



وزارت راه و ترابری
معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

مجمع جهانی راه (پیارک)

روکش‌های سطحی

(تلفیق تجارب بین‌المللی)

دفتر مطالعات فناوری و ایمنی

دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وزارت راه و ترابری
معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری



دبیرخانه مجمع جهانی راه (پی‌آرک) در ایران

روکش‌های سطحی

(تلفیق تجارب بین‌المللی)

این مجموعه ترجمه‌ای است از گزارشی تحت عنوان:

Surface Dressings
(Synthesis of international experiences)

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 هیچ‌گونه مسئولیتی در خصوص پیامدهای سوء ناشی از عدم توجه به توصیه فوق را متقبل نخواهد شد.

دفتر مطالعات فناوری و ایمنی

عنوان و پدیدآور	: روکش‌های سطحی / تهیه و تألیف مجمع جهانی راه (پیارک)، [برای وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، دفتر مطالعات فناوری و ایمنی] گروه مطالعات تطبیقی، دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران؛ مترجم شهروز بنی‌احمد.
مشخصات نشر	: تهران: وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، پژوهشکده حمل‌ونقل، ۱۳۸۶.
مشخصات ظاهری	: ۵۶ ص: جدول، مصور.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۶۲۹۹-۹۳-۱
یادداشت	: فیبا
یادداشت	: این کتاب ترجمه‌ای است تحت عنوان:
موضوع	: روسازی -- روکش‌ها.
موضوع	: راه‌سازی -- مصالح.
موضوع	: روسازی -- نگهداری و تعمیر.
شناسه افزوده	: بنی‌احمد، شهروز، مترجم.
شناسه افزوده	: انجمن دائمی بین‌المللی کنگره‌های راه (ایران). دبیرخانه.
شناسه افزوده	: ایران. وزارت راه و ترابری. پژوهشکده حمل‌ونقل.
شناسه افزوده	: ایران. وزارت راه و ترابری. دفتر مطالعات فناوری و ایمنی. گروه مطالعات تطبیقی.
رده‌بندی کنگره	: TE ۲۲۰/۳/۹
رده‌بندی دیوی	: ۶۲۵/۸
	: شماره کتابخانه ملی: ۱۰۶۳۹۴۴

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

دفتر مطالعات فناوری و ایمنی - گروه مطالعات تطبیقی

عنوان گزارش	: روکش‌های سطحی - تلفیق تجارب بین‌المللی
تهیه و تألیف	: دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک)
مترجم	: شهروز بنی‌احمد
ویرایش فنی	: مرتضی خادمی بحرینی - کیوان بمانا
ناشر	: پژوهشکده حمل‌ونقل
نوبت چاپ	: اول
تاریخ انتشار	: تابستان ۱۳۸۶
کد انتشار	: 86/RRRI /231
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۶۲۹۹-۹۳-۱
تیراژ	: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت	: ۱۰۰۰ تومان
لیتوگرافی	: باران
چاپ و صحافی	: شامران
نشانی	: میدان آرژانتین - ابتدای بزرگراه آفریقا - اراضی عباس‌آباد - ساختمان شهید دادمان - وزارت راه و ترابری - طبقه سیزدهم شمالی - واحد اطلاع‌رسانی و نشر پژوهش‌ها
	تلفکس: ۸۲۲۴۴۱۶۴
	وبسایت: http://shop.rahiran.ir
	وبسایت فروش نشریات: http://shop.rahiran.ir

* کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است *

این گزارش با حمایت مالی پژوهشکده حمل‌ونقل منتشر می‌گردد

بسمه تعالی

وزارت راه و ترابری به عنوان متولی اصلی صنعت حمل و نقل کشور، نیازمند استفاده از بخش وسیعی از خدمات مهندسی در زمینه طراحی، ساخت، نگهداری و بهره‌برداری از اجزاء سیستم حمل و نقل می‌باشد. از این رو ضروری است که دانش فنی مورد نیاز بطور مستمر در اختیار مدیران و کارشناسان مربوطه قرار گرفته تا نیازهای مطالعاتی و تحقیقاتی آنها مرتفع گردد. معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری در صدد است ضمن شناسایی نیازهای اساسی بخشهای مختلف وزارت متبوع و انجام تحقیقات علمی - کاربردی در زمینه مسائل فنی حمل و نقل و همچنین 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 معاونت برآن است تا با تهیه و تدوین مجموعه گزارش‌های تخصصی، دانش فنی مورد نیاز را به شکلی مناسب در اختیار بخشهای مختلف وزارت متبوع و سایر متخصصان قرار دهد.

روکش سطحی، نوعی لایه رویه است که از یک یا چند لایه چسباننده‌های هیدروکربنی (قیر) و مصالح سنگی (سنگریزه) تشکیل شده است. روکش سطحی در مقایسه با سایر رویه‌کاری‌های راه، روشی مقرون به صرفه می‌باشد، اما به هر حال برای موفق بودن، به تجربه و دانش بیشتری، چه در طراحی و چه در اجرا نیاز دارد. روکش‌های سطحی اگر با خدمات تعمیر و نگهداری مطمئنی نیز همراه باشند، از هر جهت نسبت به سایر رویه‌کاری‌های راه، سودمندترند. این گزارش مشتمل بر پنج بخش می‌باشد که تعاریف، کاربرد روکش سطحی در سراسر جهان، تحلیل مقایسه‌ای انواع روکش‌های سطحی، ارزیابی و اجرای آنها را در بر می‌گیرد. همچنین مستندات ارسالی از ۱۲ کشور، اعداد و ارقام توصیه شده در باب کیفیت و مقادیر مصرفی اجزای روکش‌ها نیز بررسی می‌شوند. این گزارش توسط کمیته فنی "راه‌ها در مناطق در حال توسعه" و با هماهنگی کمیته فنی "راه‌های انعطاف پذیر" پیارک تهیه و تدوین شده است. امید است که با تلاشهای صورت گرفته در دفتر مطالعات فناوری و ایمنی و همکاری افرادی که در تهیه این گزارش ما را یاری رساندند، گامی مؤثر در جهت ایجاد تحول، نوآوری و ارتقاء عملکردها برداشته شود. در پایان از پژوهشکده حمل و نقل، به جهت حمایت از انتشار این مجموعه تشکر و قدردانی می‌گردد.

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

دفتر مطالعات فناوری و ایمنی

مختصری در خصوص پیارک

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

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

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

- ۱- بهبود ارتباطات بین‌المللی
 - ۲- تدوین سیاست‌های حمل‌ونقل جاده‌ای
 - ۳- ارتقای کیفیت برنامه‌ریزی، ساخت، بهسازی و نگهداری راهها
 - ۴- ارتقای کیفیت اجرایی و مدیریت سیستم‌های راه
- امروزه این اهداف شکل جدیدی پیدا کرده و با سرعت بیشتری تعقیب می‌گردد که عبارتند از:

- ۱- افزایش همکاری بین‌المللی
 - ۲- پیشرفت هر چه سریعتر و جهت‌دار نمودن سیاست‌های برنامه‌ریزی، ساخت، بهسازی و نگهداری راهها
- طی سال‌های اخیر، فعالیت‌های مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران گسترش یافته و با تشکیل دبیرخانه این مجمع در معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری و معرفی اعضاء، سعی بر آن شده که هر چه بیشتر با مرکز پیارک در فرانسه ارتباط لازم برقرار شود. اعضای که برای این مجمع در نظر گرفته شده شامل یک عضو اصلی و یک عضو مکاتبه‌ای برای هر یک از کمیته‌های ۱۸ گانه مندرج در زیر می‌باشند:

۱- بخش "مدیریت و اداره سیستم راه"

- TC1-1: کمیته اقتصاد سیستم راه
- TC1-2: کمیته سرمایه‌گذاری در سیستم راه
- TC1-3: کمیته عملکرد ادارات راه
- TC1-4: کمیته مدیریت عملکرد شبکه راه

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

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

۳- بخش "ایمنی راهها"

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

۴- بخش "کیفیت و زیرساختهای راه"

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

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

دبیرخانه پیارک در ایران

روکش‌های سطحی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه.....	۱
۱- کلیات.....	۲
۱-۱- تعریف و خصوصیات روکش سطحی.....	۲
۲-۱- جایگاه روکش سطحی در ساخت لایه رویه راه.....	۳
۳-۱- روکش سطحی به عنوان یک لایه رویه جدیدالاحداث.....	۴
۴-۱- روکش سطحی برای تعمیر و نگهداری لایه رویه.....	۴
۲- کاربرد روکش سطحی در سراسر جهان.....	۶
۱-۲- فهرست مستندات بررسی شده.....	۶
۲-۲- جداول تحلیلی.....	۷
۱-۲-۲- کلیات.....	۷
۲-۲-۲- معیار انتخاب سنگدانه.....	۷
۳-۲-۲- کاربرد چسباننده‌های هیدروکربنی.....	۱۰
۴-۲-۲- طراحی: انتخاب سازه و میزان پخش اجزای تشکیل دهنده.....	۱۱
۳- تحلیل مقایسه‌ای انواع روکش‌های سطحی.....	۱۴
۱-۳- سنگدانه‌ها.....	۱۴
۱-۱-۳- سختی.....	۱۴
۲-۱-۳- درصد(میزان) صیقلی سنگ.....	۱۵
۳-۱-۳- تمیزی.....	۱۶
۴-۱-۳- شکل.....	۱۷
۲-۳- چسباننده‌های هیدروکربنی.....	۱۸
۱-۲-۳- قیرهای محلول.....	۱۸
۲-۲-۳- امولسیونهای قیری.....	۱۹
۳-۲-۳- قیرهای روان شده.....	۱۹
۴-۲-۳- قیرهای خالص.....	۱۹

۲۰	 ۳-۲-۵- قطران و قیرهای قطرانی
۲۰	 ۳-۲-۶- چسبندگی
۲۱	 ۳-۳- طراحی
۲۱	 ۳-۳-۱- انتخاب نوع سازه روکش
۲۱	 ۳-۳-۲- طراحی - میزان مصالح مصرفی
۲۱	 ۳-۳-۳- طراحی روکش‌های سطحی تک‌لایه
۲۳	 ۳-۳-۴- طراحی روکش‌های سطحی دولایه
۲۵	 ۴- ارزیابی
۲۵	 ۴-۱- مصالح سنگی
۲۵	 ۴-۱-۱- سختی
۲۵	 ۴-۱-۲- درصد (میزان) صیقلی سنگ
۲۶	 ۴-۱-۳- تمیزی
۲۶	 ۴-۱-۴- شکل
۲۶	 ۴-۲- چسباننده‌ها
۲۶	 ۴-۲-۱- قیرهای محلول
۲۷	 ۴-۲-۲- امولسیونهای قیری
۲۷	 ۴-۲-۳- قیرهای روان‌شده
۲۷	 ۴-۲-۴- قیرهای خاص
۲۷	 ۴-۲-۵- چسبندگی
۲۷	 ۴-۳- طراحی
۲۷	 ۴-۳-۱- انتخاب سازه
۲۸	 ۴-۳-۲- طراحی
۳۱	 ۵- اجرای روکش‌های سطحی
۳۱	 ۵-۱- تجهیزات
۳۱	 ۵-۱-۱- قیرپاش
۳۲	 ۵-۱-۲- شن‌پخش‌کن
۳۳	 ۵-۱-۳- ماشین‌آلات تراکم
۳۳	 ۵-۱-۴- تجهیزات برس‌زنی
۳۳	 ۵-۲- عملیات اجرایی روکش‌های سطحی

۳۳	 ۱-۲-۵- آماده سازی لایه زیرین
۳۴	 ۲-۲-۵- بررسی وضعیت تجهیزات
۳۴	 ۳-۲-۵- آماده سازی تجهیزات
۳۴	 ۴-۲-۵- اجرای عملیات
۳۵	 ۳-۵- کنترل ها
۳۵	 ۱-۳-۵- کنترل مصالح
۳۶	 ۲-۳-۵- کنترل تجهیزات
۳۶	 ۳-۳-۵- کنترل عملیات اجرایی
۳۷	 پیوست ۱- چگونه روکش های سطحی را طراحی کنیم
۴۱	 پیوست ۲- خرابیهای روکش های سطحی
۴۳	 پیوست ۳- گزیده هایی از راهنمای تصویری LCPC
۴۵	 پیوست ۴- مطالعه اقتصادی

مقدمه

روکش سطحی^۱ در مقایسه با سایر رویه‌کاری‌های راه^۲، روشی مقرون‌به‌صرفه می‌باشد، اما به هر حال برای موفق بودن، به تجربه و دانش بیشتری، چه در طراحی و چه در اجرا نیاز دارد. روکش‌های سطحی اگر با خدمات تعمیر و نگهداری مطمئنی نیز همراه باشند، از هر جهت نسبت به سایر رویه‌کاری‌های راه، سودمندترند.

راهنمای حاضر توسط کمیته فنی “راه‌ها در مناطق در حال توسعه”^۳ و با هماهنگی کمیته فنی “راه‌های انعطاف‌پذیر”^۴ پیارک تهیه و تدوین شده است. در این گزارش با بررسی مقایسه‌ای مستندات ارسالی از ۱۲ کشور، اعداد و ارقام توصیه‌شده در باب کیفیت و مقادیر مصرفی اجزای روکش‌ها ارائه شده است.

1- Surface Dressing

2- Road Surfacing

3- Technical Committee on Roads in Developing Regions

4- Technical Committee on Flexible Roads

۱- کلیات

۱-۱- تعریف و خصوصیات روکش سطحی

روکش سطحی، نوعی لایه رویه^۱ است که از یک یا چند لایه چسباننده‌های هیدروکربنی (قیر) و مصالح سنگی (سنگریزه)^۲ تشکیل شده است. اجزای آن عبارتند از:

- چسباننده (قیر محلول، امولسیون قیری، غیره)،
 - مصالح سنگی ریزدانه (دانه‌های نسبتاً هم‌اندازه با حداکثر اندازه بین ۲ تا ۱۸ میلیمتر)،
 - ماده افزودنی، که بعضاً لازم است به خود چسباننده یا مخلوط چسباننده- سنگدانه اضافه شود.
- انواع سازه روکش سطحی براساس آرایش‌ها و ترکیبات احتمالی لایه‌ها مشخص می‌شود و عمومی‌ترین آنها عبارتند از:
- روکش سطحی تک‌لایه BC،
 - روکش سطحی تک‌لایه شامل دو لایه سنگریزه BCC،
 - روکش سطحی دولایه BCBC،
 - روکش سطحی سه‌لایه BCBCBC.
- (B به معنی چسباننده و C به معنی سنگریزه است. بنابراین روکش سطحی با علامت CBC یعنی پخش به ترتیب یک لایه سنگریزه، یک لایه چسباننده و نهایتاً یک لایه سنگریزه می‌باشد)

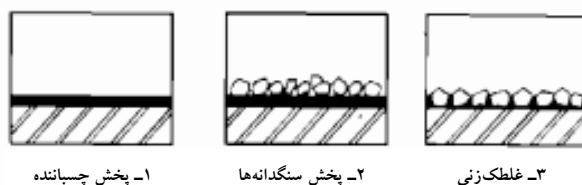
روش دیگری برای بکارگیری روکش سطحی تک‌لایه CBC (روکش سطحی تک‌لایه معکوس) وجود دارد که در سطح گسترده در جهان مرسوم نیست، لیکن عملکرد مناسب آن، موجب توسعه و پیشرفت سریع آن در فرانسه شده است. روکش سطحی نیز همچون هر لایه رویه، باید چندین وظیفه را در سازه راه ایفا کند:

- انتقال نیروهای وسایل نقلیه عبوری به لایه‌های زیرین اعم از نیروی وزن، شتاب‌گرفتن، ترمز و لغزش،
 - ایجاد مقاومت کافی در برابر سُر خوردن در هنگامی که سطح جاده خیس است،
 - حفاظت از روسازی و به ویژه لایه اساس آن در برابر شرایط اقلیمی و بالاخص نفوذ آب،
 - تضمین چسبندگی رویه از حیث جریان‌شدگی و کنده‌شدن سنگدانه‌ها در تعامل با تایر خودروها.
- البته روکش سطحی به تنهایی توانایی تغییر عملکرد مکانیکی روسازی را ندارد و حتی نمی‌تواند ناهمواری‌های جاده را برطرف کند. از روکش‌های سطحی، به وفور برای تعمیر جاده‌های موجود استفاده می‌شود، ولی گاهی اوقات نیز به عنوان لایه رویه در راه‌های جدیدالاحداث به کار می‌روند.

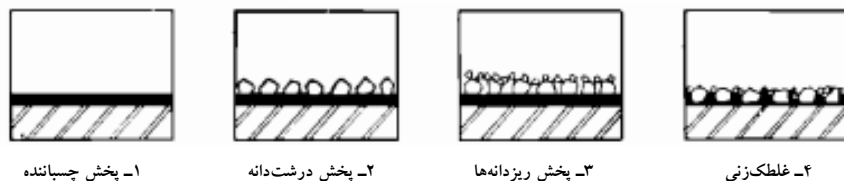
1- Wearing Course

2- Chippings

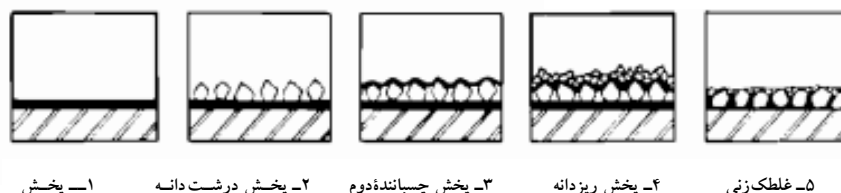
الف - روکش‌های سطحی تک‌لایه^۱



ب - روکش سطحی تک‌لایه با دو لایه سنگریزه



ج - روکش سطحی دو لایه



شکل ۱- انواع روکش‌های سطحی برگرفته از دستورالعمل اجرای روکش‌های سطحی
(مرکز تحقیقات راه، پل و ترابری)

۲-۱- جایگاه روکش سطحی در ساخت لایه رویه راه

روکش سطحی در مقایسه با مصالح آسفالتی مرسوم، از نقطه نظر فنی گاهی اوقات و از نقطه نظر اقتصادی، همواره سودمندتر است. بطور کلی نسبت به مخلوط‌های آسفالتی به انرژی کمتری نیاز دارد، ناتراواتر، زبرتر و ارزان‌تر است. فاکتور هزینه در تصمیم‌گیری انتخاب نوع لایه رویه برای ترافیک‌های سبک یا متوسط، قابل توجه و بسیار تأثیرگذار می‌شود. به عنوان مثال، در فرانسه روکش‌های سطحی بطور گسترده‌ای در ساخت روسازی‌های جدیدالاحداث یا در حال بهره‌برداری با ترافیک کمتر از ۳۰۰۰ وسیله نقلیه در روز بکار می‌روند.

از سوی دیگر در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، روکش سطحی تقریباً در ساخت کلیه لایه‌های رویه استفاده می‌شود. در این کشورها، درصد بالایی از کل هزینه روسازی (اغلب تا ۵۰٪) به هزینه روکش سطحی تعلق دارد و لذا اهمیت قابل ملاحظه کاربرد آن کاملاً موجه است.

نباید روکش سطحی را به عنوان یک لایه رویه ارزان و کم‌ارزش انگاشت. روکش سطحی، روشی است که لازم است یک مهندس راه برای ارضای کارفرما و بهره‌بردار، در چنته خود داشته باشد.

۳-۱- روکش سطحی به عنوان یک لایه رویه جدیدالاحداث

استفاده از روکش سطحی در ساخت لایه رویه در راه‌های انعطاف‌پذیر، سه مزیت اساسی به همراه دارد:

- جلوگیری از اتلاف زمان با امکان دادن به روسازی برای تغییر شکل تدریجی طی سال اول تحت ترافیک و پس از آن اجرای فرش آسفالتی، که موجب ترمیم ناهمواری‌ها و تقویت سازه روسازی به نحو مطلوبی خواهد شد؛
- ناتراوا بودن لایه اساس روسازی، که برای روسازی‌های انعطاف‌پذیر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛
- امکان نگه داشتن بخشی از هزینه سرمایه‌گذاری را با عقب‌انداختن اجرای لایه آسفالتی فراهم می‌کند و لذا امکان کاستن از بار مالی سرمایه‌گذاران و فعالیت سازندگان را ایجاد می‌کند.

همچنین استفاده از روکش سطحی بر روی لایه اساس راه همراه با قیر یا یک چسباننده هیدرولیکی، این امکان را فراهم می‌سازد که یک لایه رویه بادوام را در شرایط خاص به دست آوریم.

البته برای کاربرد روکش سطحی به عنوان یک لایه رویه جدیدالاحداث، ضروریست حد مجاز وسایل نقلیه تجاری^۱ عبوری را داشته باشیم. منظور از حد مجاز، تعداد خودروهای عبوری است که ممکن است روکش سطحی تحت ترافیک بیش از آن، عملکرد رضایت‌بخش دائمی را نداشته باشد.

مثلاً در فرانسه برای روسازی‌های انعطاف‌پذیر، اغلب به مقدار ۲۰۰۰۰۰ وسیله نقلیه تجاری در هر خط عبوری یا ۱۰۰ وسیله تجاری در روز در هر خط عبوری برای مدت پنج سال اشاره شده است. این رقم را می‌توان برای روکش‌های سطحی ساخته‌شده بر روی لایه اساس اصلاح‌شده، به راحتی دو برابر کرد.

در استرالیا، اغلب از روکش‌های سطحی بر روی اساس‌های اصلاح‌نشده و در راه‌هایی استفاده می‌کنند که حجم ترافیک آنها کمتر از ۲۰۰۰ وسیله نقلیه در روز است، اما قادرند ترافیک محلی را با بار ۶۰۰۰ وسیله در روز نیز تحمل کنند (۵۰۰ وسیله نقلیه تجاری در روز در هر خط عبوری).

در نیجر، از روکش‌های سطحی در روسازی‌های انعطاف‌پذیر جدیدالاحداث استفاده می‌کنند و مشاهده شده که در راه‌های با ترافیک حدود ۱۵۰ وسیله نقلیه در روز، این روکشها عملکرد خوبی پس از هفت سال بهره‌برداری داشته‌اند. باید در نظر داشت که تأثیر خودروهای سنگین بر روکش‌های سطحی، ظاهراً به صورت مستقیم به مقدار بار محور بستگی ندارد، بلکه به تعداد محورهای وسایل نقلیه تجاری وابسته است و ضرورتاً به فشار تماس تایرها مربوط می‌شود. بنابراین اثر محوری با وزن ۸۰ kN، عملاً با محور دارای وزن ۱۳۰ kN یکسان است. علاوه بر این، شرایط تحمیلی از طرف جاده (سراسیمی، سربالایی، پیچ) و اقلیم نیز تأثیر بسزایی در عملکرد روکش سطحی دارند.

۴-۱- روکش سطحی برای تعمیر و نگهداری لایه رویه

در موارد زیر می‌توان از روکش سطحی برای تعمیر و نگهداری روسازی‌های موجود استفاده کرد:

- اگر لایه‌های اساس جاده، بار ترافیک عبوری را به خوبی تحمل می‌کنند، آنگاه می‌توان برای بهبود مقاومت لغزشی و ناتراوا کردن رویه جاده از روکش سطحی استفاده کرد. در این موارد، اگر همگنی لایه‌های زیرین تا زمان اجرای روکش، پابرجا مانده باشد، می‌توان انتظار داشت که عمر خدمت‌دهی روکش نیز طولانی باشد.

نمونه‌های متعددی را می‌توان در فرانسه دید که در این شرایط، تحت بار میلیون‌ها وسیله نقلیه تجاری مقاومت کرده‌اند.

- اگر کارآیی لایه‌های اساس جاده، متناسب با بار ترافیک عبوری نباشد، اجرای روکش نیز کافی نیست و روسازی نیاز به تقویت سازه‌ای دارد. البته اجرای روکش می‌تواند به عنوان یک بهسازی موقت و احتیاطی، از کنده شدن مصالح (به ویژه در لبه‌های ترک) جلوگیری کرده یا حداقل آن را به تأخیر بیندازد و همچنین نفوذپذیری روسازی را کاهش دهد. هرچه سطح جاده سالم‌تر باقی مانده باشد، کارآیی و عملکرد روکش بهتر خواهد بود.

انعطاف‌پذیری، ناتراوایی، زبری و اقتصادی بودن، روکش سطحی را به عنوان یک لایه رویه با عملکرد بسیار قابل توجه قرار داده است، ولی به هر حال، به یک مراقبت ویژه در طراحی و اجرا نیاز دارد تا بتواند مؤثر باشد.

اطلاعات جمع‌آوری شده در مطالعه‌ای که کمیته فنی “راه‌ها در مناطق در حال توسعه” در سطح بین‌المللی انجام داد، نشان می‌دهد که قواعد و طراحی‌های متنوعی در زمینه روکش‌های سطحی در سراسر جهان متداول است. البته این اطلاعات، فراگیر و کامل نیست و ۱۶ مستند بدست‌آمده، فقط می‌تواند گوشه‌ای از وضعیت روکش سطحی در جهان را ترسیم کند؛ ولی با تحلیل این اطلاعات می‌توان جهت حرکت کشورهای مختلف را در این زمینه تشخیص داد.

فهرست مستندات بررسی شده در این مطالعه، به ترتیب زیر است:

- [1] BCEOM, "Directives sur la réalisation des enduits superficiels (4e project routier-renforcement du réseau revêtu)", Niger, 1985.
- [2] Centre de Recherches routières, "Code de bonne pratique des enduits superficiels, Recommandations CRR, R 45/81", Belgique, 1981.
- [3] Ministère des Travaux publics, Administration des routes, "Cahier des charges type 150", Belgique, 1978.
- [4] LBTP, "Recommandation pour la formulation et la réalisation des enduits superficiels", Côte d'Ivoire, 1977.
- [5] TRRL, "Overseas Road Note 3, A guide to surface dressing in tropical and sub-tropical countries", United Kingdom, 1982.
- [6] TRRL, "Road Note 39, Recommendations for road surface dressing", United Kingdom, 1972.
- [7] Ministère de l'Équipement, Direction des ponts et Chaussées, "Directive pour la formulation des enduits superficiels routiers en Tunisie", Tunisie, 1981.
- [8] SETRA-LCPC, Directive, "Réalisation des enduits superficiels", France, 1978.
- [9] Esso Colombiano SA, "Principios Básicos para el diseño de pavimientos flexibles", Colombia, 1978.
- [10] Revista de Obras Públicas, "Tratamientos asfálticos superficiales", España, diciembre 1976.
- [11] MOP, Laboratorio Nacional de Engenharia Civil (LNEC), "Especificacao, Agregados, Revestimentos superficiais bituminosos", Portugal, 1973.
- [12] BCEOM, "Guidelines for double bituminous surface treatment", Republic of Korea, 1985.
- [13] "Clauses techniques communes aux chaussées, Cahier n° 3, Enduits superficiels", Maroc, 1983.
- [14] National Association of Australian State Road Authorities, "Principles and practice of bituminous surfacing, Volume 1, Sprayed Work", Australia, 1980.
- [15] Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, "Especificações gerais para obras Rodovias-Pavimentação", Brazil.
- [16] XIV Reuniao anual de Pavimentacao, "Projeto e construcao de tratamentos superficiais para a conservacao de rodovias", Brazil, 1978.

برخی منابع نیز توسط کشورهای عضو معرفی شده که از آن جمله، معرفی استاندارد SNV 640'410b توسط Eidgenössische Technische Hochschule (ETH, Zürich) در سوئیس و سند 83-599 STAS توسط Institut polytechnique de Iassy در رومانی است.

۲-۲- جداول تحلیلی

تحلیل مقایسه‌ای اطلاعات موجود در مستندات، در جداولی ارائه شده است. باید این نکته را در نظر داشت که اگرچه این مستندات، گاه‌ا اطلاعات مفید و کاملی از وضعیت طراحی و روش‌های مربوط به روکش‌های سطحی در یک کشور را ارائه می‌دهند، اما در بسیاری موارد نیز موضوعات منفرد و ویژه‌ای نظیر خصوصیات سنگدانه‌های مورد استفاده در روکش را به عنوان کل موضوع بیان کرده‌اند. همچنین برخی از مستندات نیز به‌هنگام نبوده و در کشور ذیربط، بلااستفاده شده‌اند که از آن جمله می‌توان به کشور پرتغال اشاره داشت که در حال حاضر در مورد سنگدانه‌ها، مشخصات فنی سختگیرانه تری نسبت به آنچه در سند ارسالی ذکر شده است، به کار می‌برد. با این تفصیل، مطالعه جداول از هر نظر خالی از لطف نیست و تا اندازه‌ای رویکردهای مهمی را روشن می‌کند. چهار جدول تحلیلی به شرح زیر تهیه و ارائه شده است:

۲-۲-۱- کلیات (جدول ۱)

در این جدول، اطلاعات اجمالی درباره نوع سند (راهنما، توصیه‌نامه، دستورالعمل، مشخصات فنی یا مقاله) و مطالب منتشره در آن، انواع روکش‌های سطحی (تک‌لایه، دولایه یا سه‌لایه) مورد استفاده در هر کشور و نهایتاً پارامترهای طراحی روکش سطحی و شکل‌های ارائه اطلاعات نمایش داده شده است.

۲-۲-۲- معیار انتخاب سنگدانه (جدول ۲)

برای انتخاب سنگدانه‌ها، معیارهای ضریب سایش لس آنجلس، درصد (میزان) صیقلی سنگ، تمیزی و دانه‌بندی در این جدول نمایش یافته است.

حدود و آستانه‌های مربوط به دو معیار اول، به عنوان تابعی از دسته‌بندی ترافیک ارائه شده‌اند و در اینجا از طبقه‌بندی فرانسوی که میزان ترافیک را برحسب تعداد وسایل نقلیه تجاری (وسایل دارای بار بیش از پنج تن) در هر جهت بیان می‌کند، استفاده شده است.

نظر به اینکه برخی کشورها طبقه‌بندی ترافیکی دیگری ارائه کرده بودند، به منظور هماهنگ‌سازی و امکان‌پذیری مقایسه اعداد با یکدیگر، اقدامات زیر صورت گرفت:

- در مورد کشور ساحل عاج (وسیله نقلیه تجاری در این کشور بنا به تعریف، وسیله‌ای است که مجموع وزن و بار بیش از سه تن دارد) به نظر می‌رسد که استفاده از سه آستانه طبقه‌بندی در فرانسه برای ترافیک شدید و متوسط امکان‌پذیر باشد.

- برای مآخذ ۵ و ۶ (وسیله نقلیه تجاری بنا به تعریف آنها، وسیله‌ای است که کل وزن آن بدون بار، بیش از یک و نیم تن است)، فقط طبقه‌بندی‌های شدید برای ایجاد معادلها مورد استفاده قرار گرفت.

چنین روالی در مورد راهنمای کشور استرالیا نیز انجام شد.

نمایش ضریب شکل به دلیل تنوع روش‌های ارزیابی آن میسر نشد و در فصل سوم مطرح شده است.

جدول ۱- کلیات

کنترل‌ها	طراحی								موضوعات مطرح شده							سند			
	ضرایب اصلاحی	پارامترهای اصلی			شکل ارائه اطلاعات		روکش چندلایه	روکش دولایه (BCBC)	روکش تک‌لایه (BC)	ملاحظات	روش اجرا	تجهیزات	سازماندهی کارگاه	طراحی روکش سطحی	تعریف و اجزاء تشکیل دهنده	کلیات	نوع	مآخذ	کشور
		دانه‌بندی	سطح فنی	تراپیک	نمودار	جدول													
X	X	X	-	-	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	D	[1]	نیجر
X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	R	[2]	بلژیک
																	S	[3]	بلژیک
X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	R	[4]	ساحل عاج
X	X	X	-	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	G	[5]	بریتانیا
-	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	X	X	X	X	X	X	G	[6]	بریتانیا
-	X	X	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	-	X	X	X	D	[7]	تونس
X	X	X	-	-	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	D	[8]	فرانسه
-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	-	X	-	X	X	G	[9]	کلمبیا
-	-	X	-	-	-	X	-	X	X	-	X	-	-	X	X	X	A	[10]	اسپانیا
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	S	[11]	پرتغال
X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	X	-	X	X	G	[12]	جمهوری کره
X	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	X	X	X	-	S	[13]	مراکش
X	-	X	-	X	-	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	G	[14]	استرالیا
X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	-	S	[15]	برزیل
-	X	X	-	-	X	-	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	G	[16]	برزیل

A = مقاله

S = مشخصات فنی

G = راهنما

R = توصیه‌نامه

D = دستورالعمل

جدول ۲- معیارهای انتخاب سنگدانه

دانه‌بندی		تمیزی		ضریب صیقلی سنگ ۱					ضریب سایش لس آنجلس					سند		
				حجم وسایل نقلیه تجاری در روز در هر جهت					حجم وسایل نقلیه تجاری در روز در هر جهت					کشور	مأخذ	نوع
				پیشتر از ۷۵۰	۳۰۰-۷۵۰	۱۵۰-۳۰۰	۲۵-۱۵۰	کمتر از ۲۵	پیشتر از ۷۵۰	۳۰۰-۷۵۰	۱۵۰-۳۰۰	۲۵-۱۵۰	کمتر از ۲۵			
x	-	1-2	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	25	30	D	[1]	نیجر
x	-	0.5	0.08	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	**	**	**	**	**	R	[2]	بلژیک
														S	[3]	بلژیک
-	x	1-2	1	-	-	-	-	-	25	-	30	-	35	R	[4]	ساحل عاج
x	x	1.5	0.075		0.55	0.55		0.45	20*				35*	G	[5]	بریتانیا
x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	[6]	بریتانیا
x	-	2	1	-	0.45	0.45	0.4	0.4	-	25	25	30	30	D	[7]	تونس
x	-	0.5-2	0.5	0.55	0.5	0.5	0.5	0.45	15	15	15	20	25	D	[8]	فرانسه
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	[9]	کلمبیا
-	-	-	-	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	20	20	25	25	25	A	[10]	اسپانیا
-	-	2	0.074	-	-	-	-	-	-	40	40	40	40	S	[11]	پرتغال
-	-	1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	30	30	G	[12]	جمهوری کره
-	-	1	1	0.5	0.5	0.45	0.45	0.45	15	20	25	25	25	S	[13]	مراکش
-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	27	-	35	G	[14]	استرالیا
-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	40	40	40	40	S	[15]	برزیل
-	-	2	0.074	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	-	-	-	-	-	G	[16]	برزیل

D = دستورالعمل R = توصیه‌نامه G = راهنما S = مشخصات فنی A = مقاله

x: درصد (میزان) شکستگی مصالح سنگی^۲ ~ ضریب لس آنجلس منهای ۵ (عدد تجربی محتاطانه LCPC^۳).

در بریتانیا از یک آزمایش سایش به نام درصد (میزان) سایش مصالح سنگی^۵ استفاده می‌شود و کاربرد؛ آزمایش درصد شکستگی مصالح سنگی را قبول ندارند، ضمن اینکه در مأخذ شماره ۵ (Road Note 3) نیز دامنه ۲۰-۳۵ را پیشنهاد کرده‌اند (ارقامی که در جدول آمده است).

xx: در بلژیک از آزمایش مقاومت فشاری استاتیکی برای اندازه‌گیری چگالی سنگدانه‌ها استفاده می‌شود.

1- Polished Stone Value (PSV)

2- Aggregate Crushing Value (ACV)

3 - آزمایشگاه مرکزی پل و راه فرانسه

4- Aggregate Abrasion Value (AAV)

۳-۲-۲ کاربرد چسباننده‌های هیدروکربنی (جدول ۳)

در این جدول کلیه مسائل مربوط به کاربرد چسباننده‌های هیدروکربنی نمایش یافته است. ضمن ارائه معیارهای انتخاب چسباننده، سعی شده است که دیدگاه هر کشور در ارتباط با مسائل اتصال سنگدانه - چسباننده (چسبندگی) مشخص شود و دو رویکرد زیر مطرح شده است:

- مطالعه پدیده چسبندگی،
- روش‌های مورد استفاده برای بهبود این خاصیت.

جدول ۳- کاربرد چسباننده‌های هیدروکربنی

مسائل چسبندگی						انتخاب چسباننده		چسباننده‌های هیدروکربنی پیشنهاد شده								سند		
پیش‌اندود کردن سنگدانه‌ها	اضافه کردن مایه چسبندگی			پیشنهاد مطالعه چسبندگی	طرح نشده است	بر حسب اقلیم	بر حسب ترافیک	سایر چسباننده‌ها	فیر قطراتی (Tar Bitumen)	قطران (Tar)	فیر خالص (Pure)	امولسیون فیری	فیرهای روان شده (۲)	فیرهای محلول (۱)	نوع	مآخذ	کشور	
	سایر	بین لایه‌ای	در مخلوط															
X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	D	[1]	نیجر	
X	-	-	X	-	-	-	X	X	X	X	-	X	X	X	R	[2]	بلژیک	
															S	[3]	بلژیک	
-	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-	X	R	[4]	ساحل عاج	
X	X	-	X	X	-	X	X	-	-	-	X	X	-	X	G	[5]	بریتانیا	
X	-	-	X	X	-	-	X	-	X	X	-	X	-	X	G	[6]	بریتانیا	
-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	X	X	D	[7]	تونس	
X	X	X	X	X	-	-	X	-	X	X	-	X	X	X	D	[8]	فرانسه	
-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	X	G	[9]	کلمبیا	
-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	X	X	-	X	A	[10]	اسپانیا	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	[11]	پرتغال	
-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	G	[12]	جمهوری کره	
-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	S	[13]	مراکش	
X	X	X	X	X	-	X	X	-	-	X	-	X	-	X	G	[14]	استرالیا	
-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	S	[15]	برزیل	
-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	X	X	X	-	X	G	[16]	برزیل	

D = دستورالعمل R = توصیه‌نامه G = راهنما S = مشخصات فنی A = مقاله

(۱) فیر محلول^۱: مخلوط فیر و فراورده‌های حاصل از تقطیر نفت

(۲) فیر روان شده^۲: مخلوط فیر و فراورده‌های حاصل از تقطیر ذغال سنگ

۲-۲-۴- طراحی: انتخاب سازه و میزان پخش اجزای تشکیل دهنده (جدول ۴)

این جدول نسبت به جدول‌های قبلی، قدری پیچیده‌تر است. در ستون اول بیان شده است که آیا انتخاب اجزای سازه روکش سطحی در مستندات مورد مطالعه پیشنهاد شده است (از نظر نوع، دانه‌بندی‌های مختلف و غیره) یا خیر.

جدول ۴- طراحی: انتخاب سازه‌ها و میزان اجزاء تشکیل دهنده

ضرایب اصلاحی پیشنهادی (درصد)											پارامترهای اصلی فاز اول طراحی			مقدار چسباننده برای چسباندن سنگدانه‌های ۶-۱۰mm در یک روکش سطحی تک لایه در شرایط متوسط	پیشنهاد انتخاب نوع سازه	سند		
حداکثر مجموع ضرایب	اقلیم		نوع رویه جاده					شکل نامناسب سنگدانه‌ها (-)	ترافیک		دانه‌بندی	رویه موجود راه	ترافیک			نوع	مآخذ	کشور
	سرد (+)	گرم (-)	سخت (+)	نرم (-)	کم‌مایه یا زیر (+)	لغزنده (-)	ترافیک سنگین و وسایل نقلیه تجاری (-)		ترافیک وسایل نقلیه سبک									
20	-	-	-	-	-	10-20	10-20	10	10-15	20	x	-	-	1.2	x	D	[1]	نیجر
-	-	-	-	(10)	(10)	0-50	-	-	-	(20)	x	x	x	1.0	x	R	[2]	بلژیک
																S	[3]	بلژیک
-	-	-	-	-	-	(5)	(15)	-	(3)	(5)	x	x	x	0.95	x	R	[4]	ساحل عاج
-	10	10	-	-	-	20	10	10	15	10	x	-	-	0.85	-	G	[5]	بریتانیا
-	-	-		-	-	10	-	-	-	-	x	x	x	1.0	-	G	[6]	بریتانیا
-	-	-	-	-	-	10-20	-	-	-	-	x	-	-	0.9	x	D	[7]	تونس
20	-	-	-	-	-	10-20	10-20	10	10-15	20	x	-	-	1.2	x	D	[8]	فرانسه
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	[9]	کلمبیا
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	0.7-1.1*	x	A	[10]	اسپانیا
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	[11]	پرتغال
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	[12]	جمهوری کره
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	[13]	مراکش
													x		x	G	[14]	استرالیا
20-25	-	10	-	-	-	25	-	-	-	-	x	-	-	0.8	-	S	[15]	برزیل
-	-	-	-	-	-	-	-	-	(10)	(10)	x	-	x	1.05	-	G	[16]	برزیل

D = دستورالعمل R = توصیه‌نامه G = راهنما S = مشخصات فنی A = مقاله

- اعداد داخل پرانتز به معنی انجام تصحیحات در مرحله طراحی است.

x: مقادیر بر حسب چسباننده باقی‌مانده

سپس مقدار چسباننده مصرفی برای چسباندن سنگدانه‌های ۶-۱۰ mm در یک روکش سطحی تک‌لایه و در شرایط ترافیکی و استحکام جاده‌ای متوسط ذکر شده است. انتخاب اندازه سنگدانه‌ها اختیاری است، اما دانه‌بندی ۶-۱۰ mm در این مستندات به وفور به کار رفته است و به سایر دانه‌بندی‌های معرفی شده نیز نزدیکتر است.

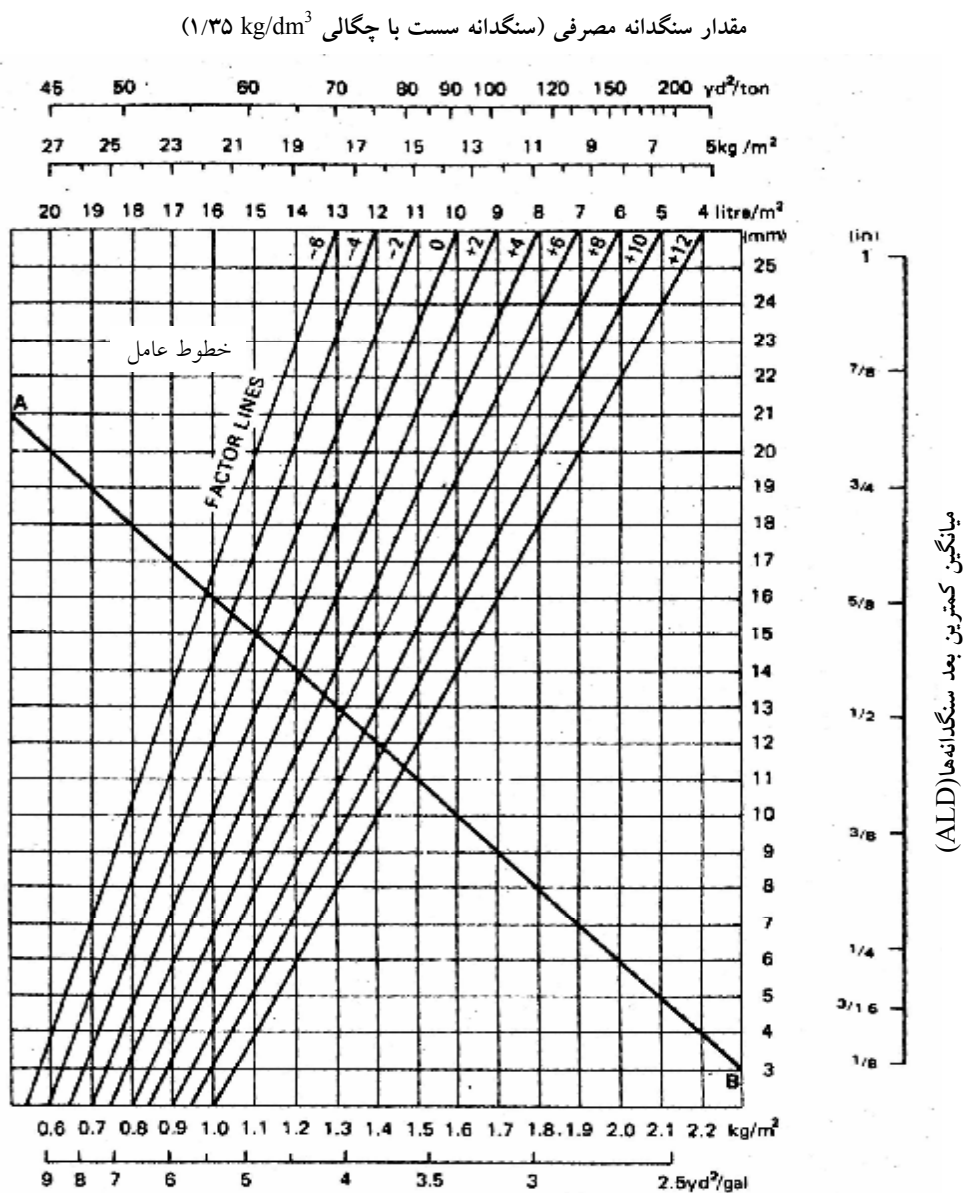
منظور از مقدار مصرفی^۱ در اغلب کشورها، مقدار کل قیر محلول پخش شده است، به استثنای کشورهای اسپانیا و استرالیا که مقدار چسباننده باقی‌مانده را عنوان کرده‌اند. به دلیل قطعی نبودن میزان حلال موجود در قیر محلول، تبدیل مقدار چسباننده پخش شده به چسباننده باقی‌مانده میسر نبود.

بطور کلی، طراحی که بهتر است انتخاب مقدار چسباننده مصرفی نامیده شود، در دو مرحله اجرا می‌شود. در مرحله اول، مقادیری تقریبی از میزان مورد نیاز تعیین می‌شود (با استفاده از یک جدول یا یک نمودار) و در مرحله دوم، مقادیر مذکور بر حسب سایر پارامترها اصلاح می‌شود. برای مثال در جدول ۵، مقدار متوسط چسباننده مصرفی در دستورالعمل طراحی روکش‌های سطحی دولایه در تونس و در شکل ۲، نمودار طراحی روکش سطحی بر اساس یک، دو یا سه پارامتر در دستورالعمل راه‌سازی شماره ۳ بریتانیا نشان داده شده است.

اعداد داخل پرانتز نشان می‌دهد که تصحیح مقادیر در مرحله اول طراحی نیز صورت می‌گیرد. علاوه بر این، آن دسته از ضرایب اصلاحی قطعی که بر حسب درصد نیامده بود، به طور تقریبی به درصد تبدیل شده تا مقایسه اعداد با یکدیگر امکان‌پذیر گردد.

جدول ۵ - دستورالعمل طراحی روکش سطحی دولایه در تونس

لایه	انتخاب لایه‌ها	قیر محلول ۴۰۰/۶۰۰ (kg/m ²)	قیر روان شده یا ۸۰۰/۱۲۰۰ یا ۱۲۰۰/۲۰۰۰ (kg/m ²)	امولسیون‌های ۶۵٪ (kg/m ²)	سنگدانه‌ها (litres/m ²)
۱	یا ۱۰/۱۴ یا ۱۰/۱۶ یا ۱۲/۲۰	۱۱۰۰	۹۵۰	۱۵۰۰	۱۱ تا ۱۰
		۱۲۰۰	۱۱۰۰	۱۶۰۰	۱۲ تا ۱۱
۲	۵/۸ یا ۴/۶	۷۰۰	۶۵۰	۹۰۰	۷ تا ۶
	یا ۶/۱۰	۸۵۰	۸۰۰	۱۱۰۰	۹ تا ۸
	۸/۱۲	۹۰۰	۸۵۰	۱۲۰۰	۱۱ تا ۱۰



شکل ۲- نمودار طراحی روکش سطحی

مقدار قیر محلول مصرفی (با ویسکوزیته بیش از 10×2 در دمای 60°C سانتیگراد):
 برای ترافیک‌های با سرعت کم یا با سربالایی بیش از 3% ، از مقدار چسباننده مصرفی به میزان 10% کاسته شود. برای ترافیک‌های با سرعت بالا و یا با سرازیری بیش از 3% ، مقدار چسباننده مصرفی به میزان 10% تا 20% افزوده شود.

۳- تحلیل مقایسه‌ای انواع روکش‌های سطحی

با بررسی اجمالی و دسته‌بندی اطلاعات موجود در ۱۶ سند ارائه شده، مقایسه‌های جالب‌توجهی در سه زمینه زیر میسر گردید:

- سنگدانه‌ها،
- چسباننده‌های هیدرولیکی،
- طراحی (مقدار مصالح مصرفی).

۳-۱- سنگدانه‌ها

سنگدانه، از مهمترین اجزاء روکش به حساب می‌آید زیرا اولاً بخش اعظم روکش را تشکیل می‌دهد (۹۰٪) و ثانیاً موفقیت، دوام و کیفیت روکش به آن بستگی دارد. امروزه ثابت شده است که ضعف سنگدانه‌ها (مثلاً از نظر تمیزی) تقریباً همواره از علل اصلی شکست پروژه‌های روکش سطحی بوده است. لذا تحلیل دقیقی از نحوه برخورد کشورهای مختلف با این موضوع، بسیار مفید خواهد بود.

۳-۱-۱- سختی

آزمایش لس‌آنجلس، کاربردی‌ترین آزمایش برای تعیین سختی سنگدانه‌ها است که در جدول نیز آمده است اما دو کشور نیز از آزمایشهای دیگری استفاده کرده‌اند:

- در بلژیک از آزمایش مقاومت فشاری استاتیکی استفاده می‌شود که حتی بطور تقریبی نیز هیچ همبستگی و ارتباطی با آزمایش لس‌آنجلس ندارد و لذا امکان استفاده از نتایج آن در جداول نیست؛
- در بریتانیا، ترجیحاً از یک آزمایش سایش به نام درصد سایش مصالح سنگی (AAV) استفاده می‌شود و در دستورالعمل شماره ۳ راه‌سازی نیز آزمایش درصد شکستگی مصالح سنگی (ACV) را معرفی کرده است که در سطح بین‌المللی، آزمایش شناخته‌شده‌ای است. مقدار ACV با مقدار ضریب لس‌آنجلس تا اندازه‌ای معادل و هم‌ارز می‌باشد و لذا مقایسه مقادیر ACV با مشخصات سایر کشورها امکان‌پذیر بود.

اختلافات ارقام ارائه‌شده، واضح و مشخص است، به طوری که در طبقه‌بندی ۱۵۰-۲۵ وسیله نقلیه تجاری در روز در هر جهت، اعداد از ۲۰ تا ۴۰ متغیرند. رقم مربوط به فرانسه در این محدوده، نسبت به سایرین سختگیرانه‌تر است. آنها بسیاری از مواد رسوبی شکسته را برای استفاده در روکش سطحی به حساب نمی‌آورند، در حالی که برای ترافیکهای سبک، گران می‌باشند. باید ذکر شود که از این سنگدانه‌ها، به وفور در روکش‌های سطحی در شبکه‌راههای درجه دو فرانسه استفاده می‌شود.

در مقابل، کشورهای پرتغال و برزیل با ضریب لس‌آنجلس حداکثر ۴۰، کمترین سختگیری را نشان می‌دهند. البته این مقادیر نیز شاید زیاد باشد، زیرا طبق اطلاعات ما، روکش‌های معدودی با چنین سنگدانه‌های نرمی ساخته شده‌اند که توانایی تحمل چنین ترافیکی (۱۵۰-۲۵ وسیله نقلیه تجاری) را داشته باشند.

بریتانیا در دستورالعمل شماره راه‌سازی اظهار کرده است که سنگدانه‌های با ACV برابر با ۳۵ (تقریباً برابر لس آنجلس ۴۰) را به جز برای ترافیک‌های خیلی سبک، قبول ندارد.

در بین این مقادیر مرزی، بسیاری از کشورها نیز ارقام ۲۵ تا ۳۰ را معرفی کرده‌اند. بطور کلی، عدد ۳۰ که استفاده از مواد رسوبی شکسته را مجاز می‌کند (برای ترافیک فوق‌الذکر)، به نظر منطقی است، ولی با توجه به اطلاعات فعلی ما و تا عدد ۳۵ نیز برای استفاده پیشنهاد می‌شود تا هم جنبه‌های عملی و واقعی لحاظ شود و هم اینکه راه‌حل‌های فنی و اقتصادی، که بعضاً بسیار مفید و ضروری می‌باشند، به خودی خود و به طور سیستماتیک حذف نشوند.

۳-۱-۲- درصد (میزان) صیقلی سنگ

این مشخصه که مربوط به بافت (درشت‌بافت) جاده است و برای تعیین مقاومت لغزشی رویه‌ها به کار می‌رود، فقط در کشورهای بلژیک، برزیل، فرانسه، مراکش، اسپانیا، تونس و بریتانیا مورد توجه بوده و استفاده می‌شود که سختگیرترین آنها نیز بلژیک، فرانسه و بریتانیا می‌باشند. البته در واقع اعداد معرفی شده توسط همه کشورهای مذکور، سختگیرانه است. مثلاً اگر ترافیک ۵۰-۲۵ وسیله نقلیه تجاری در روز در هر جهت را در نظر بگیریم، این مقادیر در کشورهای مختلف مطابق ذیل خواهند بود:

- بلژیک، فرانسه و بریتانیا = ۰/۵
- برزیل، مراکش و اسپانیا = ۰/۴۵
- تونس = ۰/۴

با مدنظر قراردادن کلیه مقادیر فوق، عملاً کاربرد سنگهای آهکی به استثنای برخی سنگهای آهکی دگرگون‌شده و سیلیسی، بطور کامل در روکش‌های سطحی متفی و ممنوع می‌شود. این مسأله‌ای است که ما با توجه به اطلاعات مان، پاسخ مناسبی برای آن نداریم ولی می‌توانیم اطلاعاتی برای کمک به تصمیم‌گیری و تفکر در مورد این موضوع پیشنهاد کنیم:

۱. استفاده از سنگ‌آهک برای ترافیک‌های خیلی سبک، در صورت اقتصادی بودن متفی نیست. البته این به معنی عدم رعایت حق ایمنی کاربران در جاده‌های با ترافیک سبک نیست، بلکه شاخص درصد صیقلی سنگ فقط در جاده‌هایی معنی‌دار بوده و مصداق استفاده دارد که ترافیکی بیش از ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در روز دارند. صیقلی‌شدن سنگدانه‌ها در جاده‌های با ترافیک خیلی سبک به کندی صورت می‌گیرد و لذا تأثیر آن بر مقاومت لغزشی ناچیز است. لازم به ذکر است که بعضی از طراحان برای جبران کم بودن شاخص PSV، از سنگدانه‌های درشت‌تری استفاده می‌کنند.

۲. این مسأله در جاده‌های پررفت‌وآمدتر، مثلاً با ۲۵ تا ۱۵۰ وسیله نقلیه تجاری در روز در هر جهت، پیچیده‌تر است و دو حالت وجود دارد:

- کشورهای دارای بارندگی متوسط تا زیاد: کاملاً مشخص است که در چنین کشورهایی، استفاده از سنگ‌آهک در روکش سطحی برای ترافیک‌های بالاتر از یک مقدار معین (مثلاً ۵۰ تا ۱۰۰ وسیله نقلیه تجاری در روز در هر جهت)، متفی است.

- کشورهای کم باران (جنوب صحرای آفریقا، بیابان‌ها): در نگاه اول می‌توان گفت که استفاده از سنگ‌آهک در روکش‌های سطحی، روی هم‌رفته قابل قبول و بلا مانع است، زیرا جاده‌ها فقط در هنگام بارندگی، که به ندرت در این کشورها رخ می‌دهد، لغزنده می‌شوند.

البته با یک بررسی دقیق‌تر می‌توان نظریه بالا را اصلاح کرد تا تصمیم مناسب‌تری اتخاذ شود. دوره طولانی فصل خشک و بی باران، سبب جمع شدن موادی همچون هیدروکربن‌ها و گردوغبار بر روی روسازی می‌شود که در ابتدای فصل بارندگی، سطح شدیداً لغزنده‌ای را به وجود می‌آورد. جمع شدن این مواد و سطح دانه‌ای جاده در چنین شرایطی، به خودی خود لغزنده است و ممکن است خطرات جدی به دنبال داشته باشد که حتی برای مدت کوتاه نیز قابل قبول نباشد. مسأله استفاده از مصالح سنگ‌آهکی در مناطق کم باران، همچنان برای ترافیک‌های بیش از ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در روز باقیست و پذیرش یا رد آن، به سادگی میسر نیست. این موضوع نیاز به بررسی و تبادل نظر بیشتری دارد.

۳-۱-۳- تمیزی^۱

کلیه مهندسين راه‌سازی که با پروژه‌های ساخت روکش‌های سطحی سروکار داشته‌اند، با تأثیر تمیزی سنگدانه‌ها بر نتایج این پروژه‌ها آشنایی دارند.

البته کلیه الزامات مربوط به تمیزی مصالح سنگی همواره رعایت نمی‌شود، ولی بر خلاف شاخص‌های دیگر (سختی و PSV) که اصلاح آنها به سختی انجام می‌شود، امکان تمیزتر کردن سنگدانه‌ها از نظر فنی وجود دارد (با اصلاح روش‌های تولید، شستشو، فشار باد).

در اسناد ارائه شده، تمیزی بر حسب سنگدانه‌های عبوری از الک‌های مختلف تعیین شده است:

- جمهوری کره، فرانسه و نیجر از الک ۰/۵ mm،
- برزیل، پرتغال و بلژیک از الک ۰/۰۷۴ mm (یا ۰/۰۸ mm)،
- سایر کشورها از الک ۱ mm

و درصد دانه‌های عبوری از این الک‌ها، بین ۰/۵ تا ۲ درصد متغیر است. احتمال دارد که درصد دانه‌های عبوری از الک‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌متر کاملاً مشابه باشند، زیرا در این محدوده، منحنی‌های دانه‌بندی کاملاً تخت می‌باشند. از سویی دیگر، مصالح عبوری از الک ۱ mm (یا ۰/۵ mm)، تفاوت بسیاری با مصالح عبوری از الک ۰/۰۷۴ mm دارند. یعنی مثلاً ۲٪ عبوری از الک ۱ mm در تونس با ۲٪ عبوری از الک ۰/۰۷۴ mm در برزیل، بسیار فرق دارد و این امر، نشان‌دهنده تفاوت‌های بارزی در مشخصات ارائه شده می‌باشد. برای روشن شدن موضوع، پیشنهاد می‌شود که به دو مسأله پاسخ داده شود:

۱. آیا حدود مجاز، بایستی بر حسب حجم ترافیک تغییر کنند؟

۲. کدام حدود را باید اتخاذ کنیم؟

در پاسخ به سؤال اول، کشورهای فرانسه و ساحل عاج به ترتیب با تغییرات ۰/۵ تا ۲٪ و ۱ تا ۲٪ در مقادیر عنوان شده، نظر مثبت خود را اعلام کردند. سایر کشورها، حدود خود را تغییر ندادند.

در واقع گسیختگی‌های ناشی از تمیز نبودن سنگدانه‌ها ربطی به ترافیک ندارد. وقتی ذرات ریز و آلوده در بین چسباننده و سنگدانه جای می‌گیرند، مشاهده می‌شود که سنگدانه‌ها حتی تحت ترافیک سبک نیز چند روز پس از ساخت روکش، کنده می‌شوند.

همچنین ضروریست که توجه مشابهی نسبت به تمیزی سنگدانه‌ها از نظر ظرفیت باربری جاده داشته باشیم. شاید لازم باشد که برای جاده‌های با ترافیک خیلی سنگین و شاهراه‌ها (بیش از ۷۵۰ وسیله نقلیه تجاری در روز در هر جهت)، معیارهای سختگیرانه‌تری اعمال شود و مثلاً یک ضریب اطمینان اضافی نیز در صورت مقرون به صرفه بودن از نظر اقتصادی لحاظ شود. در مورد سؤال دوم، اتخاذ کدام حدود مجاز، باید اذعان نمود که به رغم تلورانس ۲٪، سایر ارقام این احساس را به دست می‌دهد که حد مجاز باید از ۲٪ کمتر شود، ضمن اینکه تلاش در این راستا (که به ندرت هزینه‌بر است) موجب بهبود کیفیت روکش‌های سطحی شده و نهایتاً، مفید است. لذا پیشنهاد می‌کنیم که مقدار مجاز از بین کمترین مقادیر انتخاب شود.

۳-۱-۴- شکل

دو نوع برخورد با موضوع شکل سنگدانه‌ها برای استفاده در روکش سطحی مطرح شده است:

- روش اول: شکل سنگدانه‌ها و معیار حدی قابل قبول؛
- روش دوم: شکل سنگدانه‌ها، معیار حدی قابل قبول و نحوه برخورد با شکل‌های ضعیف^۱.

حالت اول

روش‌های مختلفی برای ارزیابی شکل سنگدانه‌ها وجود دارد. در کشورهای فرانسه، نیجر، مراکش، تونس و ساحل عاج از ضریب صافی^۲، یعنی نسبت اندازه (s) به ضخامت (t) سنگریزه استفاده می‌شود. کمتر بودن این نسبت از میزان ۱/۵۸، نشانه خوب بودن یک دانه سنگی است. حد قابل قبول این شاخص از کشوری به کشور دیگر، بسته به حجم ترافیک متغیر است (ر.ک جدول ۶).

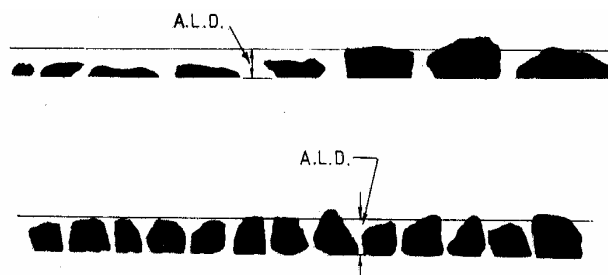
در برزیل، شکل سنگدانه‌ها را برحسب سه پارامتر بیان می‌کنند (طول l ، اندازه s و ضخامت t). بر این اساس، سنگدانه‌ای مناسب است که حاصل جمع طول و اندازه آن، از شش برابر ضخامت کمتر باشد. مقدار مجاز برای همه سطوح ترافیکی، ۲۰٪ تعیین شده است.

جدول ۶- مقادیر مجاز برای پذیرش سنگدانه‌ها بر حسب شکل و حجم ترافیک

کشور	حجم ترافیک بر حسب وسایل نقلیه تجاری در روز				
	کمتر از ۲۵	۲۵-۱۵۰	۱۵۰-۳۰۰	۳۰۰-۷۵۰	بیشتر از ۷۵۰
فرانسه	کمتر از ۲۵	کمتر از ۲۰	کمتر از ۲۰	کمتر از ۱۵	کمتر از ۱۰
نیجر	کمتر از ۲۰	کمتر از ۲۰	-	-	-
مراکش	کمتر از ۲۵	کمتر از ۲۵	کمتر از ۲۵	کمتر از ۲۰	کمتر از ۲۰
تونس	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	-
ساحل عاج	کمتر از ۲۰	کمتر از ۲۰	کمتر از ۱۵	کمتر از ۱۵	کمتر از ۱۵

1- Poor Shape

2- Flattening Coefficient



شکل ۳- تعریف کتاب راهنمای استرالیا از میانگین کوچکترین بعد برای مصالح سنگی با شکل‌های بد و خوب

پرتغال ملاحظات مربوط به شکل سنگدانه‌ها را از نظر دور نداشته اما خود را به مقدار مجاز دانه‌های ورقه‌ای یا کشیده به میزان ۱۰٪ محدود کرده است. در مجموع، تنوع روش‌های مورد استفاده برای تعیین کیفیت قابل قبول شکل سنگدانه‌ها، مقایسه را مشکل می‌کند.

حالت دوم

در استرالیا و بریتانیا (در هر دو دستورالعمل)، از ضریب تورق^۱ (مشابه ضریب فوق‌الذکر) استفاده می‌شود. در دستورالعمل شماره ۳ راهسازی بریتانیا، با استفاده از ضریب تورق و یک نمودار، می‌توان میانگین کوچکترین بعد^۲ سنگدانه را به دست آورد که یک معیار اساسی محاسبه میزان سنگدانه و چسباننده مصرفی است. استرالیا و برزیل روش مشابهی پیشنهاد کرده‌اند، با این تفاوت که در محاسبه میانگین کوچکترین بعد، از ضریب تورق استفاده نمی‌شود.

۲-۳- چسباننده‌های هیدروکربنی

بطور کلی در ۱۶ مستند موجود، استفاده از انواع مختلف چسباننده‌های هیدروکربنی بر اساس حجم ترافیک و شرایط اقلیمی پیشنهاد شده است. انتخاب چسباننده در اکثر موارد، از طرف منابع موجود در منطقه دیکته می‌شود ولی در هر حال، برخی نقطه‌نظرات نیز مطرح است.

۱-۲-۳- قیرهای محلول

قیر محلول، تنها چسباننده‌ای است که بدون استثنا در همه مستندات مطرح شده است. در اکثر موارد به استفاده از قیرهای محلول لزج برای ترافیک شدید یا وسایل نقلیه تجاری سنگین تأکید شده اما به رغم این موضوع، تفاوت‌هایی در ارقام متناظر بین کلاس ترافیک و چسباننده وجود دارد. به عنوان مثال، در فرانسه برای ترافیک ۲۵ تا ۱۵۰ وسیله تجاری در روز، استفاده از قیر محلول ۸۰۰/۱۴۰۰ پیشنهاد شده است، در حالیکه در تونس برای همان ترافیک، قیر ۴۰۰/۶۰۰ توصیه شده است.^۳

1- Flakiness Index

2- Average Least Dimension (ALD)

۱- ارقام ذکرشده، نشان‌دهنده طبقه‌بندی لزجت قیر محلول است که زمان جاری شدن را بر حسب ثانیه نشان می‌دهد (زمان لازم برای عبور ۵۰ cm³ چسباننده با درجه حرارت ۲۵ درجه سانتیگراد از یک روزنه با قطر ۱۰ mm). برای مثال طبقه‌بندی ۱۵۰/۲۵۰، تقریباً معادل لزجت (گرانروی) ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ استوکس است.

در بعضی کشورها مثل ساحل عاج، اسپانیا یا کلمبیا به نظر می‌رسد که هنوز هم کاربرد قیرهای خیلی روان مثل ۱۵۰/۲۵۰ رواج دارد، در حالیکه سایرین، مصرف این قیرها را بطور کلی منسوخ کرده‌اند.

۳-۲-۲- امولسیونهای قیری

تقریباً همه کشورها، کاربرد این چسباننده را توصیه کرده‌اند (بعضاً در سطح زیاد مثل جمهوری کره)، به استثنای کشور نیجر که آن هم به علت نبود کارخانه تولید امولسیون در آن کشور است. بطور کلی این چسباننده برای هر حجم ترافیکی مناسب است و استفاده از آن در فرانسه و بلژیک برای ساخت روکش‌های سطحی دولایه ارجحیت دارد.

۳-۲-۳- قیرهای روان‌شده

این چسباننده در کشورهایی نظیر بلژیک، تونس و فرانسه که به روغن‌های روان‌ساز قطرانی دسترسی دارند، وجود دارد. کاربرد آن در بلژیک برای جاده‌های با ترافیک سبک و در فرانسه و تونس برای جاده‌های با ترافیک سنگین توصیه شده است.

البته این اختلاف کاربرد، فقط یک اختلاف ظاهری است. انتخاب یک چسباننده صرفاً بر اساس برقراری تعادل بین پیش‌نیازها و ملزومات انتخاب صورت می‌گیرد که تابعی از میزان عمل‌آوری چسباننده، فصول سال و غیره است. روش‌های مختلفی برای کاربرد قیرهای روان‌شده معرفی شده است. مثلاً در بلژیک برای ترافیک سبک، یک موزائیک سنگریزه‌ای تشکیل می‌دهند که لازمه آن، پخش یک قیر دیرگیر است تا پیش از سخت شدن قیر، امکان پخش سنگدانه تحت ترافیک مقدور باشد.

در فرانسه و تونس، رسم بر این است که از چسباننده‌هایی استفاده می‌شود که لزجت آنها با افزایش حجم ترافیک، بیشتر می‌شود. از آنجا که روان کردن چسباننده‌های لزج با روغن‌های سنگین، از روان کردن با حلال‌های نفتی راحت‌تر است، لذا برای ترافیک سنگین، قیر روان‌شده توصیه شده است.

به طور کلی یک قاعده مشخص وجود ندارد و لازم است طراح انتخاب خود را بر اساس اطلاعات موجود و آنالیز جنبه‌های خاص مسأله انجام دهد.

در حال حاضر، آزمایشگاه‌ها به دنبال چسباننده ایده‌آلی هستند که خصوصیات آن با محدودیت‌ها و مشکلات محتمل در طول دوره بهره‌برداری تغییر کرده و سازگار باشد.

۳-۲-۴- قیرهای خالص

کشورهای نیجر، اسپانیا، بریتانیا (در دستورالعمل شماره ۳) و برزیل، کاربرد این قیر را در صورت وجود شرایط اقلیمی مناسب (درجه حرارت بالا همراه با رطوبت نسبی پایین)، توصیه کرده‌اند. به طور کلی به قیرخالص ۸۰/۱۰۰ اشاره شده است.

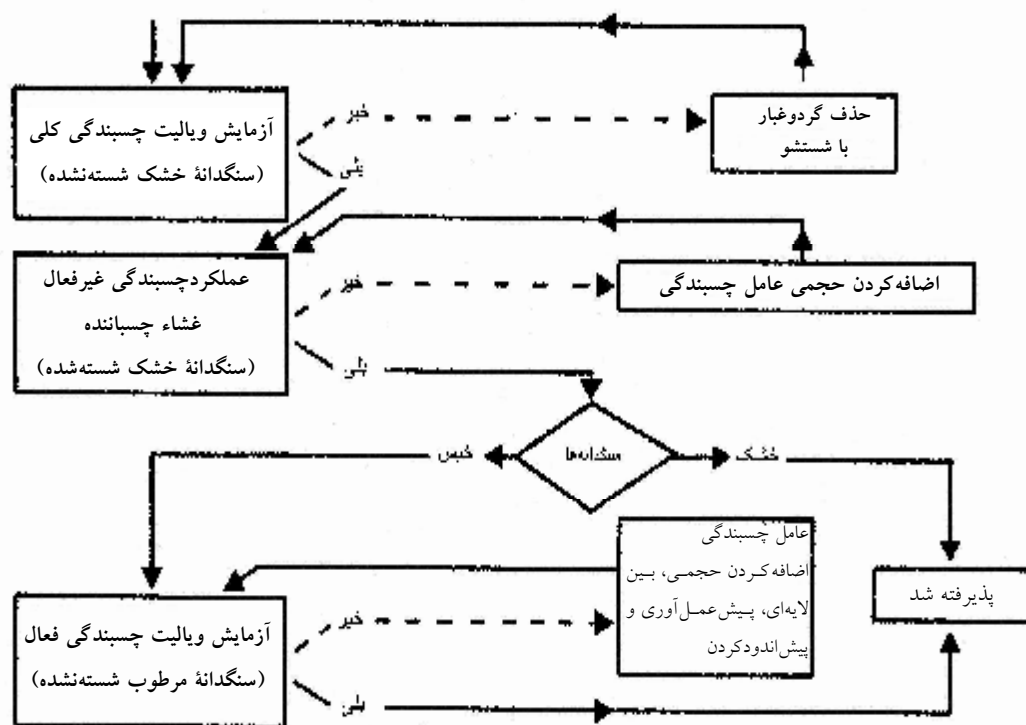
این در حالیست که برخی کشورها که به نظر می‌رسد حداقل در مناطقی خاص، از شرایط آب‌وهوایی مناسب بهره‌می‌برند، کاربرد این قیر را توصیه نکرده‌اند. شاید علت اصلی آن، مرسوم شدن استفاده از انواع دیگر قیرها باشد.

۳-۲-۵- قطران و قیرهای قطرانی

استفاده از این چسباننده‌ها در کشورهای استرالیا، بلژیک، برزیل، فرانسه، بریتانیا و اسپانیا پیشنهاد شده است ولی از تفاوت‌های عملکردی آنها با چسباننده‌های قیری، ذکر چندانی به میان نیامده است. فرانسوی‌ها بر چسبندگی خوب قطران با سنگدانه‌ها صحه گذاشته‌اند و اسپانیایی‌ها بر خصوصیات ضد نفتی^۱ (نمود دیگری از چسبندگی) چسباننده‌های قطرانی تأکید کرده‌اند.

۳-۲-۶- چسبندگی

مسئله چسبندگی میان چسباننده و سنگدانه‌ها هیچگاه کم‌اهمیت نبوده است و فقط کشورهای تونس و کلمبیا گویی آن را نادیده گرفته‌اند. در بیشتر موارد، انجام مطالعات مقدماتی بر اساس آزمایشهای "ویالیت"^۲ (ر.ک به گزارش 18.02.E پیارک در هجدهمین کنگره جهانی راه در بروکسل، ۱۹۸۷، صفحات ۶۳ تا ۶۷) یا سینی غوطه‌وری^۳ پیشنهاد شده است. فرانسه و استرالیا، مرزی بین چسبندگی فعال و غیرفعال تعریف کرده‌اند. شکل ۴، فلوچارتی را نمایش می‌دهد که در دستورالعمل فرانسه برای آزمایشهای چسبندگی پیشنهاد شده است.



شکل ۴- فلوچارت مطالعات چسبندگی در دستورالعمل فرانسه

1- Antikerosene
2- Vialit
3- Immersion Tray

۳-۳- طراحی

۳-۳-۱- انتخاب نوع سازه روکش

در اکثر مستندات ذکر شده است که قبل از ارائه هر طرح مناسب (تعیین میزان مصالح مصرفی)، بایستی نوع سازه روکش سطحی پیشنهاد شود، نظیر:

- روکش سطحی تک‌لایه با یک یا دو لایه سنگریزه،
- روکش سطحی تک‌لایه یا دولایه،
- استفاده از سنگدانه‌های با دانه‌بندی پیوسته یا گسسته برای روکش‌های سطحی دولایه و غیره.

فرانسوی‌ها پا را فراتر گذاشته و در کتاب راهنمای خود آورده‌اند که پیشنهاد هر سازه‌ای بر اساس حجم ترافیک، حجم سروصدای قابل تحمل، مقاومت لغزشی مطلوب، ناهمگنی رویه موجود جاده و غیره صورت گیرد. کشورهای تونس، بلژیک، ساحل عاج و اسپانیا نیز به ضوابطی برای انتخاب نوع سازه روکش اشاره کرده‌اند.

۳-۳-۲- طراحی - میزان مصالح مصرفی

به طور کلی طراحی روکش سطحی در دو مرحله صورت می‌گیرد:

- تعیین یک مقدار اولیه بر اساس یک، دو یا سه پارامتر،
- اصلاح مقدار مزبور بر اساس پارامترهای تکمیلی.

در هر دو مرحله، بسته به مورد، ممکن است پارامترهای مختلفی حضور داشته باشند. برای مثال، در فرانسه مرحله اول طراحی بر اساس پارامتر دانه‌بندی است و حجم ترافیک، فقط نقش اصلاحی دارد و یا در بلژیک، پارامترهای ترافیکی همراه با عامل سنگدانه در مرحله اول طراحی دخیل هستند. در هر دو کشور، همان پارامترها در آنالیز نهایی نیز لحاظ می‌شوند. این همگرایی و اتفاق نظر درباره پارامترهای ضروری، در اکثر مستندات ارائه‌شده دیده می‌شود.

۳-۳-۳- طراحی روکش سطحی تک‌لایه

برای ساده‌کردن مقایسه، در جدول شماره مقادیر چسباننده‌های هیدروکربنی پیشنهادی برای روکش‌های سطحی تک‌لایه با سنگریزه‌های ۶/۱۰ میلی‌متر (یا معادل آن) در شرایط متوسط از نظر ترافیکی، کیفیت رویه جاده و شکل سنگریزه‌ها نمایش یافته است. ضرایب اصلاحی پیشنهادی نیز در جدول آمده است.

• مقدار چسباننده مصرفی

ابتدا باید گفت که تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای از $0/8 \text{ kg/m}^2$ در برزیل تا $1/2 \text{ kg/m}^2$ در فرانسه و نیجر دیده می‌شود.

در حقیقت، تثبیت ۱۲ کیلوگرم سنگدانه ۶/۱۰ میلی متر با ۸۰۰ گرم چسباننده (مقادیر پیشنهادی دفترچه مشخصات فنی برزیل)، به نظر مشکل می آید، زیرا امروزه نسبت ۱ به ۱۰ (۰/۸ لیتر چسباننده برای تثبیت ۸ لیتر سنگریزه) منسوخ شده و اثبات شده است که این مقدار چسباننده برای اتصال ریزدانه‌ها کافی نیست.

اگر مقدار ۱ تا ۱/۲ کیلوگرم در متر مربع را منطقی تر بدانیم، با توجه به اینکه هنوز هم کشورهای کمتر از این محدوده را توصیه کرده‌اند (تونس، ساحل عاج، اسپانیا، بریتانیا و برزیل)، در می یابیم که احتمالاً در تعیین این مقادیر، هزینه حرف اول را می زند. اگر این فرض درست باشد، دانستن اینکه این صرفه جویی، چه نتایجی به همراه داشته و چه بازده هزینه‌ای بدست آمده است، بسیار جالب خواهد بود.

• ضرایب اصلاحی مربوط به سطح ترافیک

بررسی اعداد نشان می دهد که ضریب اصلاح مقدار چسباننده مصرفی برای ترافیک های سبک، از ۵+ تا ۲۰+ درصد و برای ترافیک های سنگین، از ۵- تا ۱۵- درصد متغیر است. اختلاف اعداد مزبور، چندان قابل ملاحظه نیست و خوب است که این اختلافات را ناشی از شرایط خاص هر کشور بدانیم. مهم این است که همه این ضرایب، مشخص شده‌اند و وظایف یکسانی نیز دارند.

• ضرایب اصلاحی مربوط به شکل سنگریزه‌ها

سه کشور در این زمینه، یک ضریب ۱۰- درصدی را توصیه کرده‌اند.

• ضرایب اصلاحی مربوط به شرایط و نوع رویه موجود جاده

این ضرایب برای چهار رویه زیر معرفی شده‌اند:

- سطح لغزنده،
- سطح کم مایه یا زبر،
- سطح نرم،
- سطح سخت.

در مورد سطوح لغزنده، کاهش ۱۰ تا ۱۵ درصدی مقدار چسباننده مصرفی توصیه شده است که نشانه هم عقیده بودن کشورها است.

در مورد رویه های کم مایه و زبر، دو مقدار آستانه وجود دارد:

- ساحل عاج با پیشنهاد ۵+ درصد،
- بلژیک با پیشنهاد تا ۵۰ درصد، بویژه اگر موضوع آب بندی رویه مطرح باشد.

در مورد اول مشخص است که افزایش ۵٪ چسباننده برای یک رویه بیش از حد ضعیف یا متخلخل، به زحمت کافی است. در مورد دوم باید گفت که اگر چه می توان رویه ای یافت که توانایی جذب چسباننده تا ۵۰۰ گرم در مترمربع را داشته باشد، اما در چنین شرایطی، آیا بکارگیری یک اندود نفوذی^۱ ارجح نیست؟ جدای از این مقادیر حداقل و حداکثر، سایر ارقام در محدوده ۵ تا ۲۵ درصد هستند که ظاهراً منطقی تر است.

در مورد رویه‌های نرم یا سخت نیز دو کشور اعلام نظر کرده‌اند، ولی در واقع نمی‌توان آنها را به عنوان ضرایب اصلاحی برشمرد، زیرا:

- بلژیک این فاکتورها را در مرحله اول طراحی لحاظ می‌کند،
- بریتانیا این فاکتورها را قبل از طراحی و در تعیین حداکثر اندازه سنگدانه متناسب با حجم ترافیک لحاظ می‌کند.

• ضرایب اصلاحی مربوط به شرایط اقلیمی

در این زمینه فقط کشورهای بریتانیا و برزیل ارقامی ارائه کرده‌اند. هر دو کشور، پیشنهاد کاهش ۱۰ درصدی میزان چسباننده مصرفی در اقلیم گرم را داده‌اند ضمن اینکه بریتانیا توصیه نموده که در اقلیم سرد، ۱۰ درصد به مقدار چسباننده مصرفی افزوده شود.

احتمالاً سایر کشورها عوامل اقلیمی را در طراحی اصلی لحاظ می‌کنند و از آنجا که در هر کشور، سازه‌های متنوعی برای اجرا پیش‌بینی شده است، پس تغییرات اقلیمی در تعدیل مقادیر، تأثیر چندانی ندارند.

۳-۴- طراحی روکش‌های سطحی دولایه

اغلب در حوزه فعالیت‌های ساخت‌وساز، دو برداشت مختلف از روکش‌های سطحی دولایه وجود دارد:

- در برداشت اول، روکش سطحی دولایه یک سازه مستقل از روکش‌های تک‌لایه است؛
 - در برداشت دوم، روکش سطحی دولایه متشکل از روی هم‌گذاری دو روکش تک‌لایه است.
- تفاوت این مفاهیم در جدول ۷ نمایش یافته است که در آن، مقدار چسباننده پیشنهادی برای یک روکش سطحی دولایه نسبت به مقدار لازم برای دو روکش سطحی تک‌لایه مقایسه شده است.

جدول ۷- مقایسه مقدار چسباننده مصرفی برای یک روکش دولایه و دو روکش تک‌لایه

نام کشور	مقدار پیشنهادی برای یک روکش تک‌لایه (kg/m ²)			(a) + (b) =	مقدار پیشنهادی برای روکش دولایه (kg/m ²) (d)	٪ (d)-(c)
	۱۰/۱۴ (a)	۶/۱۰ (a)	۴/۶ (b)			
فرانسه	۱/۳	-	۰/۹۵	۲/۲۵	۲/۰	- ۱۲
تونس	۰/۹	-	۰/۸۰	۱/۷	۱/۸	+ ۶
بلژیک	-	۱/۰	۰/۹۰	۱/۹	۲/۴	+ ۲۶
ساحل عاج	۱/۱	-	۰/۸۴	۱/۹۴	۱/۹	- ۲
نیجر	-	۰/۲	۱/۰	۲/۲	۲/۱	- ۵
اسپانیا	۱/۱		۰/۷۵	۱/۸۵	۱/۹۵	+ ۵
بریتانیا [5]	-	۰/۸۵	۰/۷۷	۱/۶۲	۱/۶۲	۰
برزیل		۱/۰۵	۰/۷	۱/۷۵	۱/۶۵	- ۶

تفاوت ارقام پیشنهادی کشورها برای روکش‌های دولایه (همچون روکش‌های تک‌لایه)، نسبتاً معنی‌دار است. از این موضوع که بگذریم، باید گفت که:

- ارقام ستون آخر نشان می‌دهد که اختلاف این دو برداشت در کشورهای برزیل، بریتانیا [5]، ساحل عاج، نیجر، اسپانیا و تونس حدود ۵٪ است، لذا نمی‌توان گفت که روکش دولایه یک سازه مستقل است و در این کشورها، برداشت دوم صادق است.
- در بلژیک، اختلاف میزان چسباننده مصرفی در دو برداشت فوق‌الذکر برای سطح ترافیک بکاررفته در محاسبات این جدول (متوسط ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در روز)، ۲۶٪ ذکر شده است. یعنی دست‌اندرکاران این پروژه‌ها، روکش دولایه را همچون یک سازه مستقل و خاص دیده و بعبارت دیگر، آن را حاصل روی هم‌گذاری دو روکش تک‌لایه نمی‌دانند. این در حالیست که در استاندارد رایج بلژیک، این تفاوت برای ترافیک‌های بیش از ۱۰۰۰ وسیله در روز، بسیار کمتر و حدود $\pm 5\%$ می‌باشد.
- پیشنهاد کاهش ۱۲ درصدی چسباننده در فرانسه، ظاهراً حاکی از مستقل بودن مفهوم روکش‌های دولایه و برخورد خاص در طراحی و اجرا با آن است.

با این تفصیل می‌توان نتیجه گرفت که طراحی‌های مختلفی در مورد روکش‌های دولایه به کار می‌رود. در پایان لازم است دو مبحث زیر نیز، یکی در مورد افزایش مقدار چسباننده مصرفی روکش‌های دولایه نسبت به دو روکش تک‌لایه و دیگری در مورد کاهش آن، مدنظر قرار گیرد.

۱. باید توجه داشت که ممکن است قبل از اجرای لایه دوم روکش دولایه، مصرف چسباننده بیشتر به علت زبر بودن بیش از حد لایه زیرین اجتناب‌ناپذیر باشد.
۲. در مقابل، در مورد سنگدانه‌های با دانه‌بندی گسسته باید توجه داشت که قفل‌وبست شدن برخی از سنگدانه‌ها در یکدیگر محتمل است و این امر، موجب پرشدن فضاهای خالی و نهایتاً کاهش مقدار چسباننده مورد نیاز می‌گردد.

با در نظر گرفتن جمیع مطالب ذکر شده باید گفت که قاعده مسلم و مشخصی در هیچ موردی وجود ندارد و همواره عواملی هستند که مهندس طراح باید با تجربه و هنر خود آنها را در این کار لحاظ نماید.

۴- ارزیابی

در این فصل به بررسی تفاوت‌ها و تشابهات موجود در ۱۶ مستند مطالعه شده پرداخته می‌شود. این ایده از آنجا نشأت گرفت که تناقضات جدی در اطلاعات ارائه شده مشاهده شد و حتی به رغم اینکه تفاوت‌ها و تشابهات در برخی موارد، کاملاً روشن می‌باشد، اما یک ارزیابی هدفمند در اکثر موارد، دشوار می‌باشد. برای مثال در زمینه ضرایب اصلاحی مربوط به ترافیک سبک، بریتانیا عدد ۱۰+ درصد و فرانسه رقم ۲۰+ درصد را برای میزان مصرفی معرفی کرده‌اند. حال آیا این ارقام، نشانه تفاوت و اختلاف نظر است یا تشابه و اتفاق نظر؟

بهتر است بجای تشابهات یا تفاوت‌ها، از مفهوم رویه‌ها و روندها استفاده کنیم که نسبت به آن دو، قید و شرط کمتری دارد. برای اجتناب از بی‌نظمی و دلبخواهی بودن تحلیل‌ها در این ارزیابی، حدود مجاز و مشخصات فنی را فقط در صورت وجود یک روند مسلم و ثابت شده، توصیه خواهیم کرد.

۴-۱- مصالح سنگی

۴-۱-۱- سختی

جدول ۸ را به عنوان مکمل توصیه‌های فصل سوم (ضریب لس آنجلس کمتر از ۳۰ برای ترافیک ۲۵ تا ۱۵۰ وسیله تجاری در روز در هر جهت) پیشنهاد می‌کنیم:

جدول ۸- سختی مصالح سنگی به ازای حجم ترافیک

وسيله نقلیه تجاری در روز در هر جهت	ضریب لس آنجلس
کمتر از ۲۵	کمتر از ۳۵
۲۵ تا ۱۵۰	کمتر از ۳۰
۱۵۰ تا ۳۰۰	کمتر از ۲۵
۳۰۰ تا ۷۵۰	کمتر از ۲۰

۴-۱-۲- درصد (میزان) صیقلی سنگ

لحاظ کردن این شاخص که از مؤلفه‌های اصلی مقاومت لغزشی روسازی است، باید ترویج شود، ولی لازم است این نکته مهم را یادآوری کرد که آزمایش میزان صیقلی سنگ فقط برای ترافیک‌های بیش از ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در روز معنی‌دار است و فعلاً این آزمایش برای ترافیک‌های سبک، شاخص معنی‌داری نیست. مقادیر توصیه شده نیز به نظر مناسب نیستند. مقادیر حدی این شاخص را باید بر اساس حجم ترافیک، سنگدانه‌ها و شرایط اقلیمی (بالاخص بارندگی) منطقه تعیین کرد.

موضوع دیگری که هنوز لاینحل مانده است، کاربرد مصالح سنگ‌آهکی در روکش‌های سطحی است. تنها هنگامی باید از این مصالح استفاده کرد که سه شرط زیر برقرار باشد:

۱. هزینه حمل مصالح بهتر، واقعاً زیاد باشد؛
۲. حجم ترافیک پائین باشد؛
۳. بارندگی محدود بوده و فقط در ایام معدودی از سال اتفاق بیافتد.

۴-۱-۳- تمیزی

با وجود تفاوت‌ها، پیشنهاد می‌شود که:

- برای ترافیک‌های سبک تا متوسط: $C < 1\%$ (تمیزی) بر روی الک نیم میلی‌متر
- برای ترافیک‌های سنگین: $C < 0.5\%$ درصد بر روی الک نیم میلی‌متر.

۴-۱-۴- شکل

شکل سنگدانه‌ها در اکثر مستندات، با شاخص آزمایش صاف بودن (ضریب صافی) ارزیابی شده است که برابر با نسبت اندازه به ضخامت سنگدانه می‌باشد. اگر مقدار این شاخص از حد معینی عبور کند، آنگاه مصالح سنگی را برای پروژه مناسب و کافی نمی‌دانند که در مشخصات فنی آمده است.

متأسفانه با اینکه شیوه آزمایش در اغلب موارد مشابه است، ولی حتی اگر سنگدانه‌ها شکل مناسبی هم داشته باشند، مقدار محاسبه‌شده این نسبت در آزمایش‌های مختلف یکی نمی‌شود و این امر، مقایسه را مشکل می‌کند. برای حفظ اعتبار این آزمایش، حداقل دو راه برای استفاده آن وجود دارد:

۱. شاخص شکل نامطلوب^۱ سنگدانه‌ها تعیین شده و توسط آن، حداکثر مجاز درصد سنگدانه‌های دارای این

شکل نامطلوب، مشخص شود (پیرو آن، سنگدانه‌ها به خوب، متوسط و بد طبقه‌بندی شوند که می‌توانند در

اصلاح مقدار چسباننده و سنگدانه مصرفی به کار روند).

۲. یک شاخص شکل تعیین شود که مستقیماً مبنای طراحی باشد.

هر دو راه، معتبرند و باید دیر یا زود، یکی شوند. این امر با توجه به فاکتور "توان پوششی"^۲ سنگریزه و اهمیت آن

باید انجام شود و یک میزان قطعی به دست آید.

۴-۲- چسباننده‌ها

در خصوص مشکلاتی که برای انجام مقایسه در این زمینه وجود داشت در فصل گذشته و هنگام بحث در مورد

مقدار کل چسباننده مصرفی، اعم از مقدار آب (برای امولسیون) و حلال (برای قیر محلول)، اشاره شد.

بهتر است از این پس در همه اسناد مربوط به این موضوع، فقط از مقدار چسباننده باقیمانده^۳ استفاده شود که

عبارت است از مقدار چسباننده‌ای که از نظر تئوری پس از تبخیر آب و حلال بر روی روسازی باقی می‌ماند.

۴-۲-۱- قیرهای محلول

تفاوت‌هایی وجود دارد، ولی گرایش کلی به سمت استفاده از قیرهای محلول با ویسکوزیته بالاتر است. کاربرد قیر

۱۵۰/۲۵۰ بدون توجه به سطح ترافیک، به تدریج منسوخ شده است.

1- Bad Shape Criterion

2- Covering Power

3- Residual Binder

از این چسباننده برای تمامی سطوح ترافیک استفاده می شود.

در عمل شاید از این نوع قیر بتوان برای همه سطوح ترافیکی استفاده کرد، ولی ممکن است کاربردهای خاصی نیز مد نظر باشند که عبارتند از:

- #### ۴-۲-۴- قیرهای خالص

حوزه کاربرد این نوع قیر، کاملاً محدود است و شاید در کشورهای کم باران با اقلیم گرم به کار رود. البته برخی کشورهای دارای این شرایط نیز ذکر می‌شود که آن به میان نیاورده‌اند.

مسئله چسبندگی، قابل چشم پوشی نیست و مطالعات ویژه‌ای در این حوزه پیشنهاد شده است.

۴-۳-۱- انتخاب سازه

انتخاب نوع سازه روکش سطحی همواره بر اساس بررسی کامل و دقیق صورت می‌گیرد. عوامل زیادی در این انتخاب دخیل می‌باشند که آنها را به دو گروه تقسیم می‌کنند: عوامل اصلی و اهداف.

عوامل اصلی: چند عامل اساسی را باید در محاسبات لحاظ کرد، اگرچه عمدتاً در زمان انتخاب، کنترل بر روی آنها نیست. برای مثال:

- نوع چسباننده‌های هیدروکربنی: اگر تنها چسباننده در دسترس، آمولسیون باشد، پس امکان انتخاب روکش تک‌لایه دشوار خواهد بود؛
- سنگدانه‌ها: اگر معادن موجود در منطقه، فقط قابلیت تولید سنگدانه‌های با دانه‌بندی پیوسته را داشته باشند، پس کاربرد طرح‌های با دانه‌بندی گسسته^۱ دشوار می‌شود؛
- اطلاعات اقتصادی: روکش‌های دولایه از روکش‌های تک‌لایه گران‌تر هستند؛
- اطلاعات اقلیمی؛
- سطوح ترافیک؛
- تجهیزات در دسترس؛

- روسازی‌های جدید یا تحت نگهداری؛
- شهری یا روستایی بودن منطقه.

اهداف: برای دستیابی به اهداف ساخت روکش سطحی، از سازه‌های مختلفی می‌توان استفاده کرد ولی به هر حال پیشنهاداتی در این زمینه ارائه می‌شوند که مورد قبول همگان باشد:

- تعمیر روسازی‌های تحت ترافیک سبک: روکش‌های سطحی تک‌لایه،
- تعمیر روسازی‌های تحت ترافیک سنگین: روکش‌های سطحی دولایه،
- ایجاد رویه بسیار زبر و مقاوم در برابر لغزش: روکش‌های سطحی تک‌لایه با دو لایه سنگریزه یا روکش‌های دولایه با دانه‌بندی گسسته،
- ایجاد رویه با سروصدای نسبتاً کم (در مناطق شهری): روکش‌های تک‌لایه با سنگ شکسته ریز یا روکش‌های دولایه با دانه‌بندی پیوسته،
- بر روی رویه‌های ناهمگن (یا رویه‌های دارای روزدگی قیر^۱): روکش تک‌لایه معکوس (CBC).

۴-۳-۲- طراحی

الف - روکش‌های سطحی تک‌لایه

ابتدا اجازه دهید این نکته را یادآوری کنیم که مقایسه مقادیر چسباننده مصرفی توصیه‌شده برای ساخت روکش‌های سطحی تک‌لایه به منظور تعمیر و نگهداری بر اساس سنگدانه‌های ۶/۱۰ میلی‌متر انجام گرفته است. بهتر است که ریسک قرارگرفتن در معرض روزدن ناچیز قیر را بپذیریم تا احياناً، دچار گرشدگی^۲ رویه جاده و کاهش سنگریزه نشویم، به‌ویژه هنگامی که:

- لایه‌های اساس از مصالح دانه‌ای غیرچسبنده و سست تشکیل شده باشد (که در صورت وقوع پدیده عریان‌شدگی سنگدانه‌ها^۳، بسیار آسیب‌پذیر می‌شود)،
- تعمیر و نگهداری مطمئن و کارآمد مقدور نباشد.

همچنین به نظر می‌رسد، کلاً مقدار چسباننده مصرفی توصیه‌شده خیلی کم است. پیشنهاد می‌شود برای طرح با دانه‌های ۶/۱۰ میلی‌متر، میانگین ۱/۲ کیلوگرم بر متر مربع چسباننده مصرف شود. این مقدار می‌تواند مبنای طراحی با مخلوط‌های مختلف باشد.

• ضرایب اصلاحی

- برای شرایط ترافیک سنگین یا وسایل نقلیه تجاری: ۵- تا ۱۵- درصد؛ دامنه تغییرات نرمال، انتخاب مقدار مورد نیاز بر اساس شرایط منطقه.
- برای شرایط ترافیک سبک: ۵ تا ۲۰ درصد؛ دامنه تغییرات نرمال، انتخاب مقدار مورد نیاز بر اساس شرایط منطقه.

1- Bleeding
2- Scabbing
3- Stripping

- سنگدانه‌های با شکل بد: ۱۰- درصد.
 - نوع و شرایط رویه جاده: برای رویه‌های لغزنده، ۱۰- تا ۱۵-٪ و برای رویه‌های زبر یا کم‌مایه، ۵ تا ۵۰٪.
- شرایط رویه جاده در موفقیت روکش سطحی بسیار مهم است و البته، تجارب محلی یا استفاده از یک‌سری آزمایش‌هاست که امکان انتخاب ضریب اصلاحی مناسب را ممکن می‌سازد.

ب - روکش‌های سطحی دولایه

اظهارنظری که در مورد ریسک روزدن قیر و کنده شدن سنگدانه‌ها در روکش‌های تک‌لایه ارائه شد، در اینجا نیز معتبر است. بنابراین در یک بازه منطقی، ترجیحاً بهتر است که مقدار قیر مصرفی کمی بالاتر باشد. نظر به وجود راه‌حل‌های مختلف و تمایل به کسب یک‌سری پارامترهای بخصوص، پیشنهاد مقدار مصالح مورد نیاز در طراحی روکش‌های دولایه نسبت به روکش‌های تک‌لایه مشکل‌تر است، ولی در هر حال، طرحی کلی پیشنهاد می‌کنیم. به نظر می‌رسد در شرایط ترافیکی متوسط و با یک رویه متوسط، مقدار چسباننده در روکش‌های دولایه با سنگدانه‌های ۱۰/۱۴ و ۴/۶، قاعداً نباید از ۲ کیلوگرم در متر مربع کمتر باشد. بر این اساس، چنانچه طراح مجبور شود بخاطر ویژگی طرح و کاربرد ضرایب اصلاحی، نسبت‌های مصالح را تغییر دهد، دستش در طراحی روکش دولایه با دانه‌بندی‌های مختلف باز خواهد بود.

علاوه بر این، طراحی این روکش‌ها نسبت به روکش‌های تک‌لایه، به دقت بیشتری نیاز دارد. به طور خاص می‌توان گفت که بایستی تعیین شود که آیا مقادیر محاسبه شده باید در هر دو لایه بکار گرفته شوند. در مورد برخی ضرایب اصلاحی همچون اصلاح به خاطر شرایط رویه‌جاده، پاسخ مسلماً منفی خواهد بود. در مورد سایر ضرایب اصلاحی نیز باید گفت که ضرایب مربوط به شکل سنگدانه‌ها و حجم ترافیک، روشن و مشخص نیستند. طراح باید نسبت به مقدار کل مجموع ضرایب اصلاحی دقت کند که منجر به برآورد بیش از حد یا کمتر از مقدار مورد نیاز چسباننده نشود.

از دیگر موارد مهم قابل بررسی، تقسیم‌کردن یک مقدار مشخص چسباننده بین دو لایه است. از گذشته، کم و بیش بر این باور بوده‌اند که چون لایه زیرین از سنگدانه‌های بزرگتری تشکیل شده است، پس باید سهم بیشتری از چسباننده را به خود اختصاص دهد. در حال حاضر تمایل به تجدید نظر در این مسأله وجود دارد با این پیش‌فرض که برآورد بیش از اندازه مقدار چسباننده در لایه اول، همواره ضروری نیست.

در مورد امولسیون‌ها باید گفت که افزایش مقدار چسباننده لایه دوم، طبیعی است و به خاطر مقابله با کاهش امولسیون ناشی از جاری شدن آن است. در واقع لایه سنگریزه، معمولاً بهتر از سطح روسازی اولیه جاده، امولسیون را نگه می‌دارد.

در مورد چسباننده‌های بی‌آب^۱ نیز مشاهده شده که کمبود سنگدانه به دلیل گردشگی بر لایه دوم تأثیر می‌گذارد. محدود نمودن این اثر با کاهش میزان چسباننده لایه اول به نفع لایه دوم امکان‌پذیر می‌باشد. در آخر بد نیست اشاره‌ای هم به روکش تک‌لایه معکوس با سنگریزه داشته باشیم که در آن چسباننده بطور مستقیم بر روی روسازی پخش نمی‌شود، بلکه یک لایه چسباننده بین دو لایه سنگریزه قرار می‌گیرد.

• مقدار سنگدانه مصرفی

به دو دلیل به موضوع مقدار سنگدانه مصرفی در این مطالعه پرداخته نشد. این دلایل عبارتند از:

۱. ارزیابی در این زمینه نه تنها مشکل، بلکه غیرممکن است، زیرا در مستندات ارائه شده، مقدار سنگدانه مصرفی

به گونه‌های مختلفی نمایش یافته است:

- بر حسب لیتر بر متر مربع،
- بر حسب کیلوگرم بر متر مربع،
- بر حسب مترمربع بر متر مکعب،
- بر حسب فوت مربع بر تن و غیره .

تبدیل این واحدها به یکدیگر با استفاده از چگالی ظاهری^۱ میسر می‌شود که مقدار آن معلوم نیست و اگر هم معلوم باشد، باید در نظر داشت که تعیین چگالی ظاهری سنگدانه، چندان دقیق و قابل اعتماد نیست.

۲. در واقع مقدار سنگدانه مصرفی به عوامل متعددی (دانه‌بندی، شکل، گوشه‌داربودن^۲، وزن مخصوص، چگالی

ظاهری) بستگی دارد و فقط با آزمایش و تجربه می‌توان آن را تعیین کرد.

این روش تجربی می‌تواند شامل یک آزمایش توان پوششی یا برآورد چشمی یک سرکارگر باتجربه در زمینه روکش‌های سطحی باشد. قطعاً می‌توان هر دو کار را نیز بطور توأمان انجام داد و مقدار سنگدانه مورد نیاز را تعیین کرد.

البته لازم است که پیش از هر چیز، از محدوده منطقی تغییرات نسبت سنگدانه‌ها آگاه باشیم. در اینجا لازم می‌دانیم

به جای پیشنهاد هرگونه مقادیری در این نوشتار، به یک سری توصیه‌ها و پیشنهادهای مفید اشاره کنیم که می‌تواند برای راهنمایی طراحان در تدوین مشخصات فنی منطقه مربوط به خود، مثمرتر واقع شود.

در روکش‌های تک‌لایه، مقدار سنگدانه‌های مصرفی باید با توان پوششی آنها (شکل‌گیری یک موزائیک پیوسته با

سنگدانه‌ها) به علاوه ۳ تا ۵ درصد، همخوانی داشته باشد. زیاد بودن سنگدانه موجب بروز این پدیده‌ها می‌شود:

- امکان شکستگی شیشه‌های جلوی خودروها،
- عدم ایمنی در زمان باز شدن راه به روی ترافیک،
- افت کیفیت روکش سطحی، زیرا سنگدانه‌های سست ممکن است در اثر برخورد با تیر، همچون یک گوه عمل کرده و سنگدانه‌های محکم را نیز سست کنند.

درمورد روکش‌های دولایه، بایستی میزان سنگدانه مصرفی در لایه اول با توان پوششی سنگدانه‌ها متناسب باشد. بیش

طراحی (طراحی بیش از نیاز) برای این لایه بسیار مضر است، زیرا نباید هیچ‌گونه ناپیوستگی در این لایه بوجود آید.

مقدار سنگدانه لایه دوم نیز بر مبنای توان پوششی آن تعیین می‌شود.

1- Apparent Density

2- Angularity

۵- اجرای روکش‌های سطحی

موفقیت روکش سطحی حتی در صورت طراحی مناسب (انتخاب چسباننده و سنگدانه‌های مناسب، سازه مناسب) و ترکیب مناسب (درصد اجزای مختلف تشکیل دهنده)، به چگونگی ساخت و اجرای آن بستگی دارد. اجرای مناسب روکش نیز، سه جنبه دارد:

- تجهیزات،
- عملیات اجرایی،
- کنترل‌ها.

۱-۵- تجهیزات

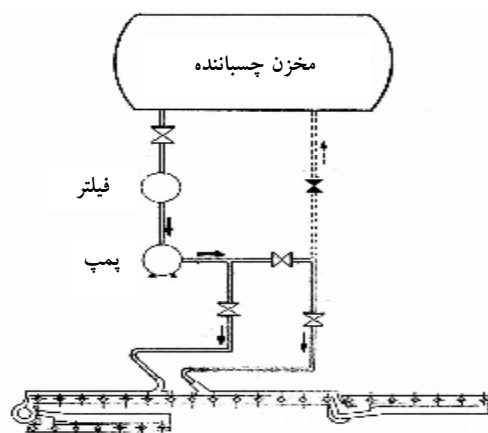
مطالب اختصاص یافته به موضوع تجهیزات در اسناد مختلف، به میزان قابل ملاحظه‌ای متغیر است و بعضاً در یک مستند به آن اشاره نشده است، در حالی که در مستند دیگری، جزئیات کاملی از تجهیزات اجرای روکش ارائه شده است. ابتدا بهتر است نگاهی به انواع دستگاه‌های موجود داشته باشیم تا اولاً از کارایی‌ها، چگونگی کارکردن و تنظیمات اصلی آنان آگاهی یافته و پس از آن بتوانیم کنترل‌های لازم را قبل از کار با دستگاه صورت دهیم تا راه خطا نرویم. در ادامه به بررسی دستگاه‌های مخصوص اجرای روکش‌های سطحی می‌پردازیم.

۵-۱-۱- قیرپاش^۱

از دو نوع قیرپاش به نام‌های پمپ کنتوری و فشاری استفاده می‌شود.

قیرپاش پمپ کنتوری^۲: اصول کار این دستگاه در شکل ۵ نمایش داده شده است. سه نوع عمده این دستگاه عبارتند از:

- قیرپاش با موتورهای کمکی،
- قیرپاش که واحد پمپاژ آن متصل به وسیله کشنده است،
- قیرپاش کنتوری خودکار.



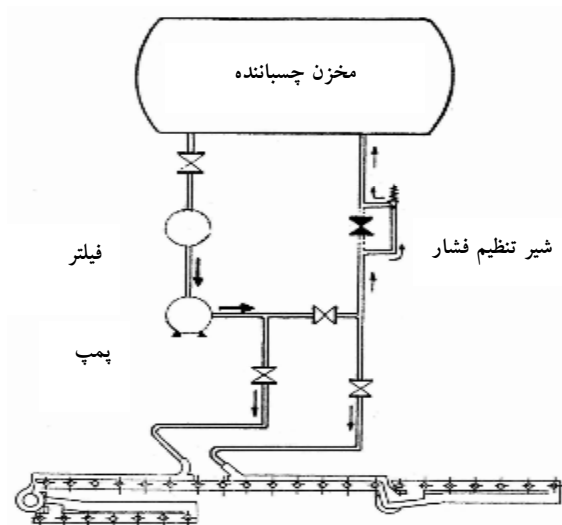
شکل ۵- قیرپاش پمپ کنتوری

شناخت پارامترهایی که تنظیم آنها در بدست آوردن نرخ پخش مناسب مؤثر است، خالی از فایده نیست (جدول ۹).
 قیرپاش پمپ کتوری برای پخش هر نوع قیر، قابل استفاده هستند.

جدول ۹- پارامترهای تنظیمی برای بدست آوردن نرخ پخش مطلوب (قیرپاش پمپ کتوری)

ملاحظات	سرعت پمپ	پهنای پخش کردن	سرعت پیشروی	پارامترهای تنظیمی
				نوع قیرپاش
سرعت پیشروی باید ثابت باشد	بلی	بلی	بلی	پمپ با موتورهای کمکی
	بلی	بلی	خیر	پمپ متصل به خودروی کشنده
تنظیم ساده نرخ پخش	خیر	خیر	خیر	خودکار

قیرپاش فشاری^۱: در این قیرپاش ها، هم مخزن و هم میله پخش قیر می توانند تحت فشار باشند. پخش کننده های با مخزن فشاری فقط برای امولسیون های قیری مناسبند، در حالی که قیرپاش های با افشانک پخش فشاری (شکل ۶) برای پخش هر نوع قیر، قابل استفاده می باشند.



شکل ۶- قیرپاش های فشار قوی

۵-۱-۲- شن پخش کن^۲

از سه نوع شن پخش کن در اجرای روکش استفاده می شود:

- شن پخش کن های سوار شده بر روی خودروی کشنده،
- شن پخش کن های خودکششی،
- شن پخش کن های هُل دادنی.

در جدول ۱۰، مزایا و معایب منسوب به هریک از سه نوع فوق ارائه شده است.

جدول ۱۰- مزایا و معایب شن‌پخش‌کن‌های مختلف

مزایا	معایب	
از کامیون کشنده برای سایر مصارف می‌توان استفاده کرد. توزیع مناسب‌تر نسبت به سایرین	شن‌ها از یک‌شن‌پخش‌کن خیلی بزرگ و درپشته‌های مرتفع و نامیزان ریخته می‌شوند. توزیع نامناسب	شن‌پخش‌کن سوارشده بر خودرو کشنده پخش با نیروی وزن پخش از طریق استوانه تغذیه
شن‌ها در فواصل کم ریخته می‌شوند توزیع مناسب	هزینه‌های اضافی مربوط به ماشین‌های مخصوص	شن‌پخش‌کن‌های خودکششی
ارزان شن‌ها در فواصل کم ریخته می‌شوند توزیع مناسب	نیاز به تجهیزات مخصوص مشکلات موردی اتصال تجهیزات به کشنده‌ها	شن‌پخش‌کن‌های هل‌دانی

۵-۱-۳- ماشین‌آلات تراکم

از غلتک‌های چرخ‌لاستیکی یا غلتک‌های صاف استفاده می‌شود که عموماً، اولی را ترجیح می‌دهند، زیرا قابلیت رفت و آمد بیشتر بدون خردشدن سنگدانه‌ها را دارا می‌باشد. در اکثر مواقع، بار ۱۵ kN در هر چرخ و فشار باد لاستیک ۶ بار را برای این غلتک‌ها توصیه کرده‌اند.

استفاده از غلتک‌های صاف بعضاً برای تراکم لایه اول روکش‌های دولایه مورد قبول می‌باشد، البته در صورتی که سنگدانه‌های آن لایه سخت بوده و روسازی مزبور نیز ناهموار باشد.

غلتک‌های صاف دارای چرخ‌لاستیکی توصیه نمی‌شوند. هنوز این تجهیزات که تلاشی در جهت ترکیب مزایای غلتک‌های صاف و غلتک‌های پنوماتیک هستند، بایستی تحت آزمون قرار گیرند.

۵-۱-۴- تجهیزات برس‌زنی^۱

بهتر است از ماشین‌آلاتی که دو برس دارند استفاده شود؛ یک برس نرم برای جاروکردن مصالح سست و یک برس سخت برای تراشیدن لایه زیرین.

۵-۲- عملیات اجرایی روکش‌های سطحی

۵-۲-۱- آماده‌سازی لایه زیرین

جدای از برس‌زنی اولیه، بایستی لزوم آماده‌سازی لایه زیرین روکش بررسی شود. در مورد لایه‌های با سنگدانه‌های تثبیت‌نشده، اگر آزمایش‌های کاربرد روکش سطحی نشان دهد که نیاز چندانی به آماده‌سازی لایه زیرین نیست، اشباع اولیه با قیر محلول (۱/۰ یا ۱۰/۱۵) توصیه می‌شود. مقدار دقیق قیر، با آزمایش مشخص می‌شود ولی باید به اندازه 1 kg/m^2 باشد.

در اجرای روکش به منظور تعمیر روسازی، هدف اصلی از آماده‌سازی لایه‌زیرین، ایجاد یک سطح به اندازه کافی یکنواخت می‌باشد. آماده‌سازی ممکن است با انجام لکه‌گیری^۱ صورت گیرد و یا اگر خرابی جاده شدید باشد، از مخلوط گرم یا حتی المقدور مصالح سنگی تثبیت‌شده با امولسیون استفاده شود. همچنین ممکن است از اندود پوششی (سیل‌گت) برای زیرلایه‌های خشک و ترک‌خورده استفاده شود.

اگر روزدن قیر در لایه زیرین اتفاق افتاده باشد، پیشنهاد می‌کنیم که از روکش سطحی معکوس (CBC) استفاده شود که هم عملکرد خوبی دارد و هم دیگر نیازی به آماده‌سازی لایه زیرین نخواهد بود.

۵-۲-۲- بررسی وضعیت تجهیزات

بازرسی چشمی: ابتدا باید کنترل شود که کلیه تجهیزات، آماده کار هستند و سپس کلیه قسمت‌های هر ماشین به دقت و ارسی شود.

در مورد **قیرپاش**، باید به قسمت یکنواخت‌کننده میزان پخش کاملاً توجه داشت (عقربه‌های سرعت، کنتور پمپ، درجه فشار افشانک پخش، ترمومتر، درجه ارتفاع سطح، غیره).

در مورد **شن پخش‌کن**، باید تخت‌بودن انتهای قیف، عملکرد قطعات دنداندار، حرکت چرخشی و را مد نظر قرارداد.

در مورد **غلتنک**، باید فشار و وضعیت تایر را کنترل نمود.

۵-۲-۳- آماده‌سازی تجهیزات

پس از بازرسی چشمی تجهیزات، ضروریست چند قطعه آزمایشی برای اطمینان از تنظیم بودن دستگاه بر حسب پارامترهای مختلف اجرا شود (مثلاً در مورد قیرپاش، سرعت حرکت، سرعت پمپ، حرارت چسباننده، فشار افشانک پخش، پهنای پخش‌کردن و ارتفاع افشانک پخش).

مقدار متوسط قیر در هر متر مربع و یکنواختی توزیع در عرض باید کنترل شود. اگر ابزار خاصی برای این کار وجود داشته باشد (مثل تیر LPC در دستورالعمل فرانسه) بهتر است و اگر نیست، می‌توان با استفاده از صفحات فلزی پوشیده‌شده با اسفنج، مقادیر مصرفی را کنترل نمود.

مقادیر سنگدانه مصرفی نیز باید کنترل شود، اما بهتر است که با آزمایش بر روی صفحات، یک ارزیابی چشمی از چگالی و یکنواختی شن پخش‌کن انجام داد. این امر، حضور یک کنترل‌کننده را ضروری می‌سازد تا کیفیت اجرای کار بهبود یابد.

کنترل‌کننده می‌تواند مقادیر سنگدانه را به کمک عکس‌های مرجع که مقادیر مختلف دانه‌بندی‌های مختلف را نشان می‌دهند، بدست آورد (ر.ک ضمیمه ۳).

۵-۲-۴- اجرای عملیات

مستنداتی که مبحث اجرای عملیات ساخت را مطرح کرده‌اند، جملگی بر یک‌سری نکات تأکید کرده‌اند، به ویژه:

- لزوم برس‌زنی دقیق برای تمیز شدن روسازی و حذف مواد زائد،

- کنترل درجه حرارت پخش،
 - اجتناب از کار در هوای سرد و همچنین بر روی روسازی‌های بسیار مرطوب،
 - استفاده از صفحات مقوایی برای اجرای بهتر بخشهای اتصال عرضی.
- اختلاف نظرهایی در مورد حداکثر فاصله زمانی بین ریختن قیر و پخش سنگریزه‌ها وجود دارد. برای مثال، در دستورالعمل بلژیک و راهنماهای فرانسه و استرالیا ذکر شده است که این فاصله باید تا حد امکان، کوتاه باشد (فقط چند ثانیه)، ولی در توصیه‌نامه ساحل عاج عنوان شده است که تا پنج دقیقه نیز قابل قبول است.
- البته پنج دقیقه به نظر زیاد و غیرضروری است. کوتاه کردن این زمان، هزینه‌ای ندارد و فقط جهت اطمینان از یک نتیجه مطلوب، به کار می‌آید.
- با این تفصیل پیشنهاد می‌شود که هماهنگی نزدیکی بین ماشین‌های پخش قیر و سنگدانه برقرار باشد و در هر صورت، نباید فاصله این دو از ۴۰ متر بیشتر باشد. در نتیجه، قاعداً مدت زمان بین پخش این مصالح بیشتر از چند ثانیه نخواهد بود.
- پیشنهادات ارائه شده در باب تراکم، حاکی از اتفاق نظر در مورد اهمیت این موضوع است. قبلاً در قسمت ماشین‌آلات تراکم، توضیحاتی ارائه شد. به عنوان جمع‌بندی می‌توان گفت:
- در همه موارد، استفاده از غلتک‌های چرخ لاستیکی توصیه شده است؛
 - از غلتک‌های صاف، ممکن است در حد اعتدال و برای تراکم لایه اول روکش‌های دولایه استفاده شود؛
 - در روکش‌های دولایه، بعضاً تنها متراکم کردن لایه اول مورد پذیرش می‌باشد.
- نکات فوق‌الذکر، به نظر منطقی است و در حال حاضر با اطلاعات موجود، دلیلی برای نفی یا اصلاح آنها وجود ندارد. در آخر باید گفت که اغلب، توصیه شده که تا ۲۴ ساعت پس از باز شدن ترافیک بر روی سطوح روکش‌شده، محدودیت سرعت برای وسایل نقلیه اعمال شود.

۳-۵- کنترل‌ها

در ادامه، این موضوع را در سه بخش زیر تشریح می‌کنیم:

- کنترل مصالح،
- کنترل تجهیزات،
- کنترل عملیات اجرایی.

۳-۵-۱- کنترل مصالح

سنگدانه‌ها: هدف از این کار، اطمینان یافتن از تطابق سنگدانه‌ها با مشخصات فنی پیمان است.

حتی‌المقدور سنگدانه‌ها را در معدن کنترل کنید تا از انحرافات احتمالی جلوگیری شود. بایستی کنترل‌های بیشتری بالاخص در مورد دانه‌بندی و تمیزی سنگدانه‌ها در انبار مصالح انجام داد. عوامل مختلف تأثیرگذار بر کیفیت سنگدانه‌ها باید بررسی شوند، از جمله:

- تمیزی محوطه انبار مصالح،
 - امکان دسترسی به دیوها بدون نیاز به عبور دامپرها از روی آنان،
 - در صورت نیاز، وجود ماشین آلات زدودن گردوغبار.
- به طور کلی بهتر است که قبل از اجرای عملیات، همه یا بخش اعظم سنگدانه‌های مصرفی، آماده بهره‌برداری باشد.

چسباننده‌ها: همچون سنگدانه‌ها، این مصالح نیز باید از نظر مطابقت با مشخصات فنی پیمان کنترل شوند. البته بهتر است که در اینجا نیز، عوامل مؤثر بر کیفیت این مصالح را بشناسیم. برای نمونه، فرآیند نگهداری چسباننده بررسی خواهد شد (عایق‌بندی، تجهیزات گرمایش، اندازه مناسب مخزن، ایمنی).

اگر چسباننده‌ها در محل کارگاه آماده می‌شوند، باید کنترل شود که تجهیزات مورد استفاده، بالاخص دستگاه گرم‌کننده قیر، قسمت رقیق‌سازی قیر و قسمت‌های تولید امولسیون، سیستم‌های کنترلی برای اطمینان از حصول خواص یکنواخت داشته باشند.

۵-۳-۲- کنترل تجهیزات

- در مورد این موضوع در بخش ۵-۱، مطالبی ارائه شد و شامل دو مبحث زیر است:
- بازرسی چشمی قطعات هر قسمت از تجهیزات،
 - آزمودن تجهیزات برای اطمینان از تغییرات پارامترهای مختلف بر روی مقادیر مصرفی.

۵-۳-۳- کنترل عملیات اجرایی

اگر سیستم نظارت‌های دائمی و موردی مناسبی برقرار باشد، کارآمدی این کنترل‌ها بسیار بالا است.

نظارت موردی: از همان روش‌های آزمایشی که برای کالیبره کردن پخش‌کننده‌های قیر و سنگدانه استفاده می‌شود می‌توان برای بازرسی قسمتهای اجراشده از نظر مقادیر قیر و سنگدانه پخش‌شده و یکنواختی پخش قیر در عرض استفاده کرد.

نظارت پیوسته: به عنوان مکمل بازرسی‌های موردی است، اما کم‌زحمت‌تر بوده و وقت کمتری نیز صرف آن می‌گردد. در درجه اول، بر اساس درایت و تجربه می‌باشد. برای مثال، پارامترهای عملیاتی پخش‌کننده قیر، که با اجرای عملیات در مقاطع آزمایشی (بر روی نمودگراف) و به منظور کسب مقادیر بهینه مشخص می‌شوند، باید ثابت بمانند (عقربک‌های سرعت، درجه حرارت قیر، فشار افشانک پخش، سرعت پمپ).

بایستی برای ایجاد هماهنگی مناسب بین ماشین‌های شن‌پخش‌کن و قیرپاش نیز تلاش نمود.

آیا لازم است افشانک پخش قیر، دائماً تحت نظر باشد و در صورت گرفته شدن یکی از نازل‌ها، باید کار را متوقف کرد؟

نهایتاً اینکه مانورهای غلتک‌ها باید مشاهده شده و تعداد دفعات عبور از هر نقطه‌ای بایستی شمارش شود.

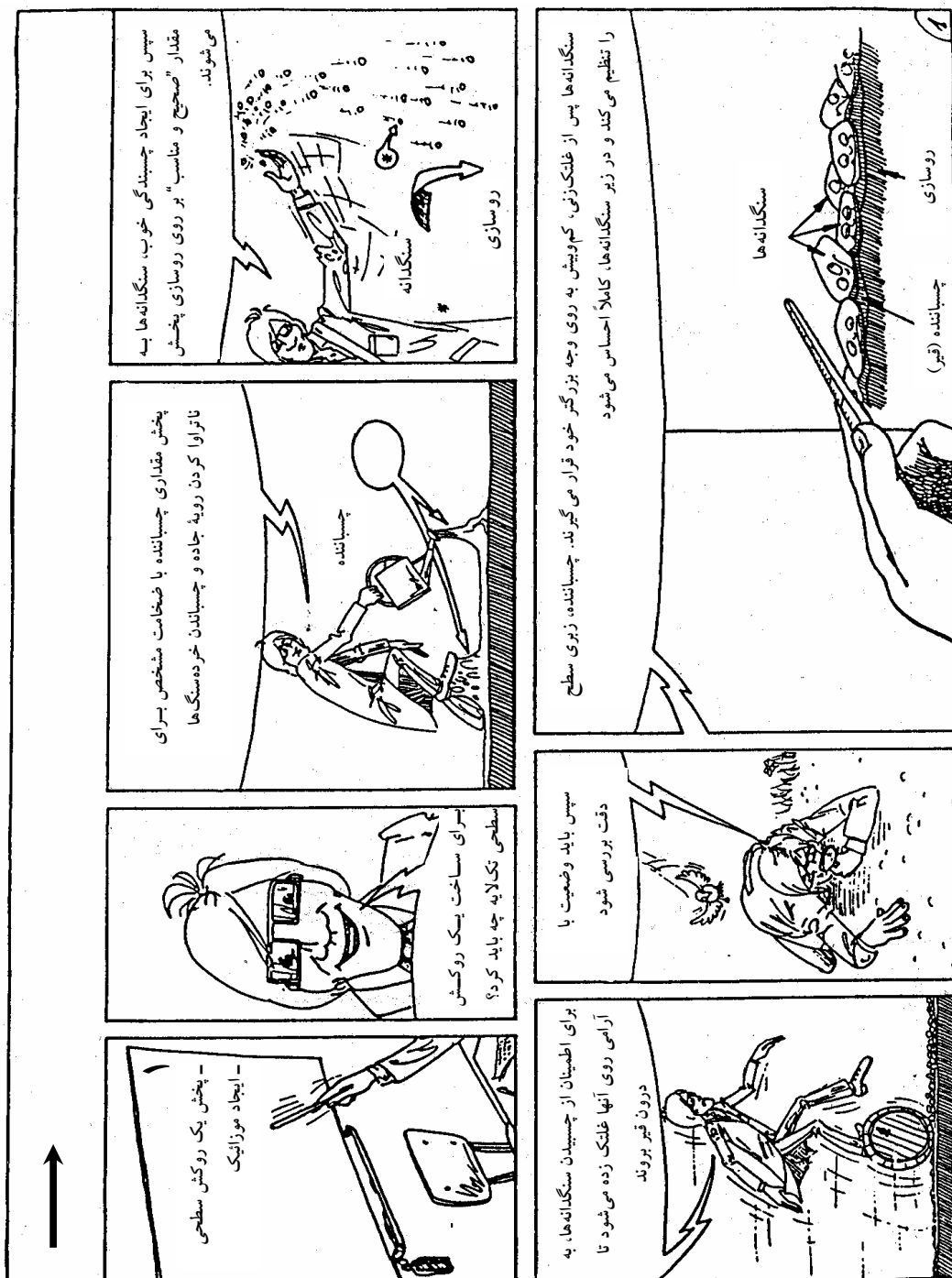
تعداد کنترل‌ها زیاد است ولی با یک نظارت مناسب می‌توان همه را به طور هم‌زمان انجام داد. بدین دلیل است که موفقیت یک روکش سطحی، نه تنها ناشی از کیفیت خوب مصالح و یا طراحی خوب مخلوط آسفالتی است، بلکه به تجربه تیم اجرای پروژه نیز بستگی فراوانی دارد.

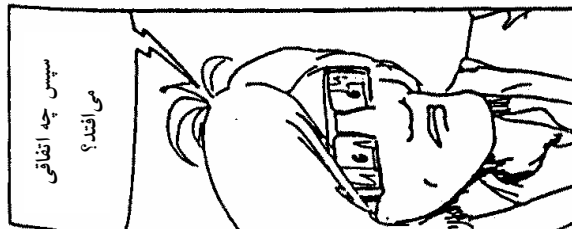
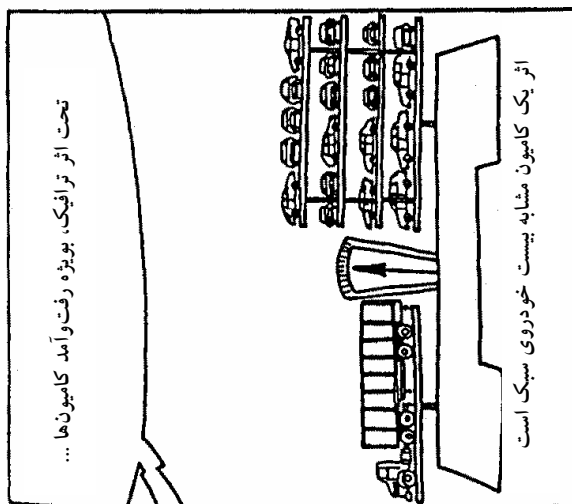
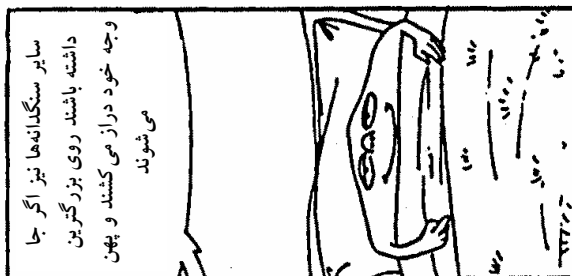
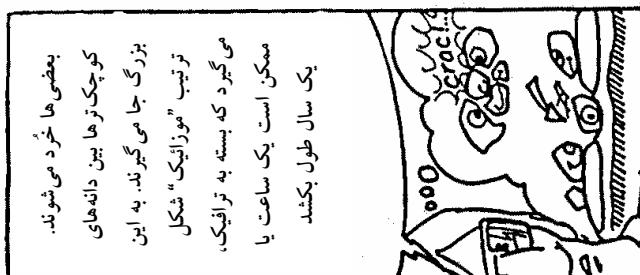
پیوست ۱: "چگونه روکش‌های سطحی را طراحی کنیم"

برگرفته از:

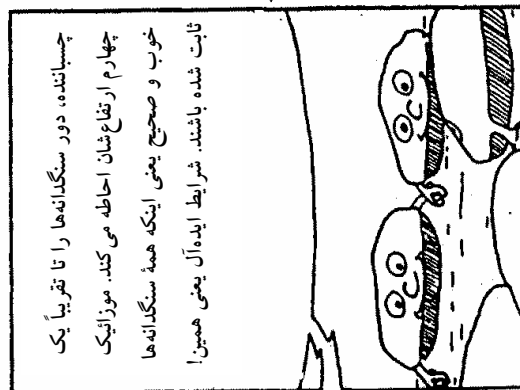
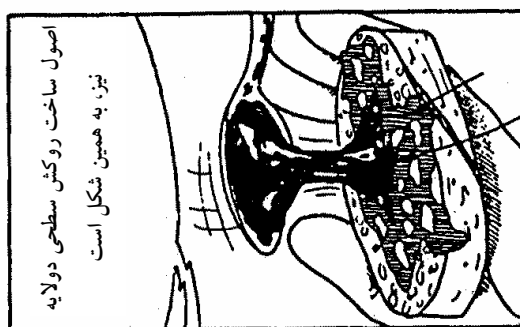
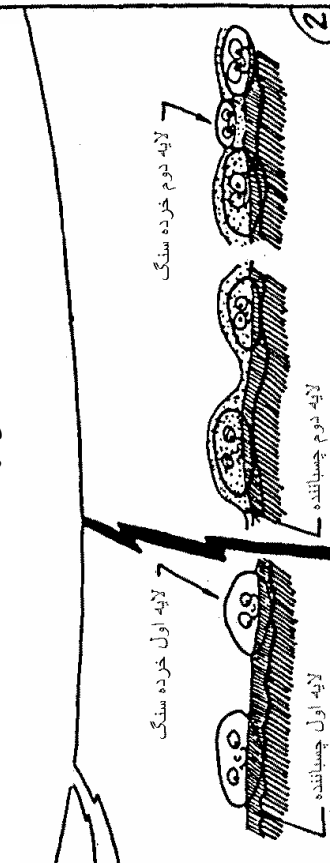
CETE OUEST - "Construction et entretiendes chaussées" (Pavement Construction and Maintenance) – Issue n° 23, January 1981 (France)

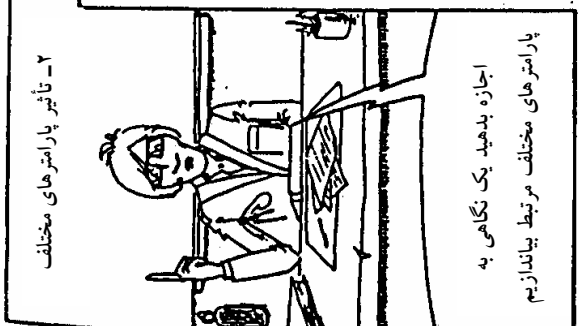
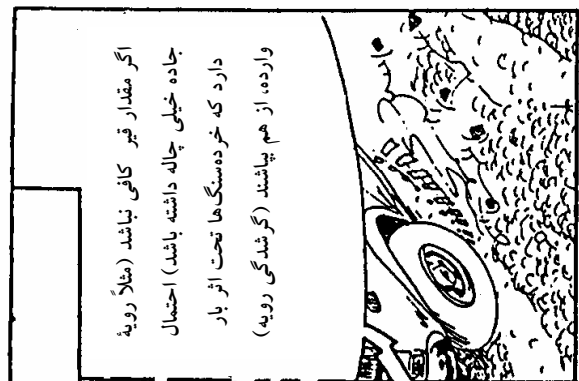
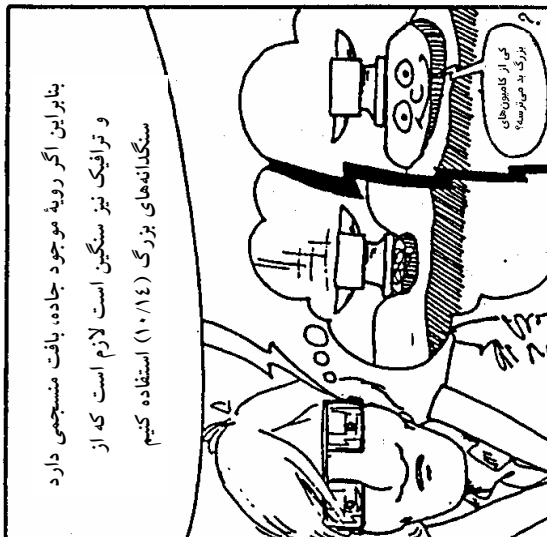
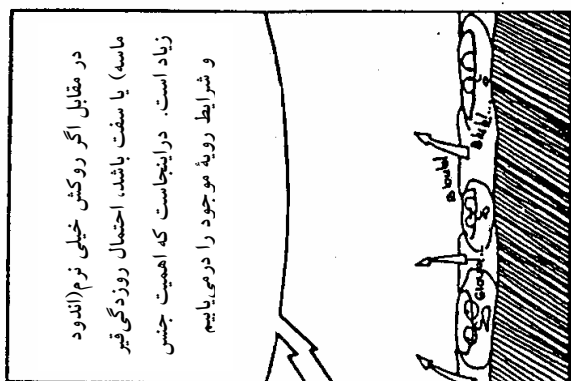
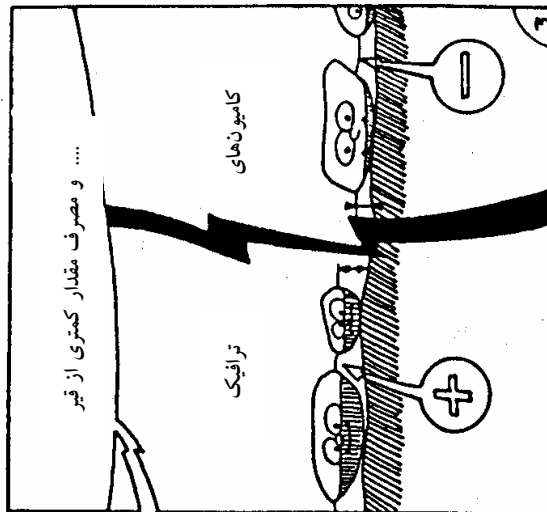
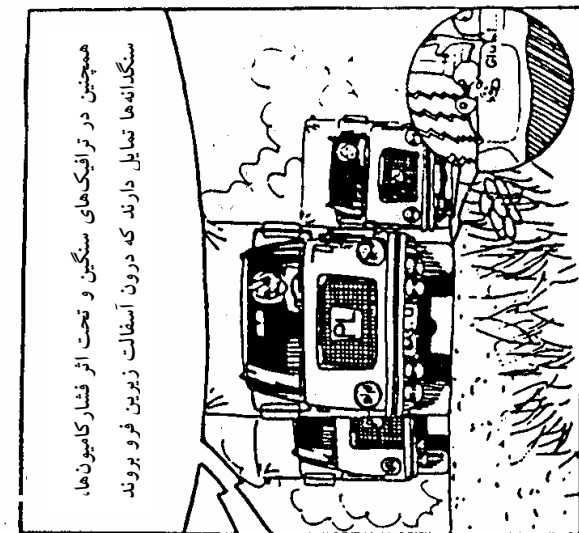
طراحی روکش‌های سطحی راه

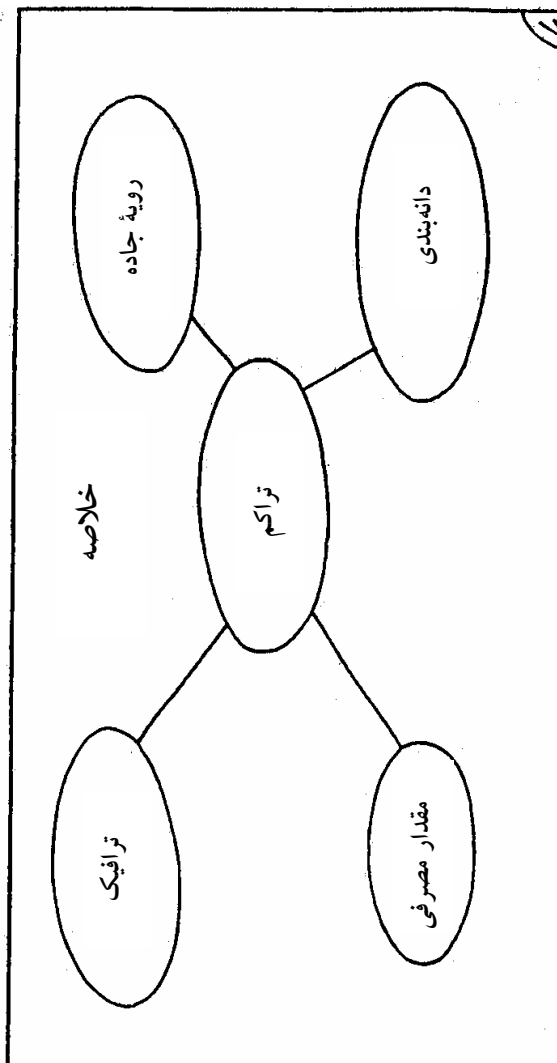
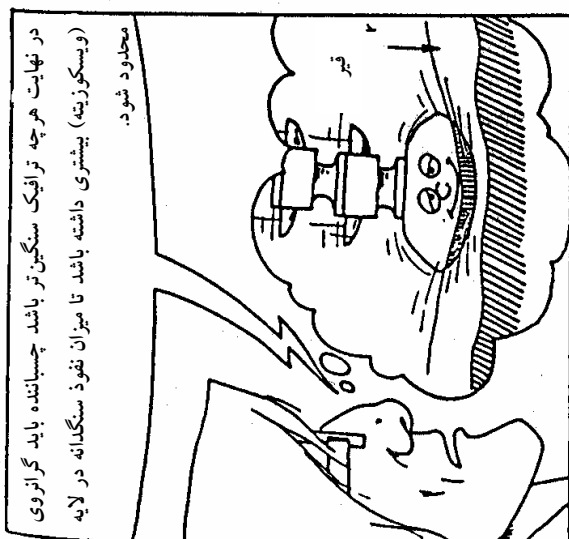
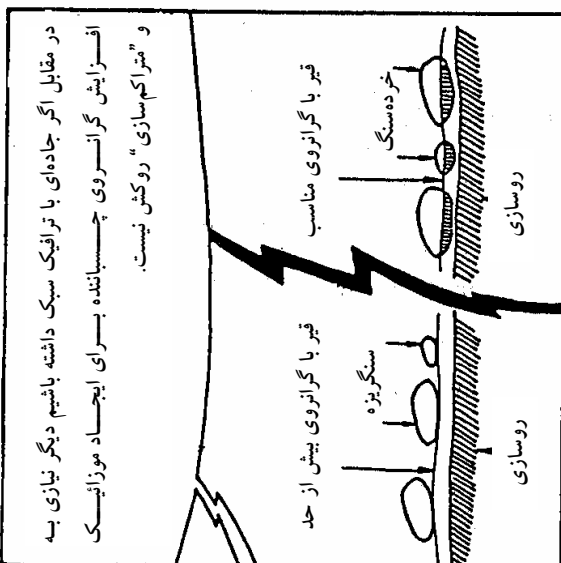
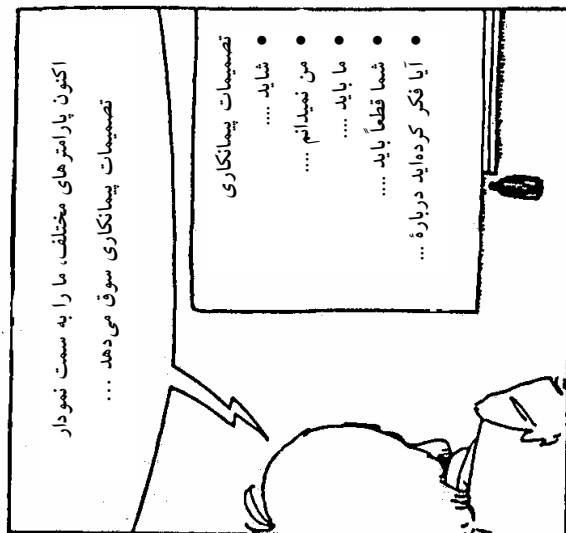




اولین لایه قیر، اهمیت کمتری دارد زیرا نگهداری سنگدانه ها، لزوماً توسط لایه دوم صورت می گیرد. پایداری مکانیکی کل، توسط دومین لایه سنگدانه ها تأمین می شود. این نوع طرح در هنگام استفاده از امولسیون و یا زمانی که رویه جاده بسیار متخلخل یا ناهمگن است انجام می گیرد.







پیوست ۲: خرابیهای روکش‌های سطحی

در مستندات بررسی‌شده، هیچ اشاره‌ای به عیوب و نقایص روکش‌های سطحی نشده است. البته این امر از نظر روان‌شناختی، قابل درک است، زیرا هدف از طرح موضوع روکش‌های سطحی و مشخصات فنی آنها، توسعه و احیاناً، ارتقاء کیفی آنهاست و برای کاربران، چندان جالب و تشویق‌کننده نیست که با معایی که ممکن است در این روسازی‌ها چشمگیر باشند برخورد نمایند.

در هر حال، مستنداتی وجود دارند که به این موضوع پرداخته باشند. از آن جمله، "کاتالوگ خرابی‌های روکش سطحی" نوشته M.LE DUFF است که توسط LCPC (فرانسه) در سال ۱۹۷۹ منتشر گردید. این کاتالوگ مشتمل بر دو بخش است:

- بخش اول: توصیف انواع مختلف خرابی‌ها و بیان علل آنها؛
- بخش دوم: نمایش تصاویر برخی از خرابی‌ها.

به عنوان مثال، چند نمونه از تصاویر بخش دوم این کاتالوگ را ارائه نموده‌ایم. هدف از این کار، آن است که نشان دهیم شکست‌ها و خرابی‌ها، می‌توانند درس‌های مفید و خوبی به ما بدهند.

دانستن چیزهایی که باید از آنها اجتناب شود، در تحقق اهداف ساخت یک روکش و موفقیت آن، بسیار مهم است. کاری که این کاتالوگ، سعی بر انجام آن دارد.

به عقیده ما، انجام کاری مشابه این کاتالوگ در پیارک ضروریست و هر یک از اعضا بایستی فهرستی از خرابی‌های روکش سطحی را همراه با علل احتمالی آنها تهیه نمایند تا بتوان قواعد لازم برای پیشرفت‌های آتی را استخراج و تدوین نمود.

گزیده‌هایی از کاتالوگ خرابی‌های روکش سطحی (LCPC)



گرشدگی سطح راه به علت استفاده از چسباننده با ویسکوزیته بالا و در درجه‌حرارت خیلی کم



عریان‌شدگی و جداشدگی سنگدانه‌ها به دلیل پخش ناکافی چسباننده (گرفتگی افشانک پخش)



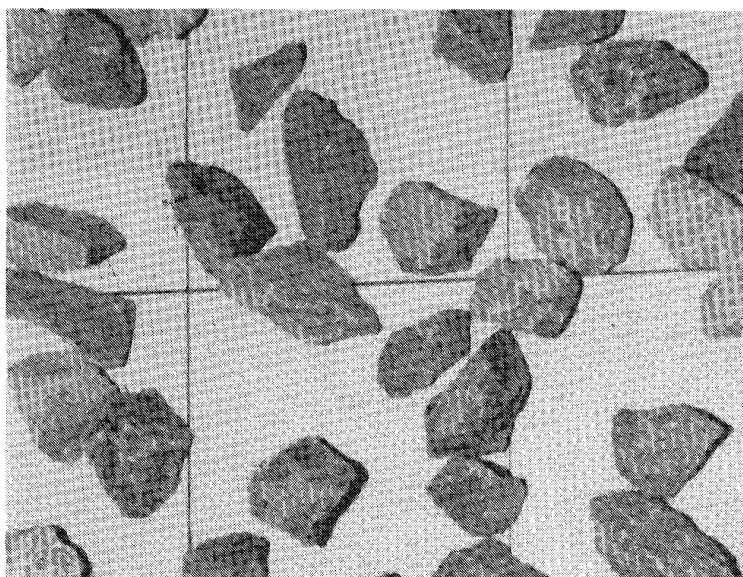
لکه‌های روزدگی قیر بخاطر اضافه‌بودن میزان چسباننده در باند عبوری کندرو
(ترافیک سنگین بر روی جاده‌ای با دو باند سواره‌رو جداگانه)

پیوست ۳: گزیده‌هایی از راهنمای تصویری LCPC

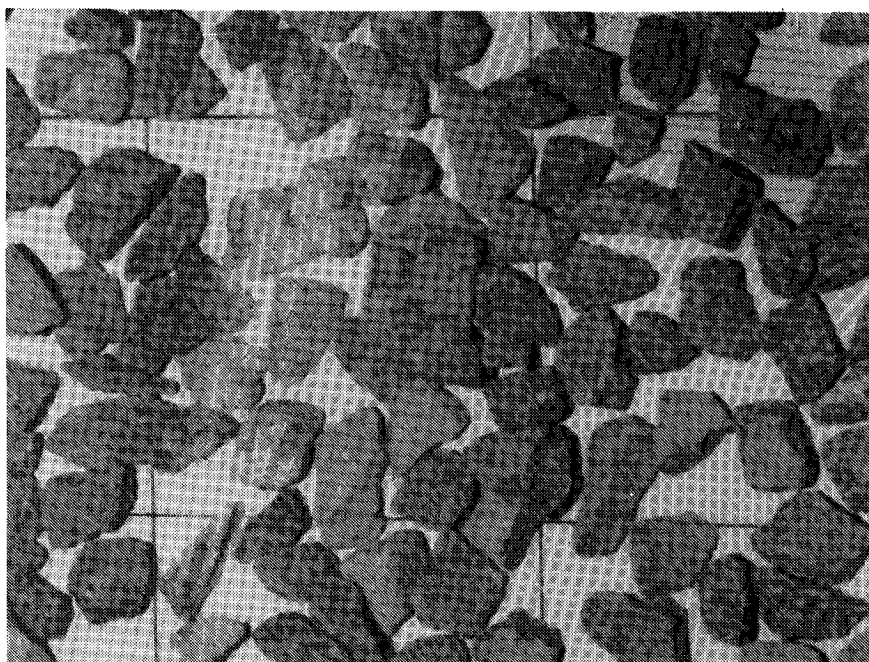
روکش‌های سطحی - پخش سنگدانه



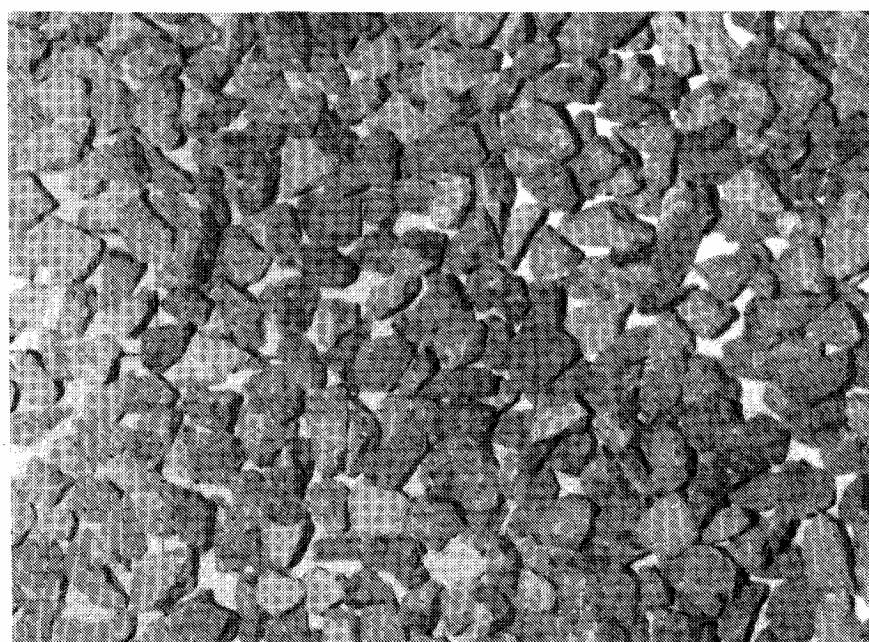
دانه‌بندی ۱۰/۱۴، مقدار مصرفی ۱۰ لیتر بر متر مربع، مقیاس ۱:۱



دانه‌بندی ۱۰/۱۴، مقدار مصرفی ۴ لیتر بر متر مربع، مقیاس ۱:۱



دانه‌بندی ۶/۱۰، مقدار مصرفی ۴ لیتر بر متر مربع، مقیاس ۱:۱



دانه‌بندی ۴/۶، مقدار مصرفی ۴ لیتر بر متر مربع، مقیاس ۱:۱

پیوست ۴: مطالعه اقتصادی (۱۹۸۷)

نتایج مطالعه اقتصادی روکش‌های سطحی

داده‌های اقتصادی				اهمیت روکش‌های سطحی در شبکه‌های مختلف جاده‌ای						نام کشور
متوسط قیمت در متر مربع				شبکه ملی یا اصلی			کل شبکه			
(a)	روکش سطحی دولایه	روکش سطحی تک‌لایه	۴ Cm بتن آسفالتی	روکش‌های سطحی		بتن آسفالتی (AC)	روکش‌های سطحی		بتن آسفالتی (AC)	
(b)	(b)		(a)	%	km	km	%	km	km	
3.4	38.00F	17.00F	127.00F	98	433	9	98	433	9	آفریقای مرکزی
2.2	30.00F	22.00F	66.00F	-	-	-	-	-	-	کامرون
1.6	54.00F	28.00F	88.00F	-	-	-	-	-	-	کنگو
-	45.00F	-	-	-	-	-	-	-	-	زئیر
1.9	250.00X	150.00X	480.00X	76	13700	4400	82	27700	5900	پرتغال
4.0	5.00X	-	20.00X	-	-	-	95	20000	1000	زیمبابوه
1.7	28.00X	-	48.00X	77	2400	700	85	4000	700	کنیا
2.8	3000.00X	1700.00X	8400.00X	-	-	-	-	-	-	اندونزی
2.6	30.00F	15.00F	80.00F	-	-	10500	21	22000	81000	اتریش
3.2	2.50X	1.70X	8.00X	96	50000	2000	99	220000	2000	استرالیا
2.2	16.00F	11.50F	35.00F	21	6000	-	86	1300000	-	فرانسه
2.0	80.00X	50.00X	163.00X	10	-	-	-	-	-	بلژیک
-	-	-	-	0	0	15471	0	0	75770	یوگسلاوی
2.1	3.25X	2.20X	6.90X	-	-	-	-	-	-	هلند

F = فرانک فرانسه

X = پول رایج محلی

فهرست انتشارات

عنوان	سال انتشار	قیمت (ریال)
<i>الف) پروژه‌های تحقیقاتی</i>		
۱. کاربرد آب و مصالح محلی چابهار برای ساخت بلوکهای ساختمانی	بهار ۸۳	۱۱/۰۰۰
۲. شیوه‌های طراحی و کاربرد حفاظها و ضربه‌گیرهای ایمنی در راهها	بهار ۸۳	۱۳/۰۰۰
۳. ضوابط طراحی و اجرای روسازی راه‌آهن بدون بالاست	بهار ۸۳	۱۴/۰۰۰
۴. بررسی و مقایسه فنی و اقتصادی رویه‌های بتنی و آسفالتی	بهار ۸۳	۲۷/۰۰۰
۵. بررسی مسائل کمی و کیفی مصرف قیر در راههای کشور	زمستان ۸۳	۱۶/۰۰۰
۶. ضوابط طراحی و اجرای آسفالت ماستیک	بهار ۸۴	۱۱/۰۰۰
۷. راهنمای طراحی و ایمن‌سازی پایه علائم راه	بهار ۸۴	۱۱/۰۰۰
۸. بررسی عوامل مؤثر در ارزیابی و توجیه فنی و اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی پروژه‌های راه و راه‌آهن	تابستان ۸۴	۲۴/۰۰۰
۹. راهنمای طراحی و اجرای سیستم زهکشی آبهای سطحی و زیرسطحی راه، راه‌آهن و فرودگاه (و نقشه‌های اجرایی)	تابستان ۸۴	۲۳/۰۰۰
۱۰. روش‌های جدید طرح مخلوط‌های آسفالتی بر اساس عملکرد و پیشنهاد روش مناسب برای کشور	تابستان ۸۴	۱۳/۰۰۰
۱۱. راهنمای تثبیت لایه‌های خاکریز و روسازی راهها	تابستان ۸۴	۱۸/۰۰۰
۱۲. تسلیح خاکریز و بستر راهها با استفاده از ژئوگرید	تابستان ۸۴	۱۴/۰۰۰
۱۳. سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل ریلی	پاییز ۸۴	۲۰/۰۰۰
۱۴. ظرفیت باربری محوری شمعها	زمستان ۸۴	۱۷/۰۰۰
۱۵. تثبیت شیب شیروانی خاکریزها و خاکبرداری‌ها	بهار ۸۵	۱۴/۰۰۰
۱۶. روش‌های نوین تعیین مشخصات و ارزیابی روسازی راه	بهار ۸۵	۱۰/۰۰۰
۱۷. روش‌های بازیافت سرد و گرم آسفالت و امکان‌سنجی اقتصادی آن در ایران	بهار ۸۵	۱۵/۰۰۰
۱۸. بررسی و ارائه روش‌های ساماندهی اخذ عوارض در آزادراههای کشور	بهار ۸۵	۲۲/۰۰۰
۱۹. معیارهای طرح مخلوط‌های آسفالتی برای مناطق گرمسیر، سردسیر و شیبهای تند جاده‌ها	بهار ۸۵	۲۰/۰۰۰
۲۰. کاربرد پلیمر در بهبود خواص قیرها و مخلوط‌های آسفالتی	تابستان ۸۵	۱۷/۰۰۰
۲۱. آشنایی با جداسازهای لرزه‌ای و تاثیر آنها بر عملکرد پلها	زمستان ۸۵	۲۵/۰۰۰

۲۵/۰۰۰	۸۵	زمستان	۲۲. آب و هوا و ایمنی جاده‌ها
۳۵/۰۰۰	۸۶	بهار	۲۳. روشهای ثبت تصادفات و شناسایی نقاط پرتصادف
۲۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۲۴. ساعت کار مجاز رانندگان حمل‌ونقل باری
۲۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۲۵. کاربرد CBR غیراشباع در طراحی روسازی
۴۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۲۶. سیستم‌های کنترل هوشمند تونل
۲۰/۰۰۰	۸۶	تابستان	۲۷. راهنمای ایمن‌سازی گلوگاه‌های راه

ب) گزارش‌های تخصصی

۱۰/۰۰۰	۸۲	تابستان	۱. ممیزی ایمنی راه
۱۰/۰۰۰	۸۲	پاییز	۲. پیشنهاداتی برای آزمایش ژئوتکستایلها
۱۰/۰۰۰	۸۲	پاییز	۳. راهنماییهای سودمند برای طراحی و ساخت خاکریزهای راه
			۴. روشها و شرایط لازم برای عملیات خاکی به منظور کاهش اثرات زیست محیطی پروژه‌های راه
۱۰/۰۰۰	۸۲	پاییز	۵. آلودگی ناشی از دی اکسید نیتروژن در تونلهای راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۶. ایمنی در تونلها
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۷. مدیریت ترافیک و کیفیت سرویس
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۸. بهینه سازی شبکه‌های موجود بین شهری
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۹. بیست و دومین همایش جهانی راه پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۰. یارانه‌ها هزینه‌ها و منافع اجتماعی حمل‌ونقل عمومی
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۱. برنامه‌ریزی و بودجه در شبکه راهها
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۲. روش‌های مشارکت همگانی در توسعه پروژه راه
۱۱/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۳. قیمت‌های بین‌المللی سوخت (بنزین و گازوئیل)
۱۱/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۴. سیاست حمل‌ونقل اروپایی تا سال ۲۰۱۰
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۵. مبانی تحلیل اقتصادی
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۶. گزارش سالانه ژوئیه ۲۰۰۳ GRSP
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۷. راهنمای ممیزی ایمنی راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	۱۸. راهنمای فیلم‌های IRF
			۱۹. انتخاب مصالح و طراحی روسازی‌های انعطاف‌پذیر برای آمدوشد و شرایط آب‌وهوایی سخت
۱۶/۰۰۰	۸۳	تابستان	

۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	۲۰. راههای دسترسی به مناطق برون شهری
۱۱/۰۰۰	۸۳	تابستان	۲۱. روش‌های ساده نگهداری راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	۲۲. تجهیزات اتوماتیک بررسی ترک خوردگی روسازی راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۳. ارتقاء و بهبود عملکرد داخلی راهها
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۴. تأمین مالی و ارزیابی اقتصادی
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۵. بهبود تأمین منابع مالی و مدیریت نگهداری راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۶. بازیافت روسازی‌های انعطاف‌پذیر موجود
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۷. حمل‌ونقل هوشمند
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۸. محیط زیست و پروژه‌های راهسازی
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۹. تقسیم مسئولیت برای داشتن جاده‌های ایمن‌تر
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۰. فرآیند تصمیم‌گیری در اعمال سیاست‌های پایدار حمل‌ونقل جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۱. کیفیت خدمات جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۲. روش‌هایی برای ارزیابی خطر وقوع زمین لغزه‌ها
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۳. روش‌های ارزیابی اقتصادی برای پروژه‌های راه در کشورهای عضو پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۴. راهنمای ارزیابی سیستم‌های نگهدارنده خاک
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۵. آشنایی با مفاهیم مدیریت روسازی
			۳۶. راهنمای انعقاد قرارداد، نحوه انتخاب و مدیریت مشاوران در فعالیت‌های
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	مهندسی پیش از ساخت
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۷. تضمین کیفیت در عملیات خاکی
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۸. رویه‌های بتنی مسلح پیوسته
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۹. طبقه‌بندی تونل‌ها، دستورالعمل‌ها، تجربیات موجود و پیشنهادات
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۴۰. نقش مدل‌های اقتصادی و اجتماعی - اقتصادی در مدیریت راه
۱۰/۰۰۰	۸۴	تابستان	۴۱. حمل‌ونقل ترکیبی، اقداماتی جهت تشویق به استفاده از حمل‌ونقل عمومی
۱۰/۰۰۰	۸۴	تابستان	۴۲. پیشرفت مدیریت و تأمین بودجه نگهداری راهها در افریقا
۱۱/۰۰۰	۸۴	پاییز	۴۳. برنامه ملی ایمنی ترافیک کشور ترکیه
۱۷/۰۰۰	۸۴	پاییز	۴۴. بررسی توسعه حمل‌ونقل در منطقه اسکاپ در سال ۲۰۰۳، آسیا و اقیانوسیه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۵. تبادل فناوری و توسعه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۶. راههای دارای رویه بتنی
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۷. تجدید ساختار بخش راه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۸. حمل‌ونقل کالا

۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۹. گزارش سالانه ژوئن ۲۰۰۴ GRSP
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۰. بکارگیری مصالح حاصل از بازیافت رویه‌های آسفالتی و بتن خردشده در خاکریز
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۱. تراکم ترافیک در آزادراهها و بزرگراهها
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۲. کاربرد بتن غلتکی در راهسازی
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۳. راهنمای تأمین روشنایی راهها
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۴. راهسازی در نواحی بیابانی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۵. مدیریت عملکرد پلها
۱۲/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۶. سیستم مدیریت ایمنی در صنعت حمل‌ونقل ریلی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۷. راهنمای ممیزی سیستم مدیریت ایمنی هوایی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۸. توسعه ابزارهای سنجش عملکرد
۳۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۵۹. نگهداری نواحی کنار راه و زهکشی (جلد اول)
۳۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۰. تعمیر و نگهداری راههای شوسه (جلد دوم)
۲۵/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۱. تعمیر و نگهداری راههای دارای رویه آسفالتی (جلد سوم)
۱۵/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۲. نگهداری سازه‌ها و ادوات کنترل ترافیک (جلد چهارم)
۱۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۳. فناوری و اقدامات ابتکاری کنترل ترافیک در اروپا
۱۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۴. معرفی سیستم مدیریت ریسک
۱۲/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۵. تعمیر و مقاوم‌سازی زیرسازه پلها
۲۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۶. الگوی مناسب برای بهره‌برداری و نگهداری تونل‌های جاده‌ای
۲۶/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۷. مدیریت ایمنی راه
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۸. مطالعه‌ای بر مدیریت ریسک در راهها
۱۲/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۹. گزارش جهانی در خصوص پیشگیری از صدمات ناشی از تصادفات جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۷۰. ارزیابی و تأمین بودجه نگهداری راه در کشورهای عضو پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۷۱. حفاظت کاتدیک عرشه پلها
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۷۲. روش‌های بهبود ایمنی در راههای بین‌شهری
۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۳. اندودهای آب‌بندی آسفالت
۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۴. مخلوط‌های آسفالتی با مقاومت بالا در برابر شیارشدگی
۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۵. مروری بر مدیریت دارایی در راهها
۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۶. مدیریت راه
۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۷. بزرگراه آسیایی و توسعه
۱۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۷۸. راههای با روسازی انعطاف‌پذیر

۱۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۷۹. سیستم‌های مدیریت سوانح رانندگی مورد استفاده در تونل‌ها
۱۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۸۰. آسفالت متخلخل
۱۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۸۱. نقش و جایگاه اداره راه
۱۲/۰۰۰	۸۶	بهار	۸۲. مطالعه تطبیقی فعالیتهای مدیریت پل
۱۰/۰۰۰	۸۶	تابستان	۸۳. روکش‌های سطحی
۱۴/۰۰۰	۸۶	تابستان	۸۴. بودجه و امر نگهداری راه - یک دیدگاه آسیایی

ج) کتب

۱۵/۰۰۰	۸۳	تابستان	۱. فرهنگ جامع دریایی
۳۹/۰۰۰	۸۳	تابستان	۲. برنامه‌ریزی و طراحی فرودگاه (دو جلد)
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	۳. فرهنگ و اصطلاحات فنی و مهندسی راه
۱۲۵/۰۰۰	۸۴	پاییز	۴. راهنمای ایمنی راه (پیارک)
۴۰/۰۰۰	۸۴	پاییز	۵. فرهنگ مصور دریایی (همراه با نسخه الکترونیک)
۷۵/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶. مدیریت پل

د) ضوابط

۵۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۱. آیین‌نامه نحوه بارگیری، حمل و مهار ایمن بار وسایل نقلیه باربری جاده‌ای
۲۶/۰۰۰	۸۴	زمستان	۲. راهنمای تهیه مشخصات فنی، جزئیات و نقشه‌ها در پل و سازه‌های راه
			۳. دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستم‌های ایمنی، روشنایی، تهویه، کنترل و برق تونلهای جاده‌ای
۲۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۴. دستورالعمل آزمایشهای استاتیکی شمع‌ها
۲۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۵. دستورالعمل تحویل موقت و قطعی راهها
۳۲/۰۰۰	۸۶	تابستان	۱. راهنمای طراحی و اجرای علائم برجسته راه
۲۲/۰۰۰	۸۶	تابستان	۲. دستورالعمل بازرسی ایمنی راه
۱۱/۰۰۰	۸۶	تابستان	۳. راهنمای درزگیری رویه‌های آسفالتی
۱۶/۰۰۰	۸۶	تابستان	۴. راهنمای لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی

هـ) لوح فشرده

۳۴/۵۰۰	۸۳	پاییز	۱. نشریات Austroads (شامل ۱۸۶ عنوان از نشریات وزارت راه استرالیا و نیوزلند در موضوعات مختلف به صورت فایل pdf)
۳۴/۵۰۰ (قیمت واحد)	۸۳	زمستان	۲. فیلم‌های آموزشی راه IRF (شامل ۱۰۷ فیلم در ۴۲ لوح فشرده)
۳۴/۵۰۰	۸۴	بهار	۳. نشریات SWOV (شامل ۱۳۸ عنوان از نشریات SWOV, VTI, DRI, NCHRP, در موضوعات مختلف به صورت فایل pdf)
۴۷/۵۰۰	۸۴	پاییز	۴. آیین‌نامه ایمنی راهها (مجموعه هفت جلدی منتشر شده از سوی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی)
۵۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۵. آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران

Ministry of Roads and Transportation
Deputy of Education Research and Technology

Surface Dressings
(Synthesis of International Experiences)



WORLD ROAD ASSOCIATION – PIARC

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

Surface Dressings

(Synthesis of International Experiences)

THE BUREAU OF TECHNOLOGY & SAFETY STUDIES

PIARC SECRETARIAT IN IRAN

86/RRRI/231

ISBN: 964-6299-93-8



9 789646 299931