهای بسیار قوی افقی پایداری کافی به وسیله این روش ایجاد می‌شود.

اگر ارزش بازسازی سازه ۱۲MF و هزینه سرگردانی کاربر در طول مرحله بازسازی ۴MF، جمعاً ۱۶MF تخمین زده شود، آنگاه هزینه ایمنی این گونه ارزیابی می‌شود. هزینه بازسازی با گذشت زمان بسته به نرخ تنزیل کاهش می‌یابد و احتمال خرابی نیز با گذشت زمان افزایش می‌یابد.



این احتمال می‌تواند با احتمال بالا آمدن سطح آب برای هر دوره زمانی (T) مرتبط باشد.

$$P_T \text{ (احتمال خرابی)} \times C \text{ (هزینه بازسازی)} = \text{هزینه ایمنی}$$

که در آن P_T احتمال وقوع سیل با دوره زمانی (T) در سال (n) عبارت است از:

$$P_T = \frac{n}{T}$$

هزینه‌های ایمنی با گذشت زمان تغییر می‌کند و همان طور که در شکل بالا نشان داده شده است، دارای یک مقدار ماکزیمم می‌باشد.

در این مثال اگر برای یک دوره هزار ساله که طی آن یک حادثه استثنایی برای تخریب پل اتفاق می‌افتد، این حداکثر بعد از ۳۳ سال به دست می‌آید و MF ۰/۲ ارزیابی شده است. این یک هزینه اضافی می‌باشد که هزینه راه حل B را افزایش می‌دهد. هزینه این راه حل MF ۳/۷۸ می‌شود که هنوز هم به طور قابل توجهی کمتر از هزینه راه حل A می‌باشد. دوره بازگشت سیل که برابر با هزینه‌های راه حل A و B فرض شده است، به این شکل تعیین می‌گردد:

$$T = \frac{TC}{CB - CA} \times \frac{n}{(1+t)^n}$$

که در آن $n \times T$

در مثال مورد بحث این زمان ممکن است ۶۰ سال باشد. با در نظر گرفتن این حقیقت که در دوره ۶۰ سال، هیچ حادثه مشابهی موجب ویرانی سازه نمی‌شود، راه حل B انتخاب خواهد شد. در نتیجه، کاربرد این روش محاسباتی، اگر آمار مربوط در دسترس باشد و بتوان تمام یا بخشی از خرابی سازه را پیش‌بینی نمود، مفید خواهد بود. پدیده‌های طبیعی خارجی احتمالاً بیشتر در این مورد شناخته شده و شکل گرفته‌اند، همانند: باد، سیل، تغییرات حرارتی ... توجه داشته باشید که در محاسبات انجام شده، سازه در شرایط اولیه خوب فرض شده بود و پدیده‌های قبلی بر ظرفیت بار و رفتار سازه اثری نداشته‌اند.

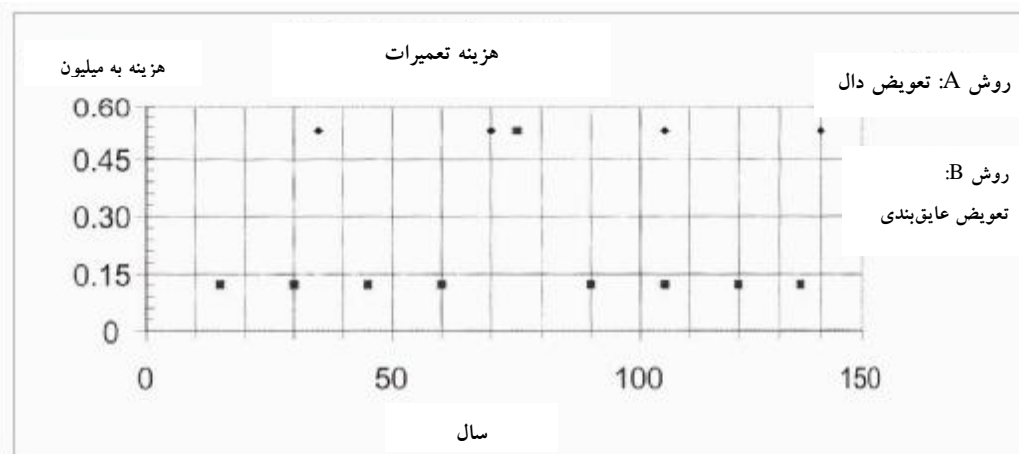
پیوست ۱- عایق نمودن یک پل بزرگراهی

یک پل بزرگراهی با ۴ دهانه $(8m+11m+11m+8m)$ و با پهنای ۱۰ متر را در نظر بگیرید که به یک جاده اصلی سرویس می‌دهد (۶۰۰۰ وسیله نقلیه در روز، که ۱۰٪ از آنها کامیون هستند) و بزرگراهی را قطع می‌کند (با ۲۰۰۰۰ وسیله نقلیه در روز که ۸٪ از آنها کامیون هستند).

فرض کنید که از زمان ساخت سازه ۱۵ سال می‌گذرد، به منظور ساده کردن مسأله، دو روش نگهداری برای سازه در نظر می‌گیریم:

روش **A** = هر ۳۵ سال دال عرشه بازسازی می‌شود، یعنی ۲۰ سال دیگر

روش **B** = به طور منظم عایق‌بندی تعمیر می‌شود. (هر ۱۵ سال یک‌بار یعنی امسال) و دال عرشه هر ۷۵ سال تعویض می‌شود.



در هر دو پیشنهاد فرض شده که سازه به طور بی‌نقصی برحسب یک روال عادی و منظم، نگهداری می‌گردد و دچار هیچ گونه آسیب بعدی نمی‌شود.

هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم حاصل از راه حل A:

۰/۳۸ M \bar{D}	بازسازی دال عرشه
۰/۱۵ M \bar{D}	هزینه‌های عملیات درطول بازسازی
۳ ماه	مدت زمان تعمیر
۳/۳۸ M \bar{D}	عدم امنیت و قطع ارتباط کاربر
۳/۹۱ M \bar{D}	جمع کل

هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم حاصل از راه حل B:

۰/۰۸ MĐ	عایق‌بندی و تعمیر روسازی
۰/۰۴ MĐ	اقدامات اجرایی در طول بازسازی
۱ ماه	مدت کار
۰/۴۲ MĐ	عدم امنیت و قطع ارتباط کاربر
۰/۵۴ MĐ	جمع کل

هزینه مربوط به طول عمرسازه برای هر یک از این روش‌ها:

$$\text{هزینه} = \sum_{t=t_0}^{\infty} \frac{C_t}{(1+a)^{t-t_0}}$$

a = نرخ تنزیل

C_t = هزینه عملیات به یورو

t_0 = سال از (زمانی که مطالعه احتمالی انجام شده است)

$a = ۳\%$

محاسبه در ۱۴۰ سال به پایان می‌رسد. در واقع ضریب کاهش به دلیل تنزیل ۰/۰۱۶ خواهد بود، که تأثیر بسیار کمی در نتیجه دارد.

جمع کل هزینه روش A: برابر با ۰/۸۹ MĐ که از این میزان، ۰/۱۲ MĐ مستقیماً از طرف مالک پرداخت می‌گردد.

جمع کل هزینه روش B: ۰/۲۳ MĐ که از این میزان، ۰/۱۷ MĐ مستقیماً از طرف مالک پرداخت می‌گردد. به نظر می‌رسد که ترمیم B (تعمیرات تناوبی عایق‌بندی سازه) بهتر از راه حل A است (تغییر تناوبی دال عرشه) البته شبیه‌سازی بدون در نظر گرفتن امکان افزایش ترافیک انجام شده است. شبیه‌سازی با فرضیه‌های زیر دوباره انجام شده است:

ترافیک بر روی آزادراه هر سال ۴ درصد و به صورت خطی افزایش می‌یابد و ظرفیت حداکثر آن ۴۰۰۰۰ وسیله نقلیه در روز می‌باشد.

ترافیک بر روی راه اصلی (RD) سالانه ۱/۵٪ به صورت خطی افزایش می‌یابد و حداکثر ظرفیت آن روزانه ۱۲۰۰۰ وسیله نقلیه می‌باشد. بنابراین به مجرد این که این ارزش به دست بیاید ترافیک سازه دو برابر می‌شود. نتایج به شرح زیر خواهد بود:

جمع کل هزینه برای روش A: ۱/۳۹ MĐ، که از این میزان، ۰/۱۲ MĐ مستقیماً از طرف مالک پرداخت می‌گردد.

جمع کل هزینه برای روش B: ۰/۳۹ MĐ، که از این میزان، ۰/۱۷ MĐ مستقیماً از طرف مالک پرداخت می‌گردد.

پیوست ۲- برگه محاسبه WLC

سال	سود	سود واقعی	هزینه مستقیم	هزینه عملیات	هزینه کاربر	کل هزینه واقعی	موجودی واقعی	موجودی تجمعی	داده‌ها
۰	۲ ۷۹۴	۲ ۷۹۴	۴ ۰۰۰	۰	۰	۴ ۰۰۰	-۱ ۲۰۶	-۱ ۲۰۶	نرخ تنزیل ۰/۴
۱	۲ ۷۹۴	۲ ۶۸۷	۰	۰	۰	۰	۱ ۴۸۱	۲ ۶۸۷	نگهداری دوره‌ای ۵
۲	۲ ۷۹۴	۲ ۵۸۳	۰	۰	۰	۰	۴ ۰۶۴	۲ ۵۸۳	هزینه مستقیم اولیه ۲۰۰
۳	۲ ۷۹۴	۲ ۴۸۴	۰	۰	۰	۰	۶ ۵۴۸	۲ ۴۸۴	هزینه‌های عملیاتی ۱۷
۴	۲ ۷۹۴	۲ ۳۸۸	۰	۰	۰	۰	۸ ۹۳۶	۲ ۳۸۸	هزینه کاربر ۲۳۳
۵	۲ ۷۹۴	۲ ۲۹۷	۲۱۰	۵۳	۲۴۴	۴۱۷	۱۰ ۸۱۶	۱ ۸۸۰	نتایج
۶	۲ ۷۹۴	۲ ۲۰۸	۰	۰	۰	۰	۱۳ ۰۴۴	۲ ۲۰۸	جمع واقعی ۶۴ ۵۲۶
۷	۲ ۷۹۴	۲ ۱۳۳	۰	۰	۰	۰	۱۵ ۱۴۸	۲ ۱۳۳	جمع هزینه‌های مستقیم ۱۰ ۰۵۴
۸	۲ ۷۹۴	۲ ۰۴۲	۰	۰	۰	۰	۱۷ ۱۸۹	۲ ۰۴۲	جمع هزینه‌های عملیاتی ۱ ۵۱۴
۹	۲ ۷۹۴	۱ ۹۶۳	۰	۰	۰	۰	۱۹ ۱۵۲	۱ ۹۶۳	جمع هزینه کاربر ۷ ۰۴۸
۱۰	۲ ۷۹۴	۱ ۸۸۱	۲۱۹	۵۵	۲۵۵	۵۲۹	۲۰ ۶۸۳	۱ ۵۳۱	هزینه تعمیر و نگهداری اولیه ۲۰۰
۱۱	۲ ۷۹۴	۱ ۸۱۵	۰	۰	۰	۰	۲۲ ۴۹۸	۱ ۸۱۵	ضریب تناوب ۱/۱۰۰
۱۲	۲ ۷۹۴	۱ ۷۴۵	۰	۰	۰	۰	۲۴ ۲۴۳	۱ ۷۴۵	ضریب عمر
۱۳	۲ ۷۹۴	۱ ۶۷۸	۰	۰	۰	۰	۲۵ ۹۲۱	۱ ۶۷۸	ضریب تاریخی تعمیر و نگهداری قبلی ۰/۰۵
۱۴	۲ ۷۹۴	۱ ۶۱۴	۰	۰	۰	۰	۲۷ ۵۳۵	۱ ۶۱۴	
۱۵	۲ ۷۹۴	۱ ۵۵۱	۲۳۸	۵۷	۲۶۶	۳۰۶	۲۸ ۷۸۰	۱ ۴۴۵	
۱۶	۲ ۷۹۴	۱ ۴۹۲	۰	۰	۰	۰	۳۰ ۲۷۲	۱ ۴۹۲	
۱۷	۲ ۷۹۴	۱ ۴۳۴	۰	۰	۰	۰	۳۱ ۷۰۶	۱ ۴۳۴	
۱۸	۲ ۷۹۴	۱ ۳۷۹	۰	۰	۰	۰	۳۳ ۰۸۵	۱ ۳۷۹	
۱۹	۲ ۷۹۴	۱ ۳۲۶	۰	۰	۰	۰	۳۴ ۴۱۱	۱ ۳۲۶	
۲۰	۲ ۷۹۴	۱ ۲۷۵	۲۳۸	۶۰	۲۷۷	۲۶۳	۳۵ ۴۲۴	۱ ۰۱۳	
۲۱	۲ ۷۹۴	۱ ۲۲۶	۰	۰	۰	۰	۳۶ ۶۵۰	۱ ۲۲۶	
۲۲	۲ ۷۹۴	۱ ۱۷۹	۰	۰	۰	۰	۳۷ ۸۲۹	۱ ۱۷۹	
۲۳	۲ ۷۹۴	۱ ۱۳۴	۰	۰	۰	۰	۳۸ ۹۶۳	۱ ۱۳۴	
۲۴	۲ ۷۹۴	۱ ۰۹۰	۰	۰	۰	۰	۴۰ ۰۵۳	۱ ۰۹۰	
۲۵	۲ ۷۹۴	۱ ۰۴۸	۲۳۸	۶۲	۲۸۹	۳۰۶	۴۰ ۸۷۶	۸۲۳	
۲۶	۲ ۷۹۴	۱ ۰۰۸	۰	۰	۰	۰	۴۱ ۸۸۴	۱ ۰۰۸	
۲۷	۲ ۷۹۴	۹۶۹	۰	۰	۰	۰	۴۲ ۸۵۳	۹۶۹	
۲۸	۲ ۷۹۴	۹۲۲	۰	۰	۰	۰	۴۳ ۷۸۵	۹۲۲	
۲۹	۲ ۷۹۴	۸۹۶	۰	۰	۰	۰	۴۴ ۶۸۱	۸۹۶	
۳۰	۲ ۷۹۴	۸۶۱	۲۵۸	۶۴	۳۰۰	۳۰۰	۴۵ ۳۵۰	۶۶۹	
۳۱	۲ ۷۹۴	۸۲۸	۰	۰	۰	۰	۴۶ ۱۷۹	۸۲۸	
۳۲	۲ ۷۹۴	۷۹۶	۰	۰	۰	۰	۴۶ ۹۷۵	۷۹۶	
۳۳	۲ ۷۹۴	۷۶۶	۰	۰	۰	۰	۴۷ ۷۴۱	۷۶۶	
۳۴	۲ ۷۹۴	۷۳۶	۰	۰	۰	۰	۴۸ ۴۷۷	۷۳۶	
۳۵	۲ ۷۹۴	۷۰۸	۲۶۸	۶۷	۳۱۲	۳۱۲	۴۹ ۰۲۱	۵۲۴	
۳۶	۲ ۷۹۴	۶۸۱	۰	۰	۰	۰	۴۹ ۷۰۲	۶۸۱	
۳۷	۲ ۷۹۴	۶۵۵	۰	۰	۰	۰	۵۰ ۳۵۷	۶۵۵	
۳۸	۲ ۷۹۴	۶۲۹	۰	۰	۰	۰	۵۰ ۹۸۶	۶۲۹	
۳۹	۲ ۷۹۴	۶۰۵	۰	۰	۰	۰	۵۱ ۵۹۲	۶۰۵	
۴۰	۲ ۷۹۴	۵۸۲	۲۷۸	۶۹	۳۲۳	۳۲۳	۵۲ ۰۲۴	۴۴۲	
۴۱	۲ ۷۹۴	۵۶۰	۰	۰	۰	۰	۵۵ ۵۹۴	۵۶۰	
۴۲	۲ ۷۹۴	۵۳۸	۰	۰	۰	۰	۵۳ ۱۳۲	۵۳۸	
۴۳	۲ ۷۹۴	۵۱۷	۰	۰	۰	۰	۵۳ ۶۶۹	۵۱۷	
۴۴	۲ ۷۹۴	۴۹۷	۰	۰	۰	۰	۵۴ ۲۴۶	۴۹۷	
۴۵	۲ ۷۹۴	۴۷۸	۲۸۸	۷۲	۳۳۵	۳۳۵	۵۴ ۵۰۶	۳۵۹	
۴۶	۲ ۷۹۴	۴۶۰	۰	۰	۰	۰	۵۴ ۹۶۶	۴۶۰	
۴۷	۲ ۷۹۴	۴۴۲	۰	۰	۰	۰	۵۵ ۴۰۸	۴۴۲	
۴۸	۲ ۷۹۴	۴۲۵	۰	۰	۰	۰	۵۵ ۸۳۳	۴۲۵	
۴۹	۲ ۷۹۴	۴۰۹	۰	۰	۰	۰	۵۶ ۲۴۲	۴۰۹	
۵۰	۲ ۷۹۴	۳۹۳	۲۹۸	۷۴	۳۴۶	۳۴۶	۵۶ ۵۳۴	۲۹۲	
۵۱	۲ ۷۹۴	۳۷۸	۰	۰	۰	۰	۵۶ ۹۱۲	۳۷۸	
۵۲	۲ ۷۹۴	۳۶۴	۰	۰	۰	۰	۵۷ ۲۷۶	۳۶۴	
۵۳	۲ ۷۹۴	۳۵۰	۰	۰	۰	۰	۵۷ ۶۲۵	۳۵۰	
۵۴	۲ ۷۹۴	۳۳۶	۰	۰	۰	۰	۵۷ ۹۶۱	۳۳۶	
۵۵	۲ ۷۹۴	۳۲۳	۳۰۸	۷۷	۳۵۸	۳۵۸	۵۸ ۱۹۹	۳۲۷	
۵۶	۲ ۷۹۴	۳۱۱	۰	۰	۰	۰	۵۸ ۵۰۹	۳۱۱	

پیوست ۳- شبیه سازی ارزش سرمایه

t=100		t=20		t=10		t=0		تعداد پل های معمولی ۱ پل = ۱۰۰	تعداد پل های استثنایی ۱ پل = ۱۰,۰۰۰	عمر پل
ارزش اولیه سرمایه	نسبت کاهش ارزش	ارزش اولیه سرمایه	نسبت کاهش ارزش	ارزش اولیه سرمایه	نسبت کاهش ارزش	ارزش اولیه سرمایه	نسبت کاهش ارزش			
۰	۰	۱۵۰۰	۰/۷۵	۱۷۰۰	۰/۸۵	۱۹۰۰	۰/۹۵	۲۰	۲۰۰۰	۰-۱۰
۳۰۰۰	۱	۱۹۵۰	۰/۶۵	۲۲۵۰	۰/۷۵	۲۵۵۰	۰/۸۵	۳۰	۳۰۰۰	۱۰-۲۰
۴۲۷۵	۰/۹۵	۲۴۷۵	۰/۵۵	۲۹۲۵	۰/۶۵	۳۳۷۵	۰/۷۵	۴۵	۴۵۰۰	۲۰-۳۰
۴۹۷۵۰	۰/۸۵	۱۵۷۵۰	۰/۴۵	۱۹۲۵۰	۰/۵۵	۲۲۷۵۰	۰/۶۵	۵۰	۳۵۰۰۰	۳۰-۴۰
۴۵۰۰	۰/۷۵	۲۱۰۰	۰/۳۵	۲۷۰۰	۰/۴۵	۳۳۰۰	۰/۵۵	۶۰	۶۰۰۰	۴۰-۵۰
۱۹۵۰۰	۰/۶۵	۷۵۰۰	۰/۲۵	۱۰۵۰۰	۰/۳۵	۱۳۵۰۰	۰/۴۵	۱۰۰	۳۰۰۰۰	۵۰-۶۰
۲۷۵۰	۰/۵۵	۷۵۰	۰/۱۵	۱۲۵۰	۰/۲۵	۱۷۵۰	۰/۳۵	۵۰	۵۰۰۰	۶۰-۷۰
۹۰۰	۰/۴۵	۱۰۰	۰/۰۵	۳۰۰	۰/۱۵	۵۰۰	۰/۲۵	۲۰	۲۰۰۰	۷۰-۸۰
۳۸۵۰	۰/۳۵	۰	۰	۵۵۰	۰/۰۵	۱۶۵۰	۰/۱۵	۱۰	۱۱۰۰۰	۸۰-۹۰
۲۵۰	۰/۲۵	۱۰۰۰	۱	۰	۰	۵۰	۰/۰۵	۱۰	۱۰۰۰	۹۰-۱۰۰
۶۸۷۵		۳۳۱۲۵		۴۱۴۲۵		۵۱۳۲۵			۹۹۵۰۰	ارزش باقیمانده
۲۰۰۰		۱۱۰۰۰		۱۰۰۰						هزینه جابجایی پل ها

فهرست انتشارات

قیمت
(ریال)

تاریخ انتشار

عنوان کتاب

الف) پروژه‌های تحقیقاتی

- | | | | |
|--------|----|---------|--|
| ۱۱/۰۰۰ | ۸۳ | بهار | 1. کاربرد آب و مصالح محلی چابهار برای ساخت بلوکهای ساختمانی |
| ۱۳/۰۰۰ | ۸۳ | بهار | 2. شیوه‌های طراحی و کاربرد حفاظها و ضربه‌گیرهای ایمنی در راهها |
| ۱۴/۰۰۰ | ۸۳ | بهار | 3. ضوابط طراحی و اجرای روسازی راه آهن بدون بالاست |
| ۲۷/۰۰۰ | ۸۳ | بهار | 4. بررسی و مقایسه فنی و اقتصادی رویه‌های بتنی و آسفالتی |
| ۱۶/۰۰۰ | ۸۳ | زمستان | 5. بررسی مسائل کمی و کیفی مصرف قیر در راههای کشور |
| ۱۱/۰۰۰ | ۸۴ | بهار | 6. ضوابط طراحی و اجرای آسفالت ماستیک |
| ۱۱/۰۰۰ | ۸۴ | بهار | 7. راهنمای طراحی و ایمن‌سازی پایه علائم راه |
| | | | 8. بررسی عوامل مؤثر در ارزیابی و توجیه فنی و اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی پروژه‌های راه و راه‌آهن |
| ۲۴/۰۰۰ | ۸۴ | تابستان | 9. راهنمای طراحی و اجرای سیستم زهکشی آبهای سطحی و زیرسطحی راه، راه‌آهن و فرودگاه (و نقشه‌های اجرایی) |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۴ | تابستان | 10. روش‌های جدید طرح مخلوط‌های آسفالتی بر اساس عملکرد و پیشنهاد روش مناسب برای کشور |
| ۱۳/۰۰۰ | ۸۴ | تابستان | 11. راهنمای تثبیت لایه‌های خاکریز و روسازی راهها |
| ۱۸/۰۰۰ | ۸۴ | تابستان | 12. تسلیح خاکریز و بستر راهها با استفاده از ژئوگرید |
| ۱۴/۰۰۰ | ۸۴ | تابستان | 13. سیستم‌های هوشمند حمل و نقل ریلی |
| ۲۰/۰۰۰ | ۸۴ | پاییز | 14. ظرفیت باربری محوری شمعها |
| ۱۷/۰۰۰ | ۸۴ | زمستان | 15. راهنمای تهیه مشخصات فنی، جزئیات و نقشه‌ها در پل و سازه‌های راه |
| ۲۶/۰۰۰ | ۸۴ | زمستان | 16. آیین‌نامه نحوه بارگیری، حمل و مهار ایمن بار و وسایل نقلیه باربری جاده‌ای |
| ۵۰/۰۰۰ | ۸۴ | زمستان | 17. تثبیت شیب شیروانی خاکریزها و خاکبرداری‌ها |
| ۱۴/۰۰۰ | ۸۵ | بهار | 18. روشهای نوین تعیین مشخصات و ارزیابی روسازی راه |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۵ | بهار | 19. معیارهای طرح ضوابط مخلوط‌های آسفالتی برای مناطق گرمسیر، سردسیر و شیبهای تند جاده‌ها |

ب) گزارش‌های تخصصی

- | | | | |
|--------|----|---------|---|
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۲ | تابستان | 1. ممیزی ایمنی راه |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۲ | پاییز | 2. پیشنهاداتی برای آزمایش ژئوتکستایلها |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۲ | پاییز | 3. راهنمایهای سودمند برای طراحی و ساخت خاکریزهای راه |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۲ | پاییز | 4. روشها و شرایط لازم برای عملیات خاکی به منظور کاهش اثرات زیست محیطی پروژه‌های راه |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۲ | پاییز | 5. آلودگی ناشی از دی اکسید نیتروژن در تونلهای راه |

۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	6. ایمنی در تونلها
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	7. مدیریت ترافیک و کیفیت سرویس
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	8. بهینه سازی شبکه‌های موجود بین شهری
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	9. بیست و دومین همایش جهانی راه پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	10. یارانه‌ها هزینه‌ها و منافع اجتماعی حمل‌ونقل عمومی
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	11. برنامه‌ریزی و بودجه در شبکه راهها
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	12. روشهای مشارکت همگانی در توسعه پروژه راه
۱۱/۰۰۰	۸۳	بهار	13. قیمت‌های بین‌المللی سوخت (بنزین و گازوییل)
۱۱/۰۰۰	۸۳	بهار	14. سیاست حمل‌ونقل اروپایی تا سال ۲۰۱۰
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	15. مبانی تحلیل اقتصادی
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	16. گزارش سالانه ژوئیه ۲۰۰۳ GRSP
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	17. راهنمای ممیزی ایمنی راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	18. راهنمای فیلم‌های IRF
۱۶/۰۰۰	۸۳	تابستان	19. انتخاب مصالح و طراحی روسازی‌های انعطاف‌پذیر برای آمدوشد و شرایط آب‌وهوایی سخت
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	20. راههای دسترسی به مناطق برون شهری
۱۱/۰۰۰	۸۳	تابستان	21. روشهای ساده نگهداری راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	22. تجهیزات اتوماتیک بررسی ترک خوردگی روسازی راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	23. ارتقاء و بهبود عملکرد داخلی راهها
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	24. تأمین مالی و ارزیابی اقتصادی
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	25. بهبود تأمین منابع مالی و مدیریت نگهداری راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	26. بازیافت روسازی‌های انعطاف‌پذیر موجود
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	27. حمل‌ونقل هوشمند
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	28. محیط زیست و پروژه‌های راهسازی
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	29. تقسیم مسؤلیت برای داشتن جاده‌های ایمن‌تر
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	30. فرآیند تصمیم‌گیری در اعمال سیاست‌های پایدار حمل‌ونقل جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	31. کیفیت خدمات جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	32. روشهایی برای ارزیابی خطر وقوع زمین لغزه‌ها
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	33. روشهای ارزیابی اقتصادی برای پروژه‌های راه در کشورهای عضو پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	34. راهنمای ارزیابی سیستم‌های نگهدارنده خاک
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	35. آشنایی با مفاهیم مدیریت روسازی
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	36. راهنمای انعقاد قرارداد، نحوه انتخاب و مدیریت مشاوران در فعالیت‌های مهندسی پیش از ساخت
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	37. تضمین کیفیت در عملیات خاکی
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	38. رویه‌های بتنی مسلح پیوسته
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	39. طبقه‌بندی تونل‌ها، دستورالعمل‌ها، تجربیات موجود و پیشنهادات
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	40. نقش مدل‌های اقتصادی و اجتماعی - اقتصادی در مدیریت راه

۱۰/۰۰۰	۸۴	تابستان	41. حمل و نقل ترکیبی، اقداماتی جهت تشویق به استفاده از حمل و نقل عمومی
۱۰/۰۰۰	۸۴	تابستان	42. پیشرفت مدیریت و تأمین بودجه نگهداری راهها در افریقا
۱۱/۰۰۰	۸۴	پاییز	43. برنامه ملی ایمنی ترافیک کشور ترکیه
۱۷/۰۰۰	۸۴	پاییز	44. بررسی توسعه حمل و نقل در منطقه اسکاپ در سال ۲۰۰۳، آسیا و اقیانوسیه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	45. تبادل فناوری و توسعه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	46. راههای دارای رویه بتنی
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	47. تجدید ساختار بخش راه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	48. حمل و نقل کالا
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	49. گزارش سالانه ژوئن ۲۰۰۴ GRSP
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	50. بکارگیری مصالح حاصل از بازیافت رویه‌های آسفالتی و بتن خرد شده در خاکریز
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	51. تراکم ترافیک در آزادراهها و بزرگراهها
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	52. کاربرد بتن غلتکی در راهسازی
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	53. راهنمای تأمین روشنایی راهها
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	54. راهسازی در نواحی بیابانی
۱۲/۰۰۰	۸۵	بهار	55. راهنمای تهیه سیستم مدیریت ایمنی در صنعت حمل و نقل ریلی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	56. مدیریت عملکرد پلها (و دیگر سازه‌ها)

ج) کتب

۱۵/۰۰۰	۸۳	تابستان	1. فرهنگ جامع دریایی
۳۹/۰۰۰	۸۳	تابستان	2. برنامه‌ریزی و طراحی فرودگاه (دو جلد)
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	3. فرهنگ و اصطلاحات فنی و مهندسی راه
۱۲۵/۰۰۰	۸۴	پاییز	4. راهنمای ایمنی راه (پیارک)
۴۰/۰۰۰	۸۴	پاییز	5. فرهنگ مصور دریایی (همراه با نسخه الکترونیک)

د) لوح فشرده

			1. نشریات Austroads (شامل ۱۸۶ عنوان از نشریات وزارت راه استرالیا و نیوزلند در موضوعات مختلف بصورت فایل pdf)
۳۴/۵۰۰	۸۳	پاییز	2. فیلم‌های آموزشی راه IRF (شامل ۱۰۷ فیلم در ۴۲ لوح فشرده)
۳۴/۵۰۰ (قیمت واحد)	۸۳	زمستان	3. نشریات SWOV (شامل ۱۳۸ عنوان از نشریات DRI, VTI NCHRP, SWOV در موضوعات مختلف بصورت فایل pdf)
۳۴/۵۰۰	۸۴	بهار	4. آیین‌نامه ایمنی راهها (مجموعه هفت جلدی منتشر شده از سوی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی)
۳۴/۵۰۰	۸۴	پاییز	

Ministry of Roads and Transportation
Deputy of Education Research and Technology

***Towards Performance Management
of Bridges
(and other Structures)***



WORLD ROAD ASSOCIATION – PIARC

ROAD AND TRANSPORTATION MINISTRY
DEPUTY OF
EDUCATION, RESEARCH AND TECHNOLOGY
Web: www.rahiran.ir

Towards Performance Management of Bridges (and other Structures)

THE BUREAU OF TECHNOLOGY & SAFETY STUDIES

PIARC SECRETARIAT IN IRAN

84/RRRM/191