دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

مهندسی عمران- گرایش راه و ترابری

ارزیابی شرایط روسازی بر هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه با استفاده از *HDM-4* در شبکه راه‌های استان خوزستان

دانشجو:

ابراهیم شورمیج

(۸۹۰۰۹۲۴)

استاد راهنما:

دکتر منصور فخری

شهریور ۱۳۹۱

بسم الله الرحمن الرحيم

چکیده

هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه شامل مصرف سوخت، مصرف روغن موتور، نگهداری و تعمیرات و زمان سفر می‌باشد که یک بخش مهم از آنالیز هزینه‌های چرخه عمر روسازی می‌باشد. بخش مهمی از هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه مربوط به هزینه مصرف سوخت وسایل نقلیه می‌باشد. نوع روسازی و سایر مشخصات سطحی آن نظیر مقاومت لغزندگی و ناهمواری روسازی از جمله پارامترهای تاثیرگذار بر مصرف سوخت خودروها می‌باشد.

هدف اصلی از این تحقیق، بررسی تاثیر گزینه‌های مرمت و نگهداری روسازی در یک دوره تحلیل ۱۰ سال، بر کاهش مصرف سوخت خودروها می‌باشد. مصرف سوخت در دو حالت کلی از عملیات نگهداری روسازی مورد ارزیابی قرار گرفت. در حالت اول نگهداری روزمره (درزگیری و لکه‌گیری) و در حالت دوم نگهداری اساسی(روکش و بازسازی روسازی و...) نیز در نظر گرفته شد. نگهداری اساسی به منظور بررسی کیفیت ساخت برای دو سطح از ناهمواری تعریف گردید. در حالت اول فرض گردید پس از عملیات نگهداری اساسی میزان IRI به ۱/۵ m/km و در حالت دوم به ۲/۵ m/km برسد. در ادامه به منظور بررسی تاثیر هر کدام از گزینه‌های مرمت و نگهداری اساسی بر کاهش مصرف سوخت، گزینه‌های مرمت و نگهداری اساسی، به صورت جداگانه به عنوان گزینه نگهداری مورد تحلیل و بررسی قرار گرفتند.

با توجه به نتایج، با در نظر گرفتن نگهداری روزمره به عنوان رویکرد نگهداری روسازی، تغییری در کاهش مصرف سوخت مشاهده نشد. ولی با اعمال نگهداری اساسی مصرف سوخت خودروها در دوره طرح روسازی کاهش یافت. کاهش مصرف سوخت در ناهمواری ۱/۵ m/km، بین ۰/۵ تا ۱/۵ درصد برای خودروهای سبک(سواری و وانت) و ۱/۵ تا ۴/۰ درصد برای خودروهای سنگین و دیزلی حاصل گردید. همچنین مصرف سوخت در ناهمواری ۲/۵ m/km، برای خودروهای سواری و وانت بین ۰/۱ تا ۱/۰ درصد و برای خودروهای سنگین و دیزلی ۰/۵ تا ۲/۵ درصد کاهش یافت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با اجرای نگهداری اساسی، صرفه‌جویی بسیار زیادی در مصرف سوخت از طریق بهبود کیفیت سواری و مشخصات سطحی روسازی حاصل می‌شود.

کلید واژه: هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه، مصرف سوخت، وضعیت ظاهری روسازی، مرمت و بهسازی روسازی، ناهمواری، HDM-4.

فهرست مطالب

فهرست جداول ..... ح

فهرست اشکال ..... د

۱- فصل اول: کلیات ۲

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- تعریف مسأله ۳

۱-۳- اهداف و روش تحقیق ۴

۱-۴- فرضیات و محدودیت‌ها ۵

۱-۵- ساختار پایان‌نامه ۵

۲- فصل دوم: مروری بر کارهای انجام شده ۷

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- مشخصات روسازی راه ۸

۲-۲-۱- مشخصات طولی ۸

۲-۲-۱-۱- بافت ریز ۹

۲-۲-۱-۲- بافت درشت ۹

۲-۲-۱-۳- ابر بافت ۱۱

۲-۲-۱-۴- ناهمواری ۱۲

۲-۳- مشخصات عرضی ۱۲

۲-۴- مقاومت لغزندگی ۱۳

۲-۵- روسازی و مصرف سوخت ۱۳

۲-۶- مقاومت غلتشی ۱۴

۲-۶-۱- فاکتورهای تاثیرگذار بر مقاومت غلتشی ۱۵

۲-۷- تاثیر مشخصات سطحی روسازی ۱۶

۲-۷-۱- مطالعات انجام شده در سوئد ۱۷

۲-۷-۲- مطالعات انجام شده در هلند ۱۸
۲-۷-۳- مطالعات انجام شده در آمریکا ۱۹
۲-۸- هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه ۱۹
۲-۹- مروری بر مدل‌های هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه(VOC) ۲۱
۲-۱۰- مدل‌های تجربی و مکانستیک VOC ۲۲
۲-۱۰-۱- مدل‌های تجربی ۲۳
۲-۱۰-۲- مدل‌های مکانستیک-تجربی ۲۳
۲-۱۱- مدل‌های مصرف سوخت ۲۵
۲-۱۲- مدل مصرف سوخت HDM-4 ۲۵
۲-۱۳- تاثیر ناهمواری – سرعت ثابت ۲۶
۲-۱۳-۱- نتایج مطالعات تجربی ۲۶
۲-۱۴- اثر سرعت بر مصرف سوخت ۲۹
۲-۱۴-۱- رابطه سرعت و ناهمواری ۲۹
۲-۱۴-۲- چرخه تغییرات سرعت ۳۳
۲-۱۵- تاثیر نوع روسازی بر مصرف سوخت ۳۳
۲-۱۶- نتیجه‌گیری ۳۳
۳- فصل سوم: مروری بر نرم‌افزار HDM-4 ۳۶
۳-۱- مقدمه ۳۶
۳-۲- انواع روسازی ۳۶
۳-۳- داده‌های ورودی ۳۷
۳-۴-شبکه راه‌ها ۳۸
۳-۴-۱- کلاس راه ۳۸
۳-۴-۲- رابطه جریان- سرعت ۳۹
۳-۴-۳- دوره‌های مختلف جریان ترافیک ۳۹

۳-۴-۴- مناطق آب و هوایی ۴۰
۳-۴-۵- حجم ترافیک ۴۲
۳-۴-۶- طبقه‌بندی طرح هندسی راه ۴۳
۳-۴-۷- مشخصات روسازی ۴۴
۳-۴-۸- تاریخچه روسازی ۴۹
۳-۵- ناوگان حمل و نقل ۴۹
۳-۵-۱- گروه های وسایل نقلیه ۴۹
۳-۶- داده‌های ترافیکی ۵۲
۳-۷- استانداردهای نگهداری و بهسازی راه ۵۲
۳-۸- استانداردهای نگهداری روسازی آسفالتی ۵۳
۳-۸-۱- نگهداری روزانه(جاری) ۵۳
۳-۸-۲- راهکارهای پیشگیرانه ۵۴
۳-۸-۳- عملیات بهسازی و روکش‌های مجدد ۵۴
۳-۸-۴- بازسازی روسازی ۵۴
۳-۹- استانداردهای بهسازی روسازی‌های آسفالتی ۵۵
۴- فصل چهارم: بارگذاری نرم‌افزار HDM-4 در سطح شبکه راه‌های استان خوزستان ۵۷
۴-۱- مقدمه ۵۷
۴-۲- اطلاعات ورودی مربوط به استان خوزستان ۵۸
۴-۳- شبکه راه‌های استان خوزستان ۵۹
۴-۴- ناوگان حمل و نقل ۶۳
۴-۴-۱- میزان استفاده از وسیله نقلیه ۶۵
۴-۴-۲- هزینه‌ها ۶۵
۴-۴-۲-۱- قیمت خودرو ۶۶
۴-۴-۲-۲- هزینه لاستیک ۶۷

۴-۴-۲-۳- هزینه سوخت و روغن موتور ۶۷
۴-۴-۲-۴- هزینه‌های نگهداری و خدمه ۶۸
۴-۴-۲-۵- هزینه بالاسری و سود بانکی ۶۹
۴-۴-۲-۶- ارزش زمان سفر ۶۹
۴-۴-۲-۷- ارزش زمانی بار ۷۰
۴-۵- استانداردهای عملیات اجرایی بر روی راه ۷۱
۴-۵-۱- درزگیری ۷۲
۴-۵-۲- لکه‌گیری ۷۳
۴-۵-۳- آسفالت سطحی یک لایه‌ای ۷۳
۴-۵-۴- روکش آسفالت ۷۳
۴-۵-۵- لکه‌گیری و درزگیری و روکش ۷۴
۴-۵-۶- بازسازی روسازی ۷۴
۴-۶- پیکربندی HDM-4 ..... ۷۴
۴-۶-۱- داده‌های آب و هوا ۷۵
۴-۶-۲- داده‌های ترافیک ۷۶
۵- فصل پنجم: مقایسه تاثیر روش‌های مختلف نگهداری بر میزان مصرف سوخت خودروها ۸۲
۵-۱- مقدمه ۸۲
۵-۲- روش واکنشی ۸۳
۵-۳- رویکردهای مرمت و نگهداری معرفی شده به نرم‌افزار HDM-4 ..... ۸۳
۵-۴- ناهمواری در دوره طرح محور شوش- اندیمشک ۸۹
۵-۵- مصرف سوخت وسایل نقلیه ۹۱
۵-۶- مصرف سوخت وسایل نقلیه در محور شوش- اندیمشک در ناهمواری ۱/۵ m/km ۹۱
۵-۷- مصرف سوخت وسایل نقلیه در محور شوش- اندیمشک در ناهمواری ۲/۵ m/km ۹۷
۵-۸- ناهمواری در دوره طرح محور کمربندی رامهرمز ۱۰۲

۵-۹- مصرف سوخت وسایل نقلیه در محور کمربندی رامهرمز در ناهمواری ۱/۵ m/km.....۱۰۴
۵-۱۰- مصرف سوخت وسایل نقلیه در محور کمربندی رامهرمز در ناهمواری ۲/۵ m/km.....۱۱۰
۵-۱۱- مقایسه فنی و اقتصادی رویکردهای مرمت و نگهداری بر مصرف سوخت ۱۱۹
۵-۱۱-۱- مقایسه فنی ۱۱۹
۵-۱۱-۲- مقایسه اقتصادی.....۱۲۰
۶- فصل ششم: نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات.....۱۲۲
۶-۱- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری.....۱۲۲
پیوست: نمودارهای ناهمواری و مصرف سوخت در تعدادی از محورها ۱۲۵
الف- نمودار ناهمواری روسازی(پس از مرمت ناهمواری ۱/۵ m/km شود) ۱۲۵
ب- مصرف سوخت وسایل نقلیه در محورها در ناهمواری ۱/۵ m/km.....۱۲۸
پ- نمودار ناهمواری روسازی(پس از مرمت ناهمواری ۲/۵ m/km شود).....۱۳۶
ت- مصرف سوخت وسایل نقلیه در محورها در ناهمواری ۲/۵ m/km.....۱۳۹
ت- هزینه رویکردهای نگهداری و صرفه‌جویی اقتصادی ناشی از کاهش مصرف سوخت.....۱۴۷
منابع و مراجع.....۱۵۳

فهرست جداول

جدول۲-۱- محدوده فرکانس در تعیین مشخصات طولی راه طبق پیارک[۲].....۹

جدول ۲-۲- اصطلاحات به کار رفته در توصیف سطح روسازی[۲].....۱۰

جدول۲-۳- فاکتورهای موثر بر مقاومت غلتشی[۷].....۱۶

جدول۲-۴- داده‌های بافت و مصرف سوخت برای انواع روسازی[۸].....۱۷

جدول۲-۵- مصرف سوخت در سرعت ۹۰ کیلومتر بر ساعت در روسازی‌های مختلف[۲۱].....۱۸

جدول۲-۶- دسته‌بندی مدل‌های VOC (تجربی و مکانستیک)[۱].....۲۳

جدول۲-۷- ویژگی‌های مدل‌های VOC [۱].....۲۴

جدول۲-۸- نتایج مطالعات انجام شده در زمینه تاثیر ناهمواری بر مصرف سوخت- سرعت ثابت[۲].....۲۷

جدول۳-۱- انواع روسازی در نرم‌افزار HDM-4 [۱۹].....۳۶

جدول۳-۲- انواع روسازی آسفالتی در نرم‌افزار HDM-4 [۱۸].....۳۷

جدول ۳-۳- مقادیر PCSE [۱۸].....۴۰

جدول۳-۴- طبقه‌بندی رطوبت[۱۸].....۴۱

جدول۳-۵- طبقه‌بندی دما[۱۸].....۴۲

جدول۳-۶- دسته‌بندی ترافیک برای انواع مختلف روسازی [۱۸].....۴۳

جدول۳-۷- دسته‌بندی راه از لحاظ طرح هندسی در HDM-4 [۲۲].....۴۴

جدول۳-۸- کفایت سازه‌ای با استفاده از مقدار متوسط SNP[۱۸].....۴۶

جدول۳-۹- کیفیت سواری‌دهی بر حسب مقدار IRI در روسازی‌های آسفالتی و بتنی [۱۸].....۴۶

جدول۳-۱۰- وضعیت روسازی با در نظر گرفتن خرابی‌ها [۱۸].....۴۷

جدول۳-۱۱- بافت سطحی روسازی آسفالتی(AM) بر حسب عمق بافت و مقاومت لغزشی[۱۸].....۴۷

جدول۳-۱۲- تعریف شدت خرابی‌ها[۲۳].....۴۸

شکل۴-۱- شناسه محورهای معرفی شده در نرم‌افزار HDM-4 .....۶۰

جدول۴-۲- داده‌های معرفی شده به HDM-4 در بخش شبکه راه‌ها[۲۰].....۶۲

جدول۴-۳- مشخصات ناوگان حمل و نقل.....۶۴

جدول۴-۴- میزان استفاده از وسایل نقلیه بر اساس آمار سال ۱۳۸۹ ..... ۶۵
جدول۴-۵- قیمت خودرو نو در هر گروه از وسایل نقلیه ۶۶
جدول۴-۶- نوع و قیمت لاستیک خودروها در سال ۱۳۹۱ ..... ۶۷
جدول۴-۷- هزینه هر لیتر سوخت و روغن موتور وسایل نقلیه ۶۸
جدول۴-۸ هزینه‌های مربوط به نیروی کار ۶۸
جدول۴-۹- محاسبه ارزش زمان سفر وسیله نقلیه شخصی سال ۱۳۹۰ ..... ۶۹
جدول۴-۱۰- هزینه ساعتی حمل بار برای وسایل نقلیه باری ۷۱
جدول۴-۱۱- اطلاعات مربوط به آب و هوا در نرم‌افزار HDM-4 ..... ۷۶
جدول۴-۱۲- متوسط ترافیک روزانه وسایل نقلیه در هر محور ۷۷
جدول۴-۱۳- درصد متوسط ترافیک روزانه وسایل نقلیه در هر محور ۷۹
جدول۵-۱- رویکردهای مرمت و بهسازی تعریف شده در نرم‌افزار HDM-4 ..... ۸۴
جدول۵-۲- مشخصات رویکردهای مرمت و بهسازی تعریف شده در نرم‌افزار HDM-4 ..... ۸۴
جدول۵-۳- مشخصات قطعات انتخابی برای ارائه نتایج ۸۸

فهرست اشکال

شکل۲-۱- بافت ریز و درشت روسازی راه[۳] ۱۰
شکل۲-۲- شمایی از نیروهای بین چرخ خودرو و روسازی[۶] ۱۴
شکل۲-۳- بخش‌های مختلف هزینه‌های کاربران راه[۱۰] ۲۱
شکل۲-۴- روند توسعه مدل VOC بانک جهانی[۱۳] ۲۲
شکل۲-۵- مصرف سوخت در حالت سرعت پایدار برای خودروهای متوسط در حدود ۱۹۸۰ و ۱۹۹۵ [۲] .. ۳۰
شکل۲-۶- ارتباط بین سرعت و ناهمواری طبق تحقیقات انجام شده در استرالیا[۲] ۳۱
شکل۲-۷- ناهمواری و مصرف سوخت خودروهای سواری طبق تحقیقات انجام شده در استرالیا[۲] ۳۲
شکل۲-۸- ناهمواری و مصرف سوخت خودروهای سنگین طبق تحقیقات انجام شده در استرالیا[۲] ۳۲
شکل۳-۱- پارامترهای هندسی راه [۲۲] ۴۳
شکل۴-۱- موقعیت جغرافیایی استان خوزستان ۵۷
شکل ۴-۲- طول راه‌های تحت حوزه استحفاظی وزارت راه و شهرسازی تا پایان سال ۱۳۸۹[۲۴] ۵۸
شکل۴-۳- محورهای مورد مطالعه در استان خوزستان ۵۹
شکل۵-۱- روند انجام تحلیل‌ها در HDM-4 ..... ۸۸
شکل۵-۲- نمودار IRI محور شوش- اندیمشک در ناهمواری ۱/۵ m/km ۸۹
شکل۵-۳- نمودار IRI محور شوش- اندیمشک در ناهمواری ۲/۵ m/km ۹۰
شکل۵-۴- مصرف سوخت پراید در ناهمواری ۱/۵ m/km ۹۲
شکل۵-۵- مصرف سوخت مزدا در ناهمواری ۱/۵ m/km ۹۲
شکل۵-۶- مصرف سوخت مینی‌بوس در ناهمواری ۱/۵ m/km ۹۳
شکل۵-۷- مصرف سوخت کامیونت در ناهمواری ۱/۵ m/km ۹۴
شکل۵-۸- مصرف سوخت اتوبوس در ناهمواری ۱/۵ m/km ۹۴
شکل۵-۹- مصرف سوخت کامیون دو محوره در ناهمواری ۱/۵ m/km ۹۵
شکل۵-۱۰- مصرف سوخت کامیون سه محوره در ناهمواری ۱/۵ m/km ۹۶
شکل۵-۱۱- مصرف سوخت کامیون پنج محوره در ناهمواری ۱/۵ m/km ۹۶

شکل۵-۱۲- مصرف سوخت پراید در ناهمواری ۲/۵ m/km ۹۷
شکل۵-۱۳- مصرف سوخت مزدا در ناهمواری ۲/۵ m/km ۹۸
شکل۵-۱۴- مصرف سوخت مینی‌بوس در ناهمواری ۲/۵ m/km ۹۹
شکل۵-۱۵- مصرف سوخت کامیونت در ناهمواری ۲/۵ m/km ۹۹
شکل۵-۱۶- مصرف سوخت اتوبوس در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۰۰
شکل۵-۱۷- مصرف سوخت کامیون دو محوره در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۰۱
شکل۵-۱۸- مصرف سوخت کامیون سه محوره در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۰۱
شکل۵-۱۹- مصرف سوخت کامیون پنج محوره در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۰۲
شکل۵-۲۰- نمودار IRI محور کمربندی رامهرمز در ناهمواری ۱/۵ m/km ۱۰۳
شکل۵-۲۱- نمودار IRI محور کمربندی رامهرمز در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۰۴
شکل۵-۲۲- مصرف سوخت پراید در ناهمواری ۱/۵ m/km ۱۰۵
شکل۵-۲۳- مصرف سوخت مزدا در ناهمواری ۱/۵ m/km ۱۰۵
شکل۵-۲۴- مصرف سوخت مینی‌بوس در ناهمواری ۱/۵ m/km ۱۰۶
شکل۵-۲۵- مصرف سوخت کامیونت در ناهمواری ۱/۵ m/km ۱۰۷
شکل۵-۲۶- مصرف سوخت اتوبوس در ناهمواری ۱/۵ m/km ۱۰۸
شکل۵-۲۷- مصرف سوخت کامیون دو محوره در ناهمواری ۱/۵ m/km ۱۰۸
شکل۵-۲۸- مصرف سوخت کامیون سه محوره در ناهمواری ۱/۵ m/km ۱۰۹
شکل۵-۲۹- مصرف سوخت کامیون پنج محوره در ناهمواری ۱/۵ m/km ۱۱۰
شکل۵-۳۰- مصرف سوخت پراید در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۱۱
شکل۵-۳۱- مصرف سوخت مزدا در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۱۱
شکل۵-۳۲- مصرف سوخت مینی‌بوس در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۱۲
شکل۵-۳۳- مصرف سوخت کامیونت در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۱۳
شکل۵-۳۴- مصرف سوخت اتوبوس در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۱۳
شکل۵-۳۵- مصرف سوخت کامیون دو محوره در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۱۴

شکل۵-۳۶- مصرف سوخت کامیون سه محوره در ناهمواری ۲/۵ m/km.....۱۱۵
شکل۵-۳۷- مصرف سوخت کامیون پنج محوره در ناهمواری ۲/۵ m/km.....۱۱۵
شکل۵-۳۸- مقایسه هزینه اجرای رویکردهای مرمت و بهسازی در محور شوش- اندیمشک.....۱۱۶
شکل۵-۳۹- صرفه اقتصادی نگهداری اساسی در مقایسه با نگهداری روزمره در محور شوش- اندیمشک ...۱۱۷
شکل۵-۴۰- مقایسه هزینه اجرای رویکردهای مرمت و بهسازی در محور کمربندی رامهرمز ۱۱۷
شکل۵-۴۱- صرفه اقتصادی نگهداری اساسی در مقایسه با نگهداری روزمره در محور کمربندی رامهرمز....۱۱۸
شکل پ-۱- نمودار IRI محور اهواز- شوش در ناهمواری ۱/۵ m/km.....۱۲۵
شکل پ-۲- نمودار IRI محور کمربندی اندیمشک در ناهمواری ۱/۵ m/km.....۱۲۵
شکل پ-۳- نمودار IRI محور دارخوین- اهواز در ناهمواری ۱/۵ m/km.....۱۲۶
شکل پ-۴- نمودار IRI محور اندیمشک- پل زال در ناهمواری ۱/۵ m/km.....۱۲۶
شکل پ-۵- نمودار IRI محور سه راهی هفتگل- سه راهی رامهرمز در ناهمواری ۱/۵ m/km.....۱۲۶
شکل پ-۶- نمودار IRI محور سوسنگرد- حمیدیه در ناهمواری ۱/۵ m/km ۱۲۷
شکل پ-۷- نمودار IRI محور اهواز- خرمشهر در ناهمواری ۱/۵ m/km ۱۲۷
شکل پ-۸- نمودار IRI محور باغملک- ایذه در ناهمواری ۱/۵ m/km.....۱۲۷
شکل پ-۹- نمودار مصرف سوخت خودروها در محور اهواز- شوش در ناهمواری ۱/۵ m/km.....۱۲۸
شکل پ-۱۰- نمودار مصرف سوخت خودروها در محور کمربندی اندیمشک در ناهمواری ۱/۵ m/km....۱۲۹
شکل پ-۱۱- نمودار مصرف سوخت خودروها در محور دارخوین- اهواز در ناهمواری ۱/۵ m/km.....۱۳۰
شکل پ-۱۲- نمودار مصرف سوخت خودروها در محور اندیمشک- پل زال در ناهمواری ۱/۵ m/km ۱۳۱
شکل پ-۱۳- مصرف سوخت در محور سه راهی هفتگل- سه راهی رامهرمز در ناهمواری ۱/۵ m/km ۱۳۲
شکل پ-۱۴- نمودار مصرف سوخت خودروها در محور سوسنگرد- حمیدیه در ناهمواری ۱/۵ m/km.....۱۳۳
شکل پ-۱۵- نمودار مصرف سوخت خودروها در محور اهواز- خرمشهر در ناهمواری ۱/۵ m/km.....۱۳۴
شکل پ-۱۶- نمودار مصرف سوخت خودروها در محور باغملک- ایذه در ناهمواری ۱/۵ m/km.....۱۳۵
شکل پ-۱۷- نمودار IRI محور اهواز- شوش در ناهمواری ۲/۵ m/km.....۱۳۶
شکل پ-۱۸- نمودار IRI محور کمربندی اندیمشک در ناهمواری ۲/۵ m/km.....۱۳۶

شکل پ-۱۹- نمودار IRI محور دارخوین- اهواز در ناهمواری ۲/۵ m/km.....۱۳۷
شکل پ-۲۰- نمودار IRI محور اندیمشک- پل زال در ناهمواری ۲/۵ m/km.....۱۳۷
شکل پ-۲۱- نمودار IRI محور سه راهی هفتگل- سه راهی رامهرمز در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۳۷
شکل پ-۲۲- نمودار IRI محور سوسنگرد- حمیدیه در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۳۸
شکل پ-۲۳- نمودار IRI محور اهواز- خرمشهر در ناهمواری ۲/۵ m/km.....۱۳۸
شکل پ-۲۴- نمودار IRI محور باغملک- ایذه در ناهمواری ۲/۵ m/km.....۱۳۸
شکل پ-۲۵- نمودار مصرف سوخت خودروها در محور اهواز- شوش در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۳۹
شکل پ-۲۶- نمودار مصرف سوخت خودروها در محور کمربندی اندیمشک در ناهمواری ۲/۵ m/km....۱۴۰
شکل پ-۲۷- نمودار مصرف سوخت خودروها در محور دارخوین- اهواز در ناهمواری ۲/۵ m/km.....۱۴۱
شکل پ-۲۸- نمودار مصرف سوخت خودروها در محور اندیمشک- پل زال در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۴۲
شکل پ-۲۹- مصرف سوخت در محور سه راهی هفتگل- سه راهی رامهرمز در ناهمواری ۲/۵ m/km ۱۴۳
شکل پ-۳۰- نمودار مصرف سوخت خودروها در محور سوسنگرد- حمیدیه در ناهمواری ۲/۵ m/km.....۱۴۴
شکل پ-۳۱- نمودار مصرف سوخت خودروها در محور اهواز- خرمشهر در ناهمواری ۲/۵ m/km.....۱۴۵
شکل پ-۳۲- نمودار مصرف سوخت خودروها در محور باغملک- ایذه در ناهمواری ۲/۵ m/km.....۱۴۶
شکل پ-۳۳- مقایسه هزینه اجرای رویکردهای مرمت و بهسازی در محور اهواز- شوش.....۱۴۷
شکل‌پ-۳۴- صرفه اقتصادی نگهداری اساسی در مقایسه با نگهداری روزمره در محور اهواز- شوش ۱۴۷
شکل پ-۳۵- مقایسه هزینه اجرای رویکردهای مرمت و بهسازی در محور کمربندی اندیمشک.....۱۴۷
شکل‌پ-۳۶- صرفه‌اقتصادی نگهداری اساسی درمقایسه با نگهداری روزمره درمحورکمربندی اندیمشک ..۱۴۸
شکل پ-۳۷- مقایسه هزینه اجرای رویکردهای مرمت و بهسازی در محور دارخوین-اهواز.....۱۴۸
شکل‌پ-۳۸- صرفه اقتصادی نگهداری اساسی در مقایسه با نگهداری روزمره در محور دارخوین-اهواز ۱۴۸
شکل پ-۳۹- مقایسه هزینه اجرای رویکردهای مرمت و بهسازی در محور اندیمشک-پل‌زال.....۱۴۹
شکل‌پ-۴۰- صرفه اقتصادی نگهداری اساسی در مقایسه با نگهداری روزمره درمحور اندیمشک-پل‌زال...۱۴۹
شکل پ-۴۱- مقایسه هزینه اجرای رویکردهای مرمت و بهسازی در محور هفتگل-رامهرمز ۱۴۹
شکل‌پ-۴۲- صرفه اقتصادی نگهداری اساسی در مقایسه با نگهداری روزمره در محور هفتگل-رامهرمز ۱۵۰

شکل پ-۴۳- مقایسه هزینه اجرای رویکردهای مرمت و بهسازی در محور سوسنگرد-حمیدیه ۱۵۰
شکل‌پ-۴۴- صرفه اقتصادی نگهداری اساسی در مقایسه با نگهداری روزمره درمحورسوسنگرد-حمیدیه... ۱۵۰
شکل پ-۴۵- مقایسه هزینه اجرای رویکردهای مرمت و بهسازی در محور اهواز-خرمشهر ۱۵۱
شکل‌پ-۴۶- صرفه اقتصادی نگهداری اساسی در مقایسه با نگهداری روزمره در محور اهواز-خرمشهر ۱۵۱
شکل پ-۴۷- مقایسه هزینه اجرای رویکردهای مرمت و بهسازی در محور باغملک-ایذه.....۱۵۱
شکل‌پ-۴۸- صرفه اقتصادی نگهداری اساسی در مقایسه با نگهداری روزمره در محور اهواز-خرمشهر ۱۵۲

فصل اول:

کلیات

۱- فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه

هزینه ساخت و نگهداری راه و هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه[1] (VOC) در برنامه‌ریزی و مدیریت روسازی ضروری می‌باشد. به طور کلی هزینه‌های مربوط به راه می‌تواند به دو دسته کلی تقسیم گردد: دسته اول هزینه‌های ادارات راه به منظور ساخت و نگهداری راه می‌باشد و دسته دوم هزینه‌هایی است که به طور مستقیم توسط کاربران راه پرداخت می‌شود. هزینه‌های تولید شده توسط کاربران راه شامل تمام هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه در طول راه می‌باشد. هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه شامل هزینه‌های مربوط به مصرف سوخت، تصادفات، مصرف روغن موتور، آلودگی هوا، فرسودگی چرخ‌ها، سرعت وسایل نقلیه، هزینه‌های مربوط به نگهداری و استهلاک وسایل نقلیه می‌باشد. مصرف سوخت خودروها مهم‌ترین مولفه از هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه محسوب می‌شود. تکنولوژی وسایل نقلیه، نوع روسازی، وضعیت ظاهری روسازی، هندسه راه، شرایط زیست محیطی، سرعت وسایل نقلیه و... بر هزینه‌های عملیاتی و مصرف سوخت وسایل نقلیه تاثیرگذار است. وضعیت ظاهری روسازی بر مصرف سوخت خودروها تاثیرگذار می‌باشد. ناهمواری، مقاومت لغزندگی و خرابی‌های موجود در سطح روسازی از جمله مولفه‌های مربوط به وضعیت ظاهری روسازی می‌باشند.

کیفیت سطح راه با گذشت زمان کاهش می‌یابد. همین امر سبب افزایش هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه از جمله مصرف سوخت وسایل نقلیه می‌شود. بهبود وضعیت ظاهری روسازی می‌تواند سبب کاهش این هزینه‌های عملیاتی گردد. مرمت و بهسازی روسازی در زمان مناسب، می‌تواند سبب بهبود وضعیت ظاهری روسازی گردد. به همین منظور از نرم‌افزار HDM-4[2] برای تحلیل هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه در چرخه عمر روسازی استفاده شده است. این نرم‌افزار علاوه‌بر یک پایگاه داده‌ای قوی، شامل سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری نیز می‌باشد.

نرم‌افزار HDM-4 کاربرد زیادی در زمینه مدیریت روسازی راه دارد که به طور کلی می‌توان آن را در چهار دسته اصلی آنالیز پروژه‌های خاص راه جهت ارزیابی اقتصادی، آنالیز برنامه برای آماده سازی سالانه عملیات راه، آنالیز استراتژی برای برنامه‌ریزی بلندمدت و سیاست‌گذاری و مطالعات تحقیقاتی تقسیم‌بندی نمود. در بسیاری از کشورهای در حال توسعه مانند کشورهای شرق آسیا و برخی از کشورهای آفریقایی و آمریکای جنوبی و ... از نرم‌افزار HDM-4 به عنوان ابزاری جهت ارزیابی وضعیت روسازی، نگهداری راه و همچنین سرمایه‌گذاری در شبکه راه استفاده شده است[۲۰].

[1] Vehicle Operating Costs
[2] Highway Development and Management

این نرم‌افزار شرایط فیزیکی راه را بررسی و از نظر اقتصادی تحلیل می‌نماید وسپس وضعیت روسازی در آینده پیش‌بینی گردیده و بهینه‌ترین بودجه و گزینه بهسازی انتخاب می‌گردد.

یکی از مدل‌های به‌کار رفته در این نرم‌افزار مدل مصرف سوخت وسایل نقلیه است. نرم‌افزار با پیش‌بینی وضعیت روسازی در آینده و نوع وسایل نقلیه موجود، قادر است مصرف سوخت وسایل نقلیه را در دوره طرح روسازی پیش‌بینی نماید.

۱-۲- تعریف مسأله

هزینه استفاده‌کنندگان از راه، یکی از هزینه‌های مهم در برآورد اقتصادی پروژه‌های ترمیم و نگهداری روسازی راه می‌باشد. هزینه استفاده‌کنندگان از راه در سه دسته هزینه‌های وابسته به زمان، مسافت و سرعت به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱- هزینه‌های وابسته به زمان که شامل فرسودگی، بیمه، مالیات، پارکینگ و ... می‌باشند.

۲- هزینه‌های وابسته به مسافت شامل مصرف سوخت، روغن موتور، لاستیک، نگهداری و تعمیرات و استهلاک وسیله نقلیه است.

۳- هزینه‌های وابسته به سرعت شامل ارزش زمانی سفر، مصرف سوخت، روغن موتور و لاستیک می‌باشند.

هزینه‌های وابسته به زمان تقریبا برای شرایط مختلف یک راه ثابت می‌باشند لیکن هزینه‌های وابسته به سرعت و مسافت در شرایط مختلف راه متغیر است که به آن‌ها پرداخته می‌شود.

از هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه می‌توان به منظور مقایسه سیستم‌های مختلف حمل و نقل، تعیین منافع استفاده‌کنندگان از راه، کمک به روند تصمیم‌گیری در تعیین اولویت‌های توسعه راه و... استفاده نمود.

مصرف سوخت وسایل نقلیه، یکی از عناصر مهم تشکیل دهنده هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه بوده و به طور معمول بین ۲۰ تا ۴۰ درصد از کل مقادیر هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه را تشکیل می‌دهد[۲۶].

مصرف سوخت به علت تاثیرپذیری زیاد از تراکم ترافیک، وضعیت ظاهری روسازی، هندسه راه، خصوصیات وسایل نقلیه و روش رانندگی و به طور کلی طرح هندسی مسیر و نوع و وضعیت رویه راه‌ها، حساسیت زیاد به هر گونه تصمیات سرمایه‌گذاری در شبکه راه دارد. کاهش مصرف سوخت در چرخه عمر روسازی موجب صرفه‌جویی در هزینه، حفاظت از محیط زیست، توسعه اقتصادی و... می‌شود.

کاهش مصرف سوخت با توجه به روند افزایشی قیمت سوخت و ناوگان حمل و نقل کشور حائز اهمیت می‌باشد. بنابراین می‌توان به عنوان یک گزینه، با اعمال رویکردهای مرمت و نگهداری در زمان مناسب به منظور بهبود وضعیت ظاهری روسازی، مصرف سوخت را کاهش داد. زمان مداخله در گزینه‌های مرمت و نگهداری روسازی بر هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه موثر است. با اعمال گزینه‌های مناسب نگهداری در زمان مناسب، علاوه‌بر صرفه‌جویی در هزینه‌های مرمت و بهسازی، می‌توان مصرف سوخت را کاهش داد. کاهش مصرف سوخت باعث کاهش هزینه‌های عملیاتی وسایل نقلیه در چرخه عمر روسازی می‌شود.

نرم‌افزار HDM-4 به منظور مدیریت روسازی به کار می‌رود. این نرم‌افزار قادر است با ارزیابی وضعیت روسازی و خرابی‌های موجود در روسازی و همچنین پیش‌بینی روند پیشرفت و گسترش خرابی و ناهمواری، عملیات مرمت و نگهداری مناسب را در زمان مناسب به روسازی اعمال نماید. همچنین با استفاده از مدل مصرف سوخت موجود، میزان مصرف سوخت خودروها را در چرخه عمر روسازی پیش‌بینی نماید. بنابراین با استفاده از این نرم‌افزار می‌توان با اعمال سیستم مدیریت روسازی، زمان دقیق و نوع عملیات مرمت و نگهداری مناسب را تعیین نمود. زمان بهینه در اجرای عملیات مرمت و بهسازی روسازی، خود موجب کاهش مصرف سوخت، در چرخه عمر روسازی می‌شود.

۱-۳- اهداف و روش تحقیق

هدف از این تحقیق، بررسی وضعیت ظاهری روسازی بر میزان مصرف سوخت وسایل نقلیه می‌باشد. بدین منظور شش رویکرد مرمت ونگهداری روسازی شامل «درزگیری»،«لکه‌گیری»، «آسفالت سطحی تک لایه‌ای»، «روکش آسفالت»، «درزگیری و لکه‌گیری و روکش» و «بازسازی روسازی» در نظر گرفته شد. تحلیل مصرف سوخت در دو حالت کلی مورد مقایسه قرار گرفت. در حالت اول بدون در نظر گرفتن نگهداری اساسی، تنها درزگیری و لکه‌گیری تعریف گردید. در حالت دوم علاوه بر آن، نگهداری اساسی (روکش و بازسازی روسازی و...) نیز به عنوان رویکرد مرمت و نگهداری روسازی در نظر گرفته شد. ناهمواری روسازی یکی از مولفه‌های وضعیت ظاهری روسازی است که تاثیر زیادی بر مصرف سوخت دارد. بدین منظور عملیات مرمت و نگهداری اساسی برای دو سطح از ناهمواری تعریف گردید. در حالت اول فرض گردید که پس از اعمال عملیات مرمت اساسی ناهمواری روسازی ۱/۵ m/km شود که طبق رده‌بندی HDM-4 در محدوده خوب و مطابق طبقه‌بندی ناهمواری راه‌های ایران در محدوده خوب و قابل قبول قرار دارد. در حالت دوم فرض گردید

که پس از اعمال عملیات مرمت اساسی ناهمواری روسازی ۲/۵ m/km گردد. این ناهمواری طبق رده‌بندی HDM-4 در محدوده قابل قبول و مطابق طبقه‌بندی ناهمواری راه‌های ایران در محدوده خراب قرار دارد.

در انتها، تحلیل اقتصادی حاصل از کاهش مصرف سوخت خودروها در چرخه عمر روسازی برای هر دسته از وسایل نقلیه محاسبه و ارائه شده است.

۱-٤- فرضیات و محدودیت‌ها

هر طرح پژوهشی با توجه به متغیرهای موجود در آن، دارای محدودیت‌هایی است که پایان‌نامه حاضر نیز از این امر مستثنی نمی‌باشد. از جمله محدودیت‌های موجود، کالیبره نبودن مدل مصرف سوخت نرم‌افزار HDM-4 برای شرایط ایران می‌باشد که در صورت کالیبره بودن، نتایج دقیق‌تری برای شرایط موجود حاصل می‌شد. ولی با توجه به این‌که کالیبره نمودن آن به داده‌های میدانی وسیع در طی چندین سال متوالی نیازمند است و همچنین هدف از این پایان‌نامه مقایسه تاثیر روش‌های مختلف مرمت و نگهداری روسازی بر مصرف سوخت وسایل نقلیه می‌باشد، لذا از کالیبره نبودن مدل مصرف سوخت نرم‌افزار HDM-4 صرف نظر شده است.

۱-۵- ساختار پایان‌نامه

این پایان‌نامه در شش فصل تنظیم شده است. در فصل اول که فصل کلیات است به بیان مقدمه‌ای از موضوع، تعریف مسأله، اهداف و روش تحقیق و خلاصه‌ای از فصل‌ها پرداخته شده است. فصل دوم مربوط به کارهای انجام شده می‌باشد. در این فصل ابتدا مشخصات مربوط به وضعیت ظاهری روسازی و توضیحات هر کدام از آن‌ها ارائه شده است. در ادامه پارامترهای وضعیت ظاهری روسازی، مرتبط با مصرف سوخت و همچنین کارهای انجام شده در برخی از کشورها بیان شد. در فصل سوم، نرم‌افزار HDM-4 معرفی گردید. همچنین مقادیر استاندارد تعریف شده در نرم‌افزار HDM-4 بیان شد. در فصل چهارم چگونگی جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز جهت اجرای نرم‌افزار HDM-4 در سطح شبکه راه‌های استان خوزستان ارائه گردید. در فصل پنجم نیز با توجه به رویکردهای مرمت و نگهداری، نتایج خروجی به دست آمده از مصرف سوخت، مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. در فصل ششم نیز نتایج به دست آمده و همچنین پیشنهادات ارائه گردید.