www.piarc.org
2014R02EN

وزارت راه و شهرسازی
سازمان راهداری و حمل ونقل جاده‌ای

اهمیت نگهداری راه

WORLD ROAD ASSOCIATION
MONDIALE DE LA ROUTE

دبیرخانه مجمع جهانی راه
(پیارک) در ایران

وزارت راه و شهرسازی

سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای

دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران

اهمیت نگهداری راه

این مجموعه ترجمه‌ای است از گزارشی تحت عنوان:

THE IMPORTANCE OF ROAD MAINTENANCE

توجه: هدف از تهیه این‌گونه 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.

عنوان و نام پدیدآور : اهمیت نگهداری راه / تهیه و تالیف دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیـارک) در ایـران؛ متـرجم برهـان رستمی.
مشخصات نشر : تهران: وزارت راه و شهرسازی، سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، دبیرخانه پیارک در ایـران، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری : ۵۲ ص.
شابک :
وضعیت فهرست‌نویسی :
یادداشت : عنوان اصلی: THE IMPORTANCE OF ROAD MAINTENANCE
موضوع :نگهداری -- مرمت
موضوع : تعمیر و نگهداری راه
موضوع : مجمع جهانی راه
شناسه افزوده : رستمی، برهان، ۱۳۵۶، مترجم
شناسه افزوده : حمل‌ونقل جاده‌ای
شناسه افزوده : پیارک
شناسه افزوده : انجمن بین‌المللی دائمی کنگره‌های راه (ایران). دبیرخانه
شناسه افزوده : ایران. وزارت راه و شهرسازی. سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای
رده‌بندی کنگره :
رده‌بندی دیویی : شماره کتابشناسی ملی :

سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای – دبیرخانه پیارک در ایران

عنوان گزارش : **اهمیت نگهداری راه**
تهیه و تألیف : **دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک)**
تاریخ تألیف : **۲۰۱۴ میلادی**
مترجم : **برهان رستمی**
ویرایش : **رضا اکبری**
ناشر : **وزارت راه‌وشهرسازی- سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای- دبیرخانه پیارک در ایران**
همکاری در تهیه : **شرکت مهندسین مشاور راه‌یاب ملل**
نوبت چاپ : **اول**
تاریخ انتشار : **پاییز ۱۳۹۴**
کد انتشار :
شابک :
تیراژ : **۱۰۰۰ نسخه**
لیتوگرافی :
چاپ و صحافی :
نشانی : **میدان ولیعصر- خیابان دمشق- ساختمان راهبران- طبقه اول- دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیـارک) در ایران**
تلفکس: ۸۴۴۹۸۵۲۱ **web:www. rmto.ir**

*** کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است***

بسمه تعالی

مختصری درخصوص 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 مشارکت‌کشورهای 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 ۱٤۲ کشور عضو به کار خود ادامه می‌دهد. در سال ۲۰۱۱ میلادی بیست‌وچهارمین کنگره این مجمع در شهر مکزیکوسیتی 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

٤- ارتقای کیفیت اجرایی و مدیریت سیستم‌های راه

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

- افزایش همکاری بین‌المللی
- 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 سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای و معرفی اعضاء، سعی بر آن شده که هر چه بیشتر با مرکز پیارک در فرانسه ارتباط لازم برقرار شود. اعضایی که برای این مجمع در نظر گرفته شده شامل یک عضو اصلی و یک یا دو عضو مکاتبه‌ای برای هر یک از کمیته‌های ۱۸ گانه مندرج در زیر می‌باشند:

موضوعات راهبردی، کمیته‌های تخصصی و کارگروه‌های ویژه برای دوره ۲۰۱۵-۲۰۱۲

موضوع راهبردی ۱: مدیریت و عملکرد

TC 1.1 عملکرد ادارات راه و حمل‌ونقل

TC 1.2 تأمین مالی

TC 1.3 تغییرات آب‌وهوایی و پایداری

TC 1.4 اقتصاد سیستم حمل‌ونقل جاده‌ای و توسعه اجتماعی

TC 1.5 مدیریت ریسک

موضوع راهبردی ۲: دسترسی و جابجایی

TC 2.1 بهره‌برداری از شبکه‌های جاده‌ای

TC 2.2 بهبود جابجایی در مناطق شهری

TC 2.3 حمل‌ونقل بار

TC 2.4 بهره‌برداری زمستانی راه (نگهداری زمستانی)

TC 2.5 شبکه راههای برون‌شهری و قابلیت دسترسی به مناطق برون‌شهری

موضوع راهبردی ۳: ایمنی

TC 3.1 برنامه‌ها و سیاست‌های ملی ایمنی راه

TC 3.2 طراحی و بهره‌برداری زیرساخت‌های جاده‌ای ایمن‌تر

TC 3.3 بهره‌برداری از تونل‌های راه

TF 1 کارگروه ویژه راهنمای ایمنی راه

TF 2 کارگروه ویژه امنیت

موضوع راهبردی ۴: زیرساخت

TC 4.1 مدیریت دارایی‌های راه

TC 4.2 روسازی‌های راه

TC 4.3 پل‌های راه

TC 4.4 عملیات خاکی و راههای بدون رویه

کمیته اصطلاح‌شناسی

ریاست پیارک در ایران بر عهده آقای مهندس داود کشاورزیان بوده، آقای مهندس مهران قربانی سمت دبیر پیارک و 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 حمل‌ونقل جاده‌ای کشور سهم و نقش خود را ایفاء نماید.

دبیرخانه پیارک در ایران

یادداشت

وزارت راه و شهرسازی به عنوان متولی اصلی صنعت حمل‌ونقل کشور، نیازمند استفاده از بخش وسیعی از خدمات مهندسی در زمینه طراحی، ساخت، نگهداری و بهره‌برداری از اجزای سیستم حمل‌ونقل جاده‌ای می‌باشد. از این‌رو ضروری است که دانش فنی مورد نیاز به ویژه سیاست‌ها، روش‌ها، تجربیات و فناوری‌های نوین بین‌المللی به طور مستمر در اختیار مدیران و کارشناسان مربوطه قرار گیرد. سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای به عنوان یکی از سازمان‌های تابعه وزارت راه و شهرسازی درصدد است ضمن شناسایی نیازهای اساسی بخش‌های مختلف حمل‌ونقل جاده‌ای وزارت متبوع، نسبت به استفاده از آخرین دستاوردها و انجام مبادلات علمی با مجامع و سازمان‌های علمی و تخصصی ذیربط، به رفع این نیازها بپردازد. در همین راستا این سازمان بر آن است تا با تهیه و تدوین مجموعه گزارش‌های تخصصی، دانش فنی مورد نیاز را به شکلی مناسب در اختیار بخش‌های مختلف حمل‌ونقل جاده‌ای وزارت متبوع و سایر متخصصان قرار دهد.

ضمن تشکر و قدردانی، امید است که با تلاش‌های صورت گرفته توسط اعضای دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران و همکاری افرادی که در تهیهٔ این گزارش ما را یاری رساندند، گامی مؤثر در جهت ایجاد تحول، نوآوری و ارتقاء عملکردها در زیربخش‌های مرتبط با حمل‌ونقل جاده‌ای برداشته شود.

داود کشاورزیان

رییس سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای

نماینده اول پیارک در ایران

بیانیه

مجمع جهانی راه (پیارک – **PIARC**) یک سازمان غیرانتفاعی است که در سال ۱۹۰۹ به منظور ارتقای همکاری‌های بین‌المللی و ترویج پیشرفت در زمینه راهها و حمل‌ونقل جاده‌ای تأسیس شد.

این گزارش پس از این که این مسأله به عنوان یک اولویت توسط کمیته اجرایی مجمع تشخیص داده شد، به عنوان یک پروژه ویژه توسط مجمع جهانی راه تدوین گردید.

این گزارش از تارنمای مجمع جهانی راه (پیارک) به نشانی زیر قابل دستیابی می‌باشد.

http://www.piarc.org

تمامی حقوق این اثر به طور انحصاری متعلق به مجمع جهانی راه می‌باشد.

مجمع جهانی راه (پیارک)

ساختمان پاسکال، طبقه نوزدهم، ۹۲۰۵۵، منطقه لادفانس، پاریس، فرانسه

شماره استاندارد بین‌المللی کتاب ۸-۳۴۹-۸۴۰۶۰-۲-۹۷۸

طرح روی جلد از شرکت سترا (**SETRA**)

اهمیت نگهداری راه

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

خلاصه مدیریتی..... ۱
پیشگفتار ۷
سپاسگذاری..... ۹
۱- راهها دارایی‌های ملی ضروری برای فعالیت‌های اقتصادی ۱۱
۱ـ۱ـ راهها دارایی‌های ملی مهم ۱۱
۱ـ۲ـ حمل‌ونقل جاده‌ای اساس فعالیت‌های اقتصادی ۱۱
۱ـ۳ـ ضرورت افزایش نگهداری راه با افزایش سن زیرساخت..... ۱۲
۱-۴- افزایش حجم ترافیک و نیاز روزافزون به نگهداری ۱۳
۲- اثرات متنوع نگهداری راه..... ۱۵
۲-۱- تعریف اثرات برای ارایه یک گزارش جامع..... ۱۵
۲-۲- اثرات کمّی شده بیانگر نگرش محدودی هستند..... ۱۷
۲-۳- نگهداری راه بر شرایط دولت اثرگذار است..... ۱۷
۳- سرمایه‌گذاری کنونی، حفظ منافع و صرفه‌جویی در هزینه‌های آتی..... ۱۹
۳-۱- صرفه‌جویی در امر نگهداری، اتلاف سرمایه‌گذاری‌های پیشین..... ۱۹
۳-۲- هزینه‌کرد امروز برای نگهداری، صرفه‌جویی قابل توجه در هزینه‌های آتی..... ۱۹
۴- نگهداری راه: منافع در تمامی زمینه‌ها ۲۱
۴-۱- شبکه‌های راهبردی ملی و بین‌المللی..... ۲۱
۴-۲- شبکه‌های محلی راه روستایی..... ۲۳
۴-۳- شبکه‌های راه شهری..... ۲۶
۴-۴- تأثیر روزافزون آب‌وهوا بر نگهداری راه..... ۲۷
۴-۵- اهمیت نگهداری پیشگیرانه..... ۳۰
۵- مدیریت مناسب سرمایه‌گذاری‌ها در نگهداری..... ۳۳
۵-۱- منافع مدیریت دارایی‌های راه..... ۳۳

عنوان **صفحه**

۵-۲- نیاز به حمایت سازمانی گسترده‌تر..... ۳۷

۶- حفظ ارزش دارایی‌ها برای نسل‌های آینده..... ۴۱

۷- مراجع..... ۴۳

پیوست الف- تنوع نگهداری و اثرات آن..... ۴۹

الف-۱. عملیات نگهداری راه..... ۴۹

الف-۲. عوامل تعیین‌کننده ضرورت نگهداری..... ۵۰

الف-۳. اهمیت اثرات کمّی و کیفی..... ۵۱

خلاصه مدیریتی

اهمیت نگهداری راه

زیرساخت راه پایه اصلی عملکرد اقتصاد ملی است و دامنه گسترده‌ای از منافع اقتصادی و اجتماعی را ارایه می‌کند. نگهداری کافی زیرساخت راه برای حفظ و افزایش این منافع ضروری است. اهمیت نگهداری باید توسط تصمیم‌سازان درک شود، به طور مناسبی تأمین مالی شده و به خوبی مدیریت شود تا از دستیابی به حداکثر ارزش اطمینان حاصل گردد. سطوح ناکافی سرمایه‌گذاری یا مدیریت ضعیف شبکه راه، پیامدهای خطیری برای اقتصاد و رفاه جامعه به همراه خواهد داشت. این گزارش با ارایه شواهدی از سراسر دنیا به بیان اهمیت نگهداری راه می‌پردازد.

راهها دارایی‌های ملی مهمی هستند که از فعالیت‌های اقتصادی پشتیبانی می‌کنند.

راهها دارایی‌های ملی بسیار مهمی به شمار می‌آیند. با در نظر گرفتن میلیون‌ها کیلومتر طول، راهها زیرساخت اصلی حمل‌ونقل بین‌المللی می‌باشند (برای مثال، طول متوسط راههای عمومی در کشورهای عضو OECD بیش از ۵۰۰۰۰۰ کیلومتر می‌باشد). راهها اغلب مهم‌ترین دارایی عمومی در کشور هستند. نگهداری راه کنترل‌کننده هزینه استهلاک و تعیین‌کننده اثرات شبکه بر کاربران راه و جامعه می‌باشد. بدون نگهداری مناسب، ارزش بالای هر شبکه راه می‌تواند به سرعت از بین رفته و کاربران راه و جامعه اثرات نامطلوب فراوانی را متحمل شوند.

حمل‌ونقل جاده‌ای اساس فعالیت‌های اقتصادی است.

بر اساس ارزش افزوده ناشی از خدمات حمل‌ونقل تجاری، به طور کلی برآورد می‌شود حمل‌ونقل جاده‌ای بین ۳ تا ۵ درصد تولید ناخالص ملی (GDP) را تشکیل می‌دهد. اگرچه این ارزیابی از بسیاری المان‌های دیگر صرف‌نظر می‌کند (مانند سوخت و تجهیزات و زیرساخت حمل‌ونقل) که چنانچه در نظر گرفته شوند سهم حمل‌ونقل در GDP واقع‌بینانه‌تر و بین ۱۰ تا ۲۰ درصد خواهد بود. بر اساس داده‌های ارایه شده توسط مجمع بین‌المللی حمل‌ونقل (کشورهای عضو OECD به علاوه کشورهای دیگری نظیر چین، هند و روسیه)، ۸۳ درصد جابجایی مسافر با استفاده از حمل‌ونقل جاده‌ای انجام می‌شود.

با افزایش عمر زیرساخت‌ها، نیاز به نگهداری راه افزایش می‌یابد.

نیاز به نگهداری با افزایش سن زیرساخت، شدت می‌یابد. چرا که زیرساخت شکننده‌تر شده، مقاومت آن کاهش می‌یابد و سفرها نیز آن را در معرض خرابی بیشتر قرار می‌دهند. یک اختلاف زمانی بین ساخت راههای جدید و نیاز آنها به اقدامات نگهداری وجود دارد. برای کشورهایی که دارای شبکه راه بالغ هستند، بیشتر ساخت‌وسازهای راه در نیمه دوم قرن بیستم انجام شده‌اند. عمر طرح سازه‌های بزرگ مانند پل‌ها و روگذرها به طور معمول در حدود ۱۰۰ سال می‌باشد. برای بسیاری از شبکه‌های راه، نیاز به نگهداری بلندمدت هنوز ایجاد نشده است. برای مثال، در سال ۲۰۱۱ حدود ۹ درصد از ۱۶۰۰۰۰ پل در ژاپن ۵۰ سال یا بیشتر عمر داشتند و با نرخ جایگزینی کنونی، این میزان تا سال ۲۰۳۱ به ۵۳ درصد افزایش خواهد یافت.

حجم روزافزون ترافیک نیاز بیشتر به نگهداری را طلب می‌کند.

با رشد سطوح ترافیک، نیاز به نگهداری نیز افزایش می‌یابد. حتی در بسیاری از کشورهای پیشرفته که روند رشد بلندمدت ترافیک کند شده است، تلاش‌هایی برای بهینه‌سازی ظرفیت شبکه‌های متراکم و حفظ نرخ جابجایی با جریان تردد بالاتر، آنها را به سوی کاربرد تجهیزات پیچیده‌تر برای روان‌سازی جریان ترافیک سوق داده است. چنین تجهیزات و اجزایی نیازمند مداخله‌های مکرر در شبکه است که هزینه‌های نگهداری را افزایش می‌دهد. به دلیل رشد کم طول شبکه در این کشورها، انتظار می‌رود نگهداری سهم بیشتری از کل هزینه‌های صرف شده برای زیرساخت راه داشته باشد. با این وجود، این امر در سال‌های اخیر اتفاق نیافتاده است. برای مثال، در کشورهای عضو OECD سهم نگهداری از کل هزینه صرف‌شده برای زیرساخت راه در سال ۲۰۰۵ در حدود ۳۳ درصد بوده است که در سال ۲۰۱۱ به ۲۷ درصد کاهش یافت در حالی که عمر دارایی‌ها افزایش یافته است.

اثرات نگهداری راه متنوع بوده و باید شناخته شود.

نگهداری راه اثرات فراوانی دارد که از آن جمله می‌توان به تأمین ایمنی، منافع اقتصادی، زیست‌محیطی و رفاه اجتماعی اشاره نمود. اهمیت نسبی منافع (یا پیامدهای منفی ناشی از نگهداری ناکافی)، در هر شبکه متفاوت است. بنابراین یک چارچوب جامع برای تشریح و ارزیابی اثرات نگهداری راه مورد نیاز است تا این پیام را به تصمیم‌سازان رسانده و تصمیم‌گیری منطقی برای طرح نگهداری را امکان‌پذیر سازد. این گزارش نشان می‌دهد چگونه بکارگیری این چارچوب به شناسایی تعادل میان نیازها و اثرات در انواع مختلف شبکه‌ها منجر می‌شود.

سرمایه‌گذاری برای نگهداری در زمان مناسب از هزینه‌های قابل توجهی در آینده جلوگیری می‌کند.

به طور کلی، تحلیل‌ها نشان می‌دهند که هزینه سالانه نگهداری یک راه بخش کوچکی از هزینه سرمایه‌گذاری اولیه را تشکیل می‌دهد، معمولاً حدود ۲ تا ۳ درصد برای یک راه اصلی رویه‌شده و ۵ تا ۶ درصد برای یک راه روستایی بدون رویه. چنانچه نتوان این میزان سرمایه‌گذاری را در طول عمر راه انجام داد، خطر از دست دادن منافعی که راه اصولاً برای کسب آنها ساخته شده است، وجود دارد.

بر اساس یک اصل اثبات شده که نیاز به نگهداری راه را توجیه می‌کند، هزینه پول در حال حاضر موجب صرفه‌جویی در آینده می‌شود. با خرابی دارایی‌ها، هزینه مرمت و بازیابی شرایط آنها افزایش می‌یابد. پژوهش‌های زیادی این اثر را به صورت کمّی نشان داده‌اند. برای مثال، کشورهایی با اقتصاد کم‌درآمد و سرمایه‌گذاری پایین، به طور متوسط ۵۰ درصد بیشتر از کشورهایی با اقتصادهای پردرآمد به ازای هر کیلومتر از شبکه راه هزینه می‌کنند. با احتساب اثرات غیرمستقیم، این مسأله تشدید می‌شود. بانک جهانی نشان داده است که در آفریقا تأخیر در هزینه‌کرد برای نگهداری راه موجب افزایش در کل هزینه‌های راهبری وسیله نقلیه تا حدود ۲ الی ۳ برابر صرفه‌جویی‌ها در هزینه‌های نگهداری شده است. اثر مشابهی نیز در خصوص افزایش هزینه‌های غیرمستقیم، بیش از میزان کاهش در تأمین مالی نگهداری برای شبکه‌های بلوغ‌یافته کشورهای پیشرفته مشاهده شده است.

توجیه نگهداری راه: دلیل محکم

مطالعات موردی از سراسر جهان ارایه شده‌اند که مؤید موضوعات فوق می‌باشند. مطالعات موردی بر تنوع مسایل و در نظر گرفتن شرایط ملی، محلی، شهری و برون‌شهری شبکه‌های راه تأکید دارند.

شواهدی نیز برای تأکید بر دو موضوع مهم و هم‌راستا ارایه می‌شود. موضوع اول ملاحظات آب‌وهوایی است که اثرات تغییرات آب‌وهوایی اهمیت موضوع پیش‌گفته را تشدید می‌کنند. دوم زمین‌های مختلف نیازهای متفاوتی از لحاظ تخصص و اقدامات محلی را می‌طلبند و منافع نگهداری پیشگیرانه به طور خاص توسط این ملاحظات مورد تأکید قرار می‌گیرد.

سرمایه‌گذاری در نگهداری باید به طور شایسته مدیریت شود.

شواهد نشان می‌دهند اتخاذ اصول مناسب مدیریت دارایی به عنوان اساس تصمیمات فنی و مدیریتی، به ارتقای عملکرد شبکه راه منجر می‌شود. این گزارش راهنمای تفصیلی در این خصوص ارایه نمی‌دهد اما اهمیت داشتن یک نگرش بلندمدت برای نگهداری راه و تمرکز بر موارد زیر را تشریح می‌نماید:

- تعیین سطوح سرویس مناسب برای بخش‌های مختلف شبکه راه بر اساس نیازهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی. تقاضای عمومی برای نگهداری راه نباید دست‌کم گرفته شود. نظرسنجی‌های عمومی در

بسیاری از کشورهای عضو OECD نشان داده است عامه مردم هنگام کافی نبودن نگهداری، به شدت نگران می‌شوند. در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته، عدم نگهداری کافی موجب به خطر افتادن دسترسی به خدمات اولیه مانند بهداشت و آموزش می‌شود.

- درک گستردگی و ماهیت شبکه و تقاضا برای استفاده از آن توسط سیستم‌های مدیریت مناسب.
- برنامه‌ریزی نگهداری مؤثر با استفاده از فرایندهای طراحی و تصمیم‌گیری قدرتمند و رسمی مبتنی بر پایش و گزارش‌دهی منظم. درک تمامی هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم بهره‌برداری و نگهداری شبکه همراه با کاربرد مناسب مدل‌های پیش‌بینی ضرورت دارد.
- ارزشیابی دارایی‌ها و استهلاک آنها به منظور نشان دادن سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای حفظ ارزش آنها در بلندمدت.
- ممیزی و گزارش‌دهی عملیات مدیریت و نگهداری به منظور ایجاد یک چرخه بهبود پیوسته.

به منظور حمایت از یک رویکرد قوی فنی و مدیریتی، باید ترتیبات سازمانی قوی نیز وجود داشته باشد. چالش‌هایی که ادارات راه در سال‌های اخیر با آنها روبرو شده‌اند، نکات مهمی را به شرح زیر بیان می‌کند:

- تأمین مالی برای نگهداری راه باید توجیه داشته و در زمان مناسب در دسترس باشد. در کشورهای در حال توسعه، آنهایی که دارای صندوق‌های راه با تأمین مالی خوب هستند (نسل دوم)، نشان داده‌اند که در کسب منابع برای نگهداری راه بهتر عمل کرده‌اند. در اقتصادهای توسعه‌یافته، رقابت برای تأمین مالی به واسطه توسعه مدل‌های نشان‌دهنده رابطه میان تأمین مالی و پیامدها (مانند خدمات بهداشتی و آموزش)، افزایش یافته است. ادارات راه باید قادر به ارایه چنین شواهدی باشند.
- قوانین راه باید متناسب و اجرایی باشد. حمل‌ونقل بار دلیل عمده خرابی دارایی می‌باشد و قانون باید میزان بارگیری را کنترل نموده و قانون را به طور دقیق اعمال کند.
- منابع مناسب باید تخصیص داده شود. در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورها، تغییر مهمی در راستای برون‌سپاری مدیریت راهها مشاهده شده است. چنین رویکردهایی نیازمند مهارت‌های مختلفی در ادارات راه هستند (مانند مدیریت عرضه‌کنندگان و تخصص راهبردی). از سوی دیگر، کارکنان باید مهارت مدیریت عرضه‌کنندگان را که ارایه‌کننده بسیاری از تخصص‌های فنی هستند، داشته باشند. مهم‌ترین چالش عبارت

است از مدیریت شبکه راههای محلی که تقویت ظرفیت سازمانی برای دستیابی به پایداری نگهداری راه را طلب می‌کند.

- روش‌های خرید و تدارکات باید متناسب با منابع موجود باشند. کشورهایی که مقید به نگهداری هستند به نوآوری در این زمینه ادامه می‌دهند تا خریدهای آنها تا حد امکان سودآور بوده و بتوانند با تغییرات مهم سیاسی و اقتصادی نیز سازگار شوند.

نگهداری راه برای نسل‌های آینده ضروری است.

نگهداری ناکافی نه تنها بر نسل حاضر تأثیرگذار است بلکه بار مالی فراوانی بر نسل‌های آینده تحمیل می‌کند. این گزارش شواهد محکمی در خصوص نقش نگهداری در زمان مناسب در جلوگیری از افزایش هزینه‌ها در آینده ارایه می‌نماید. پرهیز از مدیریت و سرمایه‌گذاری لازم در زمان حال، تنها مسأله را حادتر نموده و می‌تواند پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی فراگیری داشته باشد.

پیش‌گفتار

سیستم‌های حمل‌ونقل مدرن به طور روزافزونی بر راهها و حمل‌ونقل جاده‌ای اتکا دارند. راهها اساس فعالیت‌های اقتصادی را فراهم نموده و سهم عمده‌ای در تولید ناخالص ملی (GDP) دارند. به طور کلی، سیستم راه بزرگترین دارایی ملی عمومی است و باید با حجم ترافیک رو به افزایش بار و مسافر تحت شرایط تقاضای روزافزون سازگار شود تا بتواند پاسخگوی نیازها در تمام مدت سال، فارغ از شرایط مکانی و آب‌وهوایی باشد.

به دلیل نقش و حضور گسترده، راهها اثرات فراوانی بر اقتصاد، ایمنی، محیط زیست و رفاه اجتماعی دارند. برای پایداری کیفیت خدمات، تمامی اجزای سیستم‌های راه (روسازی‌ها، پل‌ها، علایم، تونل‌ها، سیستم‌های روشنایی، ITS و غیره) نیاز به نگهداری کافی دارند و این امر نیازمند تخصیص مقادیر فراوانی از بودجه عمومی می‌باشد.

با افزایش سن شبکه‌های راه و با افزایش آسیب‌پذیری آنها در برابر اثرات تغییرات آب‌وهوایی و افزایش سهم آنها در بهبود رفاه مردم در طول زمان، نیاز بیشتری برای نگهداری راه احساس می‌شود. در نتیجه سهم هزینه‌های نگهداری راه در بودجه راههای ملی باید با گذشت زمان افزایش یابد، در عین حال مدیریت هزینه باید به صورت هوشمندانه، مؤثر، شفاف و بهینه انجام شود.

ادارات راه باید اطمینان یابند که بودجه‌های تخصیص‌یافته به برنامه‌های نگهداری به صورت مؤثری هزینه می‌شوند تا در هزینه‌های سرمایه‌گذاری آینده صرفه‌جویی شده و حداکثر ارزش از این سرمایه‌گذاری‌ها به دست آید. برای دستیابی به این هدف، طرح‌های مدرن مدیریت دارایی راه و تقویت سازمانی ادارات راه ضرورت می‌یابند.

مجمع جهانی راه موضوع نگهداری راه را به عنوان یک اولویت مهم برای سیستم‌های راه برای برآورده‌سازی انتظارات عامه مردم در سراسر جهان، شناسایی نموده است.

هدف این گزارش ارایه یک نمونه قانع‌کننده برای سطوح مناسب هزینه در نگهداری راه، با نشان دادن منافع اقتصادی و اجتماعی نگهداری راه و مهم‌تر از همه، اثرات منفی اقتصادی و اجتماعی سطوح ناکافی نگهداری راه می‌باشد. مخاطب اصلی این گزارش مدیران ارشد راه و تصمیم‌سازان مالی بخش دولتی هستند.

این گزارش مروری خلاصه و جامع از نیاز به نگهداری راه در بیشتر کشورها را ارایه می‌دهد. گزارش با ارایه تصویری کلی از مسأله، ضرورت برخورد نظام‌مند و منسجم با آن، توجه به اجزای اصلی و همچنین ایجاد ظرفیت‌های سازمانی مورد نیاز برای مدیریت مؤثر را بررسی می‌کند.

در این گزارش مطالعات موردی نشان می‌دهند که چگونه کشورها با مشکلات خاص برخورد می‌کنند یا با چالش‌های مربوط به نگهداری روبرو می‌شوند. همچنین این گزارش حاوی یک فهرست مراجع به‌روزشده می‌باشد.

من اطمینان دارم این گزارش برای نشان دادن ضرورت نگهداری پایدار شبکه‌های راههای ما به منظور سودرسانی به اقتصاد و به صلاح فرزندان ما و نسل‌های آینده، بسیار ارزشمند می‌باشد.

اسکار دوبوئن ریکاردی

رییس مجمع جهانی راه-پیارک

سپاسگذاری

این گزارش پس از آن که مسأله نگهداری راه به عنوان یک اولویت توسط کمیته اجرایی مجمع اعلام گردید، به عنوان یک پروژه ویژه توسط کمیسیون برنامه‌ریزی راهبردی مجمع جهانی راه (پیارک) تدوین گردید.

پس از ارایه پیشنهاد، قراردادی با آزمایشگاه پژوهش‌های حمل‌ونقل (TRL) برای تهیه پیش‌نویس این گزارش منعقد گردید. گروه TRL متشکل از کریس سی پارکمن، کتی بوث، جان ال هاین و ریچارد ایبل بود.

این فعالیت توسط یک کارگروه از مجمع جهانی راه مدیریت شد که رهبری آن بر عهده ژان فرانسوا کورته دبیرکل پیارک و با مشارکت اسکار دوبوئن ریکاردی- رییس، مورای کیدنی- مسؤول پروژه‌های ویژه، فریدریش زوتر- هماهنگ‌کننده موضوع راهبردی اول (ST1)، اسکیرمانتاس اسکرینسکاس- عضو کمیته اجرایی (لیتوانی)، ژان آندره بون (آلمان)، نام ژون چو (کره)، گرهارد ابرل (اتریش) و شیگرو شیمنو (ژاپن) بود. ارایه کمک به گروه بر عهده یون سیک کو بود.

از مساعدت‌های ژوزف هول (تانزانیا)، منو هنولد (استرالیا)، شیگرو کیکوکاوا (ژاپن)، ماریا دل کارمن پیکون کابررا (اسپانیا)، یان ساندرز (آمریکا)، ماسیمو شینتو (ایتالیا)، توربیورن سوانسون (سوئد) و جاستین وارد (بریتانیا) قدردانی به عمل می‌آید.

۱- راهها دارایی‌های ملی ضروری برای فعالیت‌های اقتصادی

۱-۱- راهها دارایی‌های ملی مهم

راهها با میلیون‌ها کیلومتر طول در سراسر جهان، دارایی‌های حمل‌ونقلی برتر می‌باشند (برای مثال متوسط طول راههای عمومی در کشورهای عضو OECD بیش از ۵۰۰۰۰۰ کیلومتر می‌باشد). راهها جزء دارایی‌های عمومی قابل توجه و بسیار ارزشمند به شمار می‌آیند. حتی در یک کشور کوچک مانند نیوزیلند، شبکه راههای ملی دارای هزینه جایگزینی در حدود ۱۵ میلیارد یورو می‌باشد که می‌توان آن را بزرگترین دارایی ملی عمومی به حساب آورد (اداره حمل‌ونقل نیوزیلند، ۲۰۱۲ و خزانه‌داری نیوزیلند، ۲۰۱۳). نگهداری راه می‌تواند میزان استهلاک این دارایی ارزشمند را کنترل نموده و اثرات شبکه بر کاربران راه و جامعه را تعیین کند. بدون نگهداری کافی، ارزش بالای هر شبکه راه می‌تواند به سرعت کاهش یابد و چنانچه شبکه راه در وضعیت نامناسبی باشد کاربران راه و جامعه عواقب وخیمی را تجربه خواهند کرد.

انجام مقایسه با سایر بخش‌ها و سازمان‌ها به درک ابعاد و اهمیت شبکه‌های راه کمک می‌کند. برای مثال، بانک جهانی زمانی اعلام کرد (Heggie and Vickers, 1998) شرکت راههای عمومی ژاپن دارایی‌هایی به ارزش تقریباً معادل با دارایی‌های شرکت جنرال موتورز را اداره می‌کند، اداره راههای بریتانیا قابل مقایسه با شرکت‌های IBM و AT&T می‌باشد، در عین حال یک اداره راه نسبتاً کوچک مانند سازمان راههای آفریقای جنوبی قابل مقایسه با خطوط هوایی شمال غرب (که اکنون بخشی از خطوط هوایی دلتا می‌باشد) است.

۱-۲- حمل‌ونقل جاده‌ای اساس فعالیت‌های اقتصادی

از آنجا که توجه به حمل‌ونقل تنها بر اساس ارزش افزوده ناشی از خدمات تجاری آن است، اهمیت حمل‌ونقل در اقتصاد ملی دست کم گرفته می‌شود. به طور کلی سهم حمل‌ونقل بین ۳ تا ۵ درصد تولید ناخالص ملی در نظر گرفته می‌شود. اگرچه با در نظر گرفتن تمامی فعالیت‌های مرتبط رقمی در حدود ۱۵ درصد واقع‌بینانه‌تر می‌باشد[۱]. همان‌گونه که کمیسیون اروپایی اعلام کرده است "حمل‌ونقل عامل حیات اقتصاد اروپا می‌باشد" (کمیسیون اروپا، ۲۰۱۳).

---

۱. برآورد کلی انجام شده سوخت، تجهیزات و زیرساخت حمل‌ونقل و خدمات حمل‌ونقل شخصی و خدمات رایگان در بخش خانوار را در نظر نمی‌گیرد. یک برآورد دقیق‌تر از GDP مبتنی بر حمل‌ونقل، ارزیابی کاملی از GDP کل تولید شده توسط تمامی فعالیت‌های تولیدی مختص حمل‌ونقل را در بر می‌گیرد. در این ارزیابی میزان GDP مبتنی بر حمل‌ونقل برای ایالات متحده در سال ۱۹۹۷، در حدود ۱۶/۵ درصد تخمین زده شد که ۵/۶ برابر ارزیابی کلی به میزان ۲/۹ درصد بود (Han et Fang, 2000).

منافع راهها تنها جنبه اقتصادی ندارد. در بنیادی‌ترین سطح، راهها تأمین‌کننده دسترسی هستند اما همه منافع دسترسی را نمی‌توان به آسانی به صورت نتایج اقتصادی تفسیر نمود. در مناطق دورافتاده، دسترسی محدود در محیط روستایی پیامدهای زیر را به همراه داشته است (بانک جهانی، ۱۹۹۲):

- کشاورزان تمایلی به کشت دوم برای عرضه به بازار ندارند چون نمی‌توانند آن را به فروش برسانند یا به دلیل دشواری یا گرانی حمل‌ونقل منافع چندانی از آن حاصل نمی‌شود.
- از آنجا که کشاورزان اطلاعات و راهنمایی‌های مورد نیاز را دریافت نمی‌کنند، تولید کشاورزی ناچیز بوده و ابتکاری و نوآوری در آن ارایه نمی‌شود.
- نرخ ثبت‌نام در مدارس پایین بوده و نرخ غیبت و فرار از مدرسه بالاست (اغلب در میان معلمان نیز همانند دانش‌آموزان رواج دارد).
- استانداردهای بهداشت و سلامت پایین است زیرا دسترسی به درمانگاه‌ها دشوار است و سفر کادر درمانی نیز به آسانی ممکن نیست.
- روز کاری زنان طولانی و طاقت‌فرسا می‌باشد به ویژه به دلیل زمان و تلاشی که باید برای دسترسی به منابع آب و سوخت صرف شود.

برای شبکه‌های توسعه‌یافته، گسستگی‌ها (برای مثال به دلیل زمین‌لغزه یا شکسته شدن پل) از دسترسی جلوگیری نموده یا آن را مختل می‌سازند. چنانچه دسترسی به دلیل عدم نگهداری دچار لطمه شود، منافع اقتصادی و سایر مزایای راهها از دست می‌رود.

۱-۳- ضرورت افزایش نگهداری راه با افزایش سن زیرساخت

با افزایش سن زیرساخت به دلیل شکننده‌تر شدن، انعطاف‌پذیری کمتر و آسیب‌پذیری بیشتر آن در برابر تردد، نیاز به نگهداری نیز افزایش می‌یابد. بین ساخت راههای جدید و نیاز آنها به نگهداری یک اختلاف زمانی وجود دارد. بیشتر راههای کشورهایی با شبکه راههای تکامل یافته، در نیمه دوم قرن بیستم ساخته شده‌اند. عمر طراحی سازه‌های بزرگی نظیر پل‌ها و روگذرها، به طور معمول در حدود ۱۰۰ سال می‌باشد. برای بسیاری از شبکه‌ها، لزوم نگهداری دایمی بلندمدت هنوز محسوس نشده است. برای مثال، در سال ۲۰۱۱ در حدود ۹ درصد از ۱۶۰۰۰۰ پل در ژاپن ۵۰ سال یا بیشتر عمر داشتند که با نرخ جایگزینی کنونی، این میزان به ۵۳ درصد در سال ۲۰۳۱ خواهد رسید (Kikuwawa, 2013).

۱-۴- افزایش حجم ترافیک و نیاز روزافزون به نگهداری

برای کشورهای عضو اتحادیه اروپا (EU27)، در سال ۲۰۱۱ راهها ۷۲ درصد، راه‌آهن ۱۷ درصد، راههای آبی داخلی ۶ درصد و خطوط لوله ۵ درصد (بر حسب تن- کیلومتر) حمل‌ونقل بار را بر عهده داشتند (European Union, 2013)[1]. در زمینه حمل‌ونقل زمینی مسافر، ۸۳ درصد سفرها توسط حمل‌ونقل جاده‌ای و ۱۷ درصد توسط حمل‌ونقل ریلی انجام می‌شود. در مقیاس جهانی، کشورهای با درآمد کم و متوسط به شدت وابسته به حمل‌ونقل جاده‌ای هستند بنابراین در این کشورها آمارهای حمل‌ونقل جاده‌ای ممکن است دست کم گرفته شود و با رشد سطوح ترافیک نیاز به نگهداری به همان نسبت مورد پذیرش نباشد.

پیرو بحران مالی جهانی در سال ۲۰۰۸ و رکود تجارت جهانی در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹، بیشتر مناطق از سال ۲۰۱۰ در حال بازیابی بودند اگرچه این روند در کشورهای توسعه‌یافته رشد کمتری داشت. با این وجود بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱، حمل‌ونقل داخلی بار رشدی بیش از ۶۰ درصد را در کشورهای عضو اتحادیه اروپا و OECD تجربه نمود که به طور عمده مربوط به حمل‌ونقل جاده‌ای بود.

با وجود کند شدن رشد ترافیک در بلندمدت در کشورهای توسعه‌یافته، تلاش‌ها برای حداکثرسازی ظرفیت شبکه‌های پرتراکم و حفظ میزان جابجایی در سطح بالایی از جریان تردد، به استفاده روزافزون از رویکردهای پیچیده برای مدیریت ترافیک منجر شده است. دارایی‌های مربوط به سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS)، دارای عمر عملیاتی به نسبت کوتاهی هستند که این موضوع به مداخله‌های مکرر بیشتر و هزینه‌های نگهداری بسیار بالاتری می‌انجامد.

با در نظر گرفتن نرخ‌های رشد پایین شبکه‌های راه در بیشتر کشورهای توسعه‌یافته، سهم نگهداری از کل هزینه‌های زیرساخت راه افزایش می‌یابد. با این وجود، در دهه گذشته بنا بر شواهد، عکس این موضوع اتفاق افتاده است. برای مثال، در کشورهای عضو OECD، سهم نگهداری از ۳۳ درصد در سال ۲۰۰۵ به ۲۷ درصد در سال ۲۰۱۱ کاهش یافت (مجمع بین‌المللی حمل‌ونقل، ۲۰۱۳)[2]. با افزایش سن دارایی‌های راه، این وضعیت باید تغییر کند.

---

۱. تعداد کمی از کشورها دارای سهم بالای حمل‌ونقل بار توسط راه‌آهن هستند: بیش از ۸۰ درصد کل حمل‌ونقل ریلی بار توسط آمریکا، روسیه و چین انجام می‌شود.

۲. برای بیشتر شبکه‌های جاده‌ای، سهم نگهداری راه از کل هزینه‌های جاده‌ای، بین ۲۵ تا ۳۵ درصد متغیر است.

۲- اثرات متنوع نگهداری راه

۲-۱- تعریف اثرات برای ارایه یک گزارش جامع

تصمیم‌گیران ارشد اغلب در خصوص اهمیت نگهداری راه آگاه نیستند زیرا توجیه تأمین مالی تنها مبتنی بر ملاحظات محدودی است و اثرات بر کاربران و کل جامعه را شامل نمی‌شود. اگرچه در بخش حمل‌ونقل، نگهداری اغلب بهترین بازگشت سرمایه‌گذاری را دارد. برای مثال، طرح‌های اخیر برای بازسازی و توسعه زیرساخت‌های ایالات متحده آمریکا (وزارت خرانه‌داری، ۲۰۱۲)، مطابق با نظر اقتصاددانان آغاز گردید: "برخی انواع سرمایه‌گذاری راه هنوز هم به شدت مطلوب می‌باشند، نظیر عملیات نگهداری ساده".

مطلوبیت بالای سرمایه‌گذاری در امر نگهداری، ناشی از گستردگی فعالیت‌های نگهداری راه و اثرات متنوع آن می‌باشد[۱]. بنابراین، اتخاذ یک چارچوب جامع برای تشریح تمامی منافع اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی ضروری است. چارچوب‌های مختلفی توسط ادارات به منظور ارزیابی اثرات پروژه‌های حمل‌ونقل اتخاذ می‌شوند (برای مثال: وزارت حمل‌ونقل [2013a]، حمل‌ونقل اسکاتلند [2013] و FHWA [2013]). در کشورهای در حال توسعه، فرایندها ممکن است کمتر فرموله شده و نیاز به تطابق با الزامات سازمان‌های توسعه‌ای داشته باشند[۲]. اگرچه دلایلی برای نگهداری وجود دارد که در تمامی شرایط به گونه‌ای صادق می‌باشند:

- اثرات ایمنی و امنیت،
- اثرات زیست‌محیطی،
- اثرات اقتصادی،
- اثرات یکپارچه‌سازی (با سیاست حمل‌ونقل و سیاست دولت)،
- اثرات دسترسی و شمول اجتماعی.

مسایل و ملاحظات مهم مربوط به هر معیار در جدول ۱ به طور خلاصه ارایه شده است. در شرایط خاص‌تر کشورهای در حال توسعه، اثرات را می‌توان برای پشتیبانی از اهداف ویژه‌ای نظیر اهداف توسعه هزاره (کمیته توسعه بین‌المللی، ۲۰۱۱) بیان نمود که در جدول ۲ نشان داده شده است.

---

۱. برای توضیح بیشتر در خصوص تنوع نگهداری راه به پیوست الف مراجعه کنید.

۲. برای مثال، بانک جهانی یک رویکرد سازگار با ارزیابی سرمایه‌گذاری را اتخاذ نموده است (Belli et al, 1998).

جدول ۱: عوامل مشخص‌کننده اهمیت نگهداری راه

معیار	توضیحات
ایمنی	
تصادفات	عامل بسیار مهمی است (اغلب قابل ارزیابی و کمّی شدن است). تصادفات می‌توانند به دلیل خرابی دارایی‌های راه افزایش یابند یا یا به دلیل حوادث ناگهانی واقع شوند (مانند فروپاشی دارایی).
امنیت	به ویژه مربوط به مناطق شهری است که کاهش نگهداری می‌تواند سطوح واقعی یا مورد انتظار جرم و جنایت را افزایش داده و منجر به انصراف مردم از سفر گردد (برای مثال افراد مسن).
محیط زیست	
کیفیت هوا	کیفیت جهانی هوا (CO_2) که معمولاً مهم‌تر از کیفیت هوای محلی است می‌تواند ارزیابی شود. آلاینده‌های ناشی از وسایل نقلیه تحت تأثیر کیفیت راه و سرعت سفر می‌باشند.
سروصدا و لرزش	کاهش کیفیت تردد روی یک روسازی، موجب افزایش قابل توجهی در سطح سروصدای تولید شده توسط ترافیک جاده‌ای می‌شود که هم اینک مهم‌ترین نگرانی در مناطق شهری می‌باشد.
کیفیت آب و خاک	این جنبه اغلب چندان تحت تأثیر عملیات نگهداری قرار نمی‌گیرد اما شامل آن می‌شود برای مثال، روان‌آب‌ها و اثرات عملیات خاکبرداری از معادن و گودال‌های قرضه.
زیست‌بوم‌ها و تنوع زیستی	به ویژه برای مناطقی با محیط زیست حساس و کنترل گیاهان غیربومی و سمّی به منظور حفاظت از محیط زیست محلی.
کاربری زمین و رفاه	نگهداری مکان‌های عمومی ارزش فراوانی دارد. کیفیت زندگی با نگهداری مناسب راههای شهری و برون‌شهری ارتقا می‌یابد.
اقتصاد	
هزینه‌های راهبری وسیله نقلیه	مهم‌ترین عامل قابل کمّی شدن برای شبکه‌هایی که برخی راههای آنها شرایط ضعیفی دارند (برای مثال سطوح IRI بیش از ۵) و با حداقل حجم ترافیک، هزینه‌های ناشی از افزایش مصرف سوخت، مصرف لوازم یدکی و تعمیر و نگهداری وسیله نقلیه می‌باشد.
زمان سفر	خرابی دارایی‌های راه و انجام عملیات تعمیر و نگهداری، هر دو باعث اختلال در سفرها می‌شوند. برای شبکه‌هایی که قابلیت اطمینان زمان سفر در آنها بسیار مهم است، هزینه‌های زمان سفر می‌تواند انگیزه مهمی در الزامات نگهداری و یک عامل مهم قابل کمّی‌سازی باشد.
منافع گسترده‌تر	چنانچه سطوح مناسب دسترسی تأمین نگردد، ممکن است منافع اقتصادی گسترده‌تر راهها مانند پشتیبانی از کسب‌وکار، گردشگری یا کشاورزی کاهش یابند.
یکپارچه‌سازی	
یکپارچه‌سازی جغرافیایی و سیاسی	با عدم نگهداری که می‌تواند از فعالیت‌ها جلوگیری کند، نوآوری‌های سیاسی گسترده‌تر مانند بهداشت و رفاه ممکن است تحت تأثیر قرار گیرند
قابلیت دسترسی	
جامعه و گروه‌های اجتماعی	چنانچه بودجه محدود موجب عدم نگهداری مناسب راههای پرترافیک گردد، جوامع دورافتاده تحت تأثیر قرار می‌گیرند. با کاهش نگهداری، گروه‌های اجتماعی خاص ممکن است بیشتر تحت تأثیر قرار گیرند (برای مثال، چنانچه دسترسی افراد معلول به مخاطره بیافتد).

مرجع: Parkman et al, 2012

جدول ۲: تأثیر نگهداری راه بر اهداف توسعه هزاره

هدف	کمک نگهداری راه
۱- ریشه‌کن‌سازی فقر شدید	حمل‌ونقل منطقه‌ای کارا برای تجارت ضروری است و راهها برای رشد اقتصاد روستایی حیاتی هستند.
۲- دستیابی به آموزش ابتدایی همگانی	کیفیت دسترسی به راههای روستایی بر ثبت‌نام و حضور دانش‌آموزان در مدارس مؤثر است.
۳- برابری جنسیتی در آموزش	با داشتن راههای ایمن‌تر، حضور دختران در مدارس افزایش چشمگیری می‌یابد.
۴- کاهش مرگ‌ومیر کودکان	راههایی با نگهداری مناسب، دسترسی مناسب به خدمات بهداشتی را امکان‌پذیر می‌سازند.
۵- کاهش مرگ‌ومیر مادران	
۶- مبارزه با ایدز، مالاریا و سایر بیماری‌ها	
۷- حفظ محیط زیست	نگهداری منظم راهها موجب کاهش هزینه‌ها در بلندمدت و کاهش مصرف مصالح می‌شود.
۸- ایجاد مشارکت جهانی برای توسعه	به‌اشتراک‌گذاری بهترین اقدامات و تجربیات در زمینه نگهداری راه نیازمند سرمایه‌گذاری است.

مرجع: کمیته بین المللی توسعه، ۲۰۱۱

۲-۲- اثرات کمّی‌شده، بیانگر نگرش محدودی هستند

توجیه تأمین مالی نگهداری راه اغلب تنها بر اساس اثرات قابل کمّی‌شدن به صورت پولی انجام می‌شود. چنین رویکردهایی استدلال را محدود کرده و اثرات واقعی (غیر کمّی) را نادیده می‌گیرند، اثراتی که ممکن است وجود داشته باشند اما تنها به صورت کیفی قابل توصیف هستند.

برای مثال، نگرانی‌هایی در خصوص اثر نگهداری ضعیف بر امنیت ساکنان محلی در مناطق شهری و به طور کلی بهداشت جوامع محلی، در صورت نقصان دسترسی عابران پیاده و دوچرخه‌سواران وجود دارد (Parkman et al, 2012). اعتراض عمومی به دلیل اثرات نگهداری نامناسب (برای مثال، محدودیت دسترسی وسایل نقلیه سنگین به یک پل در حال اضمحلال) نگرانی‌های عمده‌ای برای تأمین‌کنندگان مالی ایجاد کرده است. این امر بدین معنی است که اثرات اقتصادی کمّی‌شده قابل انتظار، تنها یکی از ملاحظات تصمیم‌گیرندگان خواهد بود[۱].

۲-۳- نگهداری راه بر شرایط دولت اثرگذار است

اثر نگهداری راه می‌تواند توسط گزارش‌های دولت نیز ارزیابی شود. چنانچه تأمین مالی ناکافی برای یک دوره طولانی اتفاق بیافتد، دارایی‌های راه تخریب می‌شوند و ارزش دارایی‌ها کاهش می‌یابد. در این حالت، دولت باید استهلاک دارایی را در حساب‌های خود گواهی نماید و برای عموم مشخص کند که تأمین مالی مورد نیاز برای نگهداری راه را انجام نداده است.

۱. برای بحث بیشتر در خصوص چالش کمّی‌سازی به پیوست الف مراجعه کنید.

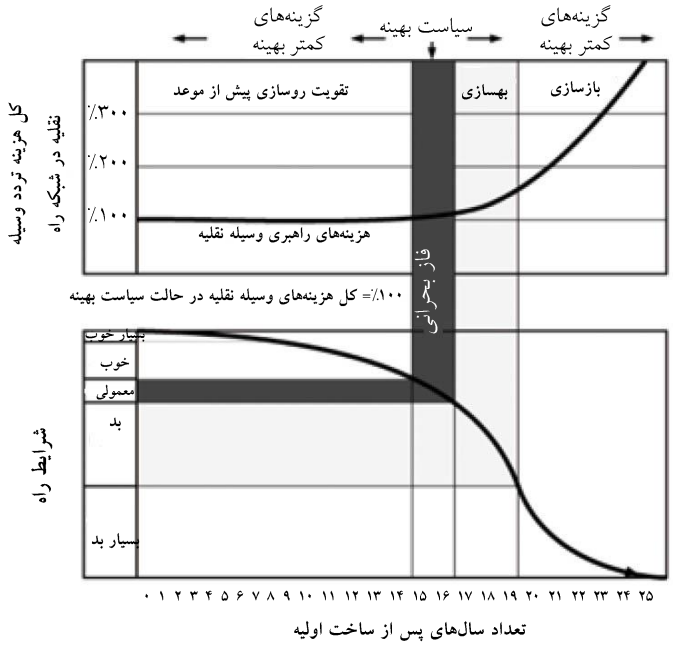
۳- سرمایه‌گذاری کنونی، حفظ منافع و صرفه‌جویی در هزینه‌های آتی

۳-۱- صرفه‌جویی در امر نگهداری، اتلاف سرمایه‌گذاری‌های پیشین

انجام ارزیابی اقتصادی- اجتماعی سرمایه‌گذاری‌ها در هنگام امکان‌سنجی یک زیرساخت جاده‌ای جدید امری معمول است. چنین ارزیابی‌هایی نه تنها شامل هزینه‌های ساخت‌وساز برای اداره راه می‌باشند بلکه هزینه‌های بلندمدت نگهداری و بهره‌برداری در چرخه عمر این دارایی جدید و هزینه‌های اقتصادی و اثرات اجتماعی را نیز در بر می‌گیرند (مانند تصادفات و زمان سفر کاربران راه). چنانچه منافع سرمایه‌گذاری برای جامعه از هزینه‌های آن برای دولت بیشتر باشد، این سرمایه‌گذاری مفید و ارزشمند است. تحلیل‌ها نشان داده‌اند که در طول عمر راه، هزینه نگهداری سالانه بخش کوچکی از هزینه سرمایه‌گذاری اولیه را تشکیل می‌دهد که معمولاً بین ۲ تا ۳ درصد برای یک راه اصلی رویه‌شده و ۵ تا ۶ درصد برای یک راه روستایی بدون رویه می‌باشد (Dongges et al, 2007). همچنین، با وجود این که هزینه‌های نگهداری مناسب به نسبت کل هزینه‌های اداره راه بسیار ناچیز است، بدون انجام عملیات نگهداری، منافع اجتماعی در طول زمان از دست می‌روند.

۳-۲- هزینه‌کرد امروز برای نگهداری، صرفه‌جویی قابل‌توجه در هزینه‌های آتی

یک اصل مهم در نگهداری راه این است که هزینه‌کرد پول در حال حاضر موجب صرفه‌جویی در هزینه‌ها در آینده می‌شود. با اضمحلال دارایی‌های راه، هزینه‌های حفظ شرایط آنها نیز افزایش می‌یابد و با بدتر شدن شرایط دارایی‌ها، معمولاً هزینه‌های وارد بر جامعه نیز چشمگیرتر می‌شود. این مفهوم اثبات شده در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: تغییر هزینه‌ها با زمان (بانک جهانی، ۲۰۱۱)

دامنه گسترده ای از شواهد از این اصل پشتیبانی می‌کند. بانک جهانی (Heggie and Vickers, 1998) اعلام کرد که برای آفریقا، هر دلار از هزینه‌های به تعویق افتاده در نگهداری راه موجب افزایش هزینه‌های راهبری وسیله نقلیه به میزان ۲ تا ۳ دلار شده است. همچنین برای آمریکای لاتین و منطقه کاراییب، هزینه‌های اضافی ناشی از نگهداری ناکافی به ۱٫۲ میلیارد یورو در سال بالغ می‌شود. در هندوستان چنانچه نگهداری مناسب انجام شود هزینه‌های راهبری وسایل نقلیه به میزان ۲٫۹ میلیارد یورو در سال کاهش می‌یابد.

شواهد بیشتری از مطالعه‌ای که در خصوص وضعیت راههای آفریقا توسط بانک توسعه آفریقا انجام شده است، در دسترس می‌باشد.

اثر تأخیر در نگهداری راه بر شبکه راههای آفریقا

کشورهای کم‌درآمد نسبت به کشورهای با درآمد متوسط، ۵۰ درصد بیشتر به ازای هر کیلومتر نگهداری راه هزینه می‌کنند. در عین حال به نظر می‌رسد، کشورهایی که سالهاست دارای ادارات راه هستند و مالیات بر سوخت وضع کرده‌اند هزینه کمتری نسبت به کشورهای دیگر صرف می‌کنند. این پدیده توسط بایاس مشخص شده سرمایه در هزینه‌های راه توضیح داده می‌شود. در حقیقت سرمایه‌گذاری بیانگر دو سوم کل هزینه‌ها در کشورهای دارای منابع غنی اما دارای درآمد کم می‌باشد به ویژه کشورهایی که سازوکار سازمانی مناسبی برای نگهداری راه ندارند. کشورهای با درآمد متوسط و کشورهایی با مالیات بر سوخت بالا، تمایل دارند که بدون بالابردن کل هزینه‌های راه، میزان هزینه‌کرد در نگهداری راه را افزایش دهند. این امر به خوبی نشان می‌دهد توجه به موضوع نگهداری به موقع، در بلندمدت موجب کاهش هزینه‌های مورد نیاز برای پایدارسازی سیستم راه می‌شود.

مرجع: Foster and Briceño- Garmendia (2011)

۴- نگهداری راه: منافع در تمامی زمینه‌ها

۴-۱- شبکه‌های راهبردی ملی و بین‌المللی

شبکه‌های راههای ملی و بین‌المللی از لحاظ تعداد جنبه‌های اثرگذار بر الزامات نگهداریشان، نحوه نگهداری و اثرات عدم نگهداری، با شبکه‌های دیگر تفاوت دارند. جنبه‌های اصلی شبکه‌های راهبردی که بر منافع ناشی از نگهداری راه مؤثرند، به شرح زیر می‌باشند:

- چنین راههایی نماینده بخش کوچکی از طول کل شبکه می‌باشند اما ترافیک بیشتری نسبت به راههای محلی از آنها عبور می‌کند که معمولاً بخش عمده‌ای از آن را حمل‌ونقل بار تشکیل می‌دهد.
- عملیات نگهداری راههای دارای چند خط عبوری، نیازمند ترتیبات مدیریتی پیچیده‌تر می‌باشد.
- سرعت‌های بالاتر وسایل نقلیه بر سطوح ایمنی، اضمحلال دارایی‌های راه، نیاز راه به ویژگی‌های بیشتر (مانند سیستم‌های نگهدارنده وسیله نقلیه) و مدیریت ترافیک در طول زمان انجام عملیات نگهداری راه اثرگذار می‌باشد.
- به دلیل ساعات کاری محدود، فضای قابل دسترس از راه برای انجام عملیات و مدیریت گسترده‌تر ترافیک در زمان عملیات نگهداری، هزینه‌های اقدامات نگهداری اغلب به میزان قابل توجهی بالاتر می‌باشند (برای مثال هنگام شب).
- با وجود روش‌های طراحی مورد تأیید و کاربرد مصالح جدید، قرار گرفتن لایه‌های نازک متعدد بر روی هم در طول سال‌های متمادی، باعث شده سازه سواره‌رو مستعد ضخیم‌تر شدن باشد.
- داده‌های مربوط به شرایط دارایی‌های راه با استفاده از روش‌های برداشت سازمان‌یافته‌تر جمع‌آوری می‌شوند و ثبت داده‌ها در سیستم‌های اطلاعات اجازه می‌دهد تحلیل‌های دقیق‌تری از عملکرد آتی انجام شود.
- در شبکه‌های پیشرفته، استفاده بیشتر از سیستم‌های اطلاعات راننده و کنترل ترافیک که اغلب تجهیزاتی با عمر کوتاه‌تر هستند، نیازمند نگهداری جاری بیشتر و جایگزینی بیشتر نسبت به سایر اجزای دارایی‌های راه می‌باشند.

به علاوه، شبکه‌های راهبردی (یا بخشی از آنها) می‌توانند با استفاده از سازوکارهای تأمین مالی خصوصی با معیارهای عملکردی مربوط به وضعیت روسازی در طول یک دوره واگذاری بلندمدت، تأمین مالی شوند.

در شبکه راهها، شناسایی طبقه‌بندی‌های مختلف راه با سطوح سرویس متفاوت و اولویت‌های متفاوت اقدامات نگهداری، امری رایج می‌باشد. در اسکاتلند، در طول چند سال با بروز شرایط خرابی و اضمحلال در شبکه آزادراهی و نگرانی از عملکرد آتی آن، این بخش از شبکه اولویت نگهداری بالاتری نسبت به بخش‌های دیگر شبکه پیدا کرد (یعنی سهم بیشتری از بودجه به آن اختصاص یافت). این امر موجب دستیابی به بهبود وضعیت شبکه آزادراهی و بازده بیشتر هزینه‌های نگهداری گردید.

مطالعه‌ای که در اوگاندا (وزارت کار و حمل‌ونقل، ۲۰۱۳) در خصوص نیازهای تأمین مالی شبکه راهها انجام شد، پیشنهاد نمود به منظور افزایش سهم راههای رویه‌شده با شرایط خوب و قابل قبول از ۷۴ درصد به ۸۹ درصد، بودجه فوق‌العاده تخصیص داده شود. برای دستیابی به این هدف، اولویت بالاتری به برنامه‌های نگهداری جاری و دوره‌ای و بازسازی راههای با شرایط نامناسب که بازسازی آنها منافع اقتصادی آشکاری به همراه داشت، داده شد. این برنامه بر اساس افزایش ارزش دارایی‌های شبکه در برابر اثرات شرایط نامناسب راهها بر کاربران راه و سایر ذینفعان توجیه گردید.

با این وجود، منافع ناشی از کاهش هزینه‌های راهبری وسایل نقلیه خود به تنهایی نشان‌دهنده ارزش قابل توجه نگهداری به موقع راه می‌باشد.

اثر نگهداری راه بر هزینه‌های راهبری وسیله نقلیه

در مراکش، تحلیل انجام‌شده در خصوص هزینه نگهداری نشان داد افزایش بودجه نگهداری که بخشی از آن توسط مالیات بر سوخت تأمین گردید، سهم راههای رویه‌شده با شرایط خوب را طی ۸ سال تا ۱۶ درصد افزایش داد. این مطالعه بر اساس اثرات بر کل هزینه‌های حمل‌ونقل (کالا و مسافر) انجام شد و با استفاده از نرم‌افزار HDM-4 به منظور ارزیابی اثرات سطوح بودجه‌ای مختلف، بررسی گردید. این مطالعه نشان داد، با افزایش واقعی در بودجه نگهداری تا ۲۶۵۰ میلیون یورو در طی ۲۰ سال، می‌توان به میزان ۷۵۰۰ میلیون یورو در هزینه‌های کلی حمل‌ونقل در مقایسه با بودجه کنونی نگهداری صرفه‌جویی کرد.

در شبکه‌های به نسبت روان‌تر با سطوح ترافیک بالا، اثر قابل کمّی شدن عمده ناشی از قطع بودجه‌های نگهداری را می‌توان در افزایش هزینه‌های راهبری وسیله نقلیه مشاهده نمود. مطالعه انجام شده روی شبکه راهبردی اسکاتلند (Parkman et al, 2012) نشان می‌دهد، کاهش ۳۱۰ میلیون یورویی بودجه نگهداری طی ۲۰ سال، موجب افزایش هزینه‌های راهبری وسیله نقلیه به میزان ۴۴۰ میلیون یورو خواهد شد در حالی که تغییر خالص در هزینه‌های اثرات دیگر (زمان سفر، انتشار دی‌اکسیدکربن و ایمنی) تنها ۳٫۵ میلیون یورو طی دوره مشابه تخمین زده می‌شود.

مطالعه انجام شده در راههای اصلی شبکه راههای جمهوری قرقیزستان نیز نشان داده است افزایش بودجه نگهداری به میزان تنها ۳۲۰ میلیون یورو نسبت به هزینه راهبرد "بدترین- اولین"، به کاهش ۲۱۰۰ میلیون یورو در هزینه‌های کلی حمل‌ونقل طی ۲۰ سال منجر خواهد شد. راهبرد "بدترین- اولین" (worst first) تنها نگهداری جاری را تأمین مالی می‌کند و هزینه‌کرد بیشتر را تا زمانی که بازسازی کامل ناگزیر گردد، به تأخیر می‌اندازد (بانک جهانی، ۲۰۱۲).

۴-۲- شبکه‌های محلی راه روستایی

در بیشتر کشورها راههای روستایی محلی بیشتر طول شبکه راهها را تشکیل می‌دهند. برای مثال، با وجود تفاوت در تعاریف، ۵۴ درصد طول راهها در بریتانیا، ۶۰ درصد طول راهها در هند و ۸۰ درصد طول راهها در چین را راههای روستایی محلی تشکیل می‌دهند. در سراسر جهان، راههای بدون رویه در حدود ۴۰ درصد شبکه راهها (در حدود ۳۴ میلیون کیلومتر) را تشکیل می‌دهند.

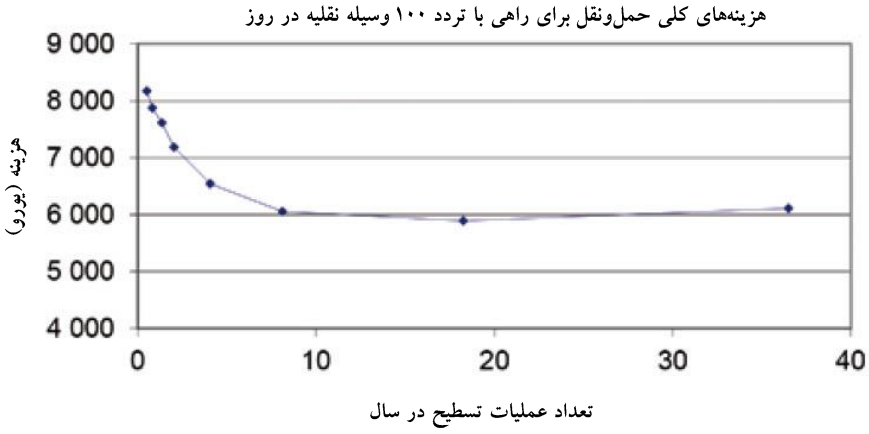
در سراسر جهان شبکه‌های راههای روستایی با دامنه‌ای از چالش‌ها در رقابت برای تأمین مالی نگهداری روبرو هستند. در حقیقت، راههای اصلی، راهبردی و دارای ترافیک زیاد بیشترین سهم از بودجه صندوق‌های راه و دولت مرکزی را دریافت می‌کنند در حالی که راههای روستایی بیشتر وابسته به تأمین مالی نامطمئن توسط منابع دولت‌های محلی هستند. گزارش‌ها در خصوص نگهداری ناکافی راههای روستایی بسیار رایج می‌باشند. یک مطالعه انجام شده در هفت کشور آسیایی نشان داد بودجه نگهداری تنها ۲۵ درصد نیازهای راههای ملی را برآورده نموده است و برای راههای روستایی این درصد پایین‌تر نیز می‌باشد (Donnges et al, 2007). نگهداری منظم برای اطمینان از قابلیت دسترسی وسایل نقلیه و هزینه‌های پایین‌تر حمل‌ونقل ضروری است و به ایجاد محیط اقتصادی جذاب‌تر برای تضمین سرمایه‌گذاری و توسعه روستایی کمک می‌کند.

مثالی از تانزانیا

در سال ۲۰۱۱ طول راههای محلی تانزانیا ۵۸۰۳۷ کیلومتر بود که ۹۰ درصد آن راههای روستایی و ۱۰ درصد راههای شهری بودند. شبکه شامل ۷۸ درصد راههای خاکی، ۲۱ درصد راههای شنی و ۱ درصد راههای رویه‌شده می‌باشد. ارزیابی شرایط نشان داد ۲۲ درصد راهها در وضعیت خوب، ۳۴ درصد در وضعیت قابل قبول و ۴۴ درصد در وضعیت نامناسب قرار داشتند. در سال ۲۰۱۰ بودجه مصوب تنها ۴۵ درصد نیاز ارزیابی شده برای نگهداری راه را پوشش می‌داد. در سال ۲۰۱۱-۲۰۱۰ کل نگهداری انجام شده ۱۶۱۷۷ کیلومتر بود که از این میزان، ۱۰۹۷۳ کیلومتر نگهداری جاری، ۳۸۶۱ کیلومتر مرمت نقطه‌ای و ۱۳۴۲ کیلومتر نگهداری دوره‌ای را تشکیل می‌دادند. به طور کلی، تنها ۲۸ درصد راههای محلی تحت انواع نگهداری قرار داشتند.

مرجع: شورای صندوق راهها، ۲۰۱۱

برای راههای شنی، عملیات تسطیح (تیغ‌اندازی)، بر کیفیت سواری و در نتیجه بر هزینه‌های حمل‌ونقل اثر مستقیم و فوری خواهد داشت. این موضوع در شکل ۲ با استفاده از مدل طراحی راه HDM-4 نشان داده شده است (HDMGlobal, 2014). با استفاده از داده‌های کشور اتیوپی و برای ۱۰۰ وسیله نقلیه در روز، این شکل کاهش قابل توجهی در هزینه‌های کلی حمل‌ونقل به ازای ۷ عملیات تسطیح در سال نشان می‌دهد. با این وجود، برای بیشتر کشورها انجام بیش از ۲ عملیات تسطیح در سال برای راههای روستایی نادر می‌باشد که بسیار پایین‌تر از حد بهینه اقتصادی است.



شکل ۲: اثر تعداد عملیات تسطیح بر هزینه‌های کلی حمل‌ونقل

افزایش هزینه‌های راهبری وسیله نقلیه به دلیل عدم نگهداری شبکه راههای روستایی، برای کشورهای توسعه‌یافته نیز مسأله مهمی به شمار می‌آید. در مطالعه انجام شده در اسکاتلند نشان داده شد اثر کاهش تخصیص برای نگهداری جاری راه، تأثیر بیشتری بر شبکه راههای محلی نسبت به شبکه راههای راهبردی دارد زیرا راههای محلی از استانداردهای پایین‌تری برخوردارند. این مطالعه نشان داد به ازای هر ۱ یورو صرفه‌جویی در هزینه‌کرد برای نگهداری راه، خسارت وارده بر راههای محلی ۱٫۶۷ یورو و خسارت وارده بر راههای راهبردی ۱٫۱۲ یورو خواهد بود.

همچنین اثرات اقتصادی گسترده‌تری نسبت به اثرات ناشی از هزینه‌های راهبری وسیله نقلیه وجود دارد. سطوح بالای ناهمواری موجب وارد آمدن خسارت به محصولاتی مانند میوه و سبزیجات در فرایند حمل‌ونقل می‌شود و ارزش آنها را در بازار کاهش می‌دهد.

در بسیاری از مناطق جهان، راههای با نگهداری ضعیف و نامناسب در معرض درجات مختلف انسداد در طول فصل بارانی و مرطوب هستند. هر دوره بارش سنگین برای بیش از چند ساعت می‌تواند اثرات زیانباری بر زندگی اقتصادی و اجتماعی جوامع تحت تأثیر داشته باشد. مشکلات دسترسی به بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها (به ویژه برای مادران باردار) یک نگرانی عمده می‌باشد. فصل بارانی دوره‌ای است که مردم در خطر ابتلا به بیماری‌هایی مانند

مالاریا هستند و موعد زمانی پیش از فصل برداشت موجب اندک بودن میزان موجودی انبارهای مواد غذایی است. چنانچه یک رودخانه یا جریان آب محلی بیش از حد عمیق باشد که بتوان از آن عبور نمود، ممکن است موجب محرومیت کودکان از رفتن به مدرسه شود. محصولاتی که به سرعت فاسد می‌شوند (مانند شیر) ممکن است در اثر گیر کردن کامیون حمل در گل و لای از بین بروند. به طور مشابه، سازمان‌ها از سرمایه‌گذاری در مکانی که مشکلات دسترسی جدی دارد منصرف می‌شوند و این امر اثرات عمده‌ای بر توسعه دارد.

تأثیر عدم نگهداری راههای محلی بر شبکه راههای روستایی در استرالیا

گزارش تهیه شده برای گروه راههای روستایی استرالیا مشخص نمود سرمایه‌گذاری در راههای روستایی استرالیا به شدت از کمبود بودجه رنج می‌برد (به میزان ۱٫۹ میلیارد یورو در سال) و این موضوع اثرات نامناسب فراوانی به همراه داشته است. تخصیص برای نگهداری دوره‌ای راههای روستایی بدون رویه کمتر از یک چهارم میزان مورد نیاز بوده است و راهها در فصل مرطوب مسدود شده‌اند. این گزارش نشان داد ۱۰ درصد محدودیت‌های وزنی بر جابجایی‌های وسایل نقلیه سنگین ویژه حمل دام در نیوساوث‌ولز (به دلیل وضعیت نامناسب راهها و پل‌ها) اثرات زیادی بر رقابت در صنعت گوشت داشته است و موجب کاهش صادرات از مناطق روستایی این ایالت به میزان ۱۲ درصد شده است.

مرجع: گروه راههای روستایی استرالیا، ۲۰۱۰

نگهداری راه به خودی خود به فعالیت اقتصادی کمک می‌کند و عملیات هدفمند نگهداری راه می‌تواند برای ارایه منافع اجتماعی گسترده‌تر استفاده شود. در عین حال این اصل به طور کلی برای تمامی شبکه راه قابل کاربرد می‌باشد و به ویژه برای شبکه راههای روستایی از طریق برنامه‌های ابتکاری جوامع محلی صادق بوده است. برای مثال، می‌توان به تجربه آمریکای لاتین در خصوص برنامه‌های هدفمند نگهداری شبکه راه به منظور دستیابی به چنین اهدافی اشاره نمود.

تعاونی‌ها در آمریکای لاتین

در اواخر دهه ۱۹۸۰ بسیاری از کشورهای آمریکای لاتین شروع به برون‌سپاری نگهداری راه، به عنوان بخشی از یک فرایند اصلاحی برای ترویج استفاده از بخش خصوصی نمودند. اکنون بیشتر عملیات نگهداری جاری توسط پیمانکاران خصوصی انجام می‌شود. کلمبیا یکی از کشورهایی است که جلودار این فرایند اصلاحی بوده است. این کشور در ایجاد شرکت‌های بسیار کوچک نیز پیشگام بوده است. وزارت حمل‌ونقل به همراه برنامه توسعه سازمان ملل متحد و سازمان بین‌المللی کار، برنامه‌ای را برای شکل‌دهی شرکت‌های تعاونی کوچک به منظور ارتقای نگهداری شبکه راههای ملی و ایجاد اشتغال برای مردم با تحصیلات کم یا فاقد تحصیلات یا آموزش رسمی که در امتداد راهها زندگی می‌کنند، تدوین نمود. این سیستم بسیار موفق بود و همچنان با موفقیت به عنوان مدلی برای بسیاری از کشورهای دیگر در منطقه آمریکای لاتین به کار خود ادامه می‌دهد. شرکت‌های تعاونی کوچک در ونزوئلا، هندوراس، اکوادور و بولیوی ایجاد شدند و شرکت‌های کوچک با مالکیت شخصی در گواتمالا و پرو رایج‌تر هستند.

مرجع: Zietlow, 2005

۴-۳- شبکه‌های راه شهری

از سال ۲۰۱۰ نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و تعداد جمعیت شهرنشین هر سال به طور تقریبی ۶۰ میلیون نفر افزایش می‌یابد. تا سال ۲۰۳۰ حدود ۶۰ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و تا سال ۲۰۵۰ این میزان به ۷۰ درصد (۶٫۴ میلیارد نفر) بالغ خواهد شد (WHO, 2014). افزایش جمعیت در مناطق شهری اثرات فراوانی بر تأمین و نگهداری شبکه‌های راه و حمل‌ونقل خواهد داشت.

سه عامل مهم در خصوص نگهداری شبکه‌های شهری عبارتند از:

- تراکم بالای ترافیک، که اغلب منجر به راه‌بندان می‌شود،
- دشواری یکپارچه‌سازی پروژه‌های راه و ترافیک با فضای محدود،
- ضرورت پاسخگویی به نیازهای انواع مختلف کاربران.

تجربه تراکم در محیط‌های شهری برای کاربران راه، به ویژه در ساعات اوج سفر امری عادی است. برای مثال، در ایالات متحده (Parry, 2008) تخمین زده شد که در سال ۲۰۰۵، یک کاربر به طور متوسط در ۴۳۷ منطقه بزرگ شهری ۳۸ ساعت را به دلیل تأخیرهای ترافیک از دست داده است و هزینه‌های سالانه تراکم شامل سوخت هدر رفته بالغ بر ۵۶ میلیارد یورو تخمین زده شد.

رهایی از تراکم ترافیک برای محیط‌های شهری غیر ممکن است اما می‌توان آن را از طریق سیاست‌های مدیریت راه مانند تأمین حمل‌ونقل عمومی مناسب به منظور کاهش زمان سفر و هزینه‌های کاربر یا اجرای قیمت‌گذاری برای راه مدیریت نمود. این امر به نوبه خود سفرها را قابل اطمینان‌تر نموده و به برآورده‌سازی نیازهای کاربر کمک می‌کند. این مهم تنها با نگهداری مؤثر زیرساخت‌ها در راستای کاهش اختلالات ترافیکی قابل دستیابی است.

سیستم‌های الکترونیک پیام‌رسانی، مدیریت و علائم (ITS) عمر طرح کوتاهی دارند و با پیشرفت فناوری، فرصت‌هایی برای بازنگری چندباره و به روزرسانی آنها پدید می‌آید که بر بودجه‌های نگهداری فشار وارد می‌آورد. در شبکه شهری، راهها به طور معمول با شرکت‌های ارایه‌کننده خدمات شهری (برق، آب، فاضلاب و خطوط تلفن) به اشتراک گذاشته می‌شوند. نگهداری چنین تأسیساتی نیازمند آن است که راه حفاری شده و دوباره پر و وصله شود. این عملیات بر کیفیت راه و یکپارچگی سازه‌ای آن اثرگذار است. به منظور حداقل نمودن هزینه‌ها و اختلالات، هماهنگی تمام سازمان‌هایی که در کریدور راه فعالیت دارند یک ضرورت است.

به علاوه، طیف گسترده‌ای از کاربران راههای شهری شامل وسایل نقلیه سواری، کامیون‌های بارکش، اتوبوس، تراموا، دوچرخه، موتورسیکلت و عابران پیاده نیز وجود دارند. مشخص شده است که کاهش نگهداری پیاده‌راهها و پیاده‌روهای محلی (که معمولاً بخشی از بودجه نگهداری راههای شهری را تشکیل می‌دهد)، به عنوان یک عامل بازدارنده برای عابران پیاده عمل نموده و به انزوای جوامع حومه‌ای می‌انجامد (کمیسیون معماری و محیط زیست، ۲۰۰۷).

سازمان‌های حمل‌ونقل برای شبکه‌های شهری باید فشارهای روزافزون برای نگهداری و حفظ شبکه‌های راه در وضعیت خوب را برآورده سازند و با افزایش شهرنشینی، پاسخگوی تقاضا برای افزایش ظرفیت باشند. برخی ادارات محلی در بریتانیا (مانند بخش هونسلو لندن، ۲۰۱۲) تصمیم به تقبل هزینه‌های نگهداری بلندمدت گرفتند تا سرمایه‌گذاری خصوصی به منظور تأمین مالی بازسازی‌های اولیه زیرساخت‌های راه را تضمین نمایند. در عوض شرکت‌های پیمانکار خصوصی متعهد می‌شوند که در برابر پرداخت حق‌الزحمه نگهداری‌های آتی در طول عمر امتیاز واگذاری را انجام دهند. برای توجیه چنین تعهداتی، ارزش مورد انتظار برای اقتصاد محلی و شهروندان باید نشان داده شود.

نگهداری مقرون‌به‌صرفه برای یک شبکه شهری

در اکتبر ۲۰۱۰، وزارت حمل‌ونقل بریتانیا به بخش هونسلو لندن اطلاع داد میزان کمک‌های دولتی به این بخش تقریباً ۳۰ درصد کاهش می‌یابد که این امر مستلزم کاهش فعالیت‌های نگهداری راه می‌باشد. با وجود این کاهش، موافقت شد در صورتی که ارزش پولی و مجموعه منافع از هزینه‌ها بیشتر باشد، فرایند تدارکات راه تحت عنوان ابتکار تأمین مالی خصوصی باقی بماند. با در نظر گرفتن حذف نگهداری عقب‌افتاده در مقایسه با ادامه وضع موجود، یک نسبت فایده به هزینه (BCR) ۵٫۷۴ برای یک دوره سرمایه‌گذاری ۲۵ ساله تخمین زده می‌شود. نسبت‌های میان ۲ و ۴ به عنوان ارایه‌کننده ارزش بالای پولی توسط وزارت حمل‌ونقل در نظر گرفته شد. انتظار می‌رود انجام سرمایه‌گذاری به منافعی منجر شود از جمله صرفه‌جویی در انرژی (۳۳٪)، کاهش تعداد تصادفات جرحی (۱۲٪)، کاهش جرایم به دلیل بهبود روشنایی راهها (۲۰٪) و کاهش دعاوی خسارت تصادفات (۲۵٪).

مرجع: بخش هونسلو لندن، ۲۰۱۲

۴-۴- تأثیر روزافزون آب‌وهوا بر نگهداری راه

ماهیت عملیات و اثرات نگهداری راه وابسته به شرایط آب‌وهوای محلی است. زمستان‌های بسیار سرد، بارش شدید منجر به وقوع سیلاب و دماهای بالای حاره‌ای هر یک شرایط کاملاً متفاوتی را از لحاظ نگهداری ایجاب می‌کنند. با افزایش عمر دارایی‌های راه و با افزایش اثرات آب‌وهوای نامساعد ناشی از تغییرات جوی، در صورت کافی نبودن نگهداری، شبکه‌های راه به طور روزافزونی انعطاف‌پذیری خود را از دست می‌دهند. نگهداری پایدار باید پیش‌شرط هر اقدام اتخاذ شده برای نگهداری باشد.

اهمیت اثرات اقتصادی مستقیم آب‌وهوای نامساعد، با هزینه‌های پولی مرمت یا بازسازی زیرساخت تخریب شده نشان داده می‌شود.

رویدادهای نامساعد جوی و هزینه‌های تحمیل شده به حمل‌ونقل

بر اساس گزارش سیاسی- علمی مرکز مشترک پژوهش کمیسیون اروپا، هزینه اقتصادی کل ناشی از اثرات رویدادهای نامساعد جوی بر حمل‌ونقل بالغ بر ۲٫۲۵ میلیارد یورو در سال می‌باشد که ۸۰ درصد آن مربوط به حمل‌ونقل جاده‌ای است (۱٫۸۱ میلیارد یورو در سال). برای حمل‌ونقل جاده‌ای نیز ۴۶ درصد اثرات ناشی از باران و سیلاب، ۴۲ درصد ناشی از شرایط زمستانی، ۹ درصد ناشی از توفان و ۳ درصد باقیمانده ناشی از گرما و خشکسالی می‌باشد.

مرجع: Nemry and Damirel, 2012

در کشورهایی با آب‌وهوای سرد، فعالیت‌های نگهداری زمستانی مانند برف‌روبی و یخ‌زدایی برای اطمینان از ایمنی و قابلیت دسترسی شبکه راهها ضرورت دارند. ایالات متحده آمریکا سالانه ۱٫۷ میلیارد یورو برای برای برف‌روبی و یخ‌زدایی راهها هزینه می‌کند در حالی که کانادا سالانه مبلغی بیش از ۰٫۷ میلیارد یورو هزینه می‌کند (Akin et al, 2013). در بریتانیا که زمستان‌های نسبتاً ملایمی دارد (در مقایسه با مناطقی مانند اسکاندیناوی و بخش‌هایی از آسیا و آمریکا) نیز نگهداری زمستانی برای پشتیبانی از اقتصاد و جامعه، مهم و ارزشمند می‌باشد.

اهمیت نگهداری زمستانی

بعد از چندین زمستان سخت در انگلستان و ولز، بازنگری مقاومت و انعطاف‌پذیری در برابر شرایط زمستانی در دستور کار وزارت حمل‌ونقل قرار گرفت تا منافع اقتصادی نگهداری زمستانی از لحاظ موارد زیر مورد بررسی قرار گیرد:

- بازده اقتصادی از دست‌رفته ناشی از عدم امکان دسترسی مردم به محل کار،
- زمان فردی از دست‌رفته ناشی از تأخیر سفر و سفرهای از دست‌رفته،
- افزایش تصادفات وسایل نقلیه جاده‌ای،
- هزینه‌های بهداشت فردی و عمومی ناشی از سر خوردن و سقوط که منجر به جراحت می‌شوند.

تحلیل نشان داد که به طور متوسط منافع سالانه‌ای در حدود ۱٫۲ میلیارد یورو از تأمین مالی جهت نگهداری زمستانی مناسب در طول یک زمستان سخت در انگلستان، حاصل می‌شود. هزینه تأمین خدمات زمستانی برای ادارات راه در انگلستان در حدود ۱۹۰ میلیون یورو در سال تخمین زده می شود. این تحلیل نسبت هزینه- فایده بین ۵ تا ۱۰ را پیشنهاد می‌کند.

مرجع: Quarmby, Smith & Green, 2010

با افزایش بارش‌های شدید، نگهداری زهکشی نیز اهمیت بیشتری یافته است. زمان‌بندی مؤثر نگهداری زهکشی پیش، هنگام و پس از فصل بارانی و در ایام وقوع بارش‌های شدید، به کاهش فرسایش و خرابی‌ها کمک می‌کند. در کشورهای واقع در جنوب صحرای آفریقا، کانال‌های زهکش پیش از فصل بارانی به طور مرتب تمیز نمی‌شوند که این امر موجب آب‌شستگی بخش‌هایی از راه می‌شود که مرمت‌های فوری گسترده‌تر و گران‌تری را ضروری می‌سازد (European Court of Auditors, 2012).

تجربیات اخیر از وقوع سیلاب در اروپای مرکزی و شرقی

تغییرات روزافزون آب‌وهوای اروپا موجب افزایش تعداد سیلاب‌های شدید در دهه‌های اخیر شده است (برای مثال در حوزه‌های رودهای دانوب، اُدر و الب). بیشترین سیلاب‌های مرگبار آنهایی هستند که در زمان کوتاه اتفاق می‌افتند (سیلاب‌های برق‌آسا یا غافلگیرکننده) که در اروپای مرکزی و شرقی در نواحی محدودی اتفاق می‌افتند که می‌توانند بسیار دور از رودخانه‌های بزرگ باشد. پیش‌بینی تغییرات آب‌وهوایی نشان می‌دهد اروپا در آینده سیلاب‌های غافلگیرکننده بیش‌تری را تجربه خواهد نمود.

سیستم‌های پیش‌بینی سیلاب نیازمند همکاری‌های بین بخشی هستند که یکی از بخش‌های کلیدی آن اداره راه می‌باشد. سفر در راههای دچار سیل‌گرفتگی ایمن نیست و به کاربران باید به وسیله تابلوهای راه هشدار داده شود. سیستم زهکشی باید مناسب باشد. واکنش پس از هر رویداد باید مؤثر و کارا باشد تا حمل‌ونقل توانایی بازگشت هر چه سریع‌تر به شرایط عادی را داشته باشد. تمامی این جنبه‌ها باید در وظایف نگهداری راه گنجانده شود.

برگرفته از: برنامه مشترک مدیریت سیلاب، ۲۰۰۷

دمای بسیار بالا نیز می‌تواند بر نگهداری راه اثرگذار باشد. پل‌ها به دلیل افزایش تنش گرمایی در درزهای انبساط متحمل آسیب می‌شوند، آسفالت رویه راه ممکن است دچار تغییر شکل زودرس شود، چیپ‌سیل‌ها ممکن است به دلیل روانی قیر لغزنده شوند که (علاوه بر نیاز به مرمت) موجب کندی و اختلال شدید جریان ترافیک می‌شود. این موضوع در کشورهایی مانند استرالیا که در ۹۰ درصد راههای رویه‌شده روستایی از رویه‌های نازک قیری استفاده شده است، اهمیت زیادی دارد (Tylor et al, 2010).

به طور خلاصه، با پیش‌بینی افزایش الگوهای آب‌وهوایی نامساعد در سراسر جهان، نیاز روزافزونی برای انعطاف‌پذیرتر نمودن شبکه‌های راه با اتخاذ اقدامات نگهداری مناسب احساس می‌شود.

۴-۵- اهمیت نگهداری پیشگیرانه

تمامی اقدامات نگهداری را می‌توان به عنوان اقدامات پیشگیرانه توصیف نمود زیرا هدف آنها صرفه‌جویی در هزینه‌های آتی می‌باشد. با این وجود، در بسیاری از کشورها اصطلاح نگهداری پیشگیرانه برای اقدامات نگهداری بکار می‌رود که به منظور کاهش احتمال فرسایش یا خرابی دارایی انجام می‌شوند. نگهداری پیشگیرانه به دلیل تغییرات آب‌وهوایی اهمیت روزافزونی یافته است، اگر چه این موضوع برای برخی راههای واقع در مناطق دشوار نادیده گرفته شده است.

زمین‌لغزه‌ها هنگامی تیتر اخبار را تشکیل می‌دهند که دسترسی به شبکه‌های راه را دشوار ساخته و هزینه بالایی را برای بازسازی راه تحمیل نمایند. در ادامه چند مثال از زمین‌لغزه‌های مهم ارایه می‌شود.

احتمال وقوع زمین لغزه و اقدامات پیشگیرانه نگهداری راه

مدیریت شبکه راههای در معرض زمین‌لغزه شامل درک ریسک‌ها و خطرات مربوطه می‌باشد. چنانچه پیامدهای ریسک‌ها و خطرات جدی باشند، عملیات کنترل و پایش و همچنین بررسی تخصصی موضوع اهمیت می‌یابد. مطالعه اخیر در مورد لائوس موارد زیر را خاطرنشان می‌سازد (Hearn et al, 2008):

"با وجود این که ریسک ناشی از زمین‌لغزه برای راههای کوهستانی در لائوس در مقایسه با برخی کشورهای دیگر در منطقه آسیا به نسبت پایین است، اما دلایل فنی و اقتصادی تدوین یک برنامه مدیریت شیب پیشرفته را توجیه می‌کند. ارزیابی هزینه‌های زمین‌لغزه از لحاظ مهندسی نشان می‌دهد توجیه اقتصادی برای سرمایه‌گذاری در این زمینه ضعیف است. با این وجود، هنگامی که هزینه‌های ناشی از تأخیرهای ترافیک در نظر گرفته شود، سرمایه‌گذاری بیشتر در زمینه مدیریت شیب پیشرفته توجیه قوی‌تری خواهد داشت."

چنین تحلیل‌هایی اثرات اجتماعی و سیاسی ناشی از عدم دسترسی را در نظر نمی‌گیرند. تأمین دسترسی در آینده غیر قابل بحث می‌باشد و بنابراین تنها موضوع انتخاب گزینه دارای کمترین هزینه برای باز نگه داشتن راه در طول عمر دارایی مطرح خواهد بود.

در شبکه راههای ملی اسکاتلند، تحلیل‌هایی برای ناحیه‌ای که ریسک زمین‌لغزه در آن بالاست و گاه‌به‌گاه اتفاق می‌افتد، انجام شد. دسترسی تأمین شده توسط راه بسیار مهم و راهبردی است و در صورت قطع آن، طول مسیر جایگزین در شبکه موجود حدود ۸۰ کیلومتر می‌باشد. از سه گزینه مورد نظر برای تأمین دسترسی دایمی، گزینه نگهداری دارای نسبت هزینه- فایده ۰/۴۳ می باشد. در حالی که این مقدار کمتر از ۱ نشان‌دهنده بازگشت ناچیز سرمایه است با این وجود ۴ تا ۱۰ برابر بهتر از هر یک از دو گزینه ساخت‌وساز راه جدید می‌باشد. چنانچه دسترسی ضروری باشد، گزینه نگهداری بیشترین سودآوری را خواهد داشت (Jacobs, 2013).

برای مناطقی که در معرض زلزله هستند، اقدامات نگهداری با هدف کاهش پیامدهای فاجعه انجام می‌شوند که در صورت اتخاذ این تدابیر پیشگیرانه، در صورت وقوع زلزله سطح خرابی، تصادفات ناشی از آن و میزان تلفات جانی کاهش می‌یابد و از سرگیری فعالیت‌ها نیز تسهیل می‌گردد. در ادامه چند مثال ارایه می‌شود.

اهمیت نگهداری پیشگیرانه در مناطق زلزله‌خیز

زلزله نورث‌ریج کالیفرنیا در سال ۱۹۹۴، شدتی برابر با ۶٫۷ در مقیاس ریشتر داشت و منجر به خرابی و اختلال شدیدی شد که جان ۵۷ نفر را گرفت. بعدها بررسی این رویداد و اثرات آن بر سازه‌های راه انجام شد (Cooper et al, 1994). با توجه به اهمیت نگهداری پل‌های موجود، این گزارش تصریح نمود: "تقویت سازه‌های موجود با استفاده از بودجه نگهداری، مقاومت لرزه‌ای آنها را بهبود می‌بخشد .... اگر تقویت بدون خطا و اشتباه انجام شود می‌تواند یک بار دیگر (در صورت وقوع رویداد) خرابی و خسارت سازه‌ای را کاهش دهد". این گزارش اهمیت یک رویکرد نگهداری بلندمدت را با ارایه پیشنهادهای زیر به ادارات راه نشان داد:

- ارزیابی مجدد طرح اولویت‌بندی تقویت بر اساس درس‌های آموخته شده از این رویداد،
- ایجاد و آموزش گروه‌های دارای تجربه ارزیابی خسارات پیش از وقوع رویداد.

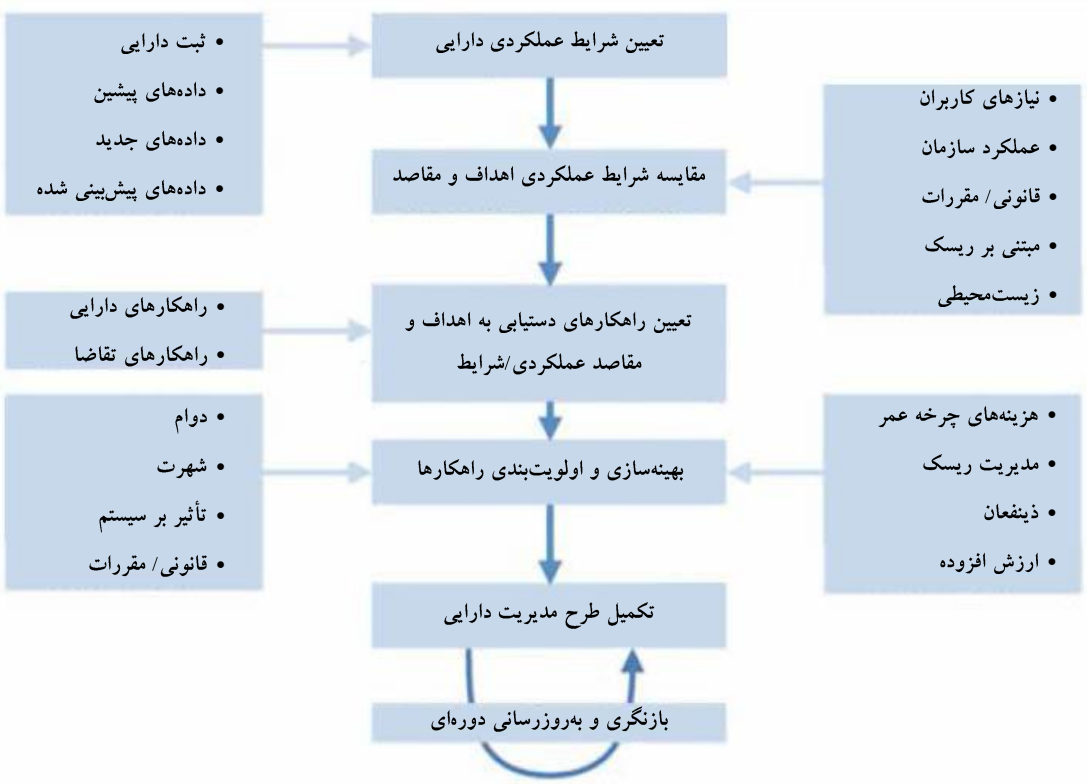
وجود گروه‌های واکنش پس از رویداد، که دارای تجربه و صلاحیت فنی باشند، بازگشت به شرایط عادی پس از وقوع فاجعه را تسهیل می‌کند. برای مثال، Caltrans از یک گروه دونفره متشکل از یک طراح پل و یک مهندس نگهداری برای ارزیابی سریع شدت خرابی و ارزیابی اولیه سریع نیازها به منظور بازگشایی یک پل استفاده می‌کند. به طور معمول، پس از یک زلزله متوسط صدها پل باید ارزیابی شوند. آموزش آمادگی برای این گروه‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است.
نتیجه مشابهی از زلزله سال ۲۰۱۱ در کریس‌چرچ نیوزیلند (Wood, 2012) و زمین‌لرزه شدید ژاپن در همان سال (وزارت زمین، زیرساخت، حمل‌ونقل و توریسم، ۲۰۱۳) به دست آمد. پیام این بود: زمین‌لرزه‌ها غیر قابل اجتناب هستند اما اثرات آنها بر راهها را می‌توان با اهمیت دادن به عملیات نگهداری و اقدامات پیشگیرانه، کاهش داد.

۵- مدیریت مناسب سرمایه‌گذاری‌ها در نگهداری

۵-۱- منافع مدیریت دارایی‌های راه

برای مؤثر و پایدار بودن نگهداری راه، وجود مجموعه‌ای از عوامل فنی، مدیریتی و سازمانی ضرورت دارد. یک نظرسنجی بین‌المللی ضرورت اتخاذ یک رویکرد مدیریت دارایی را به روشنی نشان داد. در سال‌های اخیر، توصیه‌های مشابهی توسط مجمع بین‌المللی حمل‌ونقل (Crist et al, 2013)، انجمن ادارات راه و حمل‌ونقل ایالتی آمریکا (AASHTO, 2011)، راهنمای بین‌المللی مدیریت زیرساخت (IIMM, 2011) و استاندارد بین‌المللی ISO 55000 (سازمان بین‌المللی استاندارد، ۲۰۱۴) ارایه شد.

هدف کلی مدیریت دارایی را می‌توان چنین بیان کرد: "بهینه‌سازی سطح خدمات ارایه شده توسط زیرساخت در طول عمر آن (Crist et al, 2013). بر اساس مطالعات موردی انجام شده، جنبه‌های کلیدی مشخص‌کننده تمامی رویکردهای مدیریت دارایی نشان می‌دهند که بکارگیری آنها منافع واقعی به همراه خواهد داشت. شکل ۳ نشان‌دهنده طرح رویکرد مدیریت دارایی می‌باشد و این بخش بر اساس ترتیب مشابهی ساختاربندی شده است.



شکل ۳: رویکرد مدیریت دارایی (Crist et al, 2013)

تعریف و مدیریت سطوح سرویس مناسب

منافع اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی حمل‌ونقل جاده‌ای باید فرایند تعریف سطوح سرویس مناسب را تعیین نمایند. در این خصوص نظرات عموم مردم که به شدت خواستار نگهداری مناسب و مؤثر هستند، باید در نظر گرفته شود. در ادامه شواهدی ارایه می‌شود مبنی بر این که مردم برای نگهداری، ارزشی حتی بیش از ساخت یک راه جدید قایل هستند.

آنچه مردم می‌خواهند: نگهداری یا ساخت راه جدید؟

در کانادا، نظرسنجی رضایت کاربران در ایالت نوااسکاتیا نشان داد نگهداری ضعیف راهها بزرگترین نگرانی کاربران راه می‌باشد و بالاتر از مسایلی مانند تأمین خطوط عبوری جدید و مخالفت با راههای عوارضی قرار دارد (Mills, 2010).
در بریتانیا، هنگام فعالیت‌های انتخابات ملی سال ۲۰۱۰، بنیاد RAC از مردم در خصوص بالاترین اولویت حمل‌ونقلی آنها در دولت آینده سؤال نمود. رتبه اول پاسخ‌ها با ۵۸ درصد عبارت بود از شرایط راهها و روسازی‌ها، رتبه دوم با ۴۶ درصد مربوط به هزینه‌های حمل‌ونقل با اتومبیل، کرایه‌های حمل‌ونقل عمومی و پیشنهاد ساخت یک خط‌آهن سریع‌السیر جدید رده بعدی را با ۳ درصد پاسخ‌ها تشکیل می‌دادند (بنیاد RAC، ۲۰۱۰). نظرسنجی انجام شده در خصوص شبکه راههای ملی و محلی، خواسته عمومی مشابهی را برای نگهداری مناسب راهها نشان می‌دهد (HMEP, 2012).

ادارات راه باید الزامات دقیق خدمت‌رسانی را تعیین نمایند بدین ترتیب صندوق‌های نگهداری راه در پروژه‌هایی سرمایه‌گذاری خواهند نمود که کاربران راه و عموم مردم بیشترین نیاز را دارند. مطالعات بین‌المللی (Ward et al, 2012 _ FHWA, 2011) اهمیت تعیین سطوح سرویس متفاوت برای بخش‌های مختلف شبکه را بیان نمودند. در ایالات متحده آمریکا، FHWA سطوح سرویس متفاوتی را بر اساس استفاده از شبکه راههای رویه‌شده تعریف نمود (FHWA, 2009). در نروژ سه سلسله مراتب نگهداری وجود دارد که توسط سطح ترافیک تعیین می‌شوند.

شناخت دارایی و سطح استفاده از آن

دانش مناسب از کل دارایی‌های راه، عملکرد و وضعیت آنها و همچنین سطح و نوع استفاده از آنها (مانند حجم ترافیک و کاربران راه)، برای تصمیم‌گیری منطقی ضرورت دارد. ادارات زیادی منافعی را گزارش داده‌اند که از تصمیم‌گیری بهتر به کمک اقداماتی برای ارتقای اطلاعات دارایی‌های راه حاصل می‌شوند.
برای مثال، نامیبیا یک پروژه بزرگ سیستم اطلاعات راه را در سال ۲۰۰۰ به اجرا درآورد و بهبود قابل توجهی در تصمیم‌گیری‌های خود گزارش نمود (اداره راه نامیبیا، ۲۰۰۹). اداره راه ایالت باواریا برخی روش‌های اطلاع‌رسانی

ابتکاری در خصوص وضعیت و عملکرد راهها را مورد تأکید قرار داد که به کمک شناخت بهتر از دارایی، تصمیم‌گیری را بهبود می‌دهند (Bavarian Building Authority, 2011).

تدوین برنامه‌هایی بر اساس فرایندهای قدرتمند برنامه‌ریزی و مدیریت مناسب ریسک

شکل ۱ اهمیت نگهداری راه در زمان مناسب را نشان داد. سرعت خرابی، زمان‌بندی و روش‌های بازسازی و سایر الزامات عملیاتی بر اساس نوع خاص دارایی و شرایط آن متفاوت هستند. اجزای ضروری عبارتند از:

- شناخت جزییات چرخه عمر هر نوع دارایی بر اساس سنجش شرایط و عملکرد و مدل‌های پیش‌بینی رفتار در آینده، به کمک ابزارهایی مانند HDM-4 (HDMGlobal, 2014).
- شناخت دقیق ریسک‌ها. سنجش شرایط و عملکرد دارایی‌ها، تنها شناسایی یکی از جنبه‌های تصمیم نگهداری را ممکن می‌سازد. تمامی تصمیمات متکی به سطح ریسک قابل تحمل توسط اداره راه هستند. یک دارایی با وضعیت نامناسب، چنانچه ریسک خرابی آن در آینده کم باشد و خرابی آن هم اثرات محدودی بر کاربران راه داشته باشد، ممکن است نگهداری فوری آن ضرورت نداشته باشد. برای کاربران راه، مهم‌ترین ریسک عبارت است از ایمنی راه، اما اداره راه باید ریسک‌های دیگر را نیز در نظر بگیرد (مانند ظرفیت، شهرت و غیره). در ادامه مثالی از رویکرد مدیریت ریسک اتخاذ شده توسط هلند ارایه می‌شود.
- الزامات بهره‌برداری و نگهداری باید در مرحله طراحی در نظر گرفته شوند. تصمیمات هنگامی گرفته می‌شوند که یک دارایی از زمان ساخت پیامدهای مهمی از لحاظ هزینه‌های آتی بر کاربران و اداره راه داشته باشد.
- فرایندهای مناسب مدیریت بهره‌برداری. شبکه‌های راه نیازمند برنامه‌ریزی لجستیک و پایش همزمان (real time) به منظور تضمین بهره‌برداری مؤثر از شبکه هستند. برای مثال، مدیریت نامناسب تداخلات در شبکه‌ای با حجم ترافیک بالا می‌تواند منجر به اثرات نامساعدی مانند تأخیر یا تصادفات برای کاربران راه شود.

در نظر گرفتن تمامی اثرات نگهداری

در هلند، تحلیل‌های مربوط به هزینه‌های صرف شده برای نگهداری راه، جنبه‌های فنی مانند قابلیت اطمینان، قابلیت دسترسی، قابلیت نگهداری و ایمنی و جنبه‌های غیر فنی مانند امنیت، بهداشت و سلامت، محیط زیست و سیاست را در نظر می‌گیرند. این فرایند با نام RAMS-SHEEP شناخته می‌شود و برای نشان دادن برآورد عملکرد شبکه بکار می‌رود و نشان‌دهنده اثرات تغییرات در تأمین مالی نگهداری می‌باشد. این فرایند دولت (سیاستمداران) را قادر می‌سازد تا نیازهای کاربران و ذینفعان و ریسک‌های تصمیمات را در سطوح مختلف تأمین مالی بگنجاند.

با این وجود، هنگام استفاده از چنین رویکردهایی باید مراقب بود تا ارزیابی عملکرد که اغلب توسط یک شاخص عملکردی جهانی خلاصه می‌شود، تغییرات مهم در برخی از جنبه‌ها را از نظر دور ندارد و راهنمایی نادرستی برای نحوه هزینه‌کرد بودجه برای نگهداری راه ارایه ندهد. در هلند این ریسک توسط یک توافق سطح سرویس میان وزارت راه و اداره راه (Rijkswaterstaat) مدیریت می‌شود. این توافق تضمین می‌کند مدیریت شبکه در راستای برآورده ساختن اهداف راهبردی برای هزینه‌کرد به منظور پاسخگویی به علایق کاربران راه و سایر ذینفعان انجام شود.

مرجع: Rijkswaterstaat, 2009

شناخت ارزش دارایی

در بخش ۱-۱ اهمیت شبکه راه و ارزش آن بیان شد و بخش ۲-۳ نحوه تأثیر بر شرایط دولت را نشان داد. شناخت استهلاک ارزش دارایی، جهت‌دهی تصمیم‌گیری‌های مالی را امکان‌پذیر می‌سازد. میزان استهلاک وابستگی مستقیم به عمر یا خرابی دارایی و سطح نگهداری شبکه دارد.

تلاش برای بهبود دایمی

بهترین روش مدیریت دارایی، ارزش نهادینه شده مدیریت دارایی به عنوان یک فرهنگ در ادارات راه را نشان می‌دهد. مدیریت دارایی تنها در مورد پیاده‌سازی سیستم‌ها و فرایندها هنگام اجرای یک نوآوری یا پروژه بهبود منحصربه‌فرد نیست. پیاده‌سازی باید تنها به عنوان اولین گام دیده شود و منافع بلندمدت با توسعه مداوم و اصلاح این سیستم‌ها و فرایندها تحقق خواهند یافت. بازرسی و بازنگری منظم فرایند، ارزیابی سازمان و بهبود مداوم را امکان‌پذیر می سازد.

۵-۲- نیاز به حمایت سازمانی گسترده‌تر

در سال ۱۹۹۸، بانک جهانی یک گزارش مهم در خصوص نیاز به اصلاحات در مدیریت راهها منتشر نمود (Heggie and Vickers, 1998). این گزارش با تمرکز ویژه بر نگهداری راه، تجربیاتی از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه را ارایه نمود. این گزارش درس‌های جامعی در زمینه صنعت تجارت و بخش مالی در بر داشت. این گزارش نیاز به چهار جزء اصلی را نشان داد که بدون آنها رویکرد مدیریت دارایی (خلاصه‌شده در بخش ۵-۱) موفق نخواهد بود. این چهار جزء اصلی عبارتند از:

- حفظ پایداری تأمین سرمایه،
- ایجاد مالکیت با مشارکت فعال کاربران راه،
- تعریف و تخصیص آشکار مسؤولیت‌ها،
- ترویج مدیریت تجاری.

بسیاری از کشورها در دستیابی به این اهداف پیشرفت خوبی حاصل نموده‌اند (Foster et al, 2011). چهار درس مهم از این تجربه، به ویژه در زمینه نگهداری راه در ادامه ارایه می‌شود.

تأمین مالی باید پایدار بوده و به موقع در دسترس باشد

فرایندهای تأمین مالی راهها و اثر ناشی از کندی تخصیص بودجه منجر به تخصیص دیرهنگام بودجه یا عدم تخصیص در چرخه تخصیص بودجه می‌شود که این مسأله در گزارش‌هایی از سراسر دنیا مورد اشاره قرار گرفته است (گزارش سازمان ملل متحد، ۲۰۰۵). حتی هنگامی که تأمین مالی کافی صورت می‌گیرد، چنانچه تصویب یا تحویل آن دیرهنگام و در انتهای سال باشد، فرصت انجام عملیات نگهداری از دست می‌رود و هزینه‌کرد به میزان لازم به دلیل کمبود منابع غیر ممکن می‌شود.

در انگلستان، با توجه به مدیریت اداره راه بر شبکه راههای ملی، وزارت حمل‌ونقل اخیراً گزارش داده است "اداره راه بدون داشتن تصویر آشکاری از منابع آینده، قادر به برنامه‌ریزی نحوه مدیریت مؤثر شبکه در آینده نبود. این امر به نوبه خود به توانایی زنجیره تأمین برای سرمایه‌گذاری در قابلیت‌های خود آسیب می‌رساند و توانایی آن را برای ایجاد شغل و کاهش قیمت‌ها، محدود می‌کند" (وزارت حمل‌ونقل، ۲۰۱۳).

استفاده از صندوق‌های راه برای کمک به در نظر گرفتن چنین مسایلی می‌تواند پیشرفت‌هایی را حاصل کند اما نیازمند حمایت‌های سازمانی و مدیریتی قابل توجهی می‌باشد. در میان کشورهای در حال توسعه، کشورهایی با صندوق‌های راه دارای تأمین مالی مناسب (نسل دوم)، در دریافت منابع برای نگهداری راه بهتر عمل کرده‌اند. دریافت عوارض راه گزینه دیگری است که در بسیاری از کشورها به صورت موفقیت‌آمیزی بکارگرفته شده است،

اما تنها برای بخشی از شبکه قابل اجرا می‌باشد. هر گونه تغییر سازمانی نیازمند توجه به موارد زیر می‌باشد: امکان دستیابی به تأمین مالی، نحوه مدیریت آن و این که چه کسی آن را مدیریت می‌کند.

قانون‌گذاری باید در جهت حمایت از نگهداری راه باشد

قوانین جاده‌ای باید متناسب بوده و رعایت شوند. در برخی کشورهای در حال توسعه، اضافه‌بار کامیون‌ها دلیل اصلی خرابی راهها می‌باشد و اعمال قانون در این خصوص توسط مراجع دولتی نیز کافی نیست. به عنوان مثال، ژاپن در سال‌های اخیر قوانین خود را به منظور اطمینان از اجرای مناسب نگهداری راه، اصلاح نموده است. بر طبق قانون، ادارات راه موظف به انجام بازرسی‌های راه به منظور شناسایی نیازهای نگهداری هستند. به علاوه، اصلاح قانون دولت مرکزی را قادر به ارایه کمک‌های فنی به دولت‌های محلی نموده است.

قانون‌گذاری در زمینه‌های فنی تنها مربوط به شرایط مقرراتی مورد نیاز برای اطمینان از سودمندی نگهداری راه نیست. برای مثال، نشان داده شده است که فساد با افزایشی که در هزینه خدمات ایجاد می‌کند، تأثیر منفی قابل توجهی بر نگهداری راه دارد (Snaith and Khan, 2008).

منابع مناسب باید در دسترس باشد

در سال‌های اخیر تغییرات قابل توجهی در برون‌سپاری مدیریت راه در بسیاری از کشورها مشاهده شده است. چنین رویکردهایی نیازمند مهارت‌های مختلفی در ادارات راه می‌باشند (کارفرمای خبره و متخصص) و کارکنان نیز باید در مدیریت تأمین‌کنندگان تخصص داشته باشند، زیرا بیشتر تخصص‌های فنی توسط تأمین‌کنندگان ارایه می‌شود. نگرانی روزافزونی وجود دارد که حافظه سازمانی در بسیاری از سازمان‌ها به دلیل چنین تغییراتی، دچار فراموشی شده باشد. چالش پیش رو در شدیدترین حالت خود برای مدیریت شبکه‌های راههای محلی وجود دارد که ظرفیت‌سازی سازمانی برای دستیابی به پایداری در نگهداری راه ضروری است.

در طول دو دهه گذشته، در کشورهای در حال توسعه دامنه‌ای از ابتکارات موجب شده است تا مدیریت شبکه‌های راههای محلی به جامعه نزدیک‌تر شود. هدف، افزایش پاسخگویی و مسؤولیت‌پذیری و ارایه فرصت‌هایی برای مشارکت محلی گسترده‌تر بوده است با این وجود، این نوآوری‌ها موفقیت‌های مشابهی را کسب نکردند. مشکلات اصلی عبارت بودند از انتقال ناکافی بودجه به سطح محلی به همراه کمبود ظرفیت کارکنان و سایر منابع. اغلب، فرایندهای سازمانی بسیار پیچیده هستند. به علاوه، سطوح پایین‌تر دولت نیز فاقد تجربه کافی و صلاحیت قانونی متناسب برای اطمینان از نگهداری مناسب راه می‌باشند. بنابراین ضرورت دارد تا به شبکه‌های راههای محلی اطمینان داده شود که نه تنها بودجه مورد نیاز را در اختیار خواهند داشت، بلکه کارکنان آنها نیز با یک رویکرد سازمانی پایدار، از ظرفیت مناسب و صلاحیت قانونی کافی برای بر عهده گرفتن مدیریت شبکه راه برخوردار می‌شوند (Stiedl and Robinson, 2000).

روش‌های خرید و تدارکات باید بیشترین سود را حاصل کنند

روش‌های تدارکات باید متناسب با منابع موجود و کسب بیشترین ارزش و سود باشند. کشورهایی که متعهد به نگهداری هستند به طور پیوسته مشغول نوآوری در این زمینه می‌باشند تا کسب بیشترین ارزش و سود از هزینه‌های صرف‌شده را تضمین نموده و در برابر عوامل سیاسی و اقتصادی انعطاف‌پذیری بیشتری داشته باشند.

قراردادهای بلندمدت مبتنی بر عملکرد در استرالیا و نیوزیلند

در اواخر دهه ۹۰ میلادی، نیوزیلند قراردادهای بلندمدت مبتنی بر عملکرد را برای نگهداری راه معرفی نمود. در آن زمان، منافع این روش‌های جدید از لحاظ کاهش هزینه‌های نگهداری، تنها به واسطه چند مثال از سراسر دنیا شناخته شده بود که قابل توجه‌ترین آنها در سیدنی استرالیا با صرفه‌جویی ۳۰ درصدی هزینه‌ها بوده است (Frost and Lithgow, 1996). از آن پس مطالعات مهمی در این زمینه انجام شده است و ادارات راه دولتی نیوزیلند و استرالیا برای کسب ارزش و سود بیشتر رقابت می‌کنند.

در سال ۲۰۱۳، نیوزیلند انعقاد اولین مجموعه از قراردادهای خرید با آخرین مشخصات قراردادهای نگهداری را آغاز نمود. ایالت‌های کوینزلند و نیوساوث‌ولز نیز این روش‌های جدید را بکار گرفتند. قراردادهای جدید بسیار شبیه قراردادهای عملکردمبنای قدیمی در بسیاری از کشورها بودند، اما شامل اصلاحات قابل توجهی برای اطمینان از تعادل ریسک، سازوکارهای پرداخت و مشوق‌های عملکردی در راستای دستیابی به اهداف جاری بودند (اداره حمل‌ونقل نیوزیلند، ۲۰۱۳).

نوآوری‌های مشابهی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه بکار گرفته می‌شود.

۶- حفظ ارزش دارایی‌ها برای نسل‌های آینده

منافع نگهداری اکنون تنها محدود به نسل حاضر نمی‌شود. نگهداری ناکافی بار مالی بر نسل‌های آینده تحمیل می‌کند. نگهداری به موقع از افزایش هزینه‌ها در آینده جلوگیری می‌کند. در مقابل، عدم سرمایه‌گذاری و مدیریت موجب وخیم شدن مسأله در آینده می‌شود.

در ادامه نشان داده می‌شود که حتی داشتن اطلاعات از عملکرد دارایی و مشکلات موجود در شبکه نیز برای آموختن از تجربیات کافی نیستند. اهمیت نگهداری راه کاملاً آشکار بوده و نباید نادیده گرفته شود.

هنگامی که کارها خوب پیش نمی‌روند، چه اتفاقی می‌افتد؟

شش سال پس از فروپاشی یک پل در مینیاپولیس که منجر به کشته شدن ۱۳ نفر و جلب توجه به وضعیت پل‌ها در ایالات متحده آمریکا در سال ۲۰۰۷ گردید، توجه رسانه‌ها با تأکید بر این موضوع همچنان ادامه دارد. گزارش‌ها در سال ۲۰۱۳ بسیار سختگیرانه و بدون گذشت بوده‌اند:

مرمت و جایگزینی پل‌های دارای عمر زیاد شاهد بهبود اندک و تأمین مالی ناکافی بوده است. خرابی راه بین ایالتی شماره ۵ در ایالت واشنگتن، موضوع پل‌های دارای مشکل را دوباره برجسته نمود. در سال ۲۰۱۲، اداره راههای فدرال اعلام نمود که ۶۷۰۰۰ (۱۱٪) از ۶۰۷۰۰۰ پل در کشور از نظر سازه‌ای ایرادات و نقایصی دارند. بدین معنی که پل‌ها غیر ایمن نیستند اما باید به دقت پایش و بازرسی یا مرمت شوند. این درصد از سال ۲۰۰۷ تغییر اندکی داشته است. ۱۲ درصد پل‌های کشور در فهرست پل‌های معیوب قرار گرفتند و پل I-35 در مینیاپولیس فرو ریخت.

با آگاهی ناشی از این حادثه، ایالت‌ها پل‌ها را مسدود کردند، محدودیت‌های وزن را کاهش یا تعمیرات فوری را انجام دادند. تمامی پل‌های دارای طراحی مشابه پل تخریب شده، بازرسی شدند. برخی ایالت‌ها، بررسی‌های گسترده‌تری را انجام دادند تا پل‌هایی با بیشترین نیاز به مرمت را شناسایی کنند. سایر ایالت‌ها حسگرهای با فناوری پیشرفته را برای ثبت روند خرابی پل‌ها بکار گرفتند.

طبق نظر اندرو هرمن، مهندس و مدیر سابق انجمن مهندسان عمران آمریکا، تأمین مالی مرمت و جایگزینی، به ویژه با افزایش سن پل‌ها همچنان یک مشکل به شمار می‌رود. به طور متوسط یک پل در آمریکا ۴۲ سال عمر دارد. با افزایش عمر پل‌ها ما با مشکلات بیشتری مواجه خواهیم شد، وزارتخانه‌های حمل‌ونقل ایالتی باید در خصوص مرمت و نگهداری پل‌ها، جایگزینی و مسدود کردن برخی از آنها تصمیمات سخت‌تری بگیرند. در آینده تعداد بیشتری از پل‌ها مسدود خواهند شد.

مرجع: USA Today, 2013

۷- مراجع

1. Akin, M, Huang, J, Shi, X, Veneziano, D, & Williams, D. (2013). *Snow removal at extreme temperatures*. Clear Roads Programme, Minnesota Department of Transportation. Minnesota, USA.

2. American Association of State Highway and Transportation Officials. (AASHTO). (2011). *AASHTO Transportation Asset Management Guide: A Focus on Implementation*. 1st Edition. Washington DC, USA.

3. Associated Programme on Flood Management. (2007). *Guidance on Flash Flood Management: Recent Experiences from Central and Eastern Europe.* Sourced from http://www.gwp.org/Global/GWP-CEE_Files/Regional/Floods-guidance.pdf, 31st October 2013.

4. Australian Rural Roads Group. (2010). *Going Nowhere: The rural local road crisis – its national significance and proposed reforms.* Sourced from http://austwideruralroadsgroup.com/ #home, August 2013.

5. Bavarian Building Authority. (2011). *Maintenance management for Bavarian roads.* Special Edition of the Journal of the Bavarian Building Authority. August 2011. Munich, Germany.

6. Belli, P, Anderson, J, Barnum, H, Dixon, J & Tan, J-P. (1998). *Handbook on economic analysis of investment operations.* World Bank. Sourced from http://siteresources.worldbank.org/ INTCDD/Resources/HandbookEA.pdf, 7th August 2013.

7. Commission for Architecture and the Built Environment (CABE). (2007). *Paved with gold - The real value of good street design.* London, UK.

8. Cooper, J, Fiedland, I, Buckle, I, G, Nimis, R, & McMullin Bobb, N. (1994). *Northridge Earthquake: Progress Made, Lessons learned in seismic-resistant bridge design.* In Public Roads, Summer 1994, Vol. 58 No.1. Federal Highway Administration, Washington DC, USA.

9. Crist, P, Kauppila, J, Vassallo, J, & Wlaschin, B. (2013). *Asset Management for Sustainable Road Funding: Discussion Paper No. 2013-13*. International Transport Forum, OECD. Paris, France

10. Department for the Treasury, (2012). *A new economic analysis of infrastructure.* Report prepared by the Department of the Treasury with the Council of Economic Advisors (March 23, 2012). Sourced from http://www.treasury.gov/resource-center/economic-policy/Documents/ 20120323InfrastructureReport.pdf, February 2014.

11. Department for Transport, (2013a). *Transport Analysis Guidance webpage*. Sourced from http://www.dft.gov.uk/webtag/,7th August 2013

12. Department for Transport, (2013b). *Action for Roads: A network for the 21st century.* The Stationery Office Limited, London.

13. Donnges, C, Edmonds, G & Johannessen, B. (2007). *Rural Road Maintenance – Sustaining the Benefits of Improved Access (SETP 19). Bangkok*. International Labour Office. Geneva, Switzerland.

14. European Court Of Auditors. (2012). *The European Development Fund (EDF) contribution to a sustainable road network in sub-Saharan Africa. Special Report No 17*. European Court Of Auditors, Luxembourg.

15. European Commission (2013) EU Transport in figures. Statistical pocket book 2013, Luxembourg.

16. Federal Highway Administration (FHWA). (2009). *Case study. Utah Department of Transportation.* Working Group report within Technical Committee D1 – Management of Road Infrastructure Assets. Working Group D1.1: Benchmarking of asset management methods. Unpublished.

17. Federal Highway Administration (FHWA). (2011). *Scanning Tour: Managing Pavements/Monitoring Performance.* Sourced from http://international.fhwa.dot.gov/scan/history.cfm, August 2013. Washington, USA.

18. Federal Highway Administration (FHWA). (2013). *Project Development and Design Manual.* Sourced from http://flh.fhwa.dot.gov/resources/manuals/pddm/. October 2012. Washington, USA.

19. Foster, V & Briceño-Garmendia, C. (2011). *Flagship Report: Africa's Infrastructure: A Time for Transformation.* Sourced from http://infrastructureafrica.org, 15th August 2013.

20. Frost, M. & Lithgow, C. (1996). *Improving Quality and Cutting Costs through Performance Contracts: Australian Experience.* Article for the World Bank Road Management Training Seminar. Sourced from http://www.zietlow.com/docs/frost.htm, October 2013.

21. Han, X, & Fang, B. (2000). *Four Measures of Transportation's Economic Importance. Journal of Transportation and Statistics*. Vol. 3(1), pp. 15–30., April 2000. Washington DC, USA.

22. Hearn, G, J, Hunt, T, Aubert, J & Howell, J. (2008). *Landslide impacts on the road network of Lao PDR and the feasibility of implementing a slope management programme.* The First World Landslide Forum. Satellite Conference, Sendai, Japan, 11-12 November 2008.

23. HDMGlobal (2014). *HDM-4 Version 2*. Website with full details of the HDM-4 tool. Sourced from http://www.hdmglobal.com/default.asp, 26th March 2014.

24. Heggie, I & Vickers, P. (1998). *Commercial management and financing of roads*. World Bank Technical Paper. Washington DC, USA.

25. HMEP. (2012). *Prevention and a better cure: the potholes review.* Department for Transport, The Stationery Office Limited, London, UK

26. International Infrastructure Management Manual. (IIMM). (2011). International Infrastructure Management Manual – 2011. Revised edition sourced from http://www.nams.org.nz/pages/273/international-infrastructure-management-manual-2011-edition.htm, October 2013.

27. International Development Committee (2011). *DFIDs Role in Building Infrastructure in Developing Countries.* House of Commons Report, The Stationery Office Limited, London, UK.

28. International Standards Organisation. (2014) Sourced from http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=55088 31st March 2014.

29. International Transport Forum. (2012). *Trends in the Transport Sector*. OECD, 2012. Paris, France.

30. International Transport Forum. (2013). *Spending on Transport Infrastructure 1995-2011*. OECD, 2013. Paris, France.

31. Jacobs. (2013). *A83 Trunk Road Route Study: Part A - A83 Rest and Be Thankful: Final Report.* Report to Transport Scotland sourced from http://www.transportscotland.gov.uk/files/documents/roads/A83_Trunk_Road_Route_Study_Summary_Part_A__Draft__0.pdf. 30th August 2013.

32. Kikuwawa, S. (2013). *Road system investment and maintenance financing in Japan: finance now in order to save later*. Article in Routes-Roads 2013, No.359, PIARC. Paris, France.

33. London Borough of Hounslow. (2012). *Highways Maintenance Private Finance Initiative (PFI) Project – Final business case*. Sourced from http://www.hounslow.gov.uk/highways_pfi_business_case_apr12.pdf, 27th August 2013.

34. Mesnard, R. (2013). *An application of HDM4 V2 in the kingdom Morocco.* Supplied by author for this study

35. Mills, T. (2010). *2009 Customer Survey: Overall Highlights Report.* Sourced from Nova Scotia Government website: http://novascotia.ca/tran/publications/, 9th September 2013. Canada.

36. Ministry of Land Infrastructure, Transport and Tourism. (2013). Various reports sourced from website http://www.mlit.go.jp/road/road_e/kc1_resilience.html, October 2013. Tokyo, Japan.

37. Ministry of Works and Transport. (2013). *Assessment of the 10 Year Road Programme based on the Road Sector Development Programme (RSDP)3*. Report supplied by Sion Haworth, Policy Adviser, Ministry of Works and Transport, Uganda for this study.

38. Namibian Roads Authority. (2009). *Case study Namibia Road Management System*. Working Group report within Technical Committee D1 – Management of Road Infrastructure Assets. Working Group D1.1: Benchmarking of asset management methods. Unpublished.

39. Nemry, F, & Demirel, H. (2012). *Impacts of climate change: A focus on road and rail transport infrastructures.* European Commission European Commission Joint Research Centre. Brussels, Belgium.

40. New Zealand Transport Agency. (2012). *State Highway Asset Management Plan 2012–2015*. NZTA, Wellington, New Zealand.

41. New Zealand Transport Agency. (2013). *Road Efficiency Group website and working documents.* Sourced from http://www.nzta.govt.nz/projects/road-efficiency-group/. 9th September 2013. , Wellington, New Zealand.

42. New Zealand Treasury. (2013). *2010 Investment Statement of the Government of New Zealand, Hon Bill English, Minister of Finance, 14 December 2010.* Sourced from http://www.treasury.govt.nz/budget/2010/is/is10.pdf, 11th September 2013. Wellington, New Zealand.

43. Parkman, C, Abell, R, Bradbury, T, & Peeling, D. (2012). *Economic, Environmental and Social Impacts of Changes in Maintenance Spend on Roads in Scotland.* Summary Report. TRL Ltd. Crowthorne, UK.

44. Parry, I. (2008). *Pricing Urban Congestion.* Discussion Paper. Resources For the Future. Washington DC. Sourced from http://www.rff.org/documents/RFF-DP-08-35.pdf, 27th August 2013. Washington DC, USA.

45. Quarmby, D, Smith, B, & Green, C. (2010). *The resilience of England's Transport Systems in Winter.* Sourced from Department for Transport: http://transportwinterresilience. independent.gov.uk/docs/final-report/, 28th August 2013

46. RAC Foundation. (2010). *Potholes the priority amongst voters. Press release of 2010 survey conducted by the Foundation.* Sourced from http://www.racfoundation.org/media-centre/holes-over-high-speed-rail, 9th September 2013.

47. Rijkswaterstaat (RWS DVS). Ministry of Infrastructure and the Environment. (2009). *Case study. Asset Management Methods in The Netherlands.* Working Group report within Technical Committee D1 – Management of Road Infrastructure Assets. Working Group D1.1: Benchmarking of asset management methods. Unpublished.

48. Roads Fund Board (2011). *The 5th Joint Infrastructure Sector Review In Transport: Paper on Road Financing Performance*. Paper prepared by the Roads Fund Board for Ministry of Works, Tanzania.

49. Robinson, R, Snaith, M, S, & Danielson, U. (1998). *Road maintenance management: Concepts and systems.* Macmillan. Basingstoke, UK.

50. Snaith, M, S, & Khan, M, U. (2008). *Deleterious effects of corruption in the roads sector.* Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Transport 161. ICE, London, UK.

51. Stiedl, D. & Robinson, R. (2000). *Decentralisation of Road Administration*. Project Report. Department for International Development, Knowledge and Research Programme, R7437, London, UK.

52. Taylor, M, & Philip, M. (2010). *Adapting to climate change – implications for transport infrastructure, transport systems and travel behaviour.* Road and Transport Research., Vol 9, no. 4. Australian Road Research Board. Melbourne, Australia.

53. Transport Scotland. (2013). *Scottish Transport Appraisal Guidelines.* Sourced from http://www.transportscotland.gov.uk/strategy-and-research/scottish-transport-analysis-guide/STAG. 7th August 2013. Glasgow, Scotland.

54. United Nations. (2005). *Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific No.75: Road Maintenance Funds.* Various papers within bulletin. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. New York, USA.

55. USA Today. (2013). *Bridge collapse shines light on aging infrastructure.* Article on 24th May 2013. Sourced from http://www.usatoday.com/story/news/nation/2013/05/24/washingtonbridge-collapse-nations-bridges-deficient/2358419/, 9th September 2013.

56. Ward J, Smart, J, Barton, J & Burns, J. (2012). *World Road Association (UK): Road maintenance review: International comparison*. Chartered Institution of Highways and Transportation. London, UK.

57. Wood J. (2012). *Lessons from the Performance of the State Highway Bridges in the Canterbury Earthquakes.* Paper submitted to New Zealand Bridges 2012. Wellington, New Zealand. John Wood Consulting. Wellington, New Zealand.

58. World Bank (1992). *Rural Transport and the Village.* World Bank, Washington, DC

59. World Bank (2012). *"It's unwise to pay too much, but it's foolish to spend too little": Sustainable road sector development through asset management in the Kyrgyz Republic.* World Bank. Washington, USA. Report supplied by Alexandra Spernol for this study.

60. World Health Organization (2014), http://www.who.int/gho/urban_health/situation_trends/Urban_population_growth_text/en/

61. Zietlow, G. (2005). *Using Micro-Enterprises to Create Local Contracting Capacity – The Latin American Experience*. Senior Road Executives Programme Course Notes, Restructuring Road Management, University of Birmingham, 24-29 April 2005. Birmingham, UK.

پیوست الف- تنوع نگهداری و اثرات آن

الف-۱) عملیات نگهداری راه

نگهداری راه چیزی فراتر از وصله‌کاری حفره‌ها و روکش مجدد می‌باشد. عملیات و اقدامات دیگری نیز هستند که نیازمند پایداری و دوام بوده و دارایی‌هایی که نیازمند نگهداری می‌باشند تا سطح سرویس مناسبی برای شبکه راه تأمین شود:

- سازه‌هایی مانند پل‌ها، تونل‌ها و زهکش‌ها باید از لحاظ سازه‌ای سالم و عملیاتی حفظ و نگهداری شوند.
- شیب‌ها و خاکریزها نیازمند نگهداری ایمن در برابر خرابی‌های ناگهانی و فاجعه‌بار می‌باشند.
- کریدورهای جاده‌ای وسیع‌تر باید مورد نگهداری ایمن قرار گیرند و برای برآورده ساختن تقاضای عمومی مدیریت شوند. اقدامات شامل کنترل پوشش گیاهی به منظور حفظ خط دید در راستای ایمنی، مرمت فنس‌های حاشیه‌ای و حفاظ‌های صوتی و مدیریت مسیرهای عابر پیاده و دوچرخه حاشیه راه می‌باشد.
- دارایی‌هایی مانند روشنایی‌های خیابان، چراغ‌های راهنمایی، تابلوهای ترافیکی، خط‌کشی‌ها و حفاظ‌های ایمنی از عملیات مؤثر و ایمن ترافیک پشتیبانی می‌کنند و باید نگهداری شوند. در بیشتر کشورهای پیشرفته، استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) برای مدیریت عملیات ترافیک، وابسته به نگهداری مجموعه‌ای از کارکردهای تجهیزات مختلف فناوری اطلاعات در شبکه می‌باشد.
- برای اطمینان از عملیات مناسب روزانه و همچنین برنامه‌ریزی بلندمدت، دامنه گسترده‌ای از اقدامات پشتیبانی از مدیریت (مانند پایش و بازرسی وضعیت دارایی‌ها، پایش ترافیک و پشتیبانی انسانی و فنی) مورد نیاز است.

الف-۲) عوامل تعیین‌کننده ضرورت نگهداری

بین کشورها و بین شبکه‌ها در خصوص مسایل تعیین‌کننده اهمیت نگهداری راه، تشابهاتی وجود دارد. با این وجود، شناخت خصوصیات ویژه هر شبکه راه مهم است. بدین ترتیب منافع و اثرات دقیق، شناخته و مدیریت می‌شوند. این گوناگونی ناشی از موارد زیر می‌باشد:

- **نوع شبکه**

شبکه‌های راه از راههای استراتژیک ملی تا راههای فرعی محلی را شامل می‌شوند و انواع گسترده‌ای از نیازهای راهبردی را پاسخ می‌دهند.

- **محیط زیست**

تغییرات آب‌وهوایی (زمستان شدید تا آب‌وهوای حاره‌ای و غیره) و دامنه‌ای از انواع زمین (کوهستانی، هموار و غیره)، اثرات بسیار متفاوتی بر کاربران و جامعه دارند.

- **تراکم جمعیت**

نگهداری شبکه راههای روستایی دورافتاده اثرات بسیار متفاوتی نسبت به نگهداری راه در مناطق پرجمعیت شهری دارد.

- **کاربران متفاوت و گروههای ذینفع**

حمل‌ونقل بار و مسافر اهداف مختلفی را برآورده می‌سازند. دوچرخه‌سواران، عابران پیاده و سایر افرادی که از حمل‌ونقل غیرموتوری استفاده می‌کنند، ملاحظات متفاوتی دارند. با این وجود، کاربران راه تنها افراد ذینفع نیستند، بلکه ساکنان حاشیه راهها، مالکان و کسب‌وکارها نیز تحت تأثیر نگهداری راه قرار می‌گیرند.

الف-۳) اهمیت اثرات کمّی و کیفی

هدف ادارات راه حداقل نمودن هزینه‌ها و بدست آوردن حداکثر سود می‌باشد (Robinson et al, 1998). با در نظر گرفتن تنوع اقدامات نگهداری راه و دامنه اثرات آنها، شناخت اهمیت نسبی هر اقدام و مهم‌ترین اثرات برای یک شبکه معین، ضروری است.

هزینه‌های در نظر گرفته شده شامل هزینه‌های مستقیم برای دولت یا مالک شبکه راه می‌باشد. این هزینه‌ها می‌تواند با پرداخت به شرکت‌ها در ازای عملیات نگهداری، پرداخت به اپراتورهای راه که توسط بخش خصوصی مدیریت می‌شوند یا پرداخت مستقیم توسط اداره راه چنانچه خود گروه نگهداری راه داشته باشد یا بودجه اقدامات خاص را به طور مستقیم تأمین کند، صورت پذیرد (مانند پرداخت صورتحساب‌های انرژی برای روشنایی خیابان‌ها).

کاربران راه به طور مستقیم تحت تأثیر نگهداری راه قرار می‌گیرند و این اثرات اغلب قابل کمّی شدن هستند، از جمله:

- **ایمنی**

نگهداری راه می‌تواند وقوع (یا احتمال وقوع) تصادفات را برای کاربران راه یا کارگران راهسازی کاهش دهد.

- **زمان سفر**

نگهداری راه اطمینان می‌دهد که سفرها تداوم می‌یابند (برای مثال پاکسازی ریزش‌ها از روی یک راه مسدودشده) یا چنانچه وضعیت خرابی راه به گونه‌ای باشد که موجب کاهش سرعت وسیله نقلیه شود، نگهداری راه سرعت سفر را افزایش می‌دهد. چنین ملاحظاتی باید با اختلالاتی که ممکن است به دلیل عملیات نگهداری راه برای کاربران پیش بیاید، هماهنگ شود.

- **هزینه‌های راهبری وسیله نقلیه**

نگهداری راه به حرکت روان‌تر وسیله نقلیه منجر می‌شود که مصرف سوخت و فرسودگی و استهلاک کمتر وسیله نقلیه را در پی خواهد داشت.

به منظور ارزش‌گذاری و کمّی‌سازی اثرات، برآوردهای دقیقی از عملکرد و اثرات مورد نیاز است که بدست آوردن این برآوردها چالش مهمی به شمار می‌آید. برای مثال، تعویض و جایگزینی علایم راه به منظور حفظ ایمنی رانندگی انجام می‌شود، اما برآورد دقیق از میزان افزایش تصادفات در صورت عدم نگهداری بسیار دشوار است. اثرات دیگری بر کاربران راه وارد می‌شود که ارزش‌گذاری آنها اگر غیر ممکن نباشد، بسیار دشوار است. برای مثال،

پاک کردن دیوارنوشته‌ها و کنترل پوشش گیاهی به بهبود ظاهر شبکه کمک می‌کند اما ارزش‌گذاری پولی برای این منافع روشن و ساده نیست.

کمّی‌سازی اثرات غیرمستقیم نگهداری راه بر جامعه دشوارتر نیز می‌باشد. برخی اثرات مستقیم به هزینه‌های غیرمستقیم برای جامعه منجر می‌شوند. برای مثال، راهبری وسایل نقلیه به مصرف سوخت و تولید آلاینده‌ها منجر می‌شود. بنابراین اثرات نگهداری راه بر هزینه‌های راهبری وسیله نقلیه بر سطوح جهانی گاز دی‌اکسیدکربن و گازهای گلخانه‌ای نیز مؤثر است.

همچنین اثرات گسترده‌تری وجود دارند که باید در نظر گرفته شوند. برای مثال اگر سیستم‌های روشنایی خیابان‌ها در مناطق شهری نگهداری نشوند، شهروندان ممکن است به دلیل افزایش احتمال جرم و جنایت احساس امنیت کمتری داشته باشند (Parkman et al, 2012). اگر راههای دسترسی محلی به دلیل عدم نگهداری در معرض آسیب قرار گیرند، کالاها یا محصولات کشاورزی به موقع به بازار نرسیده و فعالیت‌های اقتصادی و کشاورزی دچار رکود و آسیب می‌شوند.

THE IMPORTANCE OF ROAD MAINTENANCE