جمهوری اسلامی ایران

دستورالعمل استفاده از امولسیونهای قیری در راهسازی

نشریه شماره ۲۰۷

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

وزارت راه و ترابری
مرکز تحقیقات و آموزش

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۱/۰۰/۹۳

۱۳۸۱

omoorepeyman.ir

فهرستبرگه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها
دستورالعمل استفاده از امولسیونهای قیری در راهسازی/ معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ وزارت راه و ترابری، مرکز تحقیقات و آموزش.- تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۱.
۲۱۶ص. :مصور.- (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه شماره۲۰۷) (انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛ ۸۱/۰۰/۹۳)
ISBN 964-425-399-X
مربوط به بخشنامه شماره ۱۰۱/۱۷۷۷۷ مورخ ۱۳۸۱/۹/۳۰
کتابنامه: ص.۲۱۶

۱. امولسیونهای قیری – دستنامه‌ها. ۲. روسازی با آسفالت – دستنامه‌ها. الف. ایران. وزارت راه و ترابری. مرکز تحقیقات و آموزش. ب. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

TA ۳۶۸/س۲۴ ش.۲۰۷ ۱۳۸۱

شابک X-۳۹۹-۴۲۵-۹۶۴ ISBN 964-425-399-X

دستورالعمل استفاده از امولسیونهای قیری در راهسازی

تهیه کننده: معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. معاونت امور پشتیبانی. مرکز مدارک علمی و انتشارات
چاپ اول: ۱۵۰۰ نسخه، ۱۳۸۱
قیمت: ۱۴۰۰۰ ریال
لیتوگرافی: قاسملو
چاپ و صحافی: چاپ زحل

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

omoorepeyman.ir

ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
دفتر رئیس سازمان

بسمه تعالی

بخشنامه به دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور	**شماره :** ۱۰۱/۱۷۷۷۱
	تاریخ : ۱۳۸۱/۹/۳۰

موضوع : دستورالعمل استفاده از امولسیونهای قیری در راهسازی

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرحهای عمرانی موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و درچهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی‌کشور (مصوبه‌شماره ۲۴۵۲۵/ت ۱۴۸۹۸هـ ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت وزیران) به پیوست نشریه شماره **۲۰۷** دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان با عنوان « ***دستورالعمل استفاده از امولسیونهای قیری در راهسازی*** » از نوع گروه سوم ابلاغ می‌گردد.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده نمایند و رعایت مفاد این نشریه در صورتی که روشها، دستورالعمل‌ها و راهنماهای بهتر در اختیار داشته باشند، الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روشها یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، ارسال دارند.

محمد ستاری فر
معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

پیشگفتار ۱

۱- استفاده از امولسیون‌های قیری در راهسازی ۶

۱-۱- تاریخچه کاربرد امولسیون‌های قیری ۷

۲- طبقه‌بندی و ساختار امولسیون‌های قیری ۱۰

۲-۱- تعریف امولسیون قیری ۱۰

۲-۲- انواع امولسیون‌های قیری ۱۳

۲-۲-۱- رده‌بندی امولسیون‌های قیری از نظر سرعت شکستن ۱۳

۲-۲-۱-۱- امولسیون‌های قیری تندشکن (ناپایدار) ۱۳

۲-۲-۱-۲- امولسیون‌های قیری کندشکن (نیمه پایدار) ۱۴

۲-۲-۱-۳- امولسیون‌های قیری دیرشکن (پایدار) ۱۴

۲-۲-۲- رده‌بندی امولسیون‌های قیری از نظر بار الکتریکی ۱۵

۲-۲-۲-۱- امولسیون‌های قیری کاتیونیک ۱۵

۲-۲-۲-۲- امولسیون‌های قیری آنیونیک ۱۶

۲-۳- موارد کاربرد امولسیون‌های قیری ۲۰

۲-۴- اجزای تشکیل‌دهنده امولسیون‌های قیری ۲۱

۲-۴-۱- قیر ۲۱

۲-۴-۲- آب ۲۲

۲-۴-۳- امولسیون‌ساز ۲۳

۲-۴-۳-۱- امولسیون‌سازهای کاتیونیک ۲۵

۲-۴-۳-۲- امولسیون‌سازهای آنیونیک ۲۷

۲-۴-۳-۳- امولسیون‌سازهای غیریونی ۳۰

۲-۴-۴- پایدارکننده‌ها ۳۰

۲-۵- خواص امولسیون‌های قیری ۳۱

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان — صفحه

۲-۵-۱- کندروانی ۳۱
۲-۵-۲- نشست ۳۳
۲-۵-۳- لخته شدن ۳۴
۲-۵-۴- انعقاد ۳۵
۲-۵-۵- شکست ۳۶
۲-۵-۶- چسبندگی ۴۲
۲-۶- رابطه خواص امولسیون قیری با متغیرهای آن ۴۴

۳- ساخت امولسیون‌های قیری ۴۸
۳-۱ - تجهیزات ساخت امولسیون‌های قیری ۴۹
۳-۱-۱- آسیاب کلوئیدی ۵۰
۳-۲- ساخت امولسیون‌قیری به روش پیمانه‌ای (مرحله‌ای) ۵۱
۳-۳ - ساخت امولسیون‌قیری به روش پیوسته (مداوم) ۵۳

۴- ذخیره‌سازی، جابجایی و نمونه‌گیری امولسیون‌های قیری ۵۶
۴-۱- ذخیره‌سازی امولسیون‌های قیری ۵۶
۴-۲- ذخیره سازی امولسیون قیری ۵۸
۴-۳- جابجایی امولسیون‌های قیری ۶۰
۴-۴ - نمونه‌گیری امولسیون‌های قیری ۶۵
۴-۴-۱- ظروف نمونه‌گیری ۶۵
۴-۴-۲- محل نمونه‌گیری ۶۵
۴-۴-۳- نکات احتیاطی در نمونه‌گیری ۶۶
۴-۵- نکات ایمنی در جریان نمونه‌گیری ۶۸
۴-۶- محافظت و نگهداری نمونه‌های امولسیون قیری ۶۸

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۵- آزمایش‌های امولسیون‌های قیری ۷۲

۵-۱- آزمایش‌های تعیین اجزای تشکیل دهنده امولسیون قیری ۷۴

۵-۱-۱- آزمایش تعیین مقدار آب ۷۴

۵-۱-۲- آزمایش تعیین مقدار باقیمانده از تقطیر ۷۵

۵-۱-۳- آزمایش شناسایی ماده روغنی تقطیر شده با روش ریز تقطیر ۷۵

۵-۱-۴- آزمایش تعیین باقیمانده در اثر تبخیر ۷۶

۵-۱-۵- آزمایش تعیین بارالکتریکی ذرات امولسیون قیری کاتیونیک ۷۶

۵-۲- آزمایش تعیین غلظت امولسیون‌های قیری ۷۷

۵-۲-۱- آزمایش‌تعیین‌کندروانی به‌روش‌سیبولت فیورل ۷۷

۵-۳- آزمایش‌های تعیین پایداری امولسیون‌های قیری ۷۸

۵-۳-۱- آزمایش گلوله شدن ۷۸

۵-۳-۲- آزمایش نشست ۷۹

۵-۳-۳- آزمایش اختلاط با سیمان ۸۰

۵-۳-۴- آزمایش الک ۸۱

۵-۳-۵- آزمایش پوشش ۸۱

۵-۳-۶- آزمایش قابلیت امتزاج با آب ۸۲

۵-۳-۷- آزمایش یخزدگی ۸۲

۵-۳-۸- قابلیت اندود و مقاومت در مقابل آب ۸۳

۵-۳-۹- آزمایش پایداری امولسیون قیری در انبار کردن ۸۴

۵-۴- آزمایشهای بررسی قیر باقیمانده از تقطیر امولسیون قیری ۸۵

۵-۴-۱- آزمایش شناوری ۸۵

۶- انتخاب و مصرف امولسیون‌های قیری ۸۸

۶-۱- عوامل مؤثر در انتخاب امولسیون قیری ۸۸

۶-۲- کاربرد عمومی امولسیون‌های قیری ۹۰

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان — صفحه

۶-۲-۱- امولسیون‌های قیری تندشکن ۹۰
۶-۲-۲- امولسیون‌های قیری کندشکن ۹۰
۶-۲-۳- امولسیون‌های قیری دیرشکن ۹۲
۶-۳- سایر عوامل مؤثر در انتخاب امولسیون‌های قیری ۹۲

۷- آسفالتهای حفاظتی با امولسیون قیری ۹۸
۷-۱- اهداف استفاده از آسفالتهای حفاظتی ۹۹
۷-۲- انواع آسفالتهای حفاظتی ۱۰۰
۷-۲-۱- آسفالت سطحی ۱۰۰
۷-۲-۱-۱- آسفالت سطحی تک لایه‌ای ۱۰۰
۷-۲-۱-۲- آسفالت سطحی چند لایه‌ای ۱۰۱
۷-۲-۱-۳- طراحی آسفالت سطحی ۱۰۲
۷-۲-۱-۳-۱- محاسبه مقادیر امولسیون قیری و سنگ ۱۰۴
۷-۲-۱-۳-۲- اصلاح مقادیر طرح ۱۱۱
۷-۲-۱-۳-۳- نمونه محاسبه سنگدانه و امولسیون قیری ۱۱۳
۷-۲-۱-۴- مقادیر امولسیون قیری و مصالح سنگی مصرفی با روش‌های تجربی ۱۱۵
۷-۲-۱-۵- آماده کردن سطح راه و محدودیت‌های فصلی ۱۱۷
۷-۲-۱-۶- اجرای آسفالت سطحی ۱۱۹
۷-۲-۲- اندود آببندی با ماسه ۱۲۷
۷-۲-۳- دوغاب آببندی (اسلاری سیل) ۱۲۸
۷-۲-۳-۱- اجزای تشکیل‌دهنده مخلوط دوغاب‌آببندی ۱۲۹
۷-۲-۳-۱-۱- مصالح سنگی ۱۲۹
۷-۲-۳-۱-۲- امولسیون قیری ۱۳۲
۷-۲-۳-۱-۳- آب ۱۳۳

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۷-۲-۳-۲- طرح مخلوطهای دوغاب آببندی ۱۳۳
۷-۲-۳-۳- آماده نمودن سطح راه ۱۳۴
۷-۲-۳-۴- پخش و متراکم نمودن دوغاب آببندی ۱۳۵
۷-۲-۳-۵- محدودیتهای فصلی و کنترل عبور وسایط نقلیه ۱۳۶
۷-۲-۴- مخلوطهای آسفالتی نازک امولسیونی ۱۳۷
۷-۲-۴-۱- اجزای تشکیل‌دهنده آسفالت نازک امولسیونی ۱۳۸
۷-۲-۴-۱-۱- مصالح سنگی ۱۳۸
۷-۲-۴-۱-۲- فیلر معدنی ۱۴۰
۷-۲-۴-۱-۳- امولسیون قیری ۱۴۰
۷-۲-۴-۱-۴- آب ۱۴۰
۷-۲-۴-۱-۵- پلیمر ۱۴۱
۷-۲-۴-۱-۶- مواد مضاف ۱۴۲
۷-۲-۴-۲- طرح اختلاط آسفالت نازک امولسیونی ۱۴۲
۷-۲-۴-۳- آماده نمودن سطح راه ۱۴۳
۷-۲-۴-۴- اجرای آسفالت نازک امولسیونی ۱۴۴
۷-۲-۴-۵- محدودیت‌های فصلی و کنترل آمدوشد وسایط نقلیه ۱۴۶
۷-۲-۵- اندود سطحی ۱۴۷
۷-۲-۶- اندود آببندی بدون سنگدانه ۱۴۸
۷-۲-۷- حفاظت با مالچ ۱۵۰
۷-۲-۷-۱- مالچ پاشی با امولسیون قیری ۱۵۰
۷-۲-۷-۲- نشاندن مالچ با امولسیون قیری ۱۵۱
۷-۲-۸- اندود پرکننده ترکها ۱۵۳
۷-۲-۹- اندود نفوذی ۱۵۵
۷-۲-۱۰- غبار نشانی با امولسیون قیری ۱۵۶

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان — صفحه

۷-۳- مخلوطهای تعمیراتی و نگهداری ۱۵۷
۷-۳-۱- مخلوطهای تعمیراتی در مصارف فوری ۱۵۸
۷-۳-۲- مخلوطهای تعمیراتی برای مصارف مدت‌دار ۱۵۸

۸- مخلوطهای آسفالتی با امولسیون قیری ۱۶۲
۸-۱- مخلوطهای آسفالت گرم امولسیون قیری ۱۶۳
۸-۱-۱- ساخت مخلوطهای آسفالتی گرم با امولسیون قیری ۱۶۳
۸-۱-۱-۱- مخلوط کردن مصالح سنگی ۱۶۳
۸-۱-۲- مخلوط کردن مصالح سنگی و امولسیون قیری ۱۶۴
۸-۱-۳- پخش کردن ۱۶۵
۸-۱-۴- کنترل کوبیدگی آسفالت ۱۶۶
۸-۲- مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای با امولسیون قیری ۱۶۷
۸-۲-۱- مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای با دانه‌بندی باز ۱۶۸
۸-۲-۳- مخلوطهای آسفالتی سرد کارخانه‌ای با ماسه ۱۷۲
۸-۲-۴- پخش و متراکم نمودن مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای با امولسیون قیری ۱۷۴
۸-۲-۵- نکات احتیاطی در اجرای مخلوطهای آسفالتی سرد کارخانه‌ای ۱۷۶
۸-۳- آسفالت سرد مخلوط در محل با امولسیون قیری ۱۷۷
۸-۳-۱- ساخت آسفالتهای سرد مخلوط در محل ۱۷۸
۸-۳-۲- پخش و متراکم نمودن آسفالت سرد مخلوط در محل ۱۸۲
۸-۴- آسفالت ماکادام نفوذی با امولسیون قیری ۱۸۳
۸-۴-۱- اجزای تشکیل‌دهنده آسفالت ماکادام نفوذی ۱۸۴
۸-۴-۱-۱- مصالح سنگی ۱۸۴
۸-۴-۱-۲- امولسیون قیری ۱۸۶
۸-۴-۲- اجرای آسفالت ماکادام نفوذی ۱۸۷

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان — صفحه

۹- طراحی مخلوطهای آسفالتی سرد با امولسیون قیری با روش مارشال اصلاح شده ۱۹۲

۹-۱- مراحل طراحی ۱۹۳

۹-۱-۱- تعیین مرغوبیت مصالح سنگی ۱۹۳

۹-۱-۲- تعیین کیفیت امولسیون قیری ۱۹۴

۹-۱-۳- تعیین میزان تقریبی امولسیون قیری ۱۹۵

۹-۱-۴- تعیین میزان آب لازم در مراحل مخلوط کردن و متراکم نمودن ۱۹۶

۹-۱-۴-۱- تعیین میزان آب لازم در مرحله مخلوط کردن ۱۹۶

۹-۱-۴-۲- تعیین مقدار آب لازم در مرحله متراکم نمودن ۱۹۸

۹-۱-۵- تعیین مقدار قیر باقیمانده ۲۰۰

۹-۱-۶- انتخاب درصد قیر بهینه ۲۰۳

ضمیمه الف : برآورد مقدار امولسیون قیری با آزمایش معادل نفت به روش گریز از مرکز ۲۰۷

۱- مقدمه ۲۰۸

۲- تعیین مساحت سطح دانه‌های مصالح سنگی ۲۰۸

۳- تعیین ثابت سطح مخلوط مصالح سنگی ۲۰۹

۳-۱- تعیین ثابت سطح مصالح سنگی ریزدانه با آزمایش C.K.E ۲۰۹

۳-۲- تعیین ثابت سطح مصالح سنگی درشت‌دانه با آزمایش ظرفیت سطح (غرقاب در روغن) ۲۱۰

۴- تخمین درصد امولسیون قیری بهینه ۲۱۰

فهرست مراجع ۲۱۶

omoorepeyman.ir

فهرست اشکال

عنوان — صفحه

شکل ۲-۱ : امولسیون قیری از نوع روغن در آب ۱۲
شکل ۲-۲ : امولسیون قیری از نوع آب در روغن ۱۲
شکل ۲-۳ : قطره قیر با یونهای امولسیون‌ساز کاتیونیک ۲۴
شکل ۲-۴ : نمایش لایه دوگانه الکتریکی ۲۵
شکل ۲-۵ : نموداری از کارخانه مخلوط‌کن پیمانه‌ای ۲۸
شکل ۲-۶ : نموداری از کارخانه پیوسته تهیه امولسیون قیری ۳۰
شکل ۲-۷ : تغییرات کندروانی امولسیون قیری بر حسب میزان قیر ۳۲
شکل ۲-۸ : تغییرات کندروانی امولسیون قیری بر حسب دما ۳۲
شکل ۲-۹ : نشست امولسیون قیری ۳۴
شکل ۲-۱۰ : لخته شدن امولسیون قیری ۳۵
شکل ۲-۱۱ : انعقاد امولسیون قیری ۳۶
شکل ۲-۱۲ : طبقه‌بندی مصالح سنگی ۳۷
شکل ۲-۱۳ : تشکیل میسل‌های پایدار در اثر تجمع یون‌های امولسیون‌ساز ۳۸
شکل ۲-۱۴ : شروع فرآیند شکست ۳۹
شکل ۳-۱ : آسیاب کلوئیدی ۵۱
شکل ۷-۱ : تعیین میانگین کمترین بعد سنگدانه‌ها ۱۰۷
شکل ۷-۲ : تعیین ضریب اصلاح حجم قیر ۱۱۱
شکل ۷-۳ : زاویه قرارگیری شیار فواره پخش و ارتفاع مناسب لوله پخش کن برای انواع پوشش‌ها ۱۲۵
شکل ۹-۱ : نمونه‌ای از نمودارهای طرح مخلوطهای آسفالتی با امولسیون قیری ۲۰۵

omoorepeyman.ir

فهرست جداول

عنوان | صفحه

جدول ۲-۱ : زیرگروه‌های امولسیون‌های قیری کاتیونیک ۱۶

جدول ۲-۲ : مشخصات امولسیون‌های قیری کاتیونیک ۱۷

جدول ۲-۳ : زیرگروه‌های امولسیون‌های قیری آنیونیک ۱۸

جدول ۲-۴ : مشخصات امولسیون‌های قیری آنیونیک ۱۹

جدول ۲-۵ : نمونه‌هایی از انواع ترکیبات کاتیونی که به عنوان امولسیون‌ساز استفاده می‌شود ۲۹

جدول ۲-۶ : سرعت شکست و چسبندگی امولسیون‌های قیری آنیوتیک و کاتیونیک به مصالح سنگی ۴۴

جدول ۲-۷ : تأثیر متغیرها روی خواص امولسیون‌های قیری کاتیونیک که در تهیه آن از الکیل آمین
به عنوان عامل امولسیون‌ساز استفاده گردیده است ۴۴

جدول ۳-۱ : دمای بهینه قیر و محلول امولسیون‌ساز هنگام ساخت امولسیون‌های قیری با ۶۰ درصد قیر ۴۹

جدول ۴-۱ : دمای ذخیره سازی امولسیون‌های قیری ۵۸

جدول ۴-۲ : راهنمای وضعیت مخازن تخلیه شده قبل از بارگیری امولسیون قیری ۶۳

جدول ۴-۳ : عوامل ممکن در آلوده شدن مواد قیری به هنگام انتقال و روشهای پیشگیری ۶۳

جدول ۴-۴ : عوامل آلوده کننده احتمالی مواد قیری به هنگام ذخیره سازی در مخازن کارخانه
و روشهای پیشگیری ۶۴

جدول ۴-۵ : عوامل آلوده کننده نمونه امولسیون قیری به هنگام نمونه‌گیری و روشهای پیشگیری ۶۷

جدول ۶-۱ : کاربردهای عمومی انواع امولسیون‌های قیری ۹۴

جدول ۷-۱ : ضریب هدر رفتن سنگدانه‌ها ۱۰۶

جدول ۷-۲ : ضریب ترافیک برای محاسبه مقدار قیر ۱۰۹

جدول ۷-۳ : درصد قیر باقیمانده بعد از تبخیر مواد فرار امولسیون‌های قیری ۱۱۰

جدول ۷-۴ : راهنمای تعیین مقادیر قیر و مصالح سنگی برای آسفالت سطحی تک لایه‌ای ۱۱۶

جدول ۷-۵ : راهنمای تعیین مقادیر قیر و مصالح سنگی برای آسفالت سطحی دو لایه‌ای ۱۱۷

جدول ۷-۶ : راهنمای تعیین مقادیر قیر و مصالح سنگی برای آسفالت سطحی سه لایه‌ای ۱۱۸

جدول ۷-۷ : راهنمای تعیین مقادیر مصالح مورد نیاز برای Cape Seal ۱۱۹

جدول ۷-۸ : ضرایب تصحیح حجم- دما برای امولسیونهای قیری ۱۲۳

جدول ۷-۹ : دانه‌بندی مصالح سنگی مخلوط دوغاب آببندی ۱۳۱

omoorepeyman.ir

متاسفانه بدلیل عدم شناخت کافی امولسیون‌های قیری و نیز بدلیل نبودن دستورالعمل و آیین‌نامه کاربردی، این نوع قیر تاکنون در ایران مورد استفاده قرار نگرفته است. در حالیکه استفاده از آن بدلایل یاد شده از جمله مقرون به صرفه بودن از نظر اقتصادی و عوارض کمتر زیست محیطی سالهاست در دنیا رواج دارد.

نشریه حاضر توسط مرکز تحقیقات و آموزش وزارت راه و ترابری با هدایت و نظارت دفتر امور فنی و تدوین معیارهای سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و با بهره‌گیری از دانش کارشناسان و متخصصان مربوط تهیه شده است.

معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور به این وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را از تمامی کارشناسان و متخصصانی که در تهیه و تدوین این مجموعه زحمات فراوانی کشیده‌اند، ابراز و از صاحبنظران تقاضا دارد تا از ارائه نظریات و پیشنهادهای اصلاحی دریغ نورزند تا از آن در تجدیدنظرهای بعدی بهره‌برداری شود.

اعضای گروه تهیه‌کننده (به ترتیب حروف الفبا) :

آقای مهندس اسماعیل اسماعیل‌پور

آقای مهندس علی محمد اسماعیلی

آقای مهندس محمد بهرامی

خانم مهندس بهناز پورسید

آقای مهندس علی‌رضا توتونچی

آقای مهندس ناصر رمضانی

omoorepeyman.ir

آقای مهندس میرمحمود ظـفری

اقای دکتر منصور فخری

آقای مهندس محمدرضا فرخو

آقای مهندس فرهاد مهریاری لیلمی

خانم مهندس مهین وزیری نسب

معاون امور فنی

زمستان ۱۳۸۱

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

استفاده از امولسیون‌های قیری در راهسازی

omoorepeyman.ir

۱ استفاده از امولسیون‌های قیری در راهسازی

قیر به عنوان ماده چسباننده به شکل‌های متفاوتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. قیر در دمای محیط به حالت جامد یا نیمه جامد می‌باشد که کارآیی لازم را ندارد ولی می‌توان آن را به سه روش قابل استفاده نمود که عبارتند از:

الف- حرارت دادن

ب- مخلوط نمودن قیر با حلالهای نفتی (قیر محلول)

پ- مخلوط نمودن قیر با آب به صورت امولسیون قیری

روش (الف) معمولاً برای مخلوطهای آسفالتی گرم و موقعی به کار می‌رود که حجم کار آسفالتی زیاد و وسایلی که بتوان مخلوط آسفالتی را تا زمان استفاده کاملاً گرم نگهداری نمود، در دسترس باشد. این روش از نظر اقتصادی برای کارهای کوچک یا مواردی که تجهیزات لازم در اختیار نباشد، مناسب نخواهد بود. دراین روش ابتدا قیر و مصالح سنگی، گرم و در کارخانه آسفالت مخلوط می‌گردند. سپس مخلوط آسفالتی به محل حمل، در سطح راه پخش و کوبیده می‌شود. اما در مناطق دور افتاده و کوهستانی فراهم کردن کارخانه آسفالت و ماشین‌آلات لازم برای ریختن آسفالت گرم همیشه امکان‌پذیر نمی‌باشد و نیاز به روش مناسبی است که بتوان از قیر و مصالح سنگی سرد، آسفالت تهیه نمود، لذا روش (ب) یعنی رقیق کردن قیر با استفاده از حلالهای نفتی و تهیه قیرهای محلول مطرح می‌شود.

تهیه و استفاده از قیرهای محلول امروزه گران تمام می‌شود زیرا باعث هدر رفتن حلالهای نفتی می‌گردد که هیچگونه نقشی در چسبندگی ندارند بعلاوه مسأله آلودگی محیط زیست به علت استفاده از حلالهای نفتی و نیز خطرات و صدمات ناشی از آتش‌سوزی، مسائلی هستند که امروزه کاربرد این روش را محدود می‌نماید. ضمناً

omoorepeyman.ir

اجرای کار در این حالت باید در فصل مساعد سال و با مصالح سنگی خشک و غیرمرطوب انجام گیرد تا چسبندگی قیر و مصالح سنگی تامین گردد.

روش (ج) استفاده از امولسیون قیری در راهسازی است. و مصرف امولسیون‌های قیری، به حرارت زیاد یا حلالهای نفتی زیاد نیاز ندارد و می‌تواند با مصالح سرد و یا حتی مرطوب به کار برده شود.

۱-۱ تاریخچه کاربرد امولسیون‌های قیری

استفاده از امولسیون قیری برای ساخت و نگهداری راه، روش جدیدی نیست. نخستین بار در اوایل قرن بیستم از این قیرها استفاده شده است گرچه تا قبل از سالهای ۱۹۲۰ امولسیونهایی که امروزه می‌شناسیم هنوز تولید نشده بودند و کاربردهای آن فقط محدود به قیرپاشی و تثبیت گرد و غبار در راههای شنی و خاکی می‌شد. کمبود اطلاعات و عدم تولید انواع مختلف امولسیون‌های قیری، استفاده از آنها را محدود کرده بود. تولید امولسیون‌های قیری و درجه‌بندی آنها به همراه پیشرفت وسایل ساخت و اجرا، موجبات استفاده وسیع از آن را در عملیات راهسازی فراهم نموده است. از سالهای ۱۹۵۳ کاربرد امولسیون‌های قیری افزایش گسترده‌ای یافته است. در حال حاضر بیشترین مصرف این قیرها در ساخت آزادراهها و بزرگراهها، راههای اصلی ، فرعی و روستایی به روش آسفالت سرد، انواع آسفالتهای حفاظتی (آسفالت سطحی، دوغاب آب‌بند امولسیون قیری[1] و ....)، اندود سطحی، مصرف در لکه‌گیری و نگهداری و بهسازی راهها، تثبیت خاک و فرو نشاندن گرد و غبار می‌باشد. یکی از مزایای امولسیون قیری نسبت به قیرهای محلول امکان

1- Slurry Seal

omoorepeyman.ir

استفاده آنها بر روی سطوح مرطوب می‌باشد که بدون از دست دادن چسبندگی، لایه نازکی از قیر را بر روی مصالح سنگی یا سطوح روسازی بر جای می‌گذارند.

با مصرف امولسیون‌های قیری، تعمیر، نگهداری و بهسازی راهها در مناطق دور افتاده که از محل کارخانه آسفالت فاصله زیادی دارند با استاندارد بالا قابل اجرا می‌باشد. البته امولسیون‌های قیری بر حسب مورد مصرف باید خصوصیات ویژه‌ای داشته باشند. مثلاً مشخصات امولسیون قیری که برای ایجاد لایه چسبنده بین دو لایه آسفالتی استفاده می‌شود با امولسیون قیری که برای تهیه مخلوط آسفالتی سرد به کار می‌رود، متفاوت می‌باشد. لذا به صرف تهیه امولسیون قیری و بدون در نظر گرفتن کیفیت لازم نمی‌توان آن را مصرف نمود.

بطور کلی استفاده از امولسیون قیری موجب ایمنی بیشتر، صرفه‌جویی در هزینه، تنوع کاربرد، صرفه‌جویی در انرژی و ایجاد آلودگی کمتر می‌گردد. با توجه به اینکه در جریان استفاده از امولسیون‌های قیری نیازی به حرارت دادن زیاد و خشک نمودن مصالح سنگی نمی‌باشد و با مصالح سنگی مرطوب نیز قابل مصرف می‌باشد لذا مصرف آنها از نظر ایمنی و اقتصادی نسبت به قیرهای معمولی برتری دارد. استفاده از امولسیون قیری بر روی بستر مرطوب شنی و آسفالتی راه نیز میسر است و از آنجا که بر خلاف قیرهای محلول، فقط آب تبخیر می‌شود از نظر زیست محیطی و اقتصادی مطلوب‌تر است. استفاده از امولسیون‌های قیری به ویژه در مناطق شهری برای حفظ محیط زیست و جلوگیری از آلودگی هوا مناسب است. مصرف امولسیون‌های قیری بدون استفاده از گرم کردن و یا حرارت دادن آنها به مقدار کم در مرحله نگهداری و اختلاط با مصالح سنگی هزینه‌های انرژی را به حداقل می‌رساند.

omoorepeyman.ir

طبقه‌بندی و ساختار امولسیون‌های قیری

امور پیمان
omoorepeyman.ir

۲ طبقه‌بندی و ساختار امولسیون‌های قیری

امولسیون، مخلوطی از دو مایع غیر امتزاج است که یکی از این مایعات به صورت ذرات ریز در مایع دیگر معلق می‌باشد. مایع معلق شده (فاز داخلی یا فاز غیرپیوسته) مایعی است که به صورت ذرات بسیار ریز در داخل مایع دیگر که فاز خارجی (پیوسته) نامیده می‌شود، شناور شده است. امولسیونها به لحاظ نوع فاز معلق به دو دسته آب در روغن و روغن در آب تقسیم می‌شوند. در امولسیونها به روشهای مختلف می‌توان مشخص نمود که کدام فاز پیوسته و کدام فاز غیر پیوسته است. به عنوان مثال در امولسیون روغن در آب، روغن فاز غیر پیوسته و آب فاز پیوسته است و بالعکس، در امولسیون آب در روغن، آب، فاز غیر پیوسته و روغن، فاز پیوسته را تشکیل می‌دهد. جهت تعادل دو فاز داخلی و خارجی در امولسیون و یا به عبارت دیگر برای ساخت امولسیون و حفظ ثبات این دو فاز به صورت معلق، موادی به مخلوط دو مایع افزوده می‌گردد که امولسیون‌ساز نامیده می‌شود. در بعضی موارد لازم است که پایداری امولسیون را افزایش داد، به این منظور ماده دیگری به نام پایدارکننده به امولسیون اضافه می‌گردد. قطر ذرات قیر در امولسیون قیری معمولاً از ۰/۰۱ تا ۰/۰۰۱ میلیمتر (یک میکرون تا ده میکرون) متغیر است که بزرگتر از قطر ذرات محلولهای حقیقی و کلوئیدی است.

۲-۱ تعریف امولسیون قیری

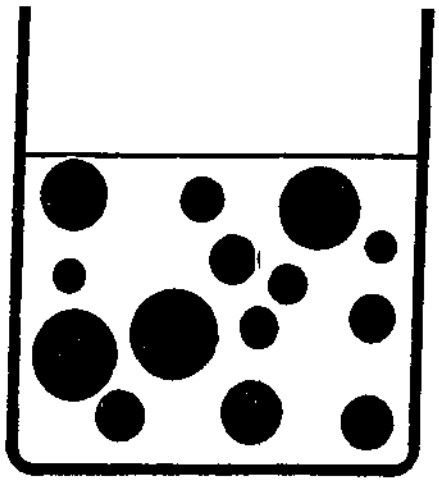
امولسیون قیری مخلوطی از قیر و آب است که به کمک ماده امولسیون‌ساز ساخته می‌شود. در این مخلوط، قیر در آب حل نشده بلکه به صورت گلبولهایی بسیار ریز در

omoorepeyman.ir

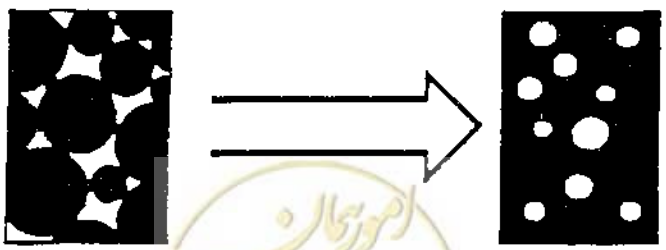
آب شناور است. در بعضی موارد ممکن است همراه با ماده امولسیون‌ساز، ماده پایدارکننده نیز استفاده گردد. رنگ امولسیون قیری قبل از مصرف، قهوه‌ای است و بعد از شکستن به رنگ سیاه قیر تبدیل می‌شود.

امولسیون‌های قیری از نظر نوع فاز معلق به دو دسته آب در روغن و روغن در آب تقسیم می‌شود، که امولسیون‌های قیری عمدتاً از نوع امولسیونهای روغن در آب هستند که قیر در فاز آب پراکنده می‌باشد. در این نوع امولسیون‌های قیری، مقدار قیر بستگی به کاربرد آن دارد که معمولاً در آئین‌نامه‌ها از حداقل ۵۵ درصد تا حداکثر ۶۵ درصد تغییر می‌کند. زمانی که میزان قیر در امولسیون به حداکثر می‌رسد، ذرات قیر بیشتر به یکدیگر نزدیک می‌شوند، بدون اینکه تغییری در شکل ذرات پدید آید. سپس ذرات قیر به نحوی به یکدیگر می‌چسبند که آب محبوس شده بین آنها به صورت گلبول در می‌آید که نتیجه این عمل، ایجاد امولسیون آب در روغن است. امولسیونهای آب در روغن، رفتاری مشابه با قیرهای با کند روانی زیاد دارند. مقدار قیر این نوع امولسیونها در محدوده بین ۷۰ تا ۸۰ درصد قرار دارد. این دو حالت را می‌توان در شکل‌های (۲-۱ و ۲-۲) مشاهده نمود.

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۱ : امولسیون قیری از نوع روغن در آب



شکل ۲-۲ : امولسیون قیری از نوع آب در روغن

omoorepeyman.ir

۲-۲ انواع امولسیون‌های قیری

امولسیون‌های قیری را از نظر سرعت شکسته شدن و بار الکتریکی ذرات معلق می‌توان رده‌بندی نمود.

۲-۲-۱- رده‌بندی امولسیون‌های قیری از نظر سرعت شکستن[1]

بعد از مصرف امولسیون قیری، آب موجود در مخلوط جدا و تبخیر شده و قیر به تدریج سطح راه و یا اطراف سنگدانه‌ها را اندود می‌کند که این فرآیند شکست امولسیون نامیده می‌شود. امولسیون‌های قیری بر اساس پایداریشان در مقابل شکستن به سه گروه اصلی تندشکن (ناپایدار)[2]، کندشکن (نیمه پایدار)[3] و دیر شکن (پایدار)[4] تقسیم می‌شوند که هر گروه اصلی زیرگروه‌های مختلفی دارند.

۲-۲-۱-۱- امولسیون‌های قیری تندشکن (ناپایدار)

امولسیون‌های قیری ناپایدار روی سطح مصالح بسیار سریع شکسته می‌شوند و یک لایه بسیار نازک قیر را به جای می‌گذارند. مصرف عمده آنها در آب‌بندی با مصالح سنگی[5]، آب‌بندی با ماسه[6]، آسفالتهای سطحی[7] و ماکادام نفوذی[8] می‌باشد. امولسیون‌های قیری تندشکن برای آنکه در سطح راه جاری نشوند، از کند روانی بالایی برخوردار می‌باشند.

1- Breaking
2- Rapid Setting (RS)
3- Medium Setting (MS)
4- Slow Setting (SS)
5- Aggregate Seal
6- Sanol Seal
7- Surface Treatments
8- Penetration Macadam

omoorepeyman.ir

۲-۲-۱-۲- امولسیون‌های قیری کندشکن (نیمه پایدار)

این دسته شامل امولسیون‌های قیری است که نسبت به امولسیونهای تندشکن پایداری بیشتری داشته و می‌توان آنها را با مصالح سنگی مخلوط نمود زیرا که بلافاصله پس از تماس با سنگدانه‌ها شکسته نمی‌شوند و مخلوط آسفالتی برای چندین دقیقه کارآئی خود را حفظ می‌کند. این امولسیونها غالباً در کارخانه‌های آسفالت سیار[1] تهیه شده و یا به شکل آسفالت مخلوط در محل[2] استفاده می‌شوند. امولسیون‌های قیری کندشکن پوشش بهتری به مصالح سنگی، در دمای بالای محیط می‌دهند.

۲-۲-۱-۳- امولسیون‌های قیری دیرشکن (پایدار)

این دسته شامل امولسیون‌های قیری است که پس از تماس با مصالح سنگی پایداری زیادی دارند. این امولسیونها را می‌توان با مصالح سنگی با دانه‌بندی پیوسته و مقادیر زیادی ریزدانه استفاده نمود. امولسیون‌های قیری دیرشکن کندروانی کمی دارند که می‌توان با اضافه کردن آب، کندروانی آنها را بیشتر کاهش داد. این گروه وقتی رقیق گردند، می‌توانند برای اندود سطحی[3]، آب‌بندی سطح روسازی بدون مصرف سنگدانه[4] و فرو نشاندن گرد و غبار[5] استفاده شوند. اگر سرعت شکست تندتری در مخلوط آسفالتی، مثلاً در دوغاب امولسیون قیری[6] مورد نیاز باشد می‌توان به آن سیمان پرتلند یا آهک هیدراته اضافه نمود.

1- Plantmix (cold)
2- Mix-in-place
3- Tack Coat
4- Fog Seal
5- Dust Palliative
6- Slurry Seal

omoorepeyman.ir

۲-۲-۲- رده‌بندی امولسیون‌های قیری از نظر بار الکتریکی

امولسیون‌های قیری از نظر بار الکتریکی ذرات معلق قیر به سه نوع کاتیونیک، آنیونیک و غیر یونی طبقه‌بندی می‌گردند که هر یک از آنها با امولسیون‌سازهای مختلف ساخته می‌شوند.

۲-۲-۲-۱- امولسیون‌های قیری کاتیونیک

چنانچه ذرات معلق قیر در امولسیون دارای بار الکتریکی مثبت باشند، امولسیون قیری، کاتیونیک نامیده می‌شود. این نوع امولسیون قیری به مصالح سنگی شامل ترکیبات سیلیسی و کوارتز که بار الکتریکی منفی دارند، بهتر می‌چسبد. امولسیون‌های قیری کاتیونیک به سه گروه تندشکن، کند شکن و دیرشکن تقسیم می‌شوند و هر یک از این سه گروه نیز به زیرگروه‌هایی مطابق جدول (۲-۱) تقسیم می‌گردند.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۱ : زیرگروه‌های امولسیون‌های قیری کاتیونیک [۷، ۹، ۱۳]

تندشکن (CRS)	کندشکن (CMS)	دیرشکن (CSS)
CRS-1	CMS-2	CSS-1
CRS-2	CMS-2h	CSS-1h

- پیشوند "C" نشانه امولسیون قیری کاتیونیک می‌باشد.
- پسوندهای "۱و۲" نشانه کندروانی امولسیون قیری می‌باشد. عدد بزرگتر نشان‌دهنده کندروانی بیشتر است.
- پسوند "h" نشانه استفاده از قیر سفت‌تر در ساخت امولسیون می‌باشد.

مشخصات امولسیون‌های قیری کاتیونیک در جدول (۲-۲) ارائه شده است.

۲-۲-۲-۲- امولسیون‌های قیری آنیونیک

چنانچه ذرات قیر معلق در امولسیون دارای بار الکتریکی منفی باشند، آنرا امولسیون قیری آنیونیک گویند. این نوع امولسیونها به مصالح سنگی آهکی که دارای بار الکتریکی مثبت هستند، بهتر می‌چسبند. امولسیون‌های قیری آنیونیک به سه نوع تندشکن، کندشکن و دیرشکن تقسیم می‌شوند و هر یک از سه گروه نیز به زیرگروه‌هایی مطابق جدول (۲-۳) تقسیم می‌گردند.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۲ : مشخصات امولسیونهای قیری کاتیونیک [۷،۹،۱۳]

آزمایش (۱)	تندشکن				کندشکن				دیرشکن			
	CRS-1		CRS-2		CM-2		CM2-2h		CSS-1		CMS-1h	
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
کندروانی سی بولت فیرول در ۲۵C (ثانیه)	-	-	-	-	-	-	-	-	۲۰	۱۰۰	۲۰	۱۰۰
کندروانی سی‌بولت فیرول در ۵۰C (ثانیه)	۲۰	۱۰۰	۱۰۰	۴۰۰	۵۰	۴۵۰	۵۰	۴۵۰	-	-	-	-
پایداری‌دربرابرشست‌بعداز۲۴ساعت‌نگهداری‌دراتاق٪	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱
آزمایش طبقه‌بندی	قابل قبول بشرح آزمایش مربوطه در استاندارد D۲۳۴۴				-		-		-		-	
قابلیت اندود شدن مصالح سنگی خشک	-	-	-	-	خوب		خوب		-	-	-	-
دوام اندود مصالح‌سنگی خشک‌اندودشده‌درمقابل‌آب	-	-	-	-	متوسط		متوسط		-	-	-	-
قابلیت اندود شدن مصالح سنگی مرطوب	-	-	-	-	متوسط		متوسط		-	-	-	-
دوام‌اندودمصالح‌سنگی مرطوب‌اندودشده‌در برابر آب	-	-	-	-	متوسط		متوسط		-	-	-	-
بار ذره‌ای دانه‌های قیر	مثبت		مثبت		مثبت		مثبت		مثبت		مثبت	
آزمایش‌دانه‌بندی (۲)(٪) - (دانه‌های درشت قیر)	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱
درصد قیر شکسته شده در آزمایش اختلاط با سیمان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲	-	۲
درصد حجمی روغن امولسیون در آزمایش تقطیر	-	۳	-	۳	-	۱۲	-	۱۲	-	-	-	-
درصد وزنی قیر در آزمایش	۶۰	-	۶۵	-	۶۵	-	۶۵	-	۵۷	-	۵۷	-
آزمایشات روی قیر باقیمانده از تقطیر	۱۰۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۵۰	۴۰	۹۰	۱۰۰	۲۵۰	۴۰	۹۰
درجه‌نفوذ(یک‌دهم‌میلیمتر)	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-
خاصیت انگمی - سانتیمتر	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-
حلالیت در تری‌کرورواتیلن												

۱) کلیه آزمایشها مطابق با ASTM D ۲۴۴ و یا AASHTO:T۵۹ و نمونه‌گیری‌ها نیز با روش ASTM;D ۱۴۰ یا AASHTO;T ۴۰ انجام می‌شود/

۲) در صورتی که نتایج استفاده از امولسیون مورد آزمایش در عملیات اجرایی قابل قبول باشد، این آزمایش حذف می‌شود/

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۳ : زیرگروه‌های امولسیون‌های قیری آنیونیک [۷، ۹، ۱۳]

تندشکن (RS)	کندشکن (MS)	دیرشکن (SS)
RS-1	MS-1	SS-1
RS-2	MS-2	SS-1h
HFRS-2	MS-2h	
	HFMS-1	
	HFMS-2	
	HFMS-2h	
	HFMS-2s	

- پسوندهای "۱و۲" نشانه کندروانی امولسیون قیری می‌باشد. عدد بزرگتر نشان‌دهنده کندروانی بیشتر است.
- پسوند "h" نشانه استفاده از قیر سفت‌تر در ساخت امولسیون می‌باشد.
- پیشوند "HF" نشانه ایجاد پوشش قیری ضخیم روی مصالح سنگی می‌باشد.
- پسوند "s" در امولسیون قیر از نوع HFMS-2s نشانه کاربرد امولسیون برای اختلاط با مصالح ماسه‌ای است. [۱] و [۱۰]

مشخصات امولسیون‌های قیری آنیونیک در جدول (۲-۴) ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۴ : مشخصات امولسیونهای قیری آنیونیک [۷، ۹، ۱۳]

آزمایش (۱)		تندشکن						کندشکن										دیرشکن			
		RS-1		RS-2		HFRS-2		MS-1		MS-2		MS-2h		HFMS-1		HFMS-2		HFMS-2H		HFMS-2S		SS-1		SS-1h	
		حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
کندروانی سی‌بولت فیورل در ۲۵ درجه سانتیگراد (ثانیه)		۲۰	۱۰۰	–	–	–	–	۲۰	۱۰۰	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۲۰	۱۰۰	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۵۰	–	۲۰	۱۰۰	۲۰	۱۰۰
کندروانی سی‌بولت فیورل در ۵۰ درجه سانتیگراد (ثانیه)		–	–	۷۵	۴۰۰	۷۵	۴۰۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
پایداری‌دربرابرنشست‌بعداز۲۴ساعت‌نگهداری‌درانبار(٪)		–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱
سرعت شکست با کلرور سدیم (٪)		۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
قابلیت اندود شدن مصالح سنگی خشک		–		–		–		خوب		خوب		خوب		خوب		خوب		خوب		خوب		–		–	
دوام اندود مصالح سنگی خشک اندود شده در مقابل آب		–		–		–		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		–		–	
قابلیت اندود شدن مصالح سنگی مرطوب		–		–		–		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		–		–	
دوام اندود مصالح مرطوب اندود شده در مقابل آب		–		–		–		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		–		–	
درصد قیر شکسته شده در آزمایش اختلاط با سیمان		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۲	–	۲
درصد دانه‌های درشت‌قیر در آزمایش‌دانه‌بندی(۲)به درصد		–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱
قیر باقیمانده در آزمایش تقطیر (٪)		۵۵	–	۶۳	–	۶۳	–	۵۵	–	۶۵	–	۶۵	–	۵۵	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۵	–	۵۷	–	۵۷	–
مقدار روغن نسبت به حجم امولسیون‌در آزمایش تقطیر (٪)		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۷	–	–	–	–	–
آزمایش روی قیر باقیمانده از تقطیر	درجه نفوذ یک دهم میلیمتر	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۴۰	۹۰	۲۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰	۲۰۰	۴۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰	۹۰
	خاصیت انگمی- سانتیمتر	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	–	۴۰	–
	حلالیت در تری‌کلرواتیلن-٪	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	۹/۷۵	–	۹/۷۵	–
	آزمایشی پیاله شناور- ثانیه	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

۱) کلیه آزمایشها مطابق با ASTM D244 و یا AASHTO T59 و نمونه‌گیری‌ها نیز با روش ASTM.D140 یا AASHTO T40 انجام می‌شود/

۲) در صورتی که نتایج استفاده از اموسیون مورد آزمایش در عملیات اجرایی قابل قبول باشد، این آزمایش حذف می‌گردد/

omoorepeyman.ir

۲-۳ موارد کاربرد امولسیون‌های قیری

در حال حاضر امولسیون‌های قیری بر حسب مورد در کلیه کارهای آسفالتی گرم و سرد، انواع آسفالت‌های حفاظتی، اندود نفوذی و سطحی و تثبیت خاک به کار می‌روند. موارد کاربرد امولسیونهای قیری به شرح زیر می‌باشد:

- مخلوطهای آسفالتی گرم
- مخلوطهای آسفالتی سرد
- آسفالت مخلوط در محل
- آسفالتهای حفاظتی و آب‌بندی
- آسفالت سطحی یک لایه‌ای
- آسفالت سطحی چند لایه‌ای
- اندود آب‌بندی با مصالح سنگی
- اندود آب‌بندی با ماسه
- ماکادام نفوذی با فضای خالی کم و زیاد
- قیرپاشی‌ها
- اندود سطح بدون سنگدانه
- اندود نفوذی برای سطوح قابل نفوذ[1]
- اندود سطحی
- غبار نشانی
- مالچ پاشی

1-Prime Coat for penetrable Surface

omoorepeyman.ir

- پر کردن ترکها
- تعمیرات و لکه‌گیری فوری و غیر فوری

۲-٤ اجزای تشکیل‌دهنده امولسیون‌های قیری

قیر، آب و امولسیون‌ساز اجزای اصلی تشکیل‌دهنده امولسیون‌های قیری می‌باشند. در بعضی موارد ممکن است جزء امولسیون‌ساز امولسیون قیری حاوی پایدارکننده نیز باشد. تحقیق در مورد سه جزء اصلی تشکیل‌دهنده امولسیون قیری یعنی قیر، آب و امولسیون‌ساز جهت درک عملکرد امولسیون قیری ضروری است.

۲-۴-۱- قیر

قیر خالص جزء اصلی تشکیل‌دهنده امولسیون قیری است که حدود ۵۵ تا ۶۵ درصد آن را شامل می‌شود در جداول (۲-۲ و ۲-۴) مقدار قیر لازم برای انواع متفاوت امولسیون‌های قیری نشان داده شده است.

قیر، ترکیبی کلوئیدی متشکل از چندین جزء می‌باشد. اجزای اصلی تشکیل‌دهنده قیر، آسفالتین و مالتین هستند. در این سیستم کلوئیدی مولکولهای بهم پیوسته معلق آسفالتین بسیار قطبی با وزن مولکولی زیاد در محیط روغنی شکل حلال مالتین پراکنده شده است. مالتین فاز پیوسته‌ای است که شامل ترکیبات اشباع، آروماتیک‌ها و رزین‌ها می‌باشد. کربن و هیدروژن دو عنصر اصلی تشکیل‌دهنده هیدروکربن‌ها در قیرهای نفتی به شمار می‌روند که علاوه بر آن عناصر دیگری چون اکسیژن، گوگرد، نیتروژن و میزان ناچیزی از بعضی فلزات نیز در آن یافت می‌شوند. شناخت

omoorepeyman.ir

هیدروکربن‌ها که ترکیبات عمده قیرهای نفتی هستند، در کلیه خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و بالنتیجه در رفتار قیر تأثیر می‌گذارند. هر یک از ترکیبات اصلی قیر در خواص و عملکرد قیر تأثیر مستقل و جداگانه‌ای دارند. خواص شیمیایی و فیزیکی قیر را به طور کلی باید از برآیند تأثیر این ترکیبات با توجه به نسبت‌های کمی آنها که در قیرهای مختلف متفاوت است، ارزیابی نمود. به عنوان مثال آسفالتین سبب سفتی قیر می‌شود و مالتین خواص چسبندگی و شکل‌پذیری آن را تامین می‌کند. مالتین بر خواص کند روانی قیر اثر می‌گذارد. پیچیدگی اثر متقابل اجزای مختلف قیر، پیش‌بینی دقیق رفتار امولسیون قیری را تقریباً غیر ممکن می‌سازد. به این دلیل کنترل کیفی دائمی امولسیون‌های قیری در حین تولید، ضروری است [۱]. نوع قیر خالص مصرفی برای ساخت امولسیون‌های قیری به تناسب موارد کاربرد متغیر است اما بطور عمده از قیرهای با درجه نفوذ ۲۵۰-۱۰۰ استفاده می‌شود. قیرهای سفت‌تر و یا رقیق‌تر را نیز باتوجه به شرایط آب و هوای محل پروژه می‌توان استفاده کرد، بهرحال سازگاری قیر خالص با امولسیون‌ساز مصرفی عامل مهمی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

۲-۴-۲- آب

آب دومین جزء تشکیل‌دهنده امولسیون قیری می‌باشد. سهم آب را در خواص محصول نهایی نمی‌توان نادیده گرفت. آب خیس و حل می‌کند، به مواد دیگر می‌چسبد و انجام واکنشهای شیمیایی را متعادل می‌سازد. این خصوصیات عوامل مهمی برای تولید امولسیون قیری مناسب و مطلوب محسوب می‌شوند. از طرف دیگر

omoorepeyman.ir

آب ممکن است حاوی مواد معدنی یا مواد دیگری باشد که در تولید امولسیون‌های قیری پایدار اثر می‌گذارند.

آب موجود در طبیعت به علت وجود ناخالصیهای محلول یا کلوئیدی در آن، ممکن است برای استفاده مناسب نباشد. وجود یونهای مثبت و منفی در خواص امولسیون مؤثر است. از آب حاوی املاح زیاد نباید در تهیه امولسیون استفاده کرد. املاح زیاد موجود در آب، تعادل اجزای امولسیون را بر هم می‌زند که می‌تواند در عملکرد آن اثر بگذارد و یا باعث شکست نابهنگام و زودرس آن شود [۱]. بعنوان مثال می‌توان یونهای کلسیم و منزیم را نام برد که تأثیر زیادی بر روی خواص امولسیون دارند.

۲-۴-۳- امولسیون‌ساز[1]

امولسیون‌ساز سومین جزء تشکیل‌دهنده امولسیون قیری است. امولسیون‌سازها، مواد شیمیایی با سطح فعال هستند که آنیونی، کاتیونی و غیر یونی بودن امولسیون را مشخص می‌نمایند. در تهیه امولسیون قیری، مقدار جزئی از این ماده شیمیایی به منظور تسهیل در تشکیل گلبولهای قیر و تعلیق پایدار به آن اضافه می‌شود [۱].

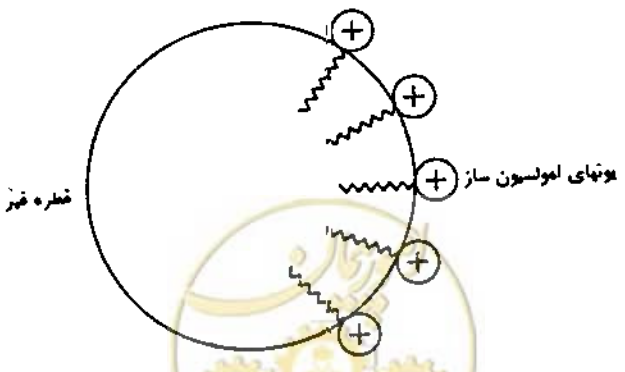
برای تهیه امولسیون قیری مناسب باید در انتخاب امولسیون‌ساز نهایت دقت را مبذول داشت. ترکیبات شیمیایی زیادی در دسترس است که می‌توان از آنها به عنوان امولسیون‌ساز استفاده نمود. اما به دلایل فنی و اقتصادی فقط تعداد کمی از آنها برای ساخت امولسیون مصرف می‌شوند. بسیاری از این ترکیبات به تنهایی به کار می‌روند لیکن گاهی نیز به همراه ترکیبات دیگری به عنوان پایدارکننده مورد استفاده قرار

1-Emulsifier

omoorepeyman.ir

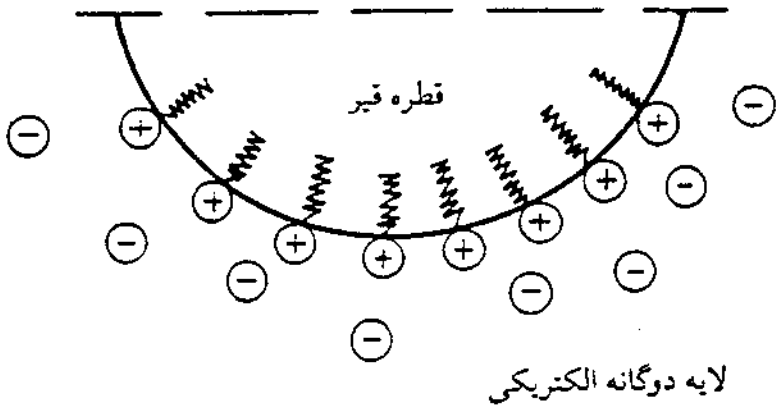
می‌گیرند. امولسیون‌ساز خوب صرفنظر از تأمین خواص ویژه برای امولسیون، بایستی دارای عملکرد و قیمت مناسبی بوده و ترجیحاً کار کردن با آن ایمن و راحت باشد. [۴]

امولسیون‌سازها معمولاً شامل یک زنجیر هیدروکربن طویل می‌باشند که در انتهای آنها گروههای عامل آنیونیک یا کاتیونیک قرار گرفته است. سر غیر قطبی زنجیر هیدروکربنی یون امولسیون‌ساز روی سطح ذرات قیر به نحوی قرار می‌گیرد که زنجیر هیدروکربن به طور محکم روی سطح قیر متصل می‌شود. در حالی که سر قطبی در مجاورت سطح ذره قیر قرار می‌گیرد. بنابراین ذرات قیر می‌توانند دارای بارهای مثبت یا منفی گردند. در شکل ۲-۳ نحوه قرارگیری یون‌های امولسیون‌ساز کاتیونی در یک ذره یا گلبول قیر نشان داده شده است، ضمن آنکه اندازه یونها حدود ۵۰۰۰۰ مرتبه بزرگ شده است. در امولسیونهای کاتیونیک بارهای مثبت یونها به طرف سطح ذره قرار می‌گیرند و بارهای منفی تحت تأثیر جاذبه الکتریکی با یون‌های مخالف در مجاورت هم می‌باشند (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۳ : قطره قیر با یونهای امولسیون‌ساز کاتیونیک

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۴ : نمایش لایه دوگانه الکتریکی

بهرحال تصویر واقعی پیچیده‌تر از آن است که شرح داده شد. ویژگی لایه دوگانه، اثر بسیار زیادی در پایداری و کندروانی امولسیونهای قیری دارد. انواع امولسیون‌سازها و خواص آنها را می‌توان به شرح زیر تقسیم‌بندی و خلاصه کرد.

۲-۴-۳-۱- امولسیون‌سازهای کاتیونیک

امولسیون‌سازهای کاتیونیک عموماً ترکیبات هیدروکربن ازت‌دار نظیر الکیل آمین‌ها می‌باشند. الکیل آمین‌ها ترکیباتی با فعالیت سطحی[1] بسیار قوی هستند که اثر زیادی روی کشش سطحی دارند. امولسیون‌سازهای کاتیونیک را می‌توان به روشهای

1-Surface Active Agent

امور پیمان
omoorepeyman.ir

مختلفی به منظور تأمین بعضی از شرایط اصلاح نمود. نمونه‌هائی از این ترکیبات درجدول (۲-۵) آورده شده است. اکثر امولسیون‌سازها بایستی قبل از مصرف با یک اسید واکنش انجام دهند. اسید به کار گرفته شده، غالباً اسید کلریدریک است. در زیر واکنش اسید کلریدریک و آمین نشان داده شده است. R معرف زنجیر هیدروکربن طویل با ۸ تا ۲۲ اتم کربن است. [۴]

$$R\text{-}NH_2 + HCL \longrightarrow R\text{-}NH_3^+ + CL^-$$

آمین اسید یون آمونیوم یون کلر

در این رابطه اسید کلریدریک با نیتروژن امولسیون‌ساز واکنش نموده و منجر به تشکیل یون آمونیوم می‌گردد. یون آمونیوم علاوه بر دارا بودن بار التریکی مثبت، کشش سطحی بالایی دارد. در کارخانه این عمل با افزودن آهسته اسید و امولسیون‌ساز به آب گرمی که به طور پیوسته هم زده می‌شود، انجام می‌گیرد. (شکل ۲-۵)

هنگامی که تمام امولسیون‌ساز، اضافه و حل گردید، درجه اسیدی[۱] محلول با افزودن اسید تا رسیدن به درجه مورد نظر کنترل می‌شود. در کارخانه‌ای که به طور پیوسته کار می‌کند امولسیون‌ساز و اسید به آب اضافه شده و پس از انجام واکنش، وارد آسیاب می‌گردند. برای امولسیون‌سازهای مایع و امولسیون‌سازهایی که به راحتی پراکنده می‌شوند، استفاده از کارخانه پیوسته ترجیح داده می‌شود (شکل ۲-۶).

نمک‌های آمونیوم چهار ظرفیتی به شکل یونیزه می‌باشند که در آب قابل حل بوده و قبل از مصرف نیاز به واکنش با اسید ندارند. در صورت لزوم، می‌توان درجه اسیدی مخلوط را با اسید کلریدریک تنظیم نمود.

1-PH

omoorepeyman.ir

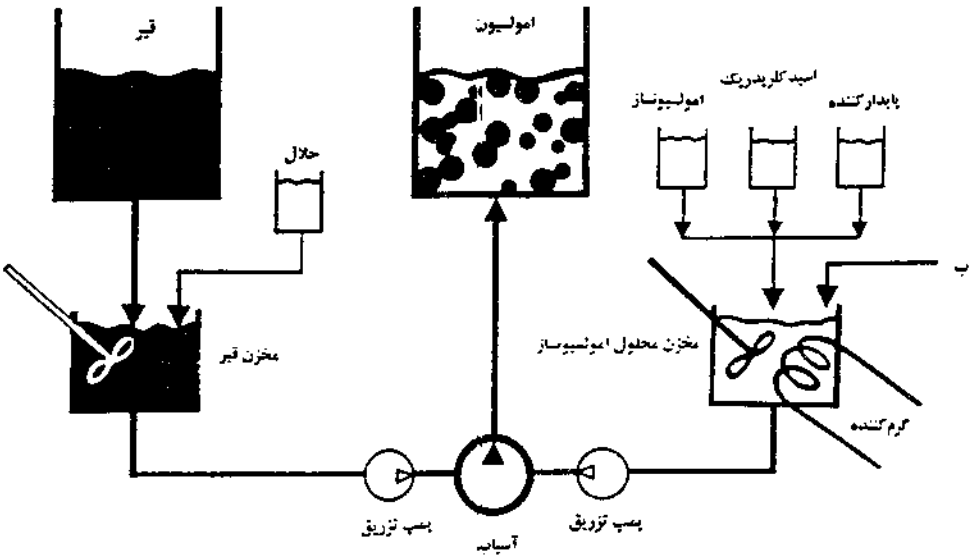
۲-۴-۳-۲- امولیسون‌سازهای آنیونیک

امولسیون‌سازهای آنیونیک را معمولاً اسیدهای چرب تشکیل می‌دهند. مولکول اسید چرب شامل یک زنجیر طویل هیدروکربنی است که سر قطبی آن عامل اسیدی (گروه کربوکسیل) قرار گرفته است. محلول امولسیون‌ساز از واکنش امولسیون‌سازهای آنیونیک با هیدروکسید سدیم تهیه می‌شود. به این واکنش صابونی شدن اطلاق می‌گردد. درجه اسیدی محلول امولسیون آنیونیک بیش از ۷ می‌باشد و معمولاً حاوی مقدار اضافی هیدروکسید سدیم است که نهایتاً با اسیدهای موجود در قیر واکنش می‌دهد. در زیر نمونه‌ای از واکنش بدست آوردن صابون آنیونیکی آورده شده است.

$$\underset{\text{اسید چرب}}{R - COOH} + \underset{\text{هیدروکسید سدیم}}{NaOH} \longrightarrow \underbrace{R\text{-}COO^- + Na^+}_{\text{صابون}} + \underset{\text{آب}}{H_2O}$$

$R\text{-}COO^-$ بخش سطح فعال و R زنجیر هیدروکربن طویل با ۹ تا ۲۱ اتم کربن می‌باشد [۴] و [۱].

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۵ : نموداری از کارخانه مخلوط کن پیمانه‌ای

omoorepeyman.ir

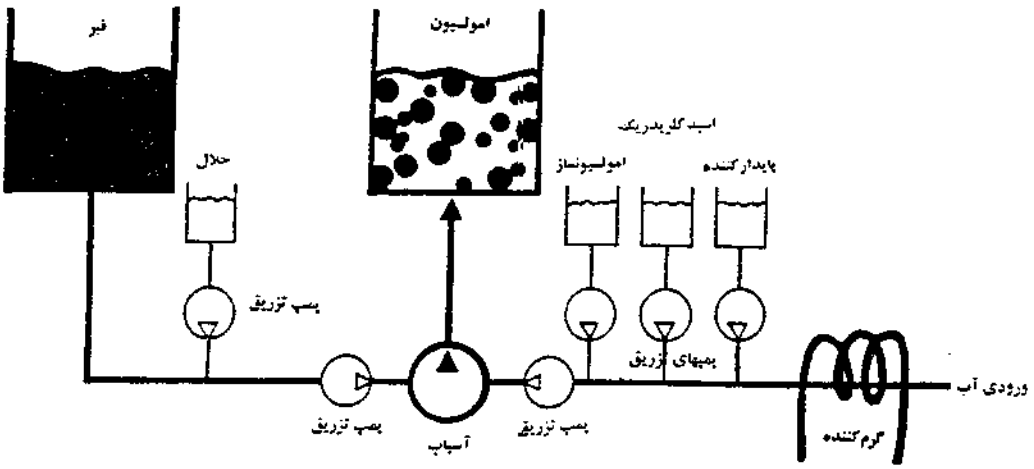
جدول ۲-۵ : نمونه‌هایی از انواع ترکیبات کاتیونی که به عنوان امولسیون‌ساز استفاده می‌شود [۴]

نوع ترکیب	ویژگیها	ساختمان شیمیایی	نوع امولسیون
منوآمین‌ها	در دمای اطاق خمیری هستند. بندرت به تنهایی به عنوان امولسیون‌ساز استفاده می‌شوند. قبل از مصرف باید با اسید واکنش انجام دهند.	$R\text{-}NH_2$	تندشکن
دی‌آمین‌ها	در دمای اطاق خمیری یا مایع، با کارآیی بالاهستند. به تنهایی یا همراه با ترکیبات دیگر استفاده می‌شوند. قبل از مصرف باید با اسید واکنش انجام دهند.	$R\text{-}NH\text{-}(CH_2)_3\text{-}NH_2$	تندشکن
ترکیبات آمونیوم چهارظرفیتی	در دمای اطاق مایع هستند. به تنهایی یا همراه با ترکیبات دیگر استفاده می‌شوند. قبل از مصرف نیاز به واکنش با اسید ندارند، مگر هنگامی که درجه اسیدی پایین مورد نظر باشد.	$R\text{-}N^{\oplus}(CH_3)_2 - (CH_2)_3 - N^{\oplus}(CH_3)_3$ $2Cl^{\ominus}$	کندشکن و دیرشکن
آمین‌های الکوکسی‌دارشده	در دمای اطاق مایع هستند. بندرت به تنهایی استفاده می‌شوند. قبل از مصرف به واکنش با اسید نیاز دارند.	$R\text{-}N(CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH)(CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH)$	دیرشکن
آمید و آمین‌ها	در دمای اطاق مایع یا خمیری هستند. می‌توانند به تنهایی یا همراه با دیگر ترکیبات استفاده شوند. قبل از مصرف باید با اسید واکنش انجام دهند.	$R\text{-}C(=O)\text{-}NH(CH_2)_2 - NH\text{-}(CH_2)_2 - NH_2(CH_3)_3$	تندشکن تاکندشکن

omoorepeyman.ir

۲-۴-۳-۳- امولسیون‌سازهای غیریونی

امولسیون‌سازهای غیریونی غالباً مصرف صنعتی داشته و معمولاً چندان مصرفی در تهیه امولسیونهای قیر ندارند. این امولسیون‌سازها، استر حاصل از ترکیب اسیدهای چرب با الکل می‌باشند و در محلول آبی به یون تفکیک نمی‌شوند.



شکل ۲-۶ : نموداری از کارخانه پیوسته تهیه امولسیون قیری

۲-۴-۴- پایدارکننده‌ها[1]

در تهیه امولسیون‌های قیری برای مصارف راهسازی مقدار امولسیون‌ساز نسبت به وزن کل امولسیون بین ۰/۵ تا ۱ درصد می‌باشد. این مقدار امولسیون‌ساز معمولاً

1-Stabilizers

omoorepeyman.ir

برای جلوگیری از بهم پیوستن و لخته شدن قیر کافی است ولی در بعضی موارد لازم است که پایداری امولسیون قیری را نیز افزایش داد. برای این منظور ماده دیگری به نام پایدارکننده به امولسیون اضافه می‌شود. پایدارکننده‌ها را می‌توان در حین تهیه امولسیون قیری و یا در مراحل بعدی اضافه نمود. از انواع متداول پایدارکننده‌ها می‌توان از کازئین، صابون‌های پتاسیم و رزین وینسول نام برد. [۱۲]

۲-۵ خواص امولسیون‌های قیری

۲-۵-۱- کندروانی[1]

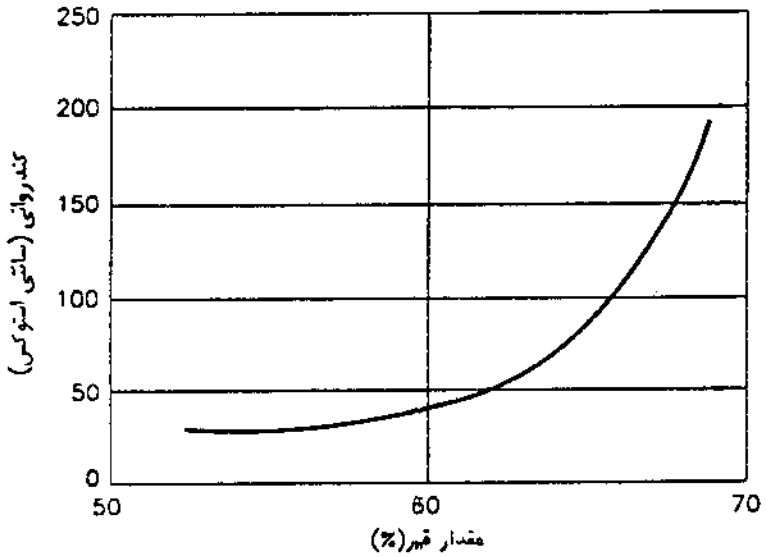
مقاومت سیالات را در برابر جاری شدن، کندروانی گویند. برای تعیین کندروانی امولسیون قیری از غلظت سنج سیبولت فیورل[2] استفاده می‌شود. کندروانی امولسیون‌های قیری باید به اندازه‌ای باشد تا در مدت زمان ذخیره‌سازی در محدوده قابل قبولی باقی بماند، لذا تولیدکنندگان باید قادر به تولید امولسیون قیری با کندروانی موردنظر باشند.

عوامل بسیاری بر کندروانی امولسیون‌های قیری تأثیر می‌گذارند از مهمترین آنها: میزان قیر، دمای امولسیون قیری و توزیع اندازه ذرات قیر پخش شده در امولسیون می‌باشد. در شکل‌های (۲-۷ و ۲-۸) مثالی از تغییرات کندروانی امولسیون قیری بر حسب درصد قیر موجود در امولسیون و دمای آن نشان داده شده است.

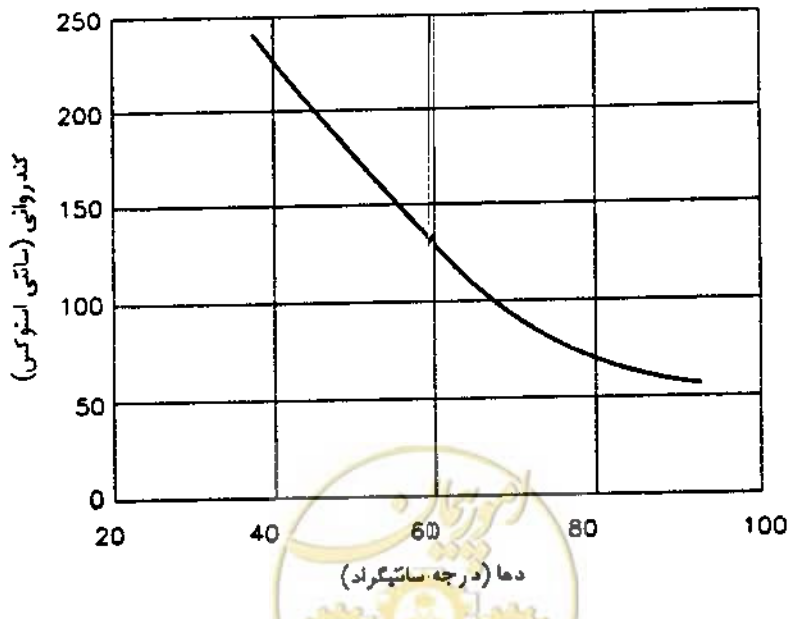
نوع و مقدار ماده امولسیون‌ساز، نوع و مقدار پایدارکننده و میزان املاح موجود در قیر از دیگر عواملی هستند که در کندروانی امولسیونهای قیری مؤثرند. کندروانی قیر همچنین بر کندروانی امولسیون اثر می‌گذارد. [۴]

1-Viscosity
2- Saybolt Furol

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۷ : تغییرات کندروانی امولسیون قیری بر حسب میزان قیر [۴]



شکل ۲-۸ : تغییرات کندروانی امولسیون قیری بر حسب دما [۴]

omoorepeyman.ir

۲-۵-۲- نشست [۱]

نشست فرآیندی است که طی آن فاز قیر یا بخشی از آن به سمت ته ظرف امولسیون حرکت می‌کند (شکل ۲-۹) . اگر ذرات قیر در امولسیون نشست نمایند، بدین معنی نیست که امولسیون قیر ناپایدار است، غالباً همزدن آرام، امولسیون قیری را به کیفیت اولیه برمی‌گرداند. به هر حال، اگر پایداری امولسیون قیر ضعیف باشد، ممکن است نشست منجر به انعقاد و شکست امولسیون گردد. در این حالت با همزدن نمی‌توان کیفیت امولسیون را به مدت زیادی حفظ کرد. درجه نشست امولسیون نشان‌دهنده عمر بهره‌برداری از آن می‌باشد.

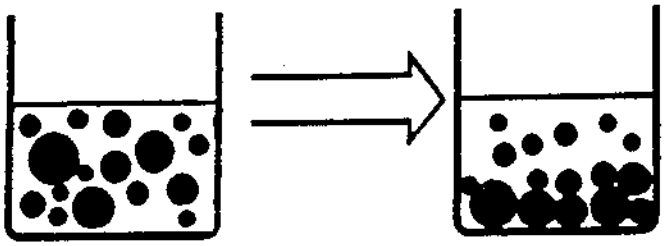
نشست امولسیون به واسطه نیروی ثقل و اختلاف وزن مخصوص بین دو فاز آن می‌باشد حتی اگر این اختلاف کم باشد. همچنین اگر ذرات قیر در امولسیون، درشت و میزان قیر کمتر از ۶۵ درصد باشد، نشست ممکن است اتفاق بیفتد. سرعت سقوط ذرات قیر در امولسیون بستگی به میزان قیر در امولسیون دارد که با افزایش مقدار قیر کاهش پیدا می‌کند. در امولسیون‌های قیری حاوی بیش از ۶۵ درصد قیر معمولاً نشست، بسیار کم و ناچیز است. برخی از روشهایی که برای کاهش یا جلوگیری از نشست استفاده می‌شوند عبارتند از:

- کاهش وزن مخصوص قیر با افزودن حلال،
- افزایش غلظت فاز آب با اضافه کردن ماده تغلیظ کننده،
- جلوگیری از لخته شدن با تغییر نوع و غلظت پایدارکننده و امولسیون‌ساز یا با تغییر درجه اسیدی،

omoorepeyman.ir

- کاهش اندازه ذرات قیر، به عنوان مثال آسیاب نمودن بهتر یا تغییر ماده امولسیون‌ساز،
- بهبود شرایط ذخیره‌سازی از جمله نگهداری امولسیون قیری در دمای بالاتر از دمای محیط.

در بعضی حالات ذرات قیر در امولسیون به سمت بالا می‌آیند، این پدیده خامه‌ای شدن نامیده می‌شود و زمانی اتفاق می‌افتد که وزن مخصوص قیر کمتر از وزن مخصوص آب باشد که به عنوان مثال، مقدار حلال در قیر زیاد باشد [۴].



شکل ۲-۹ : نشست امولسیون قیری

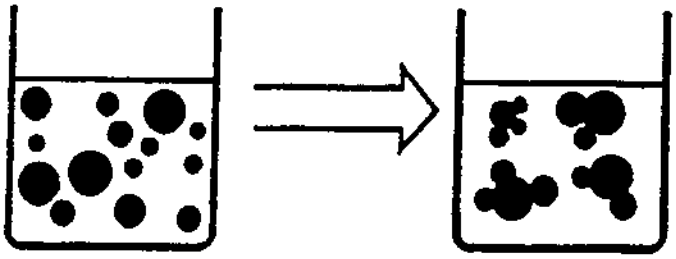
۲-۵-۳- لخته شدن[1]

لخته شدن فرآیندی است که در آن ذرات قیر شروع به چسبیدن به یکدیگر می‌نمایند. اغلب اوقات در این فرآیند ذره بزرگتر مرکزی که ذرات کوچکتر اطراف آن

1-Flocculation

omoorepeyman.ir

را احاطه نموده، تشکیل می‌شود. ذرات لخته شده قیر غالباً با هم زدن مجدد پراکنده می‌شوند. شکل (۲-۱۰) نمونه‌ای از لخته شدن امولسیون قیر را نشان می‌دهد.



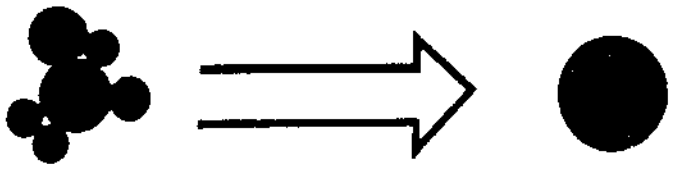
شکل ۲-۱۰ : لخته شدن امولسیون قیری

۲-۵-۴- انعقاد[1]

به فرآیندی که ذرات قیر در امولسیون به یکدیگر بپیوندند و به شکل ذرات بزرگتر درآیند، انعقاد گویند (شکل ۲-۱۱). غالباً انعقاد بدنبال لخته شدن اتفاق می‌افتد. این فرآیند می‌تواند به علت اعمال مکانیکی نظیر همزدن، پمپ کردن یا لرزاندن شروع شود. پدیده انعقاد که در فرآیند شکستن امولسیون قیری اتفاق می‌افتد به نوع مصالح سنگی بستگی دارد.

1-Coalescence

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۱۱ : انعقاد امولسیون قیری

۲-۵-۵- شکست[1]

هدف از تهیه امولسیون قیر این است که قیر را در دمای محیط به حالت سیال درآوریم. امولسیون قیر باید در طول مدت ذخیره‌سازی و حمل و نقل پایدار باشد، اما پس از پاشیده شدن روی مصالح معدنی یا سطوح روسازی با سرعت معین بشکند. سرعت شکست امولسیون اساساً با نوع و ماده امولسیون‌ساز کنترل می‌شود. عوامل دیگری همچون نوع مصالح سنگی، دما و شرایط اقلیمی روی سرعت شکست اثر دارند.

در رابطه با جنس مصالح سنگی، مصالح سنگی را می‌توان به دو دسته قلیایی و اسیدی تقسیم‌بندی نمود. سنگ آهک نمونه‌ای از مصالح قلیایی و کوارتزیت و گرانیت از مصالح اسیدی می‌باشند. ساختار شیمیایی واقعی مصالح سنگی بسیار پیچیده است زیرا این مصالح به ندرت شامل کانیهای خالص می‌باشند. اگر مصالح سنگی را بر اساس مقدار سیلیکات (SiO_2) و کربنات ($CaCO_3$) طبقه‌بندی نماییم،

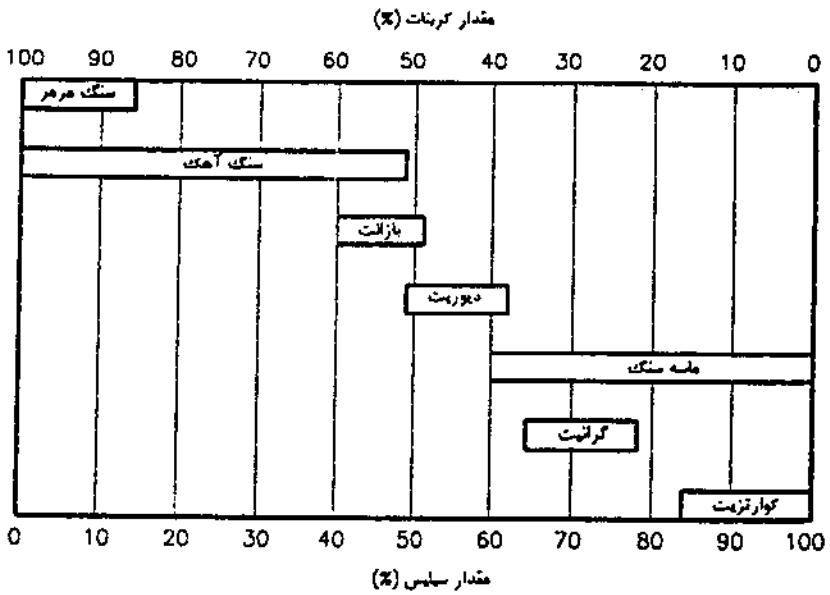
1-Breaking

omoorepeyman.ir

نموداری مطابق شکل (۲-۱۲) می‌توان ترسیم نمود. چنین نموداری می‌تواند نظر کلی از مقدار نسبی بارهای مثبت و منفی را در سطح مصالح سنگی ارائه نماید.

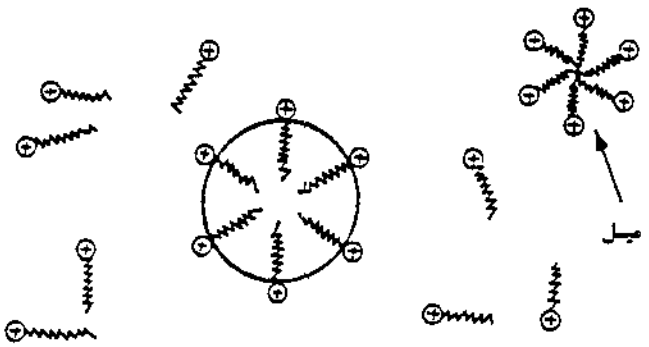
بسیاری از مصالح سنگی ممکن است به ذرات رس آلوده شده باشند، وجود ذرات رس حتی در مقادیر کم می‌تواند سرعت شکست را افزایش دهد.

امولسیون قیری شامل یون‌های امولسیون‌ساز است که هم در فاز آب و هم در سطح ذرات قیر محاط شده است. اگر غلظت یونهای امولسیون‌ساز زیاد باشد، به شکل ذرات مجتمع کروی شکل به نام میسل در می‌آیند. در امولسیون‌های قیری پایدار، بین یونهای محلول و یون‌های واقع در سطح ذرات قیر حالت تعادلی برقرار می‌گردد. این فرآیند را می‌توان در شکل (۲-۱۳) مشاهده نمود.



شکل ۲-۱۲ : طبقه‌بندی مصالح سنگی [۴]

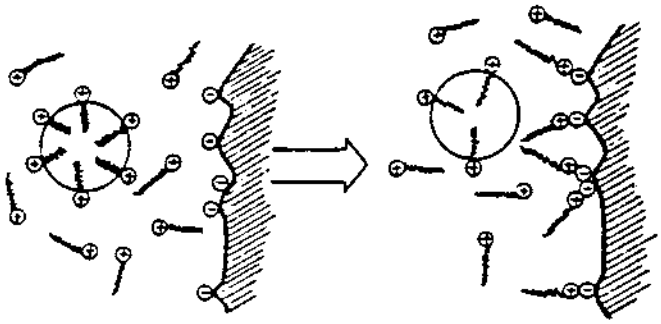
omoorepeyman.ir



شکل ۲-۱۳ : تشکیل میسل‌های پایدار در اثر تجمع یون‌های امولسیون‌ساز

اگر تعادل محلول امولسیون به علت خروج یونهای امولسیون‌ساز از محلول بهم خورد، با آزاد شدن یون‌های امولسیون‌ساز از میسل‌ها (در صورت موجود بودن) یا از سطح ذرات قیر موجود در امولسیون، تعادل برقرار می‌گردد. در حالت اخیر پایداری امولسیون کاهش پیدا کرده به نحوی که ممکن است برای فرآیند انعقاد کافی بوده و سرانجام به شکست امولسیون منجر گردد. این همان فرآیندی است که هنگامی که امولسیون بر روی سطح مصالح سنگی قرار می‌گیرد، اتفاق می‌افتد. در این حالت بارهای الکتریکی روی سطح مصالح سنگی به سرعت تعدادی از یون‌های امولسیون‌ساز را از فاز آب امولسیون جذب می‌کند، بنابراین کاهش یونهای امولسیون‌ساز روی سطح ذرات قیر به حدی می‌رسد که فرآیند شکست آغاز می‌شود. (شکل ۲-۱۴).

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۱۴- شروع فرآیند شکست

دما بر روی واکنش امولسیون‌ساز و سطح مصالح سنگی و تعادل مذکور تأثیر می‌گذارد. جذب یونهای امولسیون‌ساز روی سطوح مصالح سنگی، طبیعت آنها را از آب دوستی[1] به چربی دوستی[2] تغییر می‌دهد، به طوری که قیر آزاد شده در فرآیند شکست می‌تواند به راحتی به سطح مصالح سنگی بچسبد. از آنجا که مصالح سنگی مصرفی در ساخت راهها دارای سطوح با بار الکتریکی منفی زیاد می‌باشند، لذا استفاده از امولسیون‌های قیری کاتیونیک معمولاً مناسبتر از آنیونیک است . بارهای مثبت روی امولسیون‌های قیری کاتیونیک جذب بارهای منفی روی سطح مصالح سنگی می‌شوند، در حالی که بر روی سطح مصالح سنگی فقط تعداد محدودی بار مثبت وجود دارد که می‌تواند بارهای منفی امولسیون‌های قیری آنیونیک را جذب نمایند.

1- Hydrophilic
2- Lipophilic

امور پیمان
omoorepeyman.ir

امولسیون‌های قیری آنیونیک در برابر مصالح حاوی بار منفی سرانجام خواهند شکست، اما این شکستن یا به دلیل تبخیر فاز آب یا به علت جذب فاز آب در خلل و فرج مصالح سنگی می‌باشد. اگر فاز آب امولسیون از بین برود، فضای موجود برای ذرات قیر کم می‌شود و سرانجام فشار روی ذرات قیر افزایش می‌یابد. به هنگام تبخیر زمانی فرا می‌رسد که نیروی دافعه بین ذرات قیر دیگر نمی‌تواند آنها را از یکدیگر جدا نگه دارد و فرآیند انعقاد شروع می‌شود. در جریان فرآیند انعقاد مقداری از فاز آب داخل فاز قیر محبوس شده و سپس به شکل قطرات ریز آب در می‌آید. آب محبوس شده کم کم تبخیر شده و سرانجام قیر خواص اولیه خودش را بدست می‌آورد. این عمل در دمای بالای محیط، دو ساعت و در دماهای پایین چندین روز طول می‌کشد. علاوه بردمای محیط، رطوبت نسبی و سرعت باد روی تبخیر فاز آب امولسیون قیر اثر دارند. شکست، همچنین در اثر نیروهای مکانیکی مثل لرزاندن توسط غلطک یا حتی ترافیک شدت می‌یابد. نه تنها طبیعت شیمیایی مصالح سنگی در سرعت شکست مؤثر است، بلکه شکل فیزیکی آنها نیز تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی سرعت شکست دارد. با ازدیاد مقدار فیلر در مصالح سنگی سرعت شکست امولسیون قیر افزایش می‌یابد. این امر به دلیل سطح زیاد ریزدانه‌هاست که تعداد زیادتری بارهای الکتریکی در دسترس قرار می‌دهد.

بطور کلی عواملی را که بر فرآیند شکست امولسیون قیری اثر می‌گذارند می‌توان بشرح زیر خلاصه کرد:

omoorepeyman.ir

- سرعت جذب آب امولسیون قیری توسط سنگدانه‌ها- سنگدانه متخلخل و یا سنگدانه‌های با بافت زبر و خشن، بدلیل جذب آب امولسیون قیری، فرآیند شکست را تسریع می‌کند.
- درصد رطوبت مصالح سنگی قبل از عمل اختلاط سنگدانه و امولسیون قیری.
- شرایط جوی شامل ، دمای محیط ، رطوبت نسبی، سرعت باد.
- نیروهای مکانیکی ناشی از غلطک‌زنی و ترافیک. فشار غلطک تا مقدار معینی ، موجب خروج آب از مصالح می‌شود.
- دانه‌بندی مصالح سنگی و نوع کانیهای تشکیل دهنده آن- مخلوطهای امولسیون‌های قیری بادانه بندی ریز سطح مخصوص زیادتری نسبت به مصالح درشت‌دانه دارند و لذا زودتر می‌شکنند. نوع کانیهای تشکیل دهنده سنگدانه‌ها نیز بدلیل احتمال واکنش شیمیایی بین امولسیون‌ساز در سطح سنگدانه‌ها بر سرعت شکست امولسیون قیری اثر می‌گذارد. مصالحی که بیش از اندازه مواد ریزدانه دارند و یا دارای اندود خاکی باشند شکست امولسیون قیری را تسریع می‌کند.
- نوع و مقدار امولسیون‌ساز
- شدت بارالکتریکی سنگدانه‌ها نسبت به بار الکتریکی امولسیون‌ساز، یک عامل مهم محسوب می‌شود.
- پدیده انعقاد شیمیایی بدلیل پیش‌مقدار آب امولسیون قیری موجب نا پایداری امولسیون قیری می‌گردد.

omoorepeyman.ir

- کلیه عوامل فوق برای تعیین زمان کارآیی امولسیون قیری بعد از پخش روی سطح راه و یا مصالح سنگی یا مخلوط آسفالتی امولسیون قیری بعد از تکمیل عمل اختلاط و پخش آن باید مورد توجه خاص قرار گیرد.

۲-۵-۶- چسبندگی [1]

چسبندگی امولسیون قیری منتجه فرآیند شکست می‌باشد. اثر متقابل [2] امولسیون قیری و مصالح سنگی بستگی به بارهای الکتریکی موجود در ذرات امولسیون قیری و سطح مصالح سنگی دارد. اگر بارها غیر همنام باشد، می‌توان پوشش و چسبندگی مطلوب را انتظار داشت، در غیر اینصورت کیفیت مطلوب نخواهد بود. به همین منظور است که امولسیون قیری آنیونیک را برای مصالح آهکی (دارای بار مثبت) مصرف می‌نمایند. امولسیون‌های قیری قیری آنیونیک در مواردی که مصالح سنگی دارای سطح با بار الکتریکی منفی هستند، کمتر کاربرد دارد. بنابراین چسبندگی خوب بین مصالح سنگی با بار الکتریکی منفی و امولسیون‌های قیری کاتیونیک کاملا" منطقی به نظر می‌رسد. امولسیون‌سازهای موجود در امولسیون‌های قیری کاتیونیک، ذرات قیر را دارای بار مثبت کرده و به سمت مصالحی که دارای بار منفی می‌باشند، سوق می‌دهد. مصالح سنگی که دارای سطح با بار الکتریکی به میزان مساوی از بارهای مثبت و منفی می‌باشند، قابلیت اختلاط با هریک از دو نوع امولسیون قیری کاتیونیک و آنیونیک را دارا می‌باشند، به عبارت دیگر برای امولسیون‌های قیری آنیونیک با مصالح اسیدی نظیر سیلیس و کوارتز، کاتیون معدنی (Na^+ یا K^+) در امولسیون‌ساز روی سیلیس جذب می‌شوند. این کاتیونها به سطحی که جذب آن شده‌اند، خاصیت

1- Adhesion
2 - Interaction

omoorepeyman.ir

روغن دوستی[1] نمی‌دهند، ضمناً چون فعالیت سطحی هم ندارند، بنابراین چسبندگی ضعیفی را نتیجه خواهند داد. از طرف دیگر در نتیجه شکست امولسیون‌های قیری کاتیونیک بر روی سطح مصالح سنگی اسیدی یا قلیایی یونهای کاتیون آلی ($R\text{-}NH3^{+}$) روی سطح مصالح سنگی قویاً جذب می‌شود. این کاتیون خاصیت روغن دوستی را به سطحی که جذب آن شده است، می‌دهد. چسبندگی قوی لایه نازک قیر با سطوح مصالح سنگی، منجر به جابجایی آب می‌گردد. بدین طریق امولسیون‌سازهای کاتیونیک، بعد از شکست امولسیون به عنوان عامل ضد عریان شدگی عمل می‌نمایند. برای بدست آوردن بهترین نتایج در مواردی که هیدروکلریدآمین به عنوان عامل امولسیون‌ساز استفاده می‌شود، باید درجه اسیدی امولسیون کمتر از ۴/۵ باشد. علت کم بودن درجه اسیدی لازم این است که پایداری ذخیره‌سازی امولسیون تقریباً به یونیزاسیون کامل هیدروکلریدآمین بستگی دارد که فقط در درجه اسیدی‌های کمتر از ۴/۵ اتفاق می‌افتد. در درجه اسیدی خیلی کم یون‌های هیدروژن اسید کلریدریک آزاد تمایل به خنثی نمودن بارهای منفی اطراف سطوح مصالح سنگی دارند که سطح کمتری را برای یون‌های مثبت آمونیم بر جای می‌گذارد.

جدول (۲-۶) خلاصه‌ای از سرعت شکست و چسبندگی امولسیون‌های قیری کاتیونیک و آنیونیک را با مصالح اسیدی و قلیایی نشان می‌دهد.

1- Oleophilic

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۶- سرعت شکست و چسبندگی امولسیون‌های قیری آنیوتیک و کاتیونیک به مصالح سنگی [۴]

نوع امولسیون قیر	نوع مصالح سنگی	سرعت شکست	چسبندگی
آنیونیک	اسیدی	دیر	ضعیف
آنیونیک	قلیایی	کند	خوب
کاتیونیک	اسیدی	تند	عالی
کاتیونیک	قلیایی	تند	خوب

۲-۶ رابطه خواص امولسیون قیری با متغیرهای آن

منظور از متغیرهای امولسیون قیری، درصد قیر، مقدار امولسیون‌ساز، مقدار پایدار کننده، اندازه ذرات قیر و دما می‌باشد. به عنوان نمونه، برای حالتی که الکیل‌آمین به عنوان عامل امولسیون‌ساز در تهیه امولسیون قیری استفاده شده است، تغییرات برخی از خواص آن بر حسب متغیرهای فوق در جدول (۲-۷) ارائه گردیده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۷- تأثیر متغیرها روی خواص امولسیون‌های قیری کاتیونیک که در تهیه آن از الکیل آمین به عنوان عامل امولسیون‌ساز استفاده گردیده است.[۴]

دما	اندازه ذرات قیر	مقدار پایدارکننده ($CaCl_2$ یا NaCl)	درجه‌اسیدی(۱)	درصد امولسیون‌ساز	درصد قیر	خواص / متغیرها
		(۲)				کندروانی
(۴)						نشست
						سرعت‌شکست
		(۳)				چسبندگی

۱) درجه اسیدی خیلی زیاد (۵ و بیشتر) می‌تواند منجر به امولسیونهای ناپایدار شود.

۲) اگر مقدار درصد املاح قیر زیاد باشد، استفاده از پایدار کننده، کند روانی را پایین‌تر می‌آورد.

۳) غلظت زیاد $CaCl_2$ می‌تواند چسبندگی را کاهش دهد.

۴) در یک محدوده مشخص درجه حرارت ، پایداری ذخیره‌ساز امولسیون‌سازها با افزایش دما بهبود می‌یابد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

ساخت امولسیون‌های قیری

omoorepeyman.ir

۳ ساخت امولسیون‌های قیری

امروزه دو روش برای تهیه امولسیون‌های قیری در راهسازی متداول است که عبارتند از:

۱- روش پیوسته [1] (مداوم)

۲- روش پیمانه‌ای [2] (مرحله‌ای)

تفاوت اصلی این دو روش در آن است که در تهیه امولسیون‌قیری به روش پیوسته، تولید امولسیون مداوم است، در صورتیکه در روش پیمانه‌ای، تولید به طور ناپیوسته انجام می‌گیرد. در روش پیمانه‌ای با توجه به حجم پیمانه هر بار وزن و یا حجم معینی از امولسیون، تولید و بعد از تخلیه به مخزن ذخیره، تولید مجدداً ادامه می‌یابد. در فرآیند تولید امولسیون‌قیری ، محلول امولسیون‌ساز و قیر از درون آسیاب عبور داده می‌شوند تا امولسیون ساخته شود. پمپ‌ها،محلول امولسیون‌ساز و قیر را وارد آسیاب می‌نمایند. محلول امولسیون‌ساز شامل آب، امولسیون‌ساز، اسید و در صورت لزوم پایدار کننده است که با دقت و با نسبتهای مناسبی مخلوط می‌شوند تا محلول یکنواخت با درجه اسیدی مورد نظر بدست آید. قیر مورد استفاده می‌تواند قیر خالص یا قیر مخلوط شده با یک حلال نفتی مثل گازوئیل باشد. امولسیون خارج شده از آسیاب داغ است. لذا قبل از انتقال به مخزن نهایی باید جهت سرد شدن به مخزن دیگری وارد گردد.

دمای امولسیون در هنگام ساخت هرگز نباید به بیش از ۱۰۰ درجه سانتیگراد برسد و باید بین ۸۵ تا ۹۵ درجه سانتیگراد نگهداشته شود. به منظور اجتناب از بالا رفتن

1- Continious Type
2 – Batch Type

omoorepeyman.ir

موضعی دما، اختلاف دمای بین قیر و محلول امولسیون‌ساز باید تا حد امکان کم باشد. قیر بایستی آنقدر گرم باشد که قابل پمپ شدن باشد. برای امولسیون با ۶۰ درصد قیر، مجموع دمای دوفاز باید حدود ۱۹۵ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شود و دمای امولسیون در قسمت خروجی آسیاب درحدود ۹۰ درجه سانتیگراد باشد. براین اساس دمای بهینه قیر و محلول امولسیون‌ساز در فرآیند ساخت امولسیون در جدول (۳-۱) مشخص شده است.

جدول ۳-۱ دمای بهینه قیر و محلول امولسیون‌ساز هنگام ساخت امولسیون‌های قیری با ۶۰ درصد قیر (برحسب درجه سانتیگراد)

	قیر با درجه نفوذ			
	۱۸۰/۲۲۰	۸۵/۱۰۰	۶۰/۷۰	۴۰/۵۰
دمای قیر	۱۴۰	۱۵۰	۱۵۵	۱۶۰
دمای محلول امولسیون‌ساز	۵۵	۴۵	۴۰	۳۵

قبل از تولید امولسیون‌قیری باید فرمولی مناسب برای ساخت آن با توجه به کاربرد و خصوصیات مربوط انتخاب شود.

۳-۱ تجهیزات ساخت امولسیون‌های قیری

وسیله اصلی تهیه امولسیون، وسیله‌ای مکانیکی است که قدرت برشی بالایی دارد و قیر را به ذرات بسیار ریز تبدیل می‌کند. این وسیله معمولاً آسیاب کلوئیدی است.

omoorepeyman.ir

وسایل مورد نیاز دیگر مخزن محلول امولسیون‌ساز ، مخزن قیر گرم شده، پمپها و شاخص‌های اندازه‌گیری می‌باشد.

۳-۱-۱- آسیاب کلوئیدی

تهیه امولسیون با استفاده از یک وسیله مکانیکی با سرعت برشی بالا نظیر آسیاب کلوئیدی امکان‌پذیر است. آسیاب کلوئیدی از دو بخش گردنده [۱] و ثابت [۲] تشکیل شده است. بخش گردنده در داخل بخش ثابت و به فاصله کمی از آن قرار گرفته است. فاصله این دو بخش معمولاً در محدوده ۰/۲۵ تا ۰/۵ میلیمتر است (شکل ۳-۱).

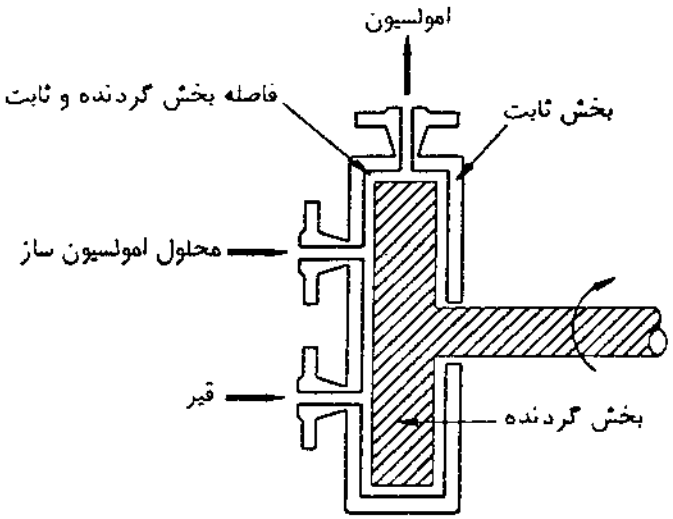
بخش گردنده با سرعت زیادی در داخل بخش ثابت می‌چرخد. این چرخش از چند هزار دور در دقیقه برای آسیاب‌های بزرگ و تا بیش از ده هزار دور در دقیقه برای آسیاب‌های کوچک آزمایشگاهی می‌باشد. تعداد دور چرخش مورد نیاز به قطر و سرعت محیطی بخش گردنده بستگی دارد. فاصله بین بخش گردنده و ثابت و سرعت محیطی روی اندازه ذرات قیر در امولسیون اثر می‌گذارند. اندازه ذرات قیر با افزایش فاصله بین بخش گردنده و ثابت و یا کاهش سرعت محیطی بخش گردنده افزایش می‌یابد.

در ورودی اکثر آسیابها چندین وسیله مخلوط‌کن ساده وجود دارد، به طوری که قیر را به شکل قطرات پراکنده در می‌آورند تا از وارد شدن قیر خالص به فاصله بین دو

1- Rotor
2 - Stator

omoorepeyman.ir

بخش آسیاب جلوگیری بعمل آید. به منظور آسیاب شدن بهتر، بر روی سطح برخی از گردنده‌ها، شکافهایی تعبیه شده است.



شکل ۳-۱ آسیاب کلوئیدی

میزان تولید امولسیون آسیابهای کلوئیدی از چند صد کیلوگرم در ساعت برای آسیابهای آزمایشگاهی تا ۲۰ تن در ساعت و یا بیشتر برای واحدهای تولیدی می‌باشد.

۳-۲ ساخت امولسیون‌قیری به روش پیمانه‌ای (مرحله‌ای)

در کارخانه تولید امولسیون‌قیری به روش پیمانه‌ای، محلول امولسیون‌ساز و قیر با مقادیر و دمای مناسب در مخازن پیمانه‌ای جداگانه آماده می‌شوند. قیر معمولاً در

omoorepeyman.ir

مخزن ذخیره، نگهداری و به مخزن پیمانه‌ای پمپ می‌شود. در صورت نیاز حلال اضافه و با قیر مخلوط می‌شود. مخازن پیمانه‌ای تا ارتفاعی پر می‌شوند که مقدار قیر لازم برای امولسیون را دارا باشند. دمای این مخازن بایستی قبل از شروع تولید، بطور دقیق تنظیم شوند. مخزن پیمانه‌ای "غالبا" دارای یک شاخص نشان‌دهنده ارتفاع می‌باشد که مقدار مایع درون آن از روی شاخص ارتفاع قابل تعیین است. در این حالت نیازی به پمپهای کنتوری نیست و می‌توان از پمپهای معمولی استفاده نمود.

آب و قیر از درون آسیاب عبور داده می‌شوند تا مخازن پیمانه‌ای خالی گردند. از آنجا که مقدار قیر و آب قبل از تولید امولسیون تعیین شده‌اند، بنابراین مقدار قیر امولسیون در حد مورد نظر خواهد بود. نموداری از کارخانه تولید امولسیون قیر به روش پیمانه‌ای در شکل (۲-۵) نشان داده شده است.

بعضی از کارخانه‌ها سیستم مبادله گرما دارند به این ترتیب که گرمایی را که امولسیون برای خنک شدن از دست می‌دهد، می‌گیرند و برای گرم نمودن آب مصرفی در پیمانه بعدی استفاده می‌کنند.

گاهی اوقات قیر مستقیما" از مخزن ذخیره به داخل آسیاب تغذیه می‌شود. سپس جریان آب و قیر باید به دقت کنترل شود. این کنترل می‌تواند با دست یا با تنظیم ظرفیت پمپ مطابق با قرائت کنتورهای جریان یا با وسایل کم و بیش خودکار انجام شود.

omoorepeyman.ir

۳-۳ ساخت امولسیون‌قیری به روش پیوسته (مداوم)

در این روش مخازن پیمانه‌ای قیر و محلول امولسیون‌ساز وجود ندارند بلکه قیر و محلول امولسیون‌ساز مستقیماً از مخازن ذخیره اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. محلول امولسیون‌ساز مطابق با فرمول مورد نظر با تزریق امولسیون‌ساز، اسید و پایدار کننده توسط پمپ به داخل جریان آب تهیه می‌شود. واکنش بین امولسیون‌ساز و اسید قبل از وارد شدن به آسیاب انجام می‌پذیرد.

آب توسط یک گرم‌کن دائمی به دمای مطلوب می‌رسد. در روش پیوسته، امولسیون‌سازهایی مناسبند که به آسانی در آب پراکنده شوند تا امکان واکنش سریع با اسید را را مهیا سازند. محلول امولسیون‌ساز باید درجه اسیدی مناسب را قبل از آسیاب داشته باشد. قیر (ودر صورت لزوم حلال نفتی) به طور پیوسته وارد آسیاب می‌شوند. دمای قیر در مخزن درحد مناسب نگهداشته می‌شود. تولید امولسیون‌قیری به روش پیوسته تا زمانی که مواد و فضای ذخیره کافی وجود داشته باشد ادامه می‌یابد. نموداری از کارخانه تولید امولسیون قیر به روش پیوسته در شکل (۲-۶) نشان داده شده است.

امتیازات اصلی امولسیون‌قیری به روش پیوسته نسبت به روش غیر پیوسته عبارتند از:

- تغییر سریع تولید از یک نوع امولسیون به نوع دیگر امکان پذیر است.
- به کارگر و هزینه جابجایی کمتری نیاز دارد.
- صدمات ناشی از مواد شیمیایی تقریباً حذف شده است.
- با حذف پیمانه‌ها، سودمندی بیشتری حاصل می‌شود.

omoorepeyman.ir

از نقاط ضعف مربوط به استفاده از امولسیون‌قیری در راهسازی ، حمل بیهوده آب مورد نیاز امولسیون به خصوص در فواصل دور می‌باشد. لذا ممکن است استفاده از روش مرحله‌ای در تولید امولسیون‌قیری با حجم پیمانه‌های مورد نظر که در نزدیکی محل پروژه نصب می‌گردند، نسبت به روش پیوسته ترجیح داده شود.

omoorepeyman.ir

ذخیره‌سازی، جابجایی و نمونه‌گیری امولسیون‌های قیری

omoorepeyman.ir

٤ ذخیره‌سازی، جابجایی و نمونه‌گیری امولسیون‌های قیری

دستورالعمل‌ها و نکات ایمنی و احتیاطی ذخیره‌سازی و جابجایی امولسیون‌های قیری نسبت به انواع دیگر فرآورده‌های قیری باید بیشتر رعایت شود. ذخیره سازی یا جابجایی نامناسب امولسیون‌های قیری ممکن است موجب شکست زودهنگام آنها شده و در نهایت غیرقابل مصرف گردند. در این فصل برخی از نکات ایمنی و احتیاط‌های لازم به منظور ذخیره سازی و جابجایی امولسیون‌های قیری به طور مختصر شرح داده می‌شود. رعایت نکردن تنها یکی از موارد نیز ممکن است امولسیون قیری را غیر قابل مصرف سازد. رعایت این موارد علاوه بر صرفه‌جویی در وقت و هزینه، موجب می‌شود امولسیون قیری مورد نظر همواره برای مصرف بیش‌بینی شده آماده باشد. ذکر این نکته ضروری است که بیان رعایت نکات ایمنی و احتیاطات لازم، نباید موجبات محدودیت کاربرد و عدم توسعه و گسترش مصرف آن در صنعت راهسازی شود.

٤-١ ذخیره‌سازی امولسیون‌های قیری

هنگام ذخیره‌سازی امولسیون قیری به نکات زیر بایستی توجه گردد:

الف- برحسب مورد مصرف، امولسیون قیری در دمای ۱۰ تا ۸۵ درجه سانتیگراد ذخیره شود.

ب- برای گرم کردن مخازن ذخیره از لوله‌های مارپیچی حاوی آب داغ استفاده شود. همچنین برای این منظور می‌توان از بخار آب با فشار کم استفاده نمود. دما در سطح لوله‌های مارپیچ نباید بیش از ۸۵ درجه سانتیگراد باشد.

omoorepeyman.ir

ج- گروه‌های خاص امولسیون قیری باید در دمای مشخص ذخیره شوند. دمای ذخیره‌سازی امولسیون قیری که برای قیرپاشی به کار می‌رود، بیش از دمای ذخیره سازی برای امولسیون‌های قیری مصرفی در مخلوط با مصالح سنگی است. به عنوان مثال امولسیون قیری مورد مصرف در قیرپاشی از گروه تندشکن با کندروانی زیاد در دمای ۵۰ تا ۸۰ درجه سانتیگراد ذخیره می‌شود. از طرف دیگر این امولسیون‌های قیری در همین محدوده دمایی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. امولسیون‌های قیری با کندروانی کم در دماهای پایین‌تر ذخیره می‌شوند. جدول (۴-۱) دمای ذخیره‌سازی انواع امولسیون‌های قیری را نشان می‌دهد. امولسیون‌های قیری که برای تهیه مخلوطهای آسفالتی مورد استفاده قرار می‌گیرند،بایستی در دمای حدود مشخص شده در جدول (۴-۱) ذخیره شوند.

د- دمای امولسیون‌های قیری نباید به بیش از ۸۵ درجه سانتیگراد برسد. در دماهای بالا، آب امولسیون قیری تبخیر می‌شود و موجب افزایش کندروانی و ایجاد لایه قیر در مخزن می‌گردد. امولسیون قیری در این حالت کارآیی لازم را از دست می‌دهد ضمناً خالی نمودن مخزن مشکل خواهد شد.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱ دمای ذخیره سازی امولسیون‌های قیری [۱]

نوع امولسیون قیری	دما برحسب سانتیگراد	
	حداقل	حداکثر
RS-1	۲۰	۶۰
RS-2, CRS-1, CRS-2	۵۰	۸۵
SS-1, SS-1h, CSS-1, CSS-1h , MS-1,HFMS-1	۱۰	۶۰
CMS-2, CMS-2h , MS-2,MS-2h	۵۰	۸۵
HFMS-2h, HFMS-2s	۵۰	۸۵

هـ امولسیون قیری نباید یخ بزند، زیرا این عمل باعث شکست آن شده و قیر را از آب جدا می‌سازد. در نتیجه دو لایه در مخزن بوجود می‌آید که هیچکدام برای استفاده مناسب نمی‌باشند و تمیز کردن مخزن هم بسیار مشکل خواهد بود.

و- دمای سطح گرم کننده نباید از ۱۰۰ درجه سانتیگراد تجاوز نماید. افزایش دما موجب شکست زودهنگام امولسیون قیری در سطح گرم کننده خواهد شد.

ز- برای هم‌زدن امولسیون قیری نباید از هوای فشرده استفاده شود. هوای فشرده ممکن است باعث شکست آن شود.

٤-۲ ذخیره سازی امولسیون قیری

مخازن ذخیره سازی امولسیون قیری باید ویژگیهای زیر را دارا باشند:

۱- برای جلوگیری از یخ زدن و هدر رفتن گرما، مخازن ذخیره باید عایق‌بندی شوند.

omoorepeyman.ir

۲- مخازن ذخیره باید در بسته باشند تا امولسیون قیری در معرض هوا قرار نگیرد، زیرا در سطح تماس امولسیون قیری موجود در مخازن ذخیره با هوا، پوسته‌ای از قیر ایجاد می‌شود.

۳- بهتر است برای ذخیره سازی امولسیون‌های قیری از مخازن بلند عمودی که حداقل سطح در معرض هوا را دارند، استفاده شود . اکثر مخازن ذخیره ثابت، عمودی هستند.

۴- مخازن افقی، اغلب برای ذخیره‌سازی کوتاه مدت مورد استفاده قرار می‌گیرند. با پرنگهداشتن مخازن ذخیره افقی امکان ایجاد پوسته قیر کاهش می‌یابد، زیرا سطح تماس با هوا را به حداقل می‌رساند.

۵- برای جلوگیری از امکان ایجاد پوسته سطحی، امولسیون قیری توسط پره‌های داخلی که در اطراف مخزن و در حدود یک متر بالاتر از کف مخزن قرار گرفته‌اند، هم‌زده شود. مناسبترین نوع بهم‌زن، پره‌های با چرخش کند و قطر بزرگ می‌باشند که برای به حرکت درآوردن مواد به سمت بالا استفاده می‌شوند. بایستی از هم‌زدن بیش از اندازه امولسیون قیری اجتناب شود.

۶- در صورتیکه برای هم‌زدن از پمپی استفاده شود که امولسیون قیری را از بالا به کف مخزن به گردش در می‌آورد، باید از پمپ کردن بیش از اندازه اجتناب نمود.

۷- در مخازنی که مجهز به پره‌های همزن یا پمپ نمی‌باشند، استفاده از لایه نازک نفت یا روغن بر روی سطح امولسیون قیری، امکان ایجاد پوسته قیر را کاهش می‌دهد. در مواردی که امولسیون قیری هم‌زده یا پمپ می‌شود، معمولاً نیازی به استفاده از لایه نفت یا روغن بر روی سطح آنها نمی‌باشد.

omoorepeyman.ir

۸- برای جلوگیری از امکان خوردگی دیوارهای مخزن و لوله‌های آب گرم می‌توان از روش حفاظت کاتدیک استفاده نمود.

٤-۳ جابجایی امولسیون‌های قیری

به هنگام جابجایی امولسیون‌های قیری از مخزنی به مخزن دیگر باید نکات زیر رعایت گردد:

۱- هنگام گرم کردن، امولسیون قیری را به آرامی هم‌بزنید تا موجب حذف یا کاهش ایجاد پوسته قیری گردد.

۲- در زمستان از یخ‌زدن پمپ‌ها، شیرها و لوله‌ها جلوگیری شود. محتویات پمپ را خالی نموده یا آنها را با ضدیخ مطابق با توصیه کارخانه سازنده پر کنید.

۳- هنگامی که از لوله‌ها استفاده نمی‌شود با بازکردن دو راهی‌ها و دمیدن، آنها را تخلیه نمایید.

۴- از پمپهای با فاصله جدار داخلی مناسب برای جابجایی امولسیون‌های قیری استفاده گردد. نداشتن فاصله جدار داخلی مناسب باعث چسبیدن و گرفتگی پمپ‌ها می‌شود.

۵- به منظور رفع گرفتگی پمپ، دیواره محافظ یا لوله‌های جدار پمپ به ملایمت گرم شود.

۶- برای راه‌اندازی آسان پمپ، آن را تا حدود ۶۵ درجه سانتیگراد گرم نمایید.

۷- برای سهولت در راه‌اندازی مجدد پمپی که حتی برای مدت کوتاهی از سرویس خارج می‌شود، باید آن را با یک حلال نفتی پر کنید.

omoorepeyman.ir

۸- هنگام رقیق کردن امولسیون قیری با آب، باید سازگاری آب مصرفی با امولسیون قیری با آزمایش کنترل گردد.

۹- در صورت امکان از آب گرم برای رقیق کردن استفاده شود. همیشه آب را به آرامی به امولسیون قیری اضافه کنید و هیچگاه امولسیون قیری را به آب اضافه ننمایید.

۱۰- تاحد امکان از پمپ کردن و هم‌زدن مکرر امولسیون قیری اجتناب گردد، زیرا ممکن است غلظت آن کاهش یابد. همچنین با این عمل ممکن است حباب هوا وارد امولسیون قیری شده و باعث ناپایداری آن گردد.

۱۱- از مخلوط کردن انواع مختلف امولسیون قیری در مخازن ذخیره، وسایل انتقال و دستگاه پخش‌کن خودداری شود. برای مثال اگر امولسیون‌های قیری آنیونیک و کاتیونیک مخلوط شوند، مخلوط حاصل خواهد شکست و به آب و قیر دلمه شده تبدیل می‌گردد. از آنجایی که وجه تمایز امولسیون‌های قیری مختلف به صورت چشمی مشکل است، همیشه یک نمونه آزمایشی از مخلوط امولسیون قیری جدید و امولسیون قیری از قبل ذخیره شده به منظور انجام آزمایش تعیین سازگاری مخلوط تهیه شود.

۱۲- به منظور جلوگیری از کف نمودن امولسیون قیری، لوله‌های ورودی و برگشتی در ته مخزن قرار داده شوند.

۱۳- پمپ کردن از ته مخزن، ناهمگنی امولسیون قیری را که روی آن پوسته قیری ایجاد شده، کاهش می‌دهد.

۱۴- امولسیون‌های قیری که در یک گروه قرار گرفته‌اند، می‌توانند از نظر شیمیایی و عملکرد کاملاً متفاوت باشند.

omoorepeyman.ir

۱۵- حمل امولسیون قیری بایستی با کامیونهایی انجام گیرد که مجهز به وسیله بازرسی و تنظیم جریان مایعات باشند.

۱۶- امولسیون‌های قیری را که مدت طولانی ذخیره شده‌اند، باید با به گردش در آوردن آن یا به گونه‌ای دیگر هم‌زده شود.

۱۷- از پمپهای با فاصله جدار داخلی کم یا بدون فاصله [1] برای پمپ نمودن امولسیون قیری استفاده نشود زیرا ممکن است باعث گرفتگی و از کار ایستادن پمپ‌ها شود.

۱۸- برای گرم کردن جدار محافظ یا لوله‌های جدار پمپ نباید از گرمای زیاد استفاده شود، گرمای زیاد ممکن است به پمپ آسیب برساند و قیر نیز سخت‌تر شود.

۱۹- امولسیون‌های قیری تندشکن نباید رقیق شوند. امولسیون‌های قیری کندشکن و دیرشکن را می‌توان با آب رقیق نمود. اما همیشه باید آب را به آرامی به امولسیون قیری اضافه کرد، برخی از انواع امولسیون‌های قیری نظیر امولسیون قیری کندشکن آنیونیک، باید تنها توسط کارخانه تولید کننده با آب رقیق شوند.

۲۰- امولسیون‌های قیری نباید به مخازن ذخیره ماشینهای تانکردار یا دستگاه پخش قیر [2] که دارای مواد باقیمانده ناسازگار با امولسیون قیری می‌باشند تخلیه شوند (جدول ۴-۲).

1- Tight Fitting
2- Distributor

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۲ راهنمای وضعیت مخازن تخلیه شده قبل از بارگیری امولسیون قیری[۱]

فرآورده قبلی در مخزن						
فرآورده ای که باید بارگیری شود	قیر خالص	قیرمحلول	امولسیون قیری کاتیونیک	امولسیون قیری آنیونیک	نفت خام و روغنهای سوختی باقیمانده	سایر فرآورده‌ها
امولسیون قیری کاتیونیک	خالی از مقدار ناچیز	خالی تا مقدار ناچیز	مناسب برای بارگیری	خالی تا مقدار ناچیز	خالی تا مقدار ناچیز	مخزن باید تمیز شود
امولسیون قیری آنیونیک	خالی تا مقدار ناچیز	خالی تا مقدار ناچیز	خالی تا مقدار ناچیز	مناسب برای بارگیری	خالی تا مقدار ناچیز	مخزن باید تمیز شود

توجه: همه مخازن باید به اندازه ۰/۵ درصد یا کمتر از ظرفیتشان خالی شده باشند. پمپ، لوله‌های خروجی و همه لوله‌ها باید تخلیه شوند.

عوامل ممکن در آلوده شدن مواد قیری بهنگام انتقال و روشهای پیشگیری در جدول (۴-۳) ارائه شده است.

جدول ۴-۳ عوامل ممکن در آلوده شدن مواد قیری به هنگام انتقال و روشهای پیشگیری

عوامل ممکن	روش پیشگیری
۱- عدم سازگاری موادی که باید بارگیری شود با محموله قبلی	- بارنامه محموله‌ای که باید بارگیری شود، بررسی گردد یا با تهیه کننده آن به منظور تعیین سازگاری با محموله قبلی هماهنگ شود. اگر این دو محموله سازگاری نداشته باشند بایستی مخازن، لوله‌های تخلیه و پمپ وسیله نقلیه قبل از بارگیری کاملاً تمیز و تخلیه شوند. بدین منظور در کارخانه تولید امولسیون قیری و در مکانی خارج از محل بارگیری، سطح شیبداری برای حصول اطمینان از خروج کامل مواد از مخزن وسیله نقلیه آماده گردد.
۲- گازوئیل و سایر حلالهایی که برای تمیز کردن و شستشوی مخازن، لوله‌ها و پمپ استفاده شده است در داخل آنها باقی بماند.	- اطمینان حاصل نمائید همه حلالها به طور کامل تخلیه شده باشند.

عوامل آلوده کننده مواد قیری در تجهیزات الحاقی و مخزن ذخیره کارخانه و روشهای پیشگیری آن در جدول (۴-۴) ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۴ عوامل آلوده کننده احتمالی مواد قیری به هنگام ذخیره سازی در مخازن کارخانه و روشهای پیشگیری [۱]

عوامل ممکن	روش پیشگیری
۱- هنگامی که مواد قیری جدیدی را ذخیره می‌نمایید، مواد قبلی در مخزن باقی مانده باشد.	- هرماده‌ای که در مخزن باقی مانده باید با ماده جدید سازگاری داشته باشد و مقدار باقیمانده باید به اندازه‌ای باشد که باعث تغییر خصوصیات ماده جدید نگردد. در صورت تردید باید با تهیه کننده مشورت گردد. - از نظر رعایت ایمنی، قبل از استفاده برای انواع مختلف قیر، مخزن باید تخلیه یا تمیز شود. - اطمینان حاصل کنید،لوله‌های تخلیه به پایین‌ترین محل مخزن ذخیره متصل شده باشند تا خالی شدن کامل مخزن هنگام تغییر نوع قیر یا تمیز کردن آن صورت پذیرد.
۲- حلالهایی که برای شستشوی تانکر حمل امولسیون قیری استفاده شده‌اند به داخل مخزن ذخیره تخلیه شده باشد.	- با نظارت بر عملیات تخلیه، راننده تانکر حمل امولسیون قیری را از عدم تخلیه مواد شستشو دهنده به داخل مخزن ذخیره آگاه سازید. در صورت امکان محلی را برای تخلیه مواد تمیزکننده فراهم نمایید.
۳- شستشوی لوله‌ها و پمپ بین مخزن ذخیره و کارخانه با حلالها و سپس اجازه برگشت این مواد به داخل مخزن	- اگر لازم باشد که لوله‌ها و پمپ شسته شوند، پیشنهاد می‌گردد برای جلوگیری از برگشت حلالها به مخزن ،انشعاب دیگری شامل لوله‌ها و شیرها فراهم شود.
۴- تمیز کردن مخزن دستگاه پخش‌کن، پمپ، لوله پخش و فواره‌های قیر پخش‌کن[1] با حلالها.	- اطمینان حاصل نمایید ماده تمیز کننده قبل از بارگیری تا حد امکان تخلیه شده باشد. - به منظور تهیه نمونه مطمئن برای آزمایش،تا زمانی که امولسیون قیری کافی از فواره پخش‌کن خارج نشده، نمونه‌گیری به عمل نیاید.
۵- نشت روغن از سیستم‌های گرم کننده با روغن	- منبع سیستم گرم کننده با روغن را کنترل کنید. اگر در منبع سیستم گرم کننده، سطح روغن پایین آمده آن را از نظر نشت روغن به داخل بخش تهیه امولسیون قیری کنترل نمایید.

1- Nozzles

omoorepeyman.ir

٤-٤ نمونه‌گیری امولسیون‌های قیری

هدف از نمونه‌گیری، بدست آوردن نمونه‌هایی است که طبیعت واقعی امولسیون قیری را نشان دهند، جزئیات روشهای نمونه‌گیری مواد قیری در استانداردهای ASTM:D140 یا AASHTO:T40 [۷،۸] تشریح گردیده‌است. در این بخش روش کلی نمونه‌گیری از امولسیون‌های قیری بیان شده است.

٤-٤-١- ظروف نمونه‌گیری

ظروف نمونه‌گیری امولسیون‌های قیری باید ظروف شیشه‌ای دردار یا بطری‌های دهان گشاد پلاستیکی یا قوطی پلاستیکی واشردار دهان گشاد با درپوش‌های پیچی یا فشاری باشند. اندازه ظرف نمونه‌گیری باید متناسب با مقدار نمونه مورد نیاز باشد.

٤-٤-٢- محل نمونه‌گیری

نمونه‌های امولسیون قیری باید از کارخانه تولید امولسیون قیری یا مخزن ذخیره گرفته شوند. در صورتی که چنین امری ممکن نباشد، نمونه‌ها باید بلافاصله پس از تحویل محموله گرفته شوند. باید سه نمونه از امولسیون قیری گرفته و سریعاً" برای آزمایش به آزمایشگاه ارسال گردند.

omoorepeyman.ir

٤-٤-٣- نکات احتیاطی در نمونه‌گیری

الف- ظروف نمونه‌گیری باید نو، تمیز و خشک باشند، از ظروف شسته شده در نمونه‌گیری قبلی از امولسیون قیری استفاده نشود. در ظروف نمونه‌گیری باید به طور محکم بسته شود.

ب- برای جلوگیری از آلوده شدن نمونه‌ها باید مراقبت لازم به عمل آید. ظرف نمونه‌گیری نباید در حلال فرو رود و یا با پارچه آغشته به حلال تمیز شود. بعد از بستن در ظرف نمونه‌گیری،بلافاصله باید بدنه ظرف با پارچه تمیز و خشک تمیز گردد.

ج- نمونه نباید به ظرف دیگر منتقل شود.

د- در مواقع یخبندان با بسته‌بندی صحیح، از یخ زدن نمونه‌های امولسیون قیری جلوگیری شود.

هـ - بلافاصله پس از گرفتن نمونه، در ظرف حاوی امولسیون قیری باید به طور محکم بسته شود.

و- مراقبت زیاد به هنگام نمونه‌گیری)به منظور به دست آوردن نمونه واقعی)، به مقدار زیادی خطاهای احتمالی را در نتایج آزمایش ناشی از نمونه‌گیری نامناسب حذف خواهد کرد. نمونه‌ها باید توسط اشخاصی که روشهای نمونه‌گیری را آموزش دیده‌اند، گرفته شوند. در جدول (۴-۵) عوامل آلوده کننده نمونه‌های امولسیون قیری به هنگام نمونه‌گیری و روشهای پیشگیری آن ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۵ : عوامل آلوده کننده نمونه امولسیون قیری به هنگام نمونه‌گیری و روشهای پیشگیری [۱]

عوامل ممکن	روش پیشگیری
۱- آلودگی ابزار نمونه‌گیری	- اگر ابزار نمونه‌گیری (از نوع توصیف شده در AASHTO: T40 یا ASTM:D140) با گازوئیل یا حلال دیگر تمیز می‌شود، اطمینان حاصل نمایید که ماده تمیز کننده کاملاً تخلیه و قبل از گرفتن نمونه، نمونه‌گیر را چندین مرتبه با ماده‌ای که باید نمونه‌گیری شود، شستشو دهید.
۲- تحت شرایط خاص، آلاینده‌ها ممکن است روی سطح مخزن جمع شوند و نمونه از بالای مخزن گرفته شده است.	- در گرفتن نمونه از بالای مخزن، ابزار نمونه‌گیری را زیر سطح امولسیون قیری پایین ببرید و نمونه را از ارتفاع یک سوم بالایی مخزن اخذ نمایید.
۳- آلودگی ظروف نمونه‌گیری	- تنها از ظروف تمیز و نو استفاده گردد. ظروف نمونه‌گیری نباید با حلال شسته شوند، برای نمونه‌گیری از امولسیون قیری باید از ظروف شیشه‌ای یا پلی اتیلنی استفاده گردد.
۴- آلودگی نمونه بعد از نمونه‌گیری	- ظروف نمونه‌گیری نباید در حلال فرو رود، حتی نباید خارج ظرف نمونه‌گیری با پارچه آغشته به حلال تمیز شود. - برای تمیز کردن بدنه ظرف نمونه‌گیری از پارچه خشک و تمیز استفاده گردد. - قبل از نگهداری و حمل نمونه، مطمئن باشید که در ظرف نمونه‌گیری به طور محکم بسته شده است. نمونه را سریعاً جهت آزمایش به آزمایشگاه حمل نمایید.
۵- گرفتن نمونه از شیرهای تعبیه شده در مسیر لوله‌های بین مخزن ذخیره و کارخانه	- اگر شیرهای تعبیه شده به منظور نمونه‌گیری در لوله مکنده بین مخزن و پمپ قرار گرفته‌اند، لازم است که قبل از نمونه‌گیری، پمپ خاموش شود. - هنگامی که امولسیون قیری داخل تانکر به مخزن ذخیره پمپ می‌شود، نمونه‌گیری نشود. - پس از گذشت زمان کافی به منظور هم زدن و به گردش درآوردن و مخلوط نمودن مواد، نمونه‌گیری انجام شود. - قبل از نمونه گیری از محل شیرهای تعبیه شده در مسیر لوله‌های، بایستی به میزان کافی امولسیون قیری خارج شود. - به منظور تهیه نمونه واقعی، نمونه‌گیری به آرامی و در حین هم‌زدن و به گردش در آوردن صورت پذیرد.
۶- نمونه‌گیری از لوله تخلیه تانکر حمل امولسیون قیری	- قبل از نمونه‌گیری، به منظور اطمینان از حذف مواد آلاینده در شیرهای تعبیه بایستی به میزان کافی امولسیون قیری خارج شود. - نمونه‌گیری باید بعد از تخلیه $\frac{1}{3}$ حجم محموله و قبل از تخلیه $\frac{2}{3}$ حجم محموله انجام پذیرد. به منظور اطمینان از تهیه نمونه واقعی، نمونه‌گیری به آرامی انجام گیرد.

omoorepeyman.ir

٤-٥ نکات ایمنی در جریان نمونه‌گیری

به هنگام نمونه‌گیری ، رعایت نکات ایمنی زیر لازم است.

الف- هنگام نمونه‌گیری و بستن در ظروف نمونه گیری، باید از دستکش استفاده نمود و آستینها را در زیر دستکش قرار داده و دستکش‌ها در محل مچ دست بسته شده باشند.

ب- هنگام نمونه‌گیری باید از پوست صورت محافظت لازم بعمل آورد.

ج – هنگام نمونه‌گیری از قیرها، استعمال دخانیات ممنوع است.

د – هنگام نمونه‌گیری، نمونه بردار باید در جهت باد بایستد.

ه - هنگام بستن و تمیز کردن ظروف نمونه‌گیری، ظرف باید روی سطح افقی ثابت و محکمی قرار داده شود. این عمل از پاشیدن، ریختن و چکیدن مواد قیری جلوگیری می‌کند.

٤-٦ محافظت و نگهداری نمونه‌های امولسیون قیری

ظروف نمونه‌گیری باید مطابق با دستورالعمل‌های زیر محافظت و نگهداری شوند.

۱- روی ظروف نمونه‌گیری باید بلافاصله بعد از پر کردن، بستن و تمیز کردن به طریق مناسبی با یک قلم علامتگذاری شود. (روی ظرف نه روی برچسب آن). همچنین ممکن است برای شناسایی نمونه‌ها از نوارهای کتانی که محکم به ظرف نمونه بسته شده، به طوری‌که هنگام انتقال گم نشود، استفاده گردد.

۲- به منظور محافظت نوارهای کتانی بسته شده به ظروف نمونه‌گیری نباید از چفت استفاده شود.

omoorepeyman.ir

۳- نمونه‌ها باید به گونه‌ای بسته‌بندی، علامتگذاری و حمل شوند که از یخ زدن آنها در فصل سرما جلوگیری به عمل آید.

۴- همه نمونه‌ها در همان روز نمونه‌گیری، باید بسته‌بندی و به آزمایشگاه حمل شوند.

۵- به منظور کاهش احتمال صدمه دیدن نمونه‌ها در حین حمل، ظروف نمونه‌گیری باید در موادی نظیر خاک اره، تراشه نجاری یا ورمیکولیت بسته بندی شوند.

۶- نمونه‌ها باید با حداقل اطلاعات زیر مشخص شوند:

الف- نام حمل کننده، حواله محموله یا تعداد جعبه‌های بارگیری شده.

ب – تاریخ نمونه‌گیری.

ج – نام نمونه‌گیر.

د – نام گروه و زیرگروه امولسیون قیری

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

آزمایش‌های امولسیون‌های قیری

امور پیمان
omoorepeyman.ir

۵ آزمایش‌های امولسیون‌های قیری

تفسیر مناسب نتایج آزمایشهای آزمایشگاهی می‌تواند به مقدار زیادی در تعیین ویژگیهای امولسیون‌های قیری کمک نماید. همراه با پیشرفت فن‌آوری امولسیون‌های قیری در طول چندین سال، آزمایشهای آنها نیز گسترش یافته است. بعضی از این آزمایشها برای اندازه‌گیری کیفیت اجرا و برخی دیگر اساساً مربوط به فرآیند ساخت می‌باشند. آزمایشهای آزمایشگاهی معمولاًبرای یکی از چهار هدف زیر انجام می‌شوند:

۱- برای اندازه‌گیری خواص امولسیون‌های قیری در ارتباط با حمل، ذخیره‌سازی و اجرا.

۲- برای کنترل کیفیت و یکنواختی فرآورده در ضمن ساخت و مصرف .

۳- به منظور تهیه روشهای استاندارد برای مشخصات فنی.

۴- برای پیش‌بینی یاکنترل عملیات اجرایی.

آزمایش‌های امولسیون‌های قیری براساس استانداردهای (ASTM:D244 و AASHTO:T59) [۷۸] تحت عناوین آزمایشهای تعیین اجزای تشکیل دهنده[1]، غلظت [2]، پایداری[3] و بررسی باقی مانده از تقطیر امولسیون قیری [4] انجام می‌شوند.

آزمایشهای تعیین اجزای تشکیل دهنده امولسیون قیری عبارتند از:

- تعیین مقدار آب
- تعیین مقدار باقی مانده از تقطیر
- شناسایی ماده روغنی تقطیر شده با روش ریز تقطیر[5]

1- Composition
2 - Consistency
3- Stability
4- Examination of Residue
5- Micro- Distillation

omoorepeyman.ir

- تعیین باقیمانده در اثر تبخیر
- تعیین بار الکتریکی ذرات امولسیون قیری کاتیونیک

آزمایش تعیین غلظت امولسیون قیری شامل:

- تعیین کندروانی امولسیون قیری به روش سیبولت فیورل

تعیین پایداری امولسیون قیری شامل:

- گلوله شدن[1]
- نشست
- اختلاط با سیمان
- آزمایش الک
- آزمایش پوشش
- قابلیت امتزاج با آب
- یخ زدگی
- قابلیت اندود و مقاومت در مقابل آب
- پایداری در هنگام ذخیره سازی

آزمایشهای بررسی قیر باقیمانده از تقطیر امولسیون قیری شامل:

- تعیین چگالی باقیمانده
- تعیین مقدار خاکستر
- تعیین میزان حلالیت قیر در تری کلرواتیلن
- تعیین درجه نفوذ

1- Demulsibility

omoorepeyman.ir

- تعیین قابلیت شکل پذیری
- آزمایش شناوری

روش‌های آزمایش‌های فوق در ذیل توضیح داده می‌شود.

۵-۱ آزمایش‌های تعیین اجزای تشکیل دهنده امولسیون قیری

۵-۱-۱ آزمایش تعیین مقدار آب

هدف از انجام این آزمایش تعیین مقدار قیر خالص موجود درامولسیون قیری به منظور مطابقت با مشخصات فنی آن می‌باشد. از نتیجه این آزمایش مقدار امولسیون قیری که می‌بایستی به کار رود تعیین می‌گردد. در این آزمایش میزان نمونه لازم بستگی به درصد آب امولسیون قیری دارد. در صورتیکه امولسیون قیری کمتر از ۲۵ درصد آب داشته باشد ، ۱± ۱۰۰ گرم و در صورتیکه دارای بیش از ۲۵ درصد آب باشد، ۱ ± ۵۰ گرم از آن برداشته می‌شود. سپس نمونه را در یک ظرف استوانه‌ای فلزی و یا یک بالن شیشه‌ای ریخته در حالیکه به میزان ۲۰۰ میلی‌لیتر حلال (زایلن) به آن می‌افزاییم با دقت هم زده می‌شود. پس از اتصال لوله مبرد به ظرف نمونه، میزان گرمادهی به ظرف نمونه را بگونه‌ای تنظیم می‌کنند که ۲تا ۵ قطره در ثانیه از انتهای لوله مبرد خارج گردد. قطرات خروجی در داخل لوله شیشه‌ای مدرج جمع‌آوری می‌شود. حلال در قسمت بالای لوله و آب در قسمت پایین آن قرار می‌گیرد. با اندازه‌گیری حجم آب تقطیر شده، مقدار آب موجود در نمونه تعیین می‌گردد. از تقسیم حجم آب حاصله به وزن اولیه نمونه، درصدآب گزارش می‌شود.

omoorepeyman.ir

۵-۱-۲ آزمایش تعیین مقدار باقیمانده از تقطیر

هدف از انجام این آزمایش تعیین نسبت قیر خالص و آب موجود در امولسیون قیری می‌باشد. در این آزمایش حدود ۰/۱± ۲۰۰ گرم از نمونه را داخل ظرف استوانه‌ای فلزی مخصوص ریخته و لوله مبرد مخصوص را به آن متصل می‌نمایند. ظرف را توسط یک مشعل حلقه‌ای به دقت و به آرامی حرارت می‌دهند. مواد تقطیر شده در یک استوانه مدرج جمع‌آوری می‌شوند. حرارت دادن را تا رسیدن به دمای ۲۱۵ درجه سانتیگراد ادامه داده و سپس دما را تا ۲۶۰ درجه سانتیگراد بالا برده و ظرف تقطیر را به مدت ۱۵ دقیقه دراین دما حرارت می‌دهند. کل زمان تقطیر ۱۵±۶۰ دقیقه می‌باشد. پس از پایان این مدت دوباره ظرف را توزین و درصد باقیمانده تقطیر را محاسبه و گزارش می‌نمایند.

حجم ماده روغنی حاصل از تقطیر برحسب درصد حجمی محاسبه و گزارش می‌گردد.

۵-۱-۳ آزمایش شناسایی ماده روغنی تقطیر شده با روش ریز تقطیر

این آزمایش به منظور شناسایی روغن قابل تقطیر موجود در امولسیون قیری انجام می‌شود. در این آزمایش ۱۰میلی‌لیتر از ماده روغنی حاصل از تقطیر امولسیون قیری را به‌روش استاندارد (ASTM:D86 و AASHTO:T115) [۷،۸] مجدداً تقطیر می‌نمایند تا روغنهای قابل تقطیر شناسایی گردند.

omoorepeyman.ir

۵-۱-۴ آزمایش تعیین باقیمانده در اثر تبخیر

این آزمایش بمنظور تعیین درصد قیر خالص موجود در امولسیون قیری دراثر تبخیر آب انجام می‌شود. در این آزمایش هنگامی که تعیین درصد باقیمانده از تبخیر مورد نظر باشد، سه نمونه ۰/۱± ۵۰ گرمی امولسیون قیری را که خوب مخلوط شده در سه بشر شیشه‌ای ریخته و آنها را در گرمخانه با دمای ۳ ± ۱۶۳ درجه سانتیگراد بمدت ۲ ساعت قرار می‌دهند. پس از دو ساعت بشرها را بیرون آورده و باقیمانده را خوب هم‌می‌زنند و آنها را مجدداً برای مدت یک ساعت دیگر در گرمخانه قرار می‌دهند. سپس بشرها را از گرمخانه خارج و پس از خنک شدن در دمای محیط، آنها را توزین می‌نمایند. درصد باقیمانده حاصل از تبخیر از تقسیم وزن باقیمانده به وزن اولیه امولسیون قیری تعیین می‌گردد.

فرآیند حاصل از آزمایش تعیین باقیمانده حاصل از تبخیر امولسیون قیری را می‌توان برای انجام آزمایش‌های دیگر بکار برد. در این صورت چهار نمونه ۵۰ گرمی امولسیون قیری تهیه و مطابق با روش یاد شده مورد آزمایش قرار می‌دهند. پس از محاسبه مقدار باقیمانده حاصل از تبخیر امولسیون قیری ، آن را از الک شماره ۵۰ عبور داده و برای انجام آزمایش‌های لازم در ظروف مخصوص می‌ریزند.

۵-۱-۵ آزمایش تعیین بارالکتریکی ذرات امولسیون قیری کاتیونیک

این آزمایش بمنظور شناسایی امولسیون قیری کاتیونیک کاربرد دارد. امولسیونهای حاوی ذرات با بار مثبت به عنوان امولسیون‌های قیری کاتیونیک طبقه‌بندی می‌شوند.

omoorepeyman.ir

در این آزمایش امولسیون قیری را در یک بشر ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلی لیتری ریخته و الکترودهای دستگاه را در آن قرار می‌دهند. جریان مستقیم الکتریکی را با استفاده از مقاومت الکتریکی متغیر در ۸ میلی آمپر تنظیم می‌نمایند. وقتی شدت جریان به ۲ میلی آمپر افت کرد و یا پس از مدت ۳۰ دقیقه (هرکدام که زودتر رخ دهد)، جریان را قطع نموده و الکترودها را به آرامی با آب مقطر شستشو می‌دهند. سپس قیر رسوب شده روی الکترودها را مشاهده می‌نمایند. اگر امولسیون قیری از نوع کاتیونیک باشد قشری از قیر روی قطب کاتد (الکترود منفی) رسوب می‌نماید. در این حالت قطب آند (الکترود مثبت) نسبتاً تمیز می‌ماند.

۵-۲ آزمایش تعیین غلظت امولسیون‌های قیری

۵-۲-۱ آزمایش تعیین کندروانی به‌روش سیبولت فیورل (ASTM:D244) [۷]

آزمایش تعیین کندروانی به روش سیبولت فیورل انجام می‌گیرد. کندروانی باید به گونه‌ای باشد که امولسیون قیری :

- به قدرکافی روان بوده و بتوان آن را به راحتی پخش کرد.
- بتواند بخوبی مصالح را اندود نماید.
- دارای غلظت کافی باشد و بعد از پخش و یا اندود مصالح سنگی مقدار کافی قیر روی مصالح و یا سطوح راه باقی بماند. این آزمایش، با استفاده از کندروانی سنج سیبولت فیورل در دماهای ۲۵ و ۵۰ درجه سانتیگراد انجام می‌شود. پس از همزدن نمونه آن را از الک شماره ۲۰ (۸۵۰میکرون) عبور داده و داخل محفظه دستگاه کندروانی سنج سیبولت فیورل که دارای حجمی در حدود ۸۰ میلی‌لیتر است،

omoorepeyman.ir

می‌ریزند. این محفظه در داخل یک حمام با قابلیت کنترل دما قرار دارد. انتهای این محفظه دارای مجرایی به قطر ۳/۱۵" میلی‌متر است. پس از رساندن دمای نمونه به دمای مورد نظر آزمایش (۲۵ یا ۵۰ درجه سانتیگراد) چوب پنبه مسدود کننده مجرا را برداشته و اجازه می‌دهند که قیر در داخل ظرف مخصوص جاری شود. زمان لازم برای پر شدن ظرف مخصوص شیشه‌ای با ظرفیت ۶۰ میلی‌لیتر را برحسب ثانیه اندازه‌گیری و بعنوان کندروانی سیبولت فیورل نمونه گزارش می‌نمایند.

۵-۳ آزمایش‌های تعیین پایداری امولسیون‌های قیری

۵-۳-۱ آزمایش گلوله شدن

این آزمایش برای اندازه‌گیری شکست شیمیایی امولسیون‌های قیری کاتیونیک و آنیونیک تندشکن (RS) و کندشکن (MS) هنگامی که در تماس با مصالح سنگی قرار گیرند، به کار می‌رود. در این آزمایش شکست امولسیون قیری آنیونیک در مجاورت محلول کلرورکلسیم و شکست امولسیون قیری کاتیونیک در مجاورت سولفوسوکسینیات سدیم دی اکتیل اندازه‌گیری می‌شود.

مقدار ۰/۱± ۱۰۰ گرم از نمونه را به طور جداگانه در داخل سه بشر ۶۰۰ میلی‌لیتری می‌ریزند. برای امولسیون قیری آنیونیک تندشکن در مدت ۱۲۰ ثانیه، ۳۵ میلی‌لیتر از محلول کلرورکلسیم ۱/۱۱ گرم در لیتر و برای سایر قیرهای آنیونیک ۵۰ میلی‌لیتر از محلول مذکور با غلظت ۵/۵۵ گرم در لیتر به داخل بشر اضافه می‌گردد. محتوی داخل بشر را مداوم و با شدت هم می‌زنند و گلوله‌های قیری چسبیده به دیواره بشر را ورز می‌دهند (درمورد امولسیون‌های قیری کاتیونیک بجای ۳۵ میلی‌لیتر محلول

omoorepeyman.ir

کلرورکلسیم ۱/۱۱ گرم در لیتر، ۳۵ میلی‌لیتر محلول ۸ گرم در لیتر سولفوسوکسینیات سدیم دی‌اکتیل به کار می‌رود). سپس مخلوط را روی تور سیمی با چشمه‌های ۱/۴ میلی‌متری شستشو می‌دهند. قیر باقی مانده روی تور سیمی را در دمای ۱۶۳ درجه سانتیگراد خشک و آن را توزین می‌نمایند. با دانستن درصد باقیمانده تقطیر، درصد گلوله شدن امولسیون قیری را از رابطه زیر بدست می‌آورند:

$$\text{درصدگلوله شدن} = \frac{A}{B} \times ۱۰۰$$

که در آن A میانگین وزن باقی‌مانده گلوله شده امولسیون قیری روی تور سیمی از سه آزمایش و B وزن باقی‌مانده تقطیر در ۱۰۰ گرم امولسیون قیری است که با روش ذکر شده در بند (۵-۱-۲) تعیین می‌گردد.

۵-۳-۲ آزمایش نشست

این آزمایش تمایل ذرات قیری به نشست در امولسیون‌های قیری را بیان می‌نماید. از نتایج آن می‌توان برای بررسی پایداری آنها هنگام ذخیره‌سازی استفاده کرد. در این آزمایش ۵۰۰ میلی لیتر از امولسیون قیری را به طور جداگانه در داخل دواستوانه شیشه‌ای ریخته، در آن را بسته و بمدت ۵ روز در دمای محیط نگهداری می‌شود. بعد از این مدت، ۵۵ میلی لیتر از بالای آنها را بوسیله پی‌پت برداشته و پس از هم‌زدن ۵۰گرم از هرکدام را داخل بشرهای ۱۰۰۰ میلی‌لیتری میریزند. مقدار ۳۹۰ میلی‌لیتر از امولسیون قیری باقیمانده از هر استوانه را خارج می‌کنند. از مانده امولسیون قیری در استوانه‌های شیشه‌ای ، پس از هم زدن ۵۰ گرم برداشته و در داخل دو بشر ۵۰۰ میلی‌لیتری دیگر می‌ریزند. سپس مطابق با روش مندرج در بند (۵-۱-۴) مقدار وزنی

omoorepeyman.ir

باقیمانده حاصل از تبخیر نمونه را در بشرها تعیین می‌نمایند. درصد نشست ۵ روز، از اختلاف میانگین درصد قیر باقی‌مانده از تبخیر نمونه برداشت شده از بالا و پایین استوانه شیشه‌ای بدست می‌آید.

۵-۳-۳ آزمایش اختلاط با سیمان [1]

این آزمایش بمنظور تعیین درصد شکست در آزمایش اختلاط باسیمان است و برای امولسیون‌های قیری دیرشکن کاربرد دارد. در این آزمایش نمونه را بوسیله آب مقطر تا حدی رقیق می‌کنند که باقی‌مانده قیر آن باروش آزمایش تعیین باقیمانده از تقطیر یا تبخیر، ۵۵ درصد شود. سپس ۱۰۰ میلی‌لیتر از امولسیون قیری رقیق شده را با ۵۰ گرم از سیمان نوع زودگیر (تیپ III) که از الک شماره ۸۰ (۱۸۰ میکرون) رد شده، مخلوط و با میله فولادی به مدت یک دقیقه با حرکت دایره‌ای سریعاً هم می‌زنند، بعد از این مدت ۱۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و هم‌زدن را به مدت سه دقیقه ادامه می‌دهند. آنگاه آن را از الک شماره ۱۴ (۱/۴ میلی‌متر) عبور داده، با آب شستشو و در دمای ۱۶۳ درجه سانتیگراد خشک و توزین می‌نمایند. وزن مواد مانده روی الک برحسب گرم بعنوان درصد شکست در آزمایش اختلاط با سیمان گزارش می‌گردد.

1- Cement Mixing

omoorepeyman.ir

۵-۳-۴ آزمایش الک[1]

آزمایش الک برای تعیین وجود ذرات بزرگتر از حد معمول در امولسیون قیری بکار می‌رود. در این آزمایش ۱۰۰۰ گرم از امولسیون قیری را روی الک شماره ۲۰ (۸۵۰ میکرون) ریخته و آن را با محلول اولئات سدیم شستشو می‌دهند (در صورت استفاده از امولسیون قیری کاتیونیک از آب مقطر جهت شستشو استفاده می‌گردد). سپس الک را در گرمخانه بادمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ساعت خشک کرده و آن را توزین می‌نمایند. مقدار درصد وزنی قیر باقیمانده روی الک نسبت به وزن کل امولسیون قیری را به عنوان درصد باقی‌مانده روی الک گزارش می‌نمایند.

۵-۳-۵ آزمایش پوشش[2]

آزمایش پوشش بمنظور تعیین قابلیت اندود مصالح سنگی توسط امولسیون‌های قیری انجام می‌شود. این آزمایش برای امولسیون‌های قیری که با قیر پایه نیمه جامد ساخته می‌شوند مناسب است، اما برای امولسیون‌های قیری تندشکن یا رقیق شده که در عملیات اجرایی اندود سطحی ، اندود نفوذی و مالچ‌پاشی بکار می‌روند، قابل استفاده نیست.

در این آزمایش ۰/۱±۴۶۵ گرم از مصالح سنگی با دانه‌بندی مشخص (صددرصد عبوری از الک ۱۹ میلیمتر و بیش از ۹۵ درصد مانده روی الک ۶/۲۵ میلیمتر) را با ۰/۱±۳۵ گرم امولسیون قیری به مدت ۳ دقیقه کاملاً مخلوط می‌کنند. با مشاهده

1- Sieve Test
2- Coating Test

omoorepeyman.ir

مخلوط، چگونگی اندود سنگدانه‌ها با امولسیون از نقطه نظر یکنواختی پوشش گزارش می‌گردد.

۵-۳-۶ آزمایش قابلیت امتزاج با آب [1]

این آزمایش قابلیت امتزاج امولسیون‌های قیری گروه کندشکن یا دیرشکن را با آب مشخص می‌سازد و برای امولسیون‌های قیری تندشکن قابل استفاده نمی‌باشد.

در این آزمایش ۱۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر بتدریج به ۵۰ میلی‌لیتر از امولسیون قیری در داخل بشر شیشه‌ای به حجم ۴۰۰ میلی‌لیتر اضافه شده و هم‌زده می‌شود. مخلوط در دمای ۲۱ تا ۲۵ درجه سانتیگراد بمدت دو ساعت می‌ماند. سپس این مخلوط از نظر دلمه شدن [2] بررسی می‌گردد. براساس وضعیت رسوب ته بشر می‌توان در مورد چگونگی رقیق کردن امولسیون قیری با آب قضاوت نمود.

۵-۳-۷ آزمایش یخزدگی [3]

این آزمایش حساسیت نمونه‌های امولسیون قیری را در مقابل یخزدن نشان می دهد. بمنظور انجام این آزمایش حدود ۴۰۰ گرم از نمونه را در یک ظرف ۵۰۰ میلی‌لیتری دردار می‌ریزند. ظرف در بسته محتوی امولسیون قیری را به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۱۷/۸- درجه سانتیگراد نگهداری می‌کنند. بعد از آن ظرف و محتوی آن را در دمای اتاق قرار می‌دهند تا ذوب گردد. این عمل را سه دوره تکرار می‌کنند. در انتهای دوره سوم وضعیت امولسیون بررسی می‌شود. امولسیون ممکن است یکنواخت باقی

1- Miscibility with water
2- Coagulation
3- Freezing Test

omoorepeyman.ir

مانده باشد یا اینکه بصورت لایه‌های جدا در آمده باشد که دیگر با هم‌زدن در دمای آزمایشگاه حالت یکنواخت اولیه خود را باز نمی‌یابد. نتیجه این آزمایش بصورت شکسته یا یکنواخت گزارش می‌گردد.

۵-۳-۸ قابلیت اندود و مقاومت در مقابل آب[1]

این آزمایش به منظور تعیین قابلیت‌های زیر انجام می‌شود:

۱- پوشش دادن کامل مصالح سنگی

۲- باقی‌ماندن امولسیون قیری بر روی سنگدانه‌ها در حین عمل اختلاط

۳- مقاومت در برابر شسته‌شدن با آب بعد از کامل شدن عمل اختلاط

هدف از این آزمایش شناسایی امولسیون قیری مناسب برای اختلاط با مصالح آهکی درشت‌دانه می‌باشد. این آزمایش به دو روش خشک و تر انجام می‌شود.

الف- روش خشک: ۴۶۱ گرم مصالح آهکی خشک شده با دانه‌بندی مشخص (صددرصدعبوری از الک ۱۹ میلی‌متر و مانده روی الک ۴/۷۵ میلی‌متر) را با ۴ گرم پودر کربنات کلسیم به مدت حدود یک دقیقه خوب مخلوط می‌کنند تا پوشش نازک یکنواخت روی سنگدانه‌ها بنشیند. ۳۵ گرم از امولسیون قیری را بر روی آن ریخته و بمدت ۵ دقیقه بشدت هم‌می‌زنند. سپس مقدار اضافی امولسیون قیری را با کج کردن ظرف خارج می‌کنند. در حدود نیمی از مصالح سنگی اندود شده را بر روی کاغذ جاذب رطوبت ریخته، وضعیت پوشش قیری مصالح سنگی را ارزیابی می‌نمایند. بلافاصله با آبفشان بر روی نیمه‌دیگر مصالح سنگی اندود شده از ارتفاع ثابت و معینی

1- Coating ability and water Resistance

omoorepeyman.ir

آب ریخته تا روی مخلوط با آب پوشیده شود. شستشو را آنقدر ادامه می‌دهند تا آب خروجی زلال شود. سپس با احتیاط آب اضافی ظرف محتوی مخلوط و آب را خالی می‌نمایند. مخلوط را بر روی کاغذ جاذب رطوبت ریخته و پوشش قیری مصالح سنگی را با بررسی چشمی مورد ارزیابی قرار می‌دهند.

ب - روش تر: این روش همانند روش خشک است با این تفاوت که در این روش ۹/۳ میلی‌لیتر آب به مصالح سنگی پوشش داده شده با پودر کربنات کلسیم اضافه و بخوبی مخلوط می‌شود.

برای ارزیابی نتیجه آزمایش در روش خشک و تر ، پوشش کل مصالح سنگی با امولسیون قیری در یکی از سه رده خوب، متوسط و یا ضعیف رده‌بندی می‌شود. اگر سنگدانه‌ها بطور کامل اندود شده باشند، بگونه‌ای که حتی سوراخهای ریز و لبه‌های تیز اندود گردیده باشند، بعنوان خوب گزارش می‌گردد. اگر مساحت اندود شده با قیر بیش از مساحت اندود نشده با قیر باشد، متوسط گزارش می‌گردد. اگر مساحت اندود شده با قیر کمتر از مساحت اندود نشده با قیر باشد، ضعیف گزارش می‌شود. بررسی‌های فوق را پس از خشک کردن نمونه مصالح سنگی اندود شده انجام می‌دهند.

۵-۳-۹ آزمایش پایداری امولسیون قیری در انبار کردن[1]

این آزمایش برای تعیین قابلیت پایداری امولسیون قیری درانبار نمودن نسبتاً کوتاه مدت مناسب است. این آزمایش توانایی امولسیون قیری را برای باقی‌ماندن بصورت

1- Storage Stability of Asphalt Emulsion

omoorepeyman.ir

ماده‌ای یکنواخت در طول مدت ذخیره سازی تعیین می‌نماید. در این آزمایش دوام پراکندگی ذرات امولسیون قیری نسبت به زمان اندازه‌گیری می‌شود. این آزمایش همانند آزمایش نشست امولسیون قیری است با این تفاوت که در آن نمونه به جای ۵ روز به مدت ۲۴ ساعت باقی می‌ماند.

۵-٤ آزمایشهای بررسی قیر باقیمانده از تقطیر امولسیون قیری [1]

بر روی قیر باقی مانده از تقطیر یا تبخیر امولسیون‌های قیری، آزمایشهای تعیین چگالی به روش (ASTM:D70 یا AASHTO:T228)، میزان خاکستر (ASTM:D128)، قابلیت انحلال در تری کلرواتیلن (ASTM:D2042 یا AASHTO:T44)، درجه نفوذ (ASTM:D5 یا AASHTO:T49)، خاصیت انگمی (ASTM:D113 یا AASHTO:T51) و آزمایش شناوری (ASTM :D139 یا AASHTO:T50)، انجام می‌گیرد. در مورد این استانداردها به فهرست مراجع ۷ یا ۸ مراجعه شود.

۵-۴-۱ آزمایش شناوری [2] (ASTM :D۱۳۹ یا AASHTO:T۵۰) [۷،۸]

آزمایش شناوری غلظت قیر باقی‌مانده از تقطیر امولسیون قیری HFMS را اندازه‌گیری می‌نماید.

در این آزمایش، قیر حاصل از تقطیر امولسیون قیری را به دمای ۱۰۰ تا ۱۲۵ درجه سانتیگراد رسانده سپس آن را هم زده و داخل لوله توخالی برنجی آزمایش که روی

1 - Examination of Residue
2 - Float Test

omoorepeyman.ir

صفحه پوشش داده شده قرار گرفته، ریخته تا اندکی بالاتر از سطح بالایی لوله قرار گیرد. آن را در دمای اتاق به مدت ۱۵ تا ۶۰ دقیقه سرد کرده آنگاه برای مدت ۵ دقیقه در داخل حمام آب با دمای ۵ درجه سانتیگراد قرار می‌دهند. بعد از این مدت مواد زیادی را برداشته تا هم سطح لبه بالایی لوله گردد. سپس بین ۱۵ تا ۳۰ دقیقه آن را داخل حمام آب ۵ درجه سانتیگراد قرار می‌دهند. لوله و محتویات را از روی صفحه برداشته و به انتهای پیاله آلومینیومی مخصوص آزمایش پیچ می‌شود. مجموعه به مدت ۱ دقیقه داخل حمام آب ۵ درجه سانتیگراد غوطه‌ور می‌شود. سپس آب داخل پیاله را خارج و بلافاصله مجموعه را روی آب گرم با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد شناور می‌کنند. مدت زمان لازم از لحظه شناور شدن تا زمانی را که ماده قیری در اثر گرما به گونه‌ای روان گردد که آب وارد ظرف پیاله‌ای شود، برحسب ثانیه اندازه‌گیری و گزارش می‌نمایند.

omoorepeyman.ir

انتخاب و مصرف امولسیون‌های قیری

omoorepeyman.ir

۶ انتخاب و مصرف امولسیون‌های قیری

امولسیون‌های قیری تقریباً برای کلیه مواردی که قیرهای محلول استفاده می‌شوند، کاربرد دارند. علاوه بر این، دامنه مصرف آنها گسترده‌تر از قیرهای محلول است، بطوریکه موارد خاصی هم وجود دارد که استفاده از قیرهای محلول امکان پذیر نیست. البته این بدان معنی نیست که امولسیون‌های قیری را می‌توان بدون بررسی و بطور اتفاقی بکار برد، بلکه کاربرد مفید، مؤثر و قابل قبول آنها مستلزم انتخاب امولسیون‌های قیری متناسب با شرایط اجرای کار می‌باشد.

۶-۱ عوامل مؤثر در انتخاب امولسیون قیری

در انتخاب امولسیون قیری ابتدا باید نوع عملیات اجرایی را که از این امولسیون قیری مصرف می‌شود، مورد توجه قرار داد. بعنوان مثال لازم است مشخص گردد امولسیون قیری درکدام یک از موارد مانند آسفالت سطحی، آسفالت سرد مخلوط در محل، آسفالت سرد کارخانه‌ای، اندود سطحی، اندود نفوذی و یا کارهای تعمیراتی استفاده خواهد شد. بعد از تعیین نوع عملیات اجرایی سایر متغیرهای پروژه باید مورد بررسی قرار گیرد.

عوامل دیگری که در این انتخاب مؤثرند عبارتند از:

- شرایط آب و هوا در طول اجرای عملیات (انتخاب نوع امولسیون قیری، طرح اختلاط، تجهیزات و روش اجرای کار به شرایط آب و هوایی حین اجرا بستگی دارد)
- نوع مصالح سنگی مصرفی
- وسایل و تجهیزات موجود

omoorepeyman.ir

- موقعیت جغرافیایی اجرای پروژه (فاصله حمل و امکان تهیه آب)
- نحوه هدایت آمد و شد (آیا امکان تغییر مسیر آمد و شد وجود دارد؟)
- شرایط زیست محیطی
- خصوصیات چسبندگی مصالح سنگی و امولسیون‌های قیری [1]

نتیجه مطلوب در هر ترکیب امولسیون- مصالح سنگی به مقدار قابل ملاحظه‌ای به بارهای الکتریکی سطح ذرات قیر و مصالح سنگی بستگی دارد. اگر بارهای الکتریکی همنام باشند، در این صورت احتمال ایجاد چسبندگی خوب کاهش می‌یابد و بالعکس اگر بارهای الکتریکی غیر همنام باشند، احتمال ایجاد چسبندگی خوب افزایش خواهد یافت. لذا بار الکتریکی غالب در سطح دانه‌های مصالح سنگی تا حدود زیادی برای انتخاب نوع امولسیون قیری آنیونیک یا کاتیونیک می‌تواند تعیین کننده باشد.

در انتخاب نوع امولسیون قیری نه تنها استفاده از راهنمایی‌های کلی لازم است بلکه انجام آزمایشهای آزمایشگاهی ضروری به طور جدی توصیه می‌شود، زیرا جایگزین مناسب دیگری در مقابل ارزیابی آزمایشگاهی امولسیونهای قیری و مصالح سنگی مصرفی وجود ندارد. برای دستیابی به بهترین مخلوط مورد نظر باید انواع مختلف امولسیون قیری و مقادیر متفاوتی از آن را با مصالح سنگی آزمایش نمود.

1- Adhesive

omoorepeyman.ir

۶-۲ کاربرد عمومی امولسیون‌های قیری

هریک از انواع امولسیون‌های قیری بمنظور مصارف خاصی طراحی می‌شوند که بطور مشروح در ذیل بیان می‌شوند.

٦-۲-۱ امولسیون‌های قیری تندشکن

این نوع امولسیون‌های قیری با مصالح سنگی به سرعت واکنش نشان داده و از حالت امولسیون به قیر تبدیل می‌شوند. امولسیون‌های قیری تندشکن عمدتاً در عملیات قیر پاشی [1]، مانند اندود آب بندی با مصالح سنگی [2]، آب‌بندی با ماسه [3]، آسفالتهای سطحی [4]، و ماکادام نفوذی مصرف می‌شوند. برای عملیات اجرایی مذکور می‌توان از امولسیونهای قیری RS-2,RS-1، CRS-2,CRS-1,HFRS-2 استفاده کرد. امولسیونهای قیری تندشکن CRS-2,RS-2 بعلت کندروانی زیاد در سطح راه جاری نمی‌شوند.

٦-۲-۲ امولسیون‌های قیری کندشکن

این نوع امولسیون‌های قیری برای مخلوط کردن با مصالح سنگی درشت‌دانه طراحی می‌شوند، زیرا بلافاصله پس از تماس با سنگدانه‌ها شکسته نمی‌شوند، لذا مخلوط آسفالتی تهیه شده با آنها برای چندین دقیقه کارایی لازم را خواهد داشت. این نوع امولسیون‌های قیری بطور گسترده‌ای در کارخانه‌های آسفالت سیار استفاده می‌شوند و

1- Spray Applications
2 – Aggregate Seals
3 – Sand Seals
4 – Surface Treatment

omoorepeyman.ir

عمدتا" برای تهیه مخلوطهای آسفالتی سرد کارخانه‌ای طراحی می‌گردند. امولسیون‌های قیری CMS با کندرانی زیاد در سطح راه روان نمی‌شوند.

تفاوت اساسی امولسیون قیری آنیونیک کندشکن نوع (HFMS)[1] با سایر امولسیونهای قیری کند شکن، مشخصه شناوری زیاد آن می‌باشد که در آزمایش شناوری[2] بر روی باقیمانده قیر حاصل از تقطیر طبق روش استاندارد (ASTM:D139 یا AASHTO:T50) [۷]، اندازه‌گیری می‌شود. این امولسیون قیری دارای خواص زیر است.

- تأمین ضخامت بیشتر اندود قیری.
- پایایی و دوام اندود قیری سنگدانه‌ها.
- مقاومت زیاد در برابر دما تا حدود ۷۱ درجه سانتیگراد (که منجر به نرم‌شدگی قیر مخلوط آسفالتی نمی‌گردد).
- در مقایسه با سایر امولسیون‌های قیری کندشکن آنیونیک حساسیتی به مراتب کمتر نسبت به تغییرات دمای محیط دارد.
- گرایش آن به نرم‌شدن در هوای گرم و سخت‌شدن در هوای سرد، کم و ناچیز است.

انجمن آزمایش و مصالح آمریکا (ASTM) پنج گروه از امولسیونهای قیری با شناوری زیاد را با نامهای HFMS-1, HFMS-2h, HFMS-2, HFMS-2s و HFRS-2 استاندارد کرده است [۷و۱۳] .

1- High- Float Emulsion
2- Float Test

omoorepeyman.ir

٦-۲-۳ امولسیون‌های قیری دیرشکن

امولسیون‌های قیری دیرشکن برای تهیه مخلوط آسفالتی پایدار طراحی می‌شوند، یعنی پس از تماس امولسیون قیری با مصالح سنگی، پایداری زیادی خواهند داشت. این گروه امولسیونها بامصالح سنگی با دانه‌بندی پیوسته و درصد ریزدانه زیاد به کار می‌روند. این نوع امولسیون‌های قیری کارآیی طولانی مدت دارند. بگونه‌ای که از مخلوط شدن کامل آنها با مصالح سنگی با دانه‌بندی پیوسته اطمینان حاصل می‌شود. همه امولسیون‌های قیری دیرشکن کندروانی پایینی دارند و می‌توان آنها را با آب رقیق کرد. امولسیون‌های قیری دیرشکن رقیق شده را می‌توان در عملیات اجرایی اندود سطحی، آب‌بندی و پوشش سطح روسازی و غبارنشانی راههای خاکی و شنی بکار برد. انعقاد ذرات قیر این امولوسینها کاملا" به تبخیر آب آن بستگی دارد. لذا اگر در مخلوط‌هایی مانند دوغاب آبندی بکار می‌روند و لازم است که سرعت شکست تندتر باشد، می‌توان سیمان پرتلند یا آهک هیدراته به آن اضافه نمود. این امولسیون‌های قیری در مخلوطهای مصالح سنگی با دانه‌بندی پیوسته، اساس قیری،تثبیت خاک، مخلوط‌های آسفالت سطحی و دوغاب آبندی (اسلوری سیل) مصرف می‌شوند.

۳-۶ سایر عوامل مؤثر در انتخاب امولسیون‌های قیری

برای حصول نتیجه مطلوب از کاربرد امولسیون‌های قیری لازم است موارد ذیل رعایت گردد.

omoorepeyman.ir

۱- انجام آزمایشهای آزمایشگاهی بر روی مصالح سنگی و امولسیون قیری مصرفی

۲- انتخاب امولسیون قیری با توجه به جدول (۶-۱) و نکات ذکر شده در بند (۶-۱)

۳- رعایت اکید مشخصات فنی و راهنمایی‌های ذکر شده در مورد نحوه مصرف امولسیون‌های قیری

۴- دقت در حمل و نگهداری امولسیون‌های قیری به منظور جلوگیری از آلوده شدن آنها، نشست ذرات قیر یا انعقاد زودهنگام آنها

۵- مشاوره با سازندگان امولسیون‌های قیری در شرایطی که مسایل و مشکلات خاصی رخ می‌دهد.

omoorepeyman.ir

جدول ۶-۱ : کاربردهای عمومی انواع امولسیون‌های قیری (الف) [۱۳، ۷]

نوع عملیات اجرایی	آنیونیک								کاتیونیک						
	RS-1 (ه)	RS-2	HFRS-2	MS-1 HFMS-1	MS-2 HFMS-2	MS-2h HFMS-2h	HFMS-2S	SS-1 (ه)	SS-1h	CRS-1	CRS-2	CMS-2 CMS-2h	CMS-2S	CSS-1	CSS-1h
مخلوط مصالح سنگی و قیر:															
برای اساس قیری و رویه‌های روسازی:															
مخلوط آسفالت گرم (ASTM : D3515)															
مخلوط آسفالت سرد کارخانه‌ای (ASTM . D4215)															
با دانه‌بندی غیر پیوسته (باز)						(ب) ×									
با دانه‌بندی پیوسته (نوپر)					×	×	×	×	×						
با ماسه							×	×	×						
آسفالت مخلوط در محل :															
با دانه‌بندی غیر پیوسته (باز)					×	×									
با دانه‌بندی پیوسته (نوپر)				×			×	×	×						
با ماسه							×	×	×						
با خاک ماسه‌ای								×	×						
دوغاب آب‌بندی (اسلاری سیل)								×	×						
کاربردهای مصالح سنگی- قیر :															
اساقالتهای حفاظتی و آب‌بندی	×	×	×												
آسفالت سطحی یک لایه‌ای	×	×	×												
آسفالت سنگدانه‌ای چند لایه‌ای															
اندود آب‌بندی با مصالح سنگی															
اندود آب‌بندی با ماسه	×	×	×	×											
ماکادام نفوذی :															
فضاهای خالی بزرگ		×	×												
فضاهای خالی کوچک	×														
قیرپاشی‌ها :															
آب‌بندی و پوشش سطح روسازی بدون مصالح سنگی				× (ج)				(د) ×	(د) ×						
اندود نفوذی برای سطوح قابل نفوذ								(د) ×	(د) ×						
اندود سطحی				× (ج)				(د) ×	(د) ×						
جلوگیری از برخاستن گرد و غبار(غبارنشانی)								(د) ×	(د) ×						
مالچ‌بندی								(د) ×	(د) ×						
بر گردن ترکها					×	×	×	×	×						
مخلوطهای تعمیراتی و نگهداری :															
برای تعمیرات فوری				×	×	×	×								
برای تعمیرات مدت‌دار							×								

omoorepeyman.ir

جدول ۶-۱ : ادامه

نوع عملیات اجرایی	کاتیونیک					
	CRS-1	CRS-2	CMS-2	CMS-2h	CSS-1	CSS-1h
مخلوط مصالح سنگی و قیر:						
برای اساس قیری و رویه‌های روسازی:						
مخلوط آسفالت گرم (ASTM : D3515)						
مخلوط آسفالت سرد کارخانه‌ای (ASTM : D4215)						
با دانه‌بندی غیر پیوسته (باز)		×	×			
با دانه‌بندی پیوسته (تویر)					×	×
با ماسه					×	×
آسفالت مخلوط در محل:						
با دانه‌بندی غیر پیوسته (باز)			×	×		
با دانه‌بندی پیوسته (تویر)					×	×
با ماسه					×	×
با خاک ماسه‌ای					×	×
دو غاب آب‌بندی (اسلاری سیل)					×	×
کاربردهای مصالح سنگی - قیر :						
آسفالتهای حفاظتی و آب‌بندی	×	×				
آسفالت سطحی تک لایه‌ای	×	×				
آسفالت سطحی چند لایه‌ای	×	×				
اندود آب‌بندی با مصالح سنگی	×	×				
اندود آب‌بندی با ماسه	×					
ماکادام نفوذی :						
فضاهای خالی بزرگ		×				
فضاهای خالی کوچک	×					
قیرپاشی‌ها :						
آب‌بندی و پوشش سطح روسازی بدون مصالح سنگی					× (د)	× (د)
اندود نفوذی برای سطوح قابل نفوذ					× (د)	× (د)
اندود سطحی					× (د)	× (د)
جلوگیری از برخاستن گرد و غبار(غبارنشانی)					× (د)	× (د)
ملاج‌پاشی					× (د)	× (د)
پر کردن ترکها			×	×	×	×
مخلوطهای تعمیراتی و نگهداری :						
برای تعمیرات فوری			×	×		
برای تعمیرات مدت‌دار						

omoorepeyman.ir

جدول ۶-۱ :ادامه (توضیح)

الف) در این جدول فقط انواع امولسیون‌های قیری که کاربرد عمومی دارند، درج شده‌اند. ممکن است بعلت تغییرات مصالح سنگی یا شرایط آب و هوایی و یا هر نو لازم باشد از امولسیون‌های قیری بغیر از آنچه که در جدول ذکر شده، استفاده شود که در اینصورت بایستی با تهیه‌کننده امولسیون قیری مشورت نمود.

ب) استفاده از امولسیون‌های قیری دیگر، در صورتی که تجاربی از عملکرد مفید آنها وجود داشته باشد، بلامانع است.

ج) این امولسیون‌های قیری توسط سازنده در کارخانه با آب رقیق شده‌اند.

د) این امولسیون‌های قیری با آب رقیق شده‌اند.

هـ) از امولسیون‌های قیری RS-1 و CRS-1 در موارد خاصی که طی آن عملیات اجرایی در شب یا در شرایط رطوبت نسبی بالا انجام می‌شود می‌توان بعنوان اندود سطحی استفاده کرد.

omoorepeyman.ir

آسفالتهای حفاظتی با امولسیون قیری

omoorepeyman.ir

۷ آسفالتهای حفاظتی با امولسیون قیری

آسفالت حفاظتی واژه‌ای کلی است که کاربردهای مختلف قیر و قیر با مصالح سنگی را که معمولاً با ضخامت کمتر از ۲۵ میلیمتر بر روی سطح راه اجرا می‌شود، شامل می‌گردد. سطح راه ممکن است سطوح شنی آماده یا روسازی موجود باشد. آسفالتهای حفاظتی را که بر روی سطوح روسازی موجود اجرا می‌شوند، پوششهای آببندی[1] می‌نامند. کاربردهای متنوع امولسیون‌های قیری بدون پوشش با مصالح سنگی نیز در ردیف اندودهای آببندی قرار می‌گیرند. از جمله این کاربردها می‌توان به اندود سطحی[2]، اندود آببندی و پوشش سطح روسازی[3]، مالچ‌ریزی[4]، پرکننده ترکها، اندود نفوذی[5]، و فرونشاننده غبار[6] اشاره نمود. آسفالتهای سطحی تک لایه‌ای یا چند لایه‌ای نیز از انواع آسفالتهای حفاظتی می‌باشند. در آسفالت سطحی تک لایه‌ای، امولسیون قیری را بر روی سطح راه پاشیده، بلافاصله قشر نازکی از مصالح سنگی تقریباً یک اندازه بر روی آن پخش و غلتک زده می‌شود. برای آسفالت سطحی چند لایه‌ای، این عمل دو یا سه بار تکرار می‌گردد و در هر مرحله اندازه مصالح سنگی کوچکتر می‌شود بگونه‌ای که حداکثر اندازه مصالح سنگی در هر مرحله، حدود نصف اندازه مصالح سنگی مرحله پیشین است. ضخامت آسفالت سطحی تقریباً برابر حداکثر اندازه ذرات مصالح سنگی مصرفی در اولین لایه می‌باشد.

1 - Seal Coats
2 - Tack Coat
3 - Fog Seal
4 - Mulch Treatment
5 - Prime Coat
6 - Dust Palliative

omoorepeyman.ir

آسفالتهای حفاظتی که بطور مناسب ساخته شده‌اند از نظر اقتصادی مقرون به صرفه بوده و بادوام می‌باشند. آسفالت حفاظتی، سطح راه را آببندی و عمر آن را طولانی می‌کند. هدف از کاربرد هر نوع آسفالت حفاظتی دستیابی به مقاصد ویژه‌ای است. گرچه آسفالت حفاظتی را نمی‌توان از نقطه نظر سازه‌ای بعنوان سازه باربر در نظر گرفت لیکن در برابر سایش ناشی از آمد و شد وسایط نقلیه مقاومت کرده، پوشش نفوذناپذیری را برای لایه‌های زیرین فراهم می‌آورد. آسفالت سطحی مقاومت باربری را اندکی افزایش می‌دهد، اما این افزایش مقاومت معمولاً در محاسبه باربری در نظر گرفته نمی‌شود. آسفالت حفاظتی اگر بجا و صحیح مورد استفاده قرار گیرد، می‌تواند سطحی با کیفیت قابل قبول برای راه تأمین نماید. برای استفاده از آسفالت حفاظتی، بررسی میزان آمد و شد، ارزیابی مصالح در دسترس و لایه‌های روسازی موجود ضروری است.

۷-۱ اهداف استفاده از آسفالتهای حفاظتی

آسفالتهای حفاظتی به منظورهای زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

۱- تأمین رویه‌ای کم هزینه برای آمد و شد کم تا متوسط.

۲- تأمین لایه‌ای نفوذناپذیر برای جلوگیری از نفوذ آب به لایه‌های زیرین.

۳- تأمین رویه‌ای مقاوم در برابر لغزش.

روسازی‌هایی را که بعلت قیرزدگی یا فرسودگی و صیقلی شدن سطح مصالح سنگی، لغزنده شده‌اند، می‌توان با بکارگیری امولسیون قیری با یا بدون مصالح سنگی تیزگوشه و سخت اصلاح نمود تا مقاومت در برابر لغزش بهبود یابد.

omoorepeyman.ir

۴- احیای رویه هوازده و خشک

روسازی‌هایی را که هوازده شده‌اند (به گونه‌ای که شن‌زدگی و جدا شدن دانه‌ها ممکن است اتفاق بیفتد) می‌توان با کاربرد آسفالت سطحی تک لایه‌ای یا چند لایه‌ای تعمیر و به حالت اولیه برگرداند.

۵- فراهم کردن پوشش موقتی برای لایه اساس جدید

آسفالت حفاظتی برای ساخت مرحله‌ای راه یا بعنوان رویه‌ای که باید در آینده از نظر سازه‌ای تقویت شود، پوشش مناسبی خواهد بود. در این مورد آسفالت حفاظتی تا اجرای لایه‌های آسفالت بعدی، سطح بسیار خوبی را ایجاد خواهد کرد.

۶- احیای روسازی‌های قدیمی که بعلت پیرشدگی، ترکهای انقباضی و ترکهای ناشی از خستگی، آسیب دیده‌اند.

۷- متمایز کردن شانه‌ها از سواره‌رو.

۷-۲ انواع آسفالتهای حفاظتی

۷-۲-۱- آسفالت سطحی

۷-۲-۱-۱- آسفالت سطحی تک لایه‌ای[1]

آسفالت سطحی تک لایه‌ای برای موارد زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- به عنوان اقدام موقتی پیش از اجرای روسازی با کیفیت بالاتر.
- اصلاح رویه‌های قدیمی شن زده و اکسیده شده.
- ایجاد پوشش نفوذناپذیر بر روی روسازی موجود.

1- Single Surface Treatment or Chip Seal

omoorepeyman.ir

- اصلاح فرسودگی ناشی از آمد و شد بیش از مقدار پیش‌بینی شده در طرح اولیه.

آسفالت سطحی تک لایه‌ای، برای راههای با آمد و شد سبک مناسب است و در سایر راههای با ترافیک متوسط و زیاد می‌توان از آن بعنوان یک پوشش موقت استفاده کرد.

همچنین از آسفالت سطحی تک لایه‌ای می‌توان پس از عملیات‌آببندی ترکها استفاده کرد. آسفالت سطحی برای مقابله با نیروهای ساینده ناشی از آمد و شد به کار می‌رود. محدودیتهایی که در رابطه با استفاده از این نوع آسفالت سطحی مطرح می‌گردد، عبارتند از:

- عدم امکان اجرا در هوای سرد.

معمولاً آسفالت سطحی تک لایه‌ای پس از اجرا در حدود یک ماه شرایط هوایی گرم نیاز دارد تا ذرات مصالح سنگی به طور مناسبی قرار گرفته و کاملاً در غشای قیری فرو روند.

- احتمال خسارت ناشی از پرتاب مصالح سنگی کنده شده که در غشای قیری فرو نرفته‌اند.
- احتمال کاهش پوشش مصالح سنگی.

۷-۲-۱-۲- آسفالت سطحی چند لایه‌ای

آسفالتهای سطحی چند لایه‌ای از اجرای دو یا چند لایه آسفالت سطحی تک لایه‌ای حاصل می‌شود. این نوع آسفالتها اگر به طور مطلوب طراحی و اجرا شوند، عمر بهره‌برداری آنها در حدود سه برابر آسفالت سطحی تک لایه‌ای است. ضمناً هزینه

omoorepeyman.ir

آن حدود ۱/۵ برابر آسفالت سطحی تک لایه‌ای می‌باشد. در آسفالتهای سطحی چند لایه‌ای به دلیل اینکه اندازه مصالح سنگی لایه دوم کوچکتر می‌باشند، احتمال کنده‌شدن ذرات مصالح سنگی به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. ضخامت آسفالتهای سطحی چند لایه‌ای را، بزرگترین اندازه مصالح سنگی در اولین لایه، تعیین می‌کند. در اینگونه آسفالتها، لایه دوم برای پر کردن فضای خالی بین مصالح سنگی لایه اول به کار می‌رود. میزان پرشدگی فضای خالی بین مصالح سنگی لایه اول، بافت آسفالت سطحی و کیفیت رانندگی را تعیین می‌نماید.

یکی از انواع آسفالت سطحی چند لایه‌ای، استفاده از دوغاب آببندی بر روی آسفالت سطحی جدید اجرا شده می‌باشد[1]. با تغییر میزان آمد و شد می‌توان با افزایش ضخامت آسفالتهای سطحی از طریق اجرای تعداد بیشتر لایه‌ها، روسازی خوب و بادوامی ایجاد نمود.

۷-۲-۱-۳- طراحی آسفالت سطحی

منظور از طراحی آسفالت سطحی تعیین نسبتهای دقیق و مناسب امولسیون قیری و مصالح سنگی است که باید برای اجرای عملیات محاسبه شود. این طراحی بر اساس فرضیات زیر استوار است که برای انواع سنگدانه‌های با دانه‌بندی باز[2] و یا یک اندازه[3] نیز یکسان است.

1- Cape Seal
2- Open Grade
3- Single Size

omoorepeyman.ir

الف- مقدار فضای خالی سنگدانه‌ها بلافاصله بعد از پخش مصالح روی قیر، و قبل از غلطک‌زنی و با توجه به آرایش نامنظم و ناپیوسته سنگدانه‌ها تقریباً ۵۰ درصد حجم کل آن است.

ب- این فضای خالی بعد از غلطک‌زنی و جابجا شدن سنگدانه‌ها به ۳۰ درصد کاهش می‌یابد.

پ- با عبور ترافیک از رویه آسفالت‌سطحی، سنگدانه‌ها بر روی مسطح‌ترین وجه خود قرار می‌گیرند که در حین شرایطی فضای‌خالی به حدود۲۰ درصد می‌رسد و ضخامت نهائی آسفالت سطحی تقریباً با میانگین کوچکترین بعد[1] سنگدانه مصرفی برابر است.

ت- برای آنکه رویه آسفالت سطحی، عملکرد بادوامی داشته باشد لازم است ۶۰ تا ۸۰ درصد فضای خالی باقیمانده آن (که مطابق بند پ فوق، ۲۰ درصد فرض شده است) با توجه به میزان ترافیک محور، با قیر پر شود و نهایتاً فضای خالی آسفالت سطحی به شرح زیر باشد:

برای ترافیک روزانه از ۱۰۰ تا ۵۰۰ وسیله:

$$20 - (80 \times \frac{20}{100}) = 4\%$$

برای ترافیک روزانه ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ وسیله:

$$20 - (70 \times \frac{20}{100}) = 6\%$$

برای ترافیک روزانه ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ وسیله نقلیه:

$$20 - (65 \times \frac{20}{100}) = 7\%$$

و برای ترافیک روزانه ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ وسیله نقلیه:

1- Average Least Dimension

omoorepeyman.ir

$$20 - (60 \times \frac{20}{100}) = 8\%$$

۷-۲-۱-۳-۱- محاسبه مقادیر امولسیون قیری و سنگ

با فرضیات فوق، مقادیر امولسیون قیری و سنگ مصرفی در واحد سطح راه به شرح زیر محاسبه می‌شود:

الف- مقدار سنگدانه

برای تعیین مقدار سنگدانه مصرفی در واحد سطح برای هر یک از لایه‌های آسفالت سطحی یک یا چند لایه‌ای رابطه ۷-۱ زیر بکار می‌رود.

$$C = M\ (1 - 0.4\ V)\ HGE \qquad (۱-۷)$$

که در آن:

C = وزن سنگدانه بر حسب کیلوگرم در مترمربع سطح راه.

V = فضای خالی سنگدانه‌ها در شرایط غیر متراکم که بر اساس رابطه ۷-۲ زیر بدست می‌آید:

$$V = 1 - \frac{W}{1000G} \qquad (۲-۷)$$

که در آن:

W = وزن واحد حجم غیرمتراکم سنگدانه که با روش T-۱۹ آشتو اندازه‌گیری می‌شود.

G = وزن مخصوص حقیقی سنگدانه‌ها که به روش T۸۶ یاT ۸۵ آشتو اندازه‌گیری می‌شود.

omoorepeyman.ir

H= میانگین کمترین بعد سنگدانه بر حسب میلیمتر که بشرح زیر و با آزمایش‌های لازم در آزمایشگاه مشخص می‌شود:

- بعد از آزمایش دانه‌بندی روی سنگدانه مصرفی در آسفالت سطحی، دانه‌بندی آنرا رسم می‌کنیم و از این نمودار قطر سنگدانه‌هایی را که ۵۰ درصد مواد رد شده دارند، بر حسب میلیمتر تعیین می‌نماییم.
- روی مصالح سنگی آزمایش تعیین ضریب تورق[1] را برابر استاندارد BS-۸۱۲ انجام می‌دهیم.
- با داشتن اندازه متوسط سنگدانه‌ها (اندازه نظیر ۵۰ درصد مواد رد شده بشرح بالا) و ضریب تورق بدست آمده، میانگین کمترین بعد سنگدانه یعنی H را بر حسب میلیمتر از محور افقی شکل شماره ۷-۱ تعیین می‌کنیم.

E= ضریب هدر رفتن سنگدانه که از ۱/۰۱ تا ۱/۱۵ تغییر می‌کند و رقم مربوط به طراحی از روی جدول ۷-۱ توسط مهندس طراح انتخاب می‌شود (هر قدر درصد ریخت و پاش مصالح بیشتر باشد، ضریب مورد کاربرد زیادتر است).

M = ضریبی است که بر اساس تجربه ارزیابی می‌شود و باتوجه به شرایط اقلیمی محل اجرای کار، نوع ترافیک، خصوصیات سنگدانه و غیره انتخاب می‌شود. محدوده این ضریب ۱-۰/۸ است و در حالت عادی و معمولی عدد یک منظور می‌شود.

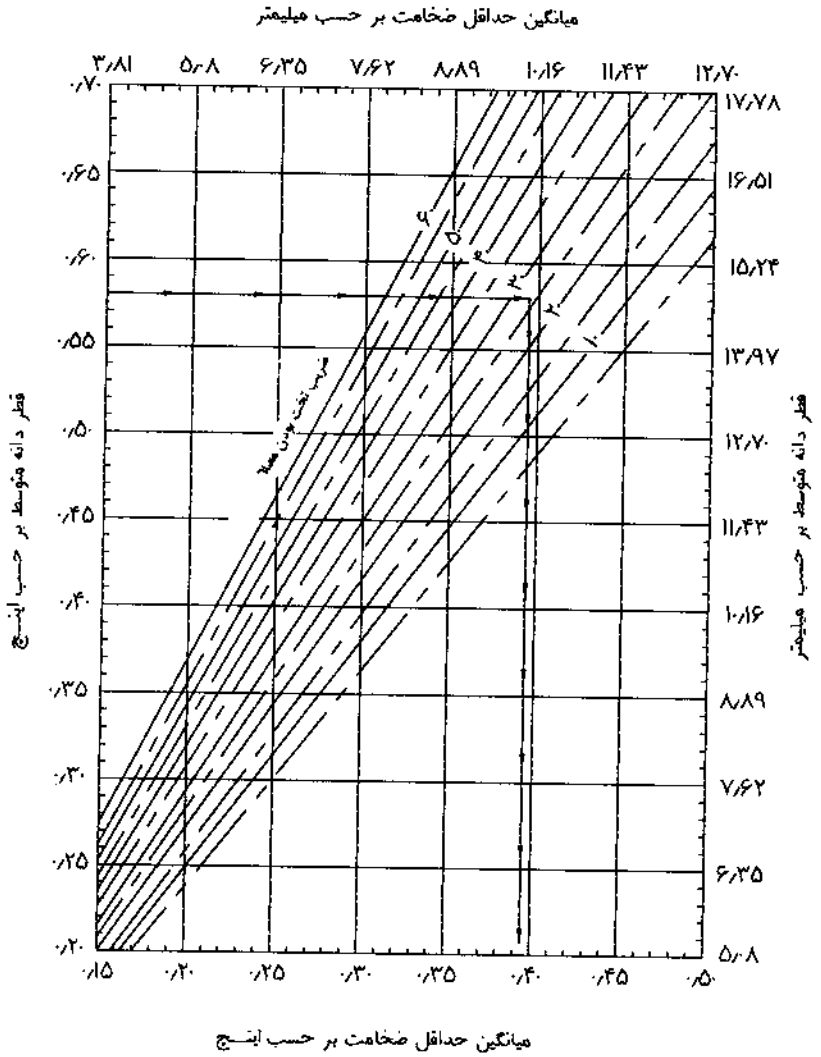
1- Flakiness Index

omoorepeyman.ir

جدول ۷-۱- ضریب هدر رفتن سنگدانه‌ها

درصد هدر رفتن	ضریب
۱	۱/۰۱
۲	۱/۰۲
۳	۱/۰۳
۴	۱/۰۴
۵	۱/۰۵
۶	۱/۰۶
۷	۱/۰۷
۸	۱/۰۸
۹	۱/۰۹
۱۰	۱/۱۰
۱۱	۱/۱۱
۱۲	۱/۱۲
۱۳	۱/۱۳
۱۴	۱/۱۴
۱۵	۱/۱۵

omoorepeyman.ir



شکل ۷-۱- تعیین میانگین کمترین بعد سنگدانه‌ها

omoorepeyman.ir

ب- مقدار امولسیون قیری

مقدار امولسیون قیری لازم برای رویه‌های آسفالت سطحی یک لایه‌ای و یا برای هر یک از لایه‌های آسفالت سطحی چند لایه‌ای به شرح رابطه ۷-۳ زیر محاسبه می‌شود:

$$B = \frac{K(0.4HTV + S + A)}{R} \qquad (۳-۷)$$

که در آن:

B = مقدار امولسیون قیری بر حسب لیتر در متر مربع (در حرارت ۱۵ درجه سانتیگراد) است. این حجم با توجه به درجه حرارت امولسیون قیری مصرفی در شرایط پخش بر روی بستر آماده شده راه تصحیح می‌شود.

بدیهی است که وزن مخصوص امولسیون قیری نخست در آزمایشگاه و بر اساس استاندارد ASTM D-70 اندازه‌گیری و ضریب اصلاح آن از روی شکل ۷-۲ تعیین می‌شود.

H = میانگین کمترین بعد سنگدانه به شرح بند الف بالا.

T = ضریب ترافیک که با توجه به میزان ترافیک روزانه در پروژه از جدول ۷-۲ بدست می‌آید.

V = فضای خالی سنگدانه به شرح بند الف بالا.

S = عامل متغیر مربوط به اصلاح میزان قیر بر حسب وضعیت رویه آسفالتی موجود سطح راه و بر حسب لیتر در متر مربع و به شرح شرایط متفاوت زیر که فقط در دومین یا سومین لایه آسفالت سطحی و یا بستر آسفالتی موجود که روی آن آسفالت سطحی اجرا می‌شود منظور می‌گردد:

omoorepeyman.ir

- سطح قیر زده که S. از ۰/۰۴ تا ۰/۲۷ لیتر در متر مربع منظور می‌شود.
- بافت سطحی راه موجود بدون تخلخل و فضای خالی است S=0
- بافت سطحی کم متخلخل و اکسیده شده S = 0.14
- بافت سطحی متخلخل و اکسیده شده S = 0.27
- بافت سطحی متخلخل و اکسیده شده به مقدار زیاد S = 0.4

A = ضریب اصلاح مربوط به جذب مواد قیری توسط سنگدانه‌ها (به غیر از مصالحی که بیش از اندازه جاذب قیر بوده و متخلخل باشند) صفر منظور می‌گردد. در شرایطی که مصرف سنگدانه‌های خیلی متخلخل با منافذ و ریزه سوراخهای سطحی زیاد، اجتناب ناپذیر باشد می‌توان از رقم A = ۰/۱ تا A = ۰/۱۵ استفاده کرد. در موارد حاد و بحرانی، A توسط آزمایشگاه اندازه‌گیری و تعیین می‌شود.

R = مقدار قیر بر جای مانده پس از تصعید و تبخیر آب که توسط آزمایشگاه تعیین می‌شود. در صورتی که دسترسی به نتایج دقیق حاصل از آزمایش مقدور نباشد، از جدول ۷-۳ می‌توان بعنوان راهنما استفاده کرد.

جدول ۷-۲- ضریب ترافیک برای محاسبه مقدار قیر

میزان آمد و شد روزانه	ضریب ترافیک
کمتر از ۱۰۰ وسیله	۰/۸۵
۱۰۰-۵۰۰	۰/۷۵
۵۰۰-۱۰۰۰	۰/۷۰
۱۰۰۰-۲۰۰۰	۰/۶۵
۲۰۰۰-۴۰۰۰	۰/۶۰

omoorepeyman.ir

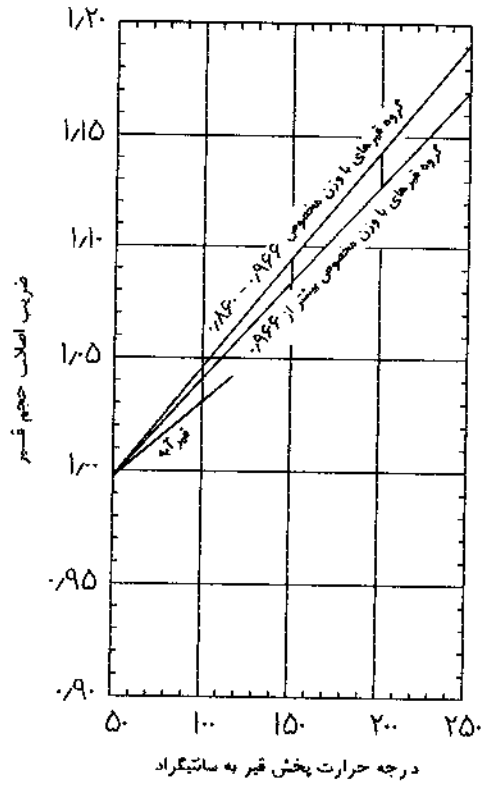
جدول ۷-۳- درصد قیر باقیمانده بعد از تبخیر مواد فرار امولسیون‌های قیری

انواع امولسیون‌های قیری	ضریب R
RS-۱	۰/۵۵
RS-۲	۰/۶۴
HFRS-۲	۰/۶۴
MS-۱	۰/۵۵
HFMS-۱	۰/۵۵
CRS-۱	۰/۶۰
CRS-۲	۰/۶۵

K= ضریبی است که در مورد امولسیون‌های قیری و شرایط اقلیمی سرد حدود ۱/۲ می‌باشد.

حجم امولسیون قیری محاسبه شده به شرح فوق مربوط به دمای ۱۵/۶ درجه سانتیگراد است، که با استفاده از شکل ۷-۲ و یا جدول ۷-۸ و تعیین ضریب اصلاح مربوط، به حجم قیر در شرایط حرارت پخش تبدیل می‌شود.

omoorepeyman.ir



شکل ۷-۲- تعیین ضریب اصلاح حجم قیر

۷-۲-۱-۳-۲- اصلاح مقادیر طرح

در استفاده از روابط ۷-۱، ۷-۲، ۷-۳ مربوط به محاسبه مقادیر سنگ و امولسیون قیری موارد زیر رعایت می‌شود.

الف- فرض بر این است که آسفالت سطحی دو یا سه لایه‌ای از دو یا سه لایه آسفالت سطحی تک لایه‌ای تشکیل می‌شود. لذا برای محاسبه مقادیر امولسیون

omoorepeyman.ir

قیری و سنگ هر یک از لایه‌ها باتوجه به کیفیت مواد قیری و خصوصیات سنگدانه مصرفی در هر لایه که توسط آزمایشگاه تعیین خواهد شد، از روابط ۷-۱، ۷-۲ و ۷-۳ استفاده می‌شود.

ب- ضریب هدر رفتن مصالح یا ریخت و پاش سنگدانه یا E برای لایه دوم و یا سوم آسفالت سطحی برابر یک منظور می‌شود.

پ- هیچگونه ضریب اصلاحی برای قیر از نظر بافت سطحی لایه اول (یعنی عامل S در رابطه ۷-۳) در موقع اجرای لایه دوم آسفالت سطحی بکار گرفته نمی‌شود، یعنی S=0 منظور می‌گردد. زیرا فرض بر این است که در محاسبات مربوط به تعیین قیر لایه قبلی، کلیه عوامل برای تعیین و محاسبه قیر بهینه و پخش آن در سطح راه در محدوده رواداریهای اجرایی ملحوظ شده است.

ت- مقدار امولسیون قیری مصرفی در لایه اول و دوم رویه‌های چند لایه‌ای بشرح زیر اصلاح می‌شود:

- چنانچه زمان اجرای آسفالت سطحی از ماههای اردیبهشت و خرداد شروع شده و تا ماههای گرم تابستان ادامه داشته باشد، مقدار امولسیون قیری مصرفی برای هر لایه به شرح زیر مصرف می‌شود:

رویه دو لایه‌ای: ۶۰ درصد از مجموع قیر محاسبه شده دو لایه در لایه اول و ۴۰ درصد در لایه دوم.

رویه سه لایه‌ای: ۴۰ درصد از مجموع قیر محاسبه شده سه لایه در لایه اول، ۴۰ درصد در لایه دوم و ۲۰ درصد در لایه سوم.

omoorepeyman.ir

- چنانچه اجرای رویه در شهریور ماه آغاز شود، امولسیون قیری مصرفی در هر لایه به شرح زیرمنظور می‌شود:

رویه دو لایه‌ای : ۴۰ درصد از مجموع قیر دو لایه در لایه اول و ۶۰ درصد در لایه دوم.

رویه سه لایه‌ای : ۳۰ درصد از مجموع قیر سه لایه در لایه اول، ۴۰ درصد در لایه دوم و ۳۰ درصد در لایه سوم.

۷-۲-۱-۳-۳- نمونه محاسبه سنگدانه و امولسیون قیری

مثال زیر برای اجرای آسفالت سطحی یک لایه‌ای تنظیم شده است:

در این عملیات از دانه‌بندی الف جدول ۱۵-۳-۴ نشریه مشخصات فنی عمومی راه موضوع دانه‌بندی مصالح سنگی آسفالت سطحی با امولسیون قیری کندشکن کاتیونیک ۲- CRS استفاده شده و بستری که روی آن آسفالت انجام می‌شود، قشر اساس شکسته است. برابر داده‌های طرح مقادیر سنگدانه و امولسیون قیری برای هر متر مربع سطح راه به شرح زیر محاسبه شده است:

الف- با آزمایش دانه‌بندی سنگدانه مصرفی و رسم نمودار مربوط ، قطر دانه‌هایی که روی این نمودار ۵۰ درصد مواد رد شده را نشان می‌دهد، برابر ۱۰ میلیمتر قرائت شده است. آزمایش ضریب تورق این مصالح با روش BS 812 ، حدود ۲۰ درصد اندازه‌گیری گردید، با مراجعه به شکل ۷-۱ با این دو داده آزمایشگاهی، H یا میانگین کمترین بعد سنگدانه معادل ۷/۴ میلیمتر بدست می‌آید.

omoorepeyman.ir

ب- W یا وزن حجمی غیر متراکم ،مصالح سنگی مصرفی با آزمایش آشتو T۱۹ در آزمایشگاه ۱۵۰۸/۳ کیلوگرم در مترمکعب و وزن مخصوص حقیقی این مصالح با آزمایش، آشتو T۸۵ ، معادل ۲/۶۰ اندازه‌گیری شد، لذا V یا فضای خالی سنگدانه در رابطه ۷-۲ مساوی است با:

$$V = 1 - \frac{W}{1000G} = 1 - \frac{1508.3}{1000 \times 2.60} = 0.42$$

پ- ضریب هدر رفتن سنگدانه یا E با توجه به تجربیات مهندس طراح، ۱/۰۴ از جدول ۷-۱ انتخاب گردید.

ت- ترافیک روزانه محور، ۸۰۰ وسیله نقلیه می‌باشد که با توجه به جدول ۷-۲ ضریب مربوط یا T مساوی ۰/۷ خواهدبود.

ث- چون بستری که روی آسفالت سطحی انجام می‌شود، اساس شکسته است، لذا S=0 منظور می‌شود.

ج- ضریب R با امولسیون قیری ۲- CRS از جدول ۷-۳ برابر ۰/۶۵ انتخاب شده است. در صورت لزوم این ضریب در آزمایشگاه با آزمایش استاندارد آشتو اندازه‌گیری می‌شود.

چ- سنگدانه مصرفی در آسفالت سطحی خاصیت جذب قیر بیش از اندازه ندارد، لذا A=0 منظور می‌شود.

ح- ضرایب M در رابطه ۷-۲ و K در رابطه ۷-۳ به ترتیب ۱ و ۱/۲ فرض می‌شود.

به شرح داده‌های فوق خواهیم داشت:

- مقدار سنگدانه

omoorepeyman.ir

$$C = M(1 - 0.4V)HGE$$
$$C = 1(1 - 0.4 \times 0.42) \times 7.4 \times 2.60 \times 1.04$$
$$C = 16.6 \text{ kg} / \text{m}^2$$

- مقدار قیر در حرارت ۱۵ درجه سانتیگراد

$$B = K \frac{(0.4HTV + S + A)}{R}$$

$$B = \frac{1.2[(0.4 \times 7.4 \times 0.7 \times 0.42) + 0 + 0]}{0.65}$$

$$B = 1.33 \text{ lit} / \text{m}^2$$

درجه حرارت پخش امولسیون قیری CRS-۲ مطابق مشخصات در محدوده ۸۵-۵۰ سانتیگراد قرار می‌گیرد که در این عملیات اجرائی در ۸۰ درجه سانتیگراد گرم شده است، لذا ضریب اصلاح مطابق شکل ۷-۳ حدود ۱/۰۱ بدست می‌آید. لذا مقدار قیر مصرفی معادل است با :

$$1.33 \times 1.01 = 1.34 \text{ lit} / \text{m}^2$$

۷-۲-۱-۴- مقادیر امولسیون قیری و مصالح سنگی مصرفی با روش‌های تجربی

فقط در شرایطی که انجام آزمایش مصالح و امولسیون قیری مصرفی برای طراحی آسفالت سطحی به شرح زیر بند ۷-۲-۱-۳ مقدور نباشد، با نظر دستگاه نظارت و تصویب کارفرما می‌توان از جداول ۷-۴ تا ۷-۷ برای انتخاب مقادیر امولسیون قیری و مصالح سنگی بر حسب اینکه تک لایه‌ای یا چند لایه‌ای باشد استفاده کرد.

omoorepeyman.ir

جدول ۷-۴- راهنمای تعیین مقادیر قیر و مصالح سنگی برای آسفالت سطحی تک لایه‌ای

اندازه اسمی مصالح سنگی	مقدار مصالح سنگی (کیلوگرم برمترمربع)	مقدار قیر (لیتر بر متر مربع)	نوع امولسیون قیری
۹/۵ تا ۱۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ تا $\frac{۳}{۴}$ اینچ)	۲۲-۲۷	۱/۸-۲/۳	RS-2 , CRS-1 , CRS-2
۴/۷۵ میلیمتر تا ۱۲/۵ میلیمتر (شماره ۴ تا $\frac{۱}{۲}$ اینچ)	۱۴-۱۶	۱/۴-۲/۰	RS-1 , RS-2 , CRS-1 , CRS-2
۲/۳۶ میلیمتر تا۹/۵ میلیمتر (شماره ۸ تا $\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۱۱-۱۴	۰/۹-۱/۶	RS-1 , RS-2 , CRS-1 , CRS-2
۱/۱۸ میلیمتر تا ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۱۶ تا شماره ۴)	۸-۱۱	۰/۷-۱/۱	RS-1, MS-1 , CRS-1,HFMS-1
ماسه	۵-۸	۰/۷-۰/۹	HFMS-1, RS-1,MS-1, CRS-1

- برای هر محدوده از اندازه اسمی مصالح سنگی، از مقادیر کمتر قیر برای دانه‌های ریزتر و از مقادیر بیشتر برای دانه‌های درشت‌تر استفاده شود.
- مقدار مصالح سنگی ارائه شده درجدول بر اساس وزن مخصوص ۲/۶۵ می‌باشد. در صورتی که وزن مخصوص مصالح سنگی مصرفی کمتر از ۲/۵۵ یا بیشتر از ۲/۷۵ باشد، مقدار مصالح سنگی مورد مصرف از رابطه زیر بدست می‌آید :

$$\text{وزن مصالح سنگی مصرفی} = \text{وزن مصالح سنگی مندرج در جدول} \times \frac{\text{وزن مخصوص حقیقی مصالح سنگی مصرفی}}{۲/۶۵}$$

- مقدار قیر با توجه به شرایط جاده تعدیل گردد. اگر سطح راه جاذب قیر، ترک خورده یا زبر باشد، مقدار قیر را افزایش دهید و چنانچه سطح راه پرقیر یا قیرزده باشد، میزان قیر را کاهش دهید.

omoorepeyman.ir

۷-۲-۱-۵- آماده کردن سطح راه و محدودیت‌های فصلی

چنانچه سطحی که روی آن آسفالت پخش می‌گردد به طور کامل تمیز نباشد، قیر ممکن است به خوبی به سطح شنی یا آسفالتی نچسبد. بنابراین لازم است قبل از پخش امولسیون قیری سطح راه تمیز شود. گرد و غبار و ذرات کنده شده باید با جاروی مکانیکی برداشته شود. هنگامی که از جاروب استفاده می‌شود با پاشیدن آب می‌توان از آلودگی هوا در اثر گرد و غبار جلوگیری بعمل آورد.

جدول ۷-۵- راهنمای تعیین مقادیر قیر و مصالح سنگی برای آسفالت سطحی دو لایه‌ای [۱]

ضخامت لایه		اندازه اسمی مصالح سنگی	مقدار مصالح سنگی (کیلوگرم‌درمترمربع)	مقدار قیر (لیتر بر متر مربع)
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ)	لایه اول*	۹/۵ تا ۲/۳۶میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ تا شماره ۸)	۱۴ تا ۱۹	۰/۹ تا ۱/۴
	لایه دوم	۴/۷۵ تا ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۴ تا ۱۶)	۵ تا ۸	۱/۴ تا ۱/۸
۱۵/۹ میلیمتر ($\frac{5}{8}$ اینچ)	لایه اول*	۱۲/۵ تا ۴/۷۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ تا شماره ۴)	۱۶ تا ۲۲	۱/۴ تا ۱/۸
	لایه دوم	۴/۷۵ تا ۱/۱۸میلیمتر (شماره ۴ تا شماره ۱۶)	۸ تا ۱۱	۱/۸ تا ۲/۳
۱۹ میلیمتر ($\frac{3}{4}$ اینچ)	لایه اول*	۱۹ تا ۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{4}$ اینچ تا $\frac{3}{8}$ اینچ)	۲۲ تا ۲۷	۱/۶ تا ۲/۳
	لایه دوم	۹/۵ تا ۲/۳۶میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ تا شماره ۸)	۱۱ تا ۱۴	۲/۳ تا ۲/۷

* اگر آسفالت سطحی بر روی اساس شنی آماده نشده، اجرا گردد، از اندود نفوذی بجای امولسیون قیری استفاده نمائید. (بند ۷-۲-۹)

omoorepeyman.ir

جدول ۷-۶- راهنمای تعیین مقادیر قیر و مصالح سنگی برای آسفالت سطحی سه لایه‌ای [۱]

ضخامت لایه		اندازه اسمی مصالح سنگی	مقدار مصالح سنگی (کیلوگرم‌درمترمربع)	مقدار قیر (لیتر بر متر مربع)
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)	لایه اول *	۹/۵ تا ۲/۳۶میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ تا شماره ۸)	۱۴ تا ۱۹	۰/۹ تا ۱/۴
	لایه دوم	۴/۷۵ تا ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۴ تا ۱۶)	۵ تا ۸	۱/۱ تا ۱/۸
	لایه سوم	۴/۷۵ میلیمتر تا ۱۵۰ میکرومتر (شماره ۴تا۱۰۰)	۵ تا ۸	۰/۹ تا ۱/۴
۱۵/۹ میلیمتر ($\frac{۵}{۸}$ اینچ)	لایه اول *	۱۲/۵ تا ۴/۷۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ تا شماره ۴)	۱۶ تا ۲۲	۰/۹ تا ۱/۴
	لایه دوم	۹/۵ تا ۲/۳۶میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ تا شماره ۸)	۸ تا ۱۱	۱/۴ تا ۱/۸
	لایه سوم	۴/۷۵ تا ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۴ تا ۱۶)	۵ تا ۸	۰/۹ تا ۱/۴
۱۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)	لایه اول *	۱۹ تا ۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ تا $\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۱۹ تا ۲۵	۱/۱ تا ۱/۶
	لایه دوم	۹/۵ تا ۲/۳۶میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ تا شماره ۸)	۱۱ تا ۱۴	۱/۴ تا ۱/۸
	لایه سوم	۴/۷۵ تا ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۴ تا ۱۶)	۵ تا ۸	۱/۱ تا ۱/۶

* اگر آسفالت سطحی بر روی اساس شنی آماده نشده، اجرا گردد، از اندود نفوذی بجای امولسیون قیری استفاده نمائید. (بند ۷-۲-۹)

omoorepeyman.ir

جدول ۷-۷- راهنمای تعیین مقادیر مصالح مورد نیاز برای Cape Seal [۱]

ضخامت لایه	مقدار قیر (لیتر بر متر مربع)	مقدار مصالح سنگی (کیلوگرم برمترمربع)	میزان دوغاب آببندی (کیلوگرم در مترمربع)
امولسیون قیری از نوع RS-2 و CRS-2 مصالح سنگی ۱۲/۵ تا ۴/۷۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ تا شماره ۴) دوغاب آببندی با دانه‌بندی I	۱/۴ تا ۲	۱۴ تا ۱۶	۳ تا ۵/۵

- کلیه نقاط ضعیف سطح راه مانند چاله‌ها و نواحی آسیب‌دیده باید مرمت و لکه‌گیری شوند.
- چنانچه اجرای آسفالت سطحی در شرایط آب و هوایی بد اجرا شود، احتمالاً نیاز به نگهداری بیشتری خواهد داشت.

عملیات آسفالتی نباید در فصول سرد سال و آب و هوای مربوط انجام شود. بهترین نتایج، زمانی بدست می‌آید که حداقل دمای هوا در سایه برابر با ۱۵ درجه سانتیگراد بوده و درجه حرارت در حال افزایش است. در برخی از مشخصات فنی، اجرای آسفالت سطحی هنگامی که دمای سطح راه (قبل از پخش امولسیون قیری) بیش از ۲۵ درجه سانتیگراد باشد، توصیه شده است. آسفالتهای سطحی نباید هنگام بارندگی یا وقتی که احتمال وقوع بارندگی وجود دارد، اجرا گردند.

۷-۲-۱-۶- اجرای آسفالت سطحی

تجهیزات مورد استفاده در اجرای آسفالت سطحی، سهم مهمی در کیفیت نهایی آسفالت دارد. لذا باید با سرویس، بازرسی و کالیبراسیون مداوم تجهیزات را در شرایط

omoorepeyman.ir

کاری خوب و مناسب نگهداری نمود. مهمترین وسیله از تجهیزات مورد استفاده در اجرای آسفالت سطحی، دستگاه پخش قیر است. دستگاه پخش قیر باید امولسیون قیری را به طور یکنواخت و به میزان مشخص شده بر روی سطح راه پخش نماید. این دستگاه دارای مخزن عایقی با سیستم کنترل میزان پخش امولسیون قیری می‌باشد که بر روی کامیون یا تریلی نصب شده است. در عقب مخزن سیستم لوله‌ها و فواره‌های پخش قرار دارند و امولسیون قیری از این سیستم با فشار روی سطح راه پاشیده می‌شود. عرض پوششی لوله‌های پخش کننده بسته به ظرفیت پمپ در یک عبور ۳ تا ۹ متر می‌باشد. در محلهایی که به طور کامل با این دستگاه قیرپاشی نمی‌شوند از قیرپاش دستی استفاده می‌گردد. معمولاً ظرفیت مخزن دستگاه برابر با ۳۰۰۰ تا ۲۰۸۰۰ لیتر است. مخزن و لوله‌های پخش قیر دستگاه، یا بسته شدن لوله پخش ناشی از عدم انشعاب فرعی منجر به شکست امولسیون قیری و گرفتگی واحد پخش می‌شود. مخزن دستگاه همچنین مجهز به یک یا چند گرم‌کننده می‌باشد که قادر است امولسیون قیری را به دمای مورد نظر عملیات پخش برساند. در استفاده از این گرم‌کننده‌ها احتیاط زیادی لازم است. اگر دمای گرم‌کننده‌ها خیلی زیاد باشد، ممکن است باعث شکست زود هنگام امولسیون قیری گردد. در صورت استفاده از سیستم گرم‌کننده، امولسیون قیری باید در مخزن به گردش درآید. تنظیم زاویه قرارگیری فواره پخش و فاصله لوله پخش کن از سطح راه در عملیات قیرپاشی فوق‌العاده اهمیت دارد. جهت شیار فواره‌ها باید به گونه‌ای تنظیم شود که حوزه‌های پخش هر فواره با دیگری تداخل نکند. زاویه شیار فواره‌ها با محور طولی لوله پخش کن حدود ۱۵ تا ۳۰ درجه توصیه شده است. برای اطمینان از پخش یکنواخت

omoorepeyman.ir

امولسیون قیری باید لوله پخش کن در ارتفاع مناسبی از بالای سطح روسازی در هنگام عملیات پخش قرار گیرد. از فاصله لوله پخش کن از سطح روسازی خیلی زیاد باشد ممکن است در حوزه‌های پخش هر فواره اختلالاتی بوجود آورد. با تغییر فاصله لوله پخش‌کن از سطح راه، معمولاً بهترین نتایج قیرپاشی با پوشش دوگانه حاصل می‌شود، اما پوشش سه گانه می‌تواند گاهی اوقات استفاده شود. مناسبترین فاصله بین فواره‌های روی لوله پخش‌کن ۱۰۰ میلیمتر می‌باشد. در شکل (۷-۳) زاویه قرارگیری شیار فواره با محور طولی لوله پخش کن و نحوه تشکیل پوششهای تکی، دوگانه و سه‌گانه نشان داده شده است. دستگاه‌های پخش امولسیون قیری باید مجهز به لوازمی برای کنترل عملیات پخش قیر باشند. این لوازم شامل سیستم شیر برای کنترل جریان امولسیون قیری ، وسیله اندازه‌گیری میزان خروجی امولسیون قیری از پمپ و وسیله مدرج اندازه‌گیری تراز امولسیون قیری درون مخزن می‌باشند. علیرغم کنترل‌های دقیق روی دستگاه پخش قیر، توصیه می‌شود همواره میزان پخش قیر در محل نیز کنترل شود. این عمل می‌تواند با سینی فلزی با سطح یک متر مربع انجام شود. برای کنترل میزان پخش امولسیون قیری باید ابتدا سینی فلزی را با دقت وزن کرده و روی سطح قرار داد. بلافاصله بعد از عبور دستگاه پخش قیر، سینی را برداشته و مجدداً با دقت وزن می‌کنند. اختلاف بین این دو وزن امولسیون قیری درون سینی می‌باشد. میزان امولسیون قیری پاشیده شده با توجه به دما از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$R = W.M$$

در این رابطه :

R = میزان امولسیون قیری پاشیده شده (بر حسب لیتر در متر مربع)

omoorepeyman.ir

W = وزن امولسیون قیری در سینی (بر حسب کیلوگرم در متر مربع)

M = ضریب تصحیح (جدول ۷-۸)

omoorepeyman.ir

جدول ۷-۸ : ضرایب تصحیح حجم- دما برای امولسیون‌های قیری [۱]

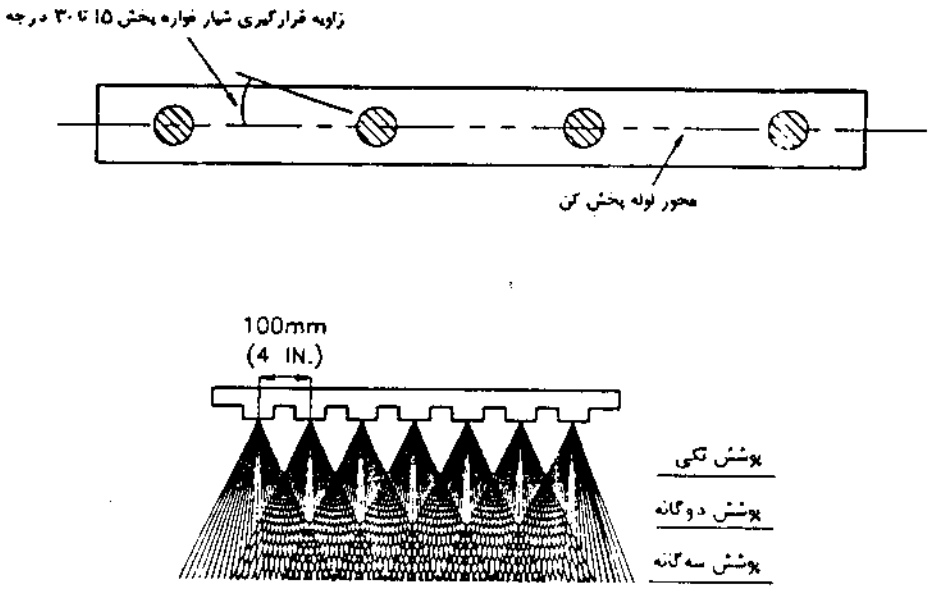
t (°C)	t (°F)	M	t (°C)	t (°F)	M	t (°C)	t (°F)	M
۱۰/۰	۵۰	۱/۰۰۰۲۵۰	۲۲/۲	۷۲	۰/۹۹۷۰۰	۳۴/۴	۹۴	۰/۹۹۱۵۰
۱۰/۶	۵۱	۱/۰۰۰۲۲۵	۲۲/۸	۷۳	۰/۹۹۶۷۵	۳۵/۰	۹۵	۰/۹۹۱۲۵
۱۱/۱	۵۲	۱/۰۰۰۲۰۰	۲۳/۳	۷۴	۰/۹۹۶۵۰	۳۵/۶	۹۶	۰/۹۹۱۰۰
۱۱/۷	۵۳	۱/۰۰۰۱۷۵	۲۳/۹	۷۵	۰/۹۹۶۲۵	۳۶/۱	۹۷	۰/۹۹۰۷۵
۱۲/۲	۵۴	۱/۰۰۰۱۵۰	۲۴/۴	۷۶	۰/۹۹۶۰۰	۳۶/۷	۹۸	۰/۹۹۰۵۰
۱۲/۸	۵۵	۱/۰۰۰۱۲۵	۲۵/۰	۷۷	۰/۹۹۵۷۵	۳۷/۲	۹۹	۰/۹۹۰۲۵
۱۳/۳	۵۶	۱/۰۰۰۱۰۰	۲۵/۶	۷۸	۰/۹۹۵۵۰	۳۷/۸	۱۰۰	۰/۹۹۰۰۰
۱۳/۹	۵۷	۱/۰۰۰۰۷۵	۲۶/۱	۷۹	۰/۹۹۵۲۵	۳۸/۳	۱۰۱	۰/۹۸۹۷۵
۱۴/۴	۵۸	۱/۰۰۰۰۵۰	۲۶/۷	۸۰	۰/۹۹۵۰۰	۳۸/۹	۱۰۲	۰/۹۸۹۵۰
۱۵/۰	۵۹	۱/۰۰۰۰۲۵	۲۷/۲	۸۱	۰/۹۹۴۷۵	۳۹/۴	۱۰۳	۰/۹۸۹۲۵
۱۵/۶	۶۰	۱/۰۰۰۰۰۰	۲۷/۸	۸۲	۰/۹۹۴۵۰	۴۰/۰	۱۰۴	۰/۹۸۹۰۰
۱۶/۱	۶۱	۰/۹۹۹۷۵	۲۸/۳	۸۳	۰/۹۹۴۲۵	۴۰/۶	۱۰۵	۰/۹۸۸۷۵
۱۶/۷	۶۲	۰/۹۹۹۵۰	۲۸/۹	۸۴	۰/۹۹۴۰۰	۴۱/۱	۱۰۶	۰/۹۸۸۵۰
۱۷/۲	۶۳	۰/۹۹۹۲۵	۲۹/۴	۸۵	۰/۹۹۳۷۵	۴۱/۷	۱۰۷	۰/۹۸۸۲۵
۱۷/۸	۶۴	۰/۹۹۹۰۰۰	۳۰/۰	۸۶	۰/۹۹۳۵۰	۴۲/۲	۱۰۸	۰/۹۸۸۰۰
۱۸/۳	۶۵	۰/۹۹۸۷۵	۳۰/۶	۸۷	۰/۹۹۳۲۵	۴۲/۸	۱۰۹	۰/۹۸۷۷۵
۱۸/۹	۶۶	۰/۹۹۸۵۰	۳۱/۱	۸۸	۰/۹۹۳۰۰	۴۳/۳	۱۱۰	۰/۹۸۷۵۰
۱۹/۴	۶۷	۰/۹۹۸۲۵	۳۱/۷	۸۹	۰/۹۹۲۷۵	۴۳/۹	۱۱۱	۰/۹۸۷۲۵
۲۰/۰	۶۸	۰/۹۹۸۰۰	۳۲/۲	۹۰	۰/۹۹۲۵۰	۴۴/۴	۱۱۲	۰/۹۸۷۰۰
۲۰/۶	۶۹	۰/۹۹۷۷۵	۳۲/۸	۹۱	۰/۹۹۲۲۵	۴۵/۰	۱۱۳	۰/۹۸۶۷۵
۲۱/۱	۷۰	۰/۹۹۷۵۰	۳۳/۳	۹۲	۰/۹۹۲۰۰	۴۵/۶	۱۱۴	۰/۹۸۶۵۰
۲۱/۷	۷۱	۰/۹۹۷۲۵	۳۳/۹	۹۳	۰/۹۹۱۷۵	۴۶/۱	۱۱۵	۰/۹۸۶۲۵

omoorepeyman.ir

جدول ۷-۸ : ادامه

t (°C)	t (°F)	M	t (°C)	t (°F)	M	t (°C)	t (°F)	M
۴۶/۷	۱۱۶	۰/۹۸۶۰۰	۶۰/۰	۱۴۰	۰/۹۸۸۰۰	۷۳/۳	۱۶۴	۰/۹۷۴۰۰
۴۷/۲	۱۱۷	۰/۹۸۵۷۵	۶۰/۶	۱۴۱	۰/۹۷۹۷۵	۷۳/۹	۱۶۵	۰/۹۷۳۷۵
۴۷/۸	۱۱۸	۰/۹۸۵۵۰	۶۱/۱	۱۴۲	۰/۹۷۹۵۰	۷۴/۴	۱۶۶	۰/۹۷۳۵۰
۴۸/۳	۱۱۹	۰/۹۸۵۲۵	۶۱/۷	۱۴۳	۰/۹۷۹۲۵	۷۵/۰	۱۶۷	۰/۹۷۳۲۵
۴۸/۹	۱۲۰	۰/۹۸۵۰۰	۶۲/۲	۱۴۴	۰/۹۷۹۰۰	۷۵/۶	۱۶۸	۰/۹۷۳۰۰
۴۹/۴	۱۲۱	۰/۹۸۴۷۵	۶۲/۸	۱۴۵	۰/۹۷۸۷۵	۷۶/۱	۱۶۹	۰/۹۷۲۷۵
۵۰/۰	۱۲۲	۰/۹۸۴۵۰	۶۳/۳	۱۴۶	۰/۹۷۸۵۰	۷۶/۷	۱۷۰	۰/۹۷۲۵۰
۵۰/۶	۱۲۳	۰/۹۸۴۲۵	۶۳/۹	۱۴۷	۰/۹۷۸۲۵	۷۷/۲	۱۷۱	۰/۹۷۲۲۵
۵۱/۱	۱۲۴	۰/۹۸۴۰۰	۶۴/۴	۱۴۸	۰/۹۷۸۰۰	۷۷/۸	۱۷۲	۰/۹۷۲۰۰
۵۱/۷	۱۲۵	۰/۹۸۳۷۵	۶۵/۰	۱۴۹	۰/۹۷۷۷۵	۷۸/۳	۱۷۳	۰/۹۷۱۷۵
۵۲/۲	۱۲۶	۰/۹۸۳۵۰	۶۵/۶	۱۵۰	۰/۹۷۷۵۰	۷۸/۹	۱۷۴	۰/۹۷۱۵۰
۵۲/۸	۱۲۷	۰/۹۸۳۲۵	۶۶/۱	۱۵۱	۰/۹۷۷۲۵	۷۹/۴	۱۷۵	۰/۹۷۱۲۵
۵۳/۳	۱۲۸	۰/۹۸۳۰۰	۶۶/۷	۱۵۲	۰/۹۷۷۰۰	۸۰/۰	۱۷۶	۰/۹۷۱۰۰
۵۳/۹	۱۲۹	۰/۹۸۲۷۵	۶۷/۲	۱۵۳	۰/۹۷۶۷۵	۸۰/۶	۱۷۷	۰/۹۷۰۷۵
۵۴/۴	۱۳۰	۰/۹۸۲۵۰	۶۷/۸	۱۵۴	۰/۹۷۶۵۰	۸۱/۱	۱۷۸	۰/۹۷۰۵۰
۵۵/۰	۱۳۱	۰/۹۸۲۲۵	۶۸/۳	۱۵۵	۰/۹۷۶۲۵	۸۱/۷	۱۷۹	۰/۹۷۰۲۵
۵۵/۶	۱۳۲	۰/۹۸۲۰۰	۶۸/۹	۱۵۶	۰/۹۷۶۰۰	۸۲/۲	۱۸۰	۰/۹۷۰۰۰
۵۶/۱	۱۳۳	۰/۹۸۱۷۵	۶۹/۴	۱۵۷	۰/۹۷۵۷۵	۸۲/۸	۱۸۱	۰/۹۶۹۷۵
۵۶/۷	۱۳۴	۰/۹۸۱۵۰	۷۰/۰	۱۵۸	۰/۹۷۵۵۰	۸۳/۳	۱۸۲	۰/۹۶۹۵۰
۵۷/۲	۱۳۵	۰/۹۸۱۲۵	۷۰/۶	۱۵۹	۰/۹۷۵۲۵	۸۳/۹	۱۸۳	۰/۹۶۹۲۵
۵۷/۸	۱۳۶	۰/۹۸۱۰۰	۷۱/۱	۱۶۰	۰/۹۷۵۰۰	۸۴/۴	۱۸۴	۰/۹۶۹۰۰
۵۸/۳	۱۳۷	۰/۹۸۰۷۵	۷۱/۷	۱۶۱	۰/۹۷۴۷۵	۸۵/۰	۱۸۵	۰/۹۶۸۷۵
۵۸/۹	۱۳۸	۰/۹۸۰۵۰	۷۲/۲	۱۶۲	۰/۹۷۴۵۰			
۵۹/۴	۱۳۹	۰/۹۸۰۲۵	۷۲/۸	۱۶۳	۰/۹۷۴۲۵			

omoorepeyman.ir



شکل ۷-۳- زاویه قرارگیری شیار فواره پخش و ارتفاع مناسب لوله پخش کن برای انواع پوشش‌ها [۱]

بلافاصله بعد از عملیات قیرپاشی، با دستگاه مخصوصی، مصالح سنگی با نسبت معین به طور یکنواخت بر سطح آماده شده راه پخش می‌شوند. انواع دستگاه‌های پخش مصالح سنگی در اجرای آسفالت سطحی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دستگاه‌های پخش مصالح سنگی از نوع کامیون با در عقب با تنظیم میزان بازشدگی در و صفحه فولادی که به انتهای کامیون متصل شده است، میزان مشخص مصالح سنگی را بر

omoorepeyman.ir

روی سطح آماده شده راه پخش می‌کنند. کامیون پخش مصالح سنگی برای انجام کار به عقب حرکت می‌کند. این عمل از کنده شدن آسفالت تازه اجرا شده توسط لاستیکهای کامیون جلوگیری بعمل می‌آورد.

دستگاه‌های پخش مصالح سنگی باید برای پخش مقدار مصالح سنگی مشخص شده برای هر پروژه کالیبره شوند. برای کالیبراسیون دستگاه می‌توان از وسایل ساده‌ای از جمله پارچه با مساحت یک متر مربع ، ترازو استفاده کرد. با چندین بار حرکت دستگاه پخش مصالح سنگی در سرعتها و میزان بازشدگی‌های مختلف در عقب کامیون و توزین دقیق مصالح سنگی درون پارچه، مقدار لازم بازشدگی و سرعت دستگاه برای پخش مصالح سنگی به مقدار مشخص شده در هر مترمربع را می‌توان تعیین نمود.

اگر در حین اجرای آسفالت سطحی، مصالح سنگی کاملا" در غشای قیری فرو نرفته باشند، ممکن است به علت عبور وسایط نقلیه، مصالح سنگی از سطح راه کنده شده و در اثر پرتاب شدن خطراتی ایجاد نماید. غلتک‌زدن، مصالح سنگی را به داخل لایه قیر می‌فشرد و چسبندگی بهتری بین مصالح سنگی و قیر ایجاد می‌نماید. برای آسفالتهای سطحی تک لایه‌ای، استفاده از غلتکهای چرخ لاستیکی مناسب است. این غلتکها، مصالح سنگی را بدون خردشدگی به داخل قشر قیری فرو می‌برند. عمل غلتک‌زنی نباید پس از عمل آمدن امولسیون قیری ادامه یابد. زیرا ذرات مصالح سنگی در جای خود لق شده و از سطح راه کنده می‌شوند. در آسفالتهای سطحی چند لایه‌ای ، بعد از غلتک زدن با غلتکهای چرخ لاستیکی، یک یا دو عبور غلتک چرخ فولادی به ایجاد سطح هموارتر کمک می‌کند.

omoorepeyman.ir

۷-۲-۲- اندود آببندی با ماسه[1]

اندود آببندی با ماسه به امولسیون قیری پاشیده شده که متعاقباً با مصالح سنگی ریزدانه نظیر ماسه تمیز یا سرند شده به ضخامت کم پوشش گردیده گفته می‌شود. گرچه اجرای اندود آببندی با ماسه، عمل ساده‌ای است لیکن می‌تواند در ترمیم عیوب سطح روسازی مفید باشد. برای اجرای اندود آببندی با ماسه، ابتدا امولسیون قیری بر سطح روسازی پاشیده می‌شود. بدین منظور معمولاً قیرهای امولسیون گروه MS-1,CRS-1,RS-1 یا HFMS-1 به میزان ۰/۶۸ تا ۰/۹ لیتر در متر مربع مورد استفاده قرار می‌گیرند. سپس حدود ۵/۵ تا ۸ کیلوگرم بر متر مربع پوششی از ماسه تمیز یا سرند شده بر روی امولسیون قیری ریخته می‌شود. اندود آببندی با ماسه برای تأمین اهداف زیر به کار می‌رود:

الف- احیای سطح خشک هوازده و اکسید شده

اندود آببندی با ماسه، از کنده شدن مصالح سنگی از سطوح قدیمی در اثر سایش ناشی از آمد و شد جلوگیری خواهد کرد.

ب- جلوگیری از نفوذ رطوبت و هوا

هنگامی که سطح روسازی موجود، شروع به ترک خوردن می‌نماید، رطوبت و هوا به داخل لایه‌های زیرین نفوذ می‌کند و موجب کاهش تحمل باربری آن می‌گردد. اجرای اندود آببندی با ماسه، مانع نفوذ این عوامل می‌گردد.

ج- ایجاد بافت سطحی مقاوم در مقابل لغزش

1- Sand Seal

omoorepeyman.ir

با انتخاب مصالح سنگی ریزدانه و تیزگوشه و زاویه‌دار، سطحی زبر با مقاومت لغزشی زیاد ایجاد می‌شود. ماسه همچنین می‌تواند موجب جذب لکه‌های قیر اضافی که در سطح روسازی ظاهر شده، شود.

۷-۲-۳- دوغاب آببندی (اسلاری سیل)[1]

دوغاب آببندی، مخلوطی از مصالح سنگی ریزدانه با دانه‌بندی خوب (در صورت لزوم فیلر معدنی)، امولسیون قیری و آب است که به عنوان آسفالت حفاظتی استفاده می‌شود. دوغاب آببندی در تعمیر و نگهداری روسازی آسفالتی نیز به کار می‌رود ولی نمی‌تواند باعث افزایش مقاومت سازه‌ای آن گردد.

بکارگیری دوغاب آببندی در سطح روسازیهای کهنه می‌تواند بسیار مؤثر واقع شود، زیرا این عمل باعث آببندی ترکهای سطحی، جلوگیری از جداشدن سنگدانه‌ها در مخلوط آسفالتی، سالم ماندن ساختار جاده، غیر قابل نفوذ شدن سطح جاده در برابر آب و اکسیژن و بهبود مقاومت در مقابل لغزش می‌گردد. استفاده از دوغاب آببندی به کاهش خرابی سطح راه ناشی از اکسید شدن قیر و شکننده شدن مخلوط آسفالتی کمک می‌کند. برخی از مزایای دوغاب آببندی عبارتند از:

- کاربرد سریع
- محافظ پوشش مصالح سنگی
- فراهم کردن بافت سطحی پیوسته
- اصلاح معایب جزئی سطح راه

1- Slurry Seal

omoorepeyman.ir

در بسیاری از موارد به علت هزینه نسبتاً کم دوغاب آب بندی، تامین مصالح سنگی از مسافتهای دور برای منظورهای خاصی از قبیل مقاومت زیاد در مقابل لغزش ، جلوه رنگهای ترافیکی و کاهش صدا مقرون به صرفه است. دوغاب آببندی معمولاً در ضخامت‌های ۳ تا ۶ میلیمتر اجرا می‌شود.

۷-۲-۳-۱- اجزای تشکیل‌دهنده مخلوط دوغاب‌آببندی

۷-۲-۳-۱-۱- مصالح سنگی

مصالح سنگی مصرفی در دوغاب‌آببندی باید تمیز، زاویه‌دار، یکنواخت، بادوام و با دانه‌بندی پیوسته باشند. مصالح سنگی شکسته یا مخلوطی از ماسه طبیعی با مصالح سنگی شکسته که در ساخت دوغاب آببندی استفاده می‌شود، باید مشخصات زیر را دارا باشند:

- ارزش ماسه‌ای مصالح سنگی به روش AASHTO:T176 یا ASTM:D241 از ۴۵ کمتر نباشد.
- میزان درصد افت وزنی در مقابل سایش لوس‌آنجلس به روش AASHTO:T96 یا ASTM:C131 با دانه‌بندی C یا D حداکثر ۳۵ باشد.
- حداکثر افت وزنی به روش AASHTO:T104 در پنج سیکل با سولفات سدیم و یا منیزیم به ترتیب ۱۵ و ۲۵ درصد باشد.
- چنانچه از ماسه طبیعی (ماسه با بافت صاف) در تهیه دوغاب آببندی استفاده گردد، درصد جذب آب آن نباید بیشتر از ۱/۲۵ باشد. در این حالت مقدار ماسه طبیعی به ۵۰ درصد وزن کل مصالح سنگی محدود می‌شود. برای راههای با آمد و شد زیاد

omoorepeyman.ir

و بار محوری سنگین، از مصالح سنگی صد در صد شکسته استفاده شود. عموماً سه نوع دانه‌بندی برای تهیه مخلوطهای دوغاب آببندی به کار می‌رود که در جدول ۷-۹ آمده است.

مصالح سنگی با دانه‌بندی نوع I برای نفوذ حداکثر در ترکهای سطح راه و آببندی ترکها مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین استفاده از دوغاب آببندی با دانه‌بندی نوع I برای روکش آسفالتی یا آسفالت سطحی تک لایه‌ای، اصلاح اولیه بسیار مناسبی را ایجاد می‌کند. از دوغاب آب‌بندی با دانه‌بندی مصالح سنگی نوع I می‌توان در مناطق با آمد و شد کم، نظیر فرودگاه‌های مخصوص هواپیماهای سبک، توقفگاه‌ها یا شانه‌ها که مسئله اصلی آنها آببندی سطح رویسازی و تأمین مقاومت لغزشی است، استفاده کرد. مقدار قیر باقیمانده برای این مخلوطها ۱۰ تا ۱۶ درصد وزن مصالح سنگی خشک می‌باشد. مخلوط دوغاب آببندی با دانه‌بندی مصالح سنگی نوع I به میزان ۵/۵-۳/۵ کیلوگرم بر متر مربع به کار می‌رود.

omoorepeyman.ir

جدول ۷-۹- دانه‌بندی مصالح سنگی مخلوط دوغاب آببندی [۱۳، ۷، ۱]

نوع دانه‌بندی	I	II	III	جدول رواداری نسبت به دانه‌بندی کارگاهی
اندازه الک	درصد رد شده			
۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	–
۴/۷۵میلیمتر (شماره ۴)	۱۰۰	۹۰–۱۰۰	۷۰–۹۰	± ۵
۲/۳۶میلیمتر (شماره ۸)	۹۰–۱۰۰	۶۵–۹۰	۴۵–۷۰	± ۵
۱/۱۸میلیمتر (شماره ۱۶)	۶۵–۹۰	۴۵–۷۰	۲۰–۵۰	± ۵
۶۰۰ میکرومتر (شماره ۳۰)	۴۰–۶۵	۳۰–۵۰	۱۹–۳۴	± ۵
۳۰۰ میکرومتر (شماره ۵۰)	۲۵–۴۲	۱۸–۳۰	۱۲–۲۵	± ۴
۱۵۰ میکرومتر (شماره ۱۰۰)	۱۵–۳۰	۱۰–۲۱	۷–۱۸	± ۴
۷۵ میکرومتر (شماره ۲۰۰)	۱۰–۲۰	۵–۱۵	۵–۱۵	± ۳

مصالح سنگی با دانه‌بندی نوع II بیشترین کاربرد را در تهیه دوغاب آببندی دارد. موارد کاربرد دوغاب آببندی با دانه‌بندی مصالح سنگی نوع II شامل آببندی سطح، اصلاح شن‌زدگی شدید، کاهش اکسیداسیون، مقاومت در برابر کنده‌شدن مصالح سنگی و بهبود تاب لغزشی می‌باشد. این نوع مخلوط بسته به کیفیت مصالح سنگی موجود و روش طرح، برای آمد و شد متوسط تا سنگین، به عنوان پوشش سطحی راه مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله این موارد، استفاده در روسازیها و فرودگاه‌های با ترک‌های زیاد و شدیداً فرسایش یافته، لایه پوششی بر روی اساس قیری یا اساس

omoorepeyman.ir

اصلاح شده با سیمان می‌باشد. مقدار قیر باقیمانده در امولسیون قیری برای این مخلوطها، ۷/۵ تا ۱۳/۵ درصد وزن مصالح سنگی خشک می‌باشد. مخلوط دوغاب‌آبندی با دانه‌بندی مصالح سنگی نوع II به میران ۵/۵ تا ۹ کیلوگرم بر مترمربع بکار می‌رود. دوغاب آبندی تهیه شده با مصالح سنگی با دانه‌بندی نوع III برای اصلاح وضعیت سطح روسازی به عنوان اولین لایه در عملیات چند لایه‌ای برای آمد و شد سنگین و بهبود تاب انزشی به کار می‌رود. مقدار قیر باقیمانده برای این مخلوطها ۶/۵ تا ۱۲ درصد وزن مصالح سنگی خشک می‌باشد.مخلوط دوغاب آبندی با دانه‌بندی مصالح سنگی نوع III به میزان ۸ تا ۱۳/۵ کیلوگرم بر متر مربع به کار می‌رود.

غالبا" افزودن مقدار کمی فیلر معدنی، آهک هیدراته، گرد سنگ آهک، سیمان پرتلند، خاکستر بادی یا گرد سنگ به مخلوط دوغاب آبندی ضروری است. سیمان پرتلند و آهک هیدراته به منظور بهبود کارآیی، تنظیم زمان شکست و در برخی موارد اصلاح دانه‌بندی مصالح سنگی به کار می‌رود. گرد سنگ آهک، خاکستر بادی و گرد سنگ اساسا" برای اصلاح دانه‌بندی مصالح سنگی استفاده می‌شود.

۷-۲-۳-۱-۲- امولسیون قیری

در مخلوطهای دوغاب آبندی، امولسیون‌های قیری از گروه SS-1 ، SS-1h ، CSS-1 و CSS-1h مورد استفاده قرار می‌گیرند.

omoorepeyman.ir

۷-۲-۳-۱-۳- آب

آب مصرفی در ساخت دوغاب آببندی باید آب آشامیدنی و سازگار با مخلوط باشد.

۷-۲-۳-۲- طرح مخلوطهای دوغاب آببندی

مخلوطهای دوغاب آببندی بر اساس استاندارد ASTM:D3910 طراحی می‌شوند. در این استاندارد به منظور ارزیابی مخلوطهای دوغاب آببندی، آزمایشهای غلظت[1]، تعیین زمان شکست[2]، زمان عمل‌آوری[3] و ساییدگی در شرایط مرطوب[4] توصیه شده است.

- آزمایش تعیین زمان شکست، زمان لازم برای رسیدن دوغاب آببندی به شکست اولیه را با روش لکه‌دار کردن کاغذ تعیین می‌نماید. مخلوط دوغاب آببندی طراحی شده باید پس از ۱۲ ساعت شکسته شود. برای مخلوطهای تندشکن معمولاً زمان شکست برابر با یکساعت مورد قبول است.
- آزمایش زمان عمل‌آوری برای تعیین چسبندگی اولیه سطح دوغاب آببندی و تحمل بارهای ناشی از آمد و شد استفاده می‌شود. مخلوط دوغاب آببندی طراحی شده باید به طور کامل پس از ۲۴ ساعت از زمان اجرا عمل آید.
- آزمایش ساییدگی در شرایط مرطوب، اندازه‌گیری کیفیت پوشش دادن دوغاب آببندی را تحت اثر ساییدگی در شرایط مرطوب در بر می‌گیرد. دوغاب آببندی باید تحت اثر این آزمایش افت کمتر از ۸۰۷/۴۴ گرم بر متر مربع داشته باشد.

1- Consistency Tests
2- Set Time
3- Cure time
4- Wet Track Abrasion Test

omoorepeyman.ir

بعد از تعیین نسبتهای اختلاط دوغاب آببندی باید مخلوطهای آزمایشی در محل پروژه یا مکان دیگری در مقیاس کوچک اجرا شود. اجرای آزمایشی مخلوطها به منظور کالیبره نمودن ابزارهای تغذیه کننده و اندازه‌گیری ماشین مخصوص تولید و پخش دوغاب آببندی و بررسی صحت نسبتهای اختلاط می‌باشد.

۷-۲-۳-۳- آماده نمودن سطح راه

قبل از اجرای دوغاب آببندی، سطح راه باید توسط هوای فشرده، جاروب یا پاشیدن آب از آلودگی، گرد و خاک، علفها و مواد خارجی دیگر پاک گردد. استفاده از روش پاشیدن آب در نواحی که ترکهایی در سطح روسازی وجود دارد، مجاز نمی‌باشد. گاهی به دلیل جذب قیر زیاد سطح راه یا نمایان شدن مصالح سنگی، اجرای یک لایه اندود سطحی از امولسیون قیری رقیق شده از همان نوع و گروه به کار رفته در دوغاب آببندی ضروری است. دوغاب آببندی باید بلافاصله پس از اندود سطحی اجرا شود. میزان مصرف امولسیون قیری رقیق شده برای اندود سطحی ۰/۲۵ تا ۰/۵ لیتر برای هر متر مربع می‌باشد. برای روسازیهای آسفالتی نسبتاً جدید، نیازی به اندود سطحی نمی‌باشد. در این حالت باید قبل از اجرای دوغاب آببندی ، سطح روسازی با آب تر گردد.

در روسازیهایی که به طور موضعی از نظر سازه‌ای ضعیف هستند، قبل از استفاده از دوغاب آببندی، باید نقاط ضعف آنها اصلاح گردد. شیار افتادگیهای جای چرخ، لبه‌های ضعیف روسازیها، موجها و ناهمواریها و سایر خرابیهای سطح روسازی که

omoorepeyman.ir

باعث بروز مشکلات در رانندگی می‌شوند، باید قبل از اجرای دوغاب آببندی مرمت و تعمیر گردند.

۷-۲-۳-۴- پخش و متراکم نمودن دوغاب آببندی

دوغاب آببندی را می‌توان در ماشینهای سیار، تولید و مستقیماً مصرف نمود. این ماشین‌ها قادرند ضمن ذخیره مصالح سنگی، (در صورت لزوم فیلر معدنی)، آب و امولسیون قیری به صورت جداگانه، مقادیر معینی از آنها را با دقت به داخل محفظه مخلوط‌کن بفرستند. همچنین می‌توانند دوغاب آببندی را بر روی سطح تمام شده راه تخلیه و پخش نمایند.

مخلوط دوغاب آببندی اجرا شده باید همگن بوده و در سطح راه جاری نشود. اگر در دوغاب آببندی اجرا شده، کلوخه، گلوله یا مصالح سنگی مخلوط نشده، مشاهده گردید یا اگر ذرات مصالح سنگی درشت‌تر از دانه‌بندی مشخصات در مخلوط وجود داشته باشد، باید دوغاب آببندی پخش شده در سطح روسازی راه را با ماله دستی صاف و اصلاح نمود.

در اتصال‌های طولی و عرضی مراقبت‌های خاصی باید صورت پذیرد ، تا از هدر رفتن دوغاب آببندی یا ایجاد برآمدگی جلوگیری شود. بهتر آن است که اتصال را بعد از اینکه اولین خط ریخته شد و کاملاً به عمل آمد، یا هنوز حالت نیمه مایع دارد، اجرا کرد. در صورتی که ایجاد آرایش ظاهری خوب و دوام اتصال بین دو خط مدنظر باشد، خط بعدی تنها هنگامی که مخلوط دوغاب آببندی ریخته شده کاملاً شکسته شد، اجرا گردد.

omoorepeyman.ir

غلتک زدن دوغاب آببندی فقط در نواحی که متراکم کردن با غلتکهای چرخ لاستیکی دوام را افزایش می‌دهد، ضروری است. این نواحی شامل تاکسی وی‌ها، گذرگاه‌ها، محوطه بارگیری کامیونها و تقاطع راههای با آمد و شد سنگین می‌باشد. همه این نواحی در معرض نیروهای ،ور زدن، ترمز کردن و شتاب گرفتن می‌باشند. برای متراکم کردن دوغاب آببندی، مؤثرترین روش استفاده از غلتک چرخ لاستیکی ۵۰ تنی با فشار چرخ ۳۴۵ کیلوپاسکال است. غلتک زدن هنگامی شروع می‌شود که آب آزاد بتواند از مخلوط دوغاب آببندی با یک قطعه کاغذ خارج شود، بدون اینکه کاغذ را رنگی نماید. در بیشتر موارد آمد و شد وسایط نقلیه، دوغاب آببندی را اطو می‌کند و ترکهای موئی ناشی از هیدراته شدن را می‌بندد. معمولا" دوغاب آببندی به غلتک زدن نیازی ندارد مگر اینکه ضخامت آن بیش از ۶ میلیمتر باشد یا فصل کاری منطقه سپری شده باشد.

۷-۲-۳-۵- محدودیتهای فصلی و کنترل عبور وسایط نقلیه

دوغاب آببندی در دمای هوای حداقل ۱۵ درجه سانتیگراد و زمانی که درجه حرارت سطح حداقل ۲۵ درجه باشد و یا احتمال بارندگی وجود نداشته باشد، اجرا می‌گردد. بعد از خاتمه عملیات پخش دوغاب آببندی تا عمل آمدن کامل امولسیون قیری باید از عبور وسایط نقلیه ممانعت بعمل آید. بطور کلی عملیات غلتک زدن و عبور وسایط نقلیه بر روی دوغاب آببندی هنگامی مجاز است که آب آزاد بتواند از مخلوط دوغاب آببندی با یک قطعه کاغذ خارج شود، بدون اینکه آن را رنگی نماید. البته عبور وسایط

omoorepeyman.ir

نقلیه باید کنترل شود، زیرا توقفهای سریع یا شتابها و چرخش چرخها هنگام توقف کردن، خساراتی را به دوغاب آببندی وارد خواهد نمود.

۷-۲-۴- مخلوطهای آسفالتی نازک امولسیونی [۱]

مخلوطهای آسفالتی نازک امولسیونی از سال ۱۹۸۰ میلادی در ایالات متحده آمریکا به منظور بهسازی سطح و افزایش عمر مفید روسازیها مورد استفاده قرار گرفته است. مخلوطهای آسفالتی نازک امولسیونی، مخلوطی از امولسیون قیری اصلاح شده با پلیمر، مصالح سنگی صددرصد شکسته، فیلر معدنی، آب و در صورت لزوم ماده مضاف می‌باشد. این مخلوط در واقع نوعی دوغاب آببندی است که با قیر اصلاح شده پلیمری و غالباً مصالح با کیفیت بهتر تهیه می‌گردد. بر خلاف دوغاب آببندی که فقط به ضخامت ۱/۵ برابر بزرگترین اندازه دانه مصالح سنگی در مخلوط اجرا می‌شود، مخلوطهای آسفالت نازک امولسیونی را می‌توان در لایه‌های نسبتاً ضخیم‌تری اجرا نمود. عملکرد مخلوطهای آسفالت نازک امولسیونی به عوامل زیادی از قبیل شرایط آب و هوایی، حجم آمد و شد، وضعیت روسازی موجود، کیفیت مصالح، روش طرح اختلاط و نحوه اجرا بستگی دارد. معمول‌ترین کاربردهای این مخلوطها تأمین بافت سطحی زبر و پر کردن شیار جای چرخ در روسازی‌های آسفالتی است. سایر کاربردهای آسفالتهای نازک امولسیونی عبارتند از:

- اصلاح قیرزدگی و شن زدگی
- تسطیح و تراز نمودن لایه

1- Micro Surfacing

omoorepeyman.ir

- آببندی و پر کردن ترکها
- پر کردن خلل و فرج سطح روسازی
- مرمت چاله‌های کوچک و کم عمق

آسفالت نازک امولیسیونی در قشرهای نازک ۹/۵ تا ۱۲/۵ میلیمتری اجرا می‌شوند و اگر به نحو مناسبی طراحی واجرا گردند، برای مدت ۴ تا ۷ سال عملکرد خوبی خواهند داشت.

۷-۲-۴-۱- اجزای تشکیل‌دهنده آسفالت نازک امولسیونی

۷-۲-۴-۱-۱- مصالح سنگی

مصالح سنگی مخلوطهای آسفالتی نازک امولسیونی نقش مهمی در عملکرد مخلوط دارد. مصالح سنگی بسته به دانه‌بندی و کاربرد مخلوط در حدود ۸۲ تا ۹۰ درصد آن را تشکیل می‌دهد. مصالح سنگی مصرفی باید صددرصد شکسته، تمیز، مقاوم، بادوام و عاری از ذرات رس و دیگر مواد مضره باشند. مصالح سنگی شکسته ترجیحاً باید گوشه‌دار باشند و ذرات پهن و سوزنی شکل زیادی نداشته باشند. مشخصات و دانه‌بندی مصالح سنگی مصرفی در مخلوطهای آسفالت نازک امولسیونی در جداول ۷-۱۰ و ۷-۱۱ ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۷-۱۰- دانه‌بندی مصالح سنگی مخلوطهای آسفالت نازک امولسیونی [1]

شماره دانه‌بندی	I	II
اندازه الک	درصد رد شده	
۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۱۰۰	۱۰۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۹۰–۱۰۰	۷۰–۹۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۶۵–۹۰	۴۵–۷۰
۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	۴۵–۷۰	۲۸–۵۰
۰/۶۰ میلیمتر (شماره ۳۰)	۳۰–۵۰	۱۹–۳۴
۰/۳۰ میلیمتر (شماره ۵۰)	۱۸–۳۰	۱۲–۲۵
۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	۱۰–۲۱	۷–۱۸
۰/۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۵–۱۵	۵–۱۵

جدول ۷-۱۱- مشخصات مصالح سنگی مخلوطهای آسفالت نازک امولسیونی [2]

ویژگی	روش آزمایش		حدود مشخصات
	ASTM	AASHTO	
- افت وزنی در مقابل سولفات‌سدیم (و منیزیم)	C ۸۸	T ۱۰۴	حداکثر ۱۵ و ۲۵ درصد
- سایش به روش لوس‌آنجلس	C ۱۳۱	T ۹۶	حداکثر ۳۰ درصد
- بافت و شکل ذرات شکستگی	D۴۷۹۱ و D ۳۳۹۸	-	صددرصد شکسته
- دانه‌بندی	C۱۳۶	T ۲۷	جدول ۷-۱۰
- ارزش ماسه‌ای	D ۲۴۱۹	T ۱۷۶	حداقل ۶۵ درصد
- وزن واحد حجم	C ۲۹	T ۱۹	-
- چگالی و درصد جذب آب	C۱۲۷ و C۱۲۸	T ۸۴	-

1- International Slurry Surfacing Association (ISSA)
2- State Highway Agency (SHA)

omoorepeyman.ir

۷-۲-۴-۱-۲- فیلر معدنی

فیلر معدنی در مخلوطهای آسفالتی نازک امولسیونی به منظور به حداقل رساندن جدایی مصالح سنگی و تسریع یا تاخیر سرعت شکست و گیرش مخلوط مورد استفاده قرار می‌گیرند. فیلر باعث کاهش زمان شکست و سفت شدگی قیر باقیمانده می‌شود. سیمان پرتلندو آهک هیدراته به عنوان فیلر و به میزان حداکثر ۳ درصد وزن خشک مصالح سنگی در آسفالت نازک امولسیونی استفاده می‌شوند.

۷-۲-۴-۱-۳- امولسیون قیری

معمولاً امولسیون‌های قیری کاتیونیک اصلاح شده پلیمری برای مخلوط‌های آسفالت نازک امولسیونی استفاده می‌شود، گرچه می‌توان با امولسیون‌های قیری کاتیونیک یا آنیونیک نیز چنین مخلوطهایی را طراحی نمود. بهرحال انتخاب نوع امولسیون با توجه به جنس مصالح سنگی صورت می‌گیرد. مقدار قیر باقیمانده آسفالت نازک امولسیونی ۵/۵ تا ۹/۵ درصد وزن خشک مصالح سنگی می‌باشد.

۷-۲-۴-۱-۴- آب

آب به هنگام مخلوط کردن آسفالت نازک امولسیونی، لازم است و عامل اصلی در تنظیم قوام مخلوط می‌باشد. هر آب قابل آشامیدن را می‌توان در مخلوطهای آسفالت نازک امولسیونی مصرف نمود.

بر اساس شرایط آب و هوایی و میزان جذب آب مصالح سنگی، مخلوطهای آسفالت نازک امولسیونی می‌توانند با درصد رطوبت کل ۴ تا ۱۲ درصد وزن مصالح سنگی

omoorepeyman.ir

خشک به خوبی اجرا شوند. از مقادیر کمتر آب، در آب و هوای سرد و از مقادیر بیشتر در آب وهوای گرم استفاده می‌شود. مخلوطهایی که رطوبت کمتری دارند، به سختی پخش می‌شوند و چسبندگی ضعیفی به روسازی موجود دارند. از طرف دیگر مخلوطهایی که بیش از ۱۲ درصد آب دارند، ممکن است بیش از حد روان شوند به طوری که امولسیون و مصالح سنگی از هم جدا شده، در نتیجه موجب نشست مصالح سنگی و زدودن قیر می‌گردند.

۷-۲-۴-۱-۵- پلیمر

پلیمرها معمولاً سفتی قیر را افزایش می‌دهند و حساسیت حرارتی قیر را بهبود می‌بخشند. افزایش سفتی، مقاومت در مقابل شیارافتادگی مخلوط را در آب و هوای گرم و همچنین امکان استفاده از قیر خالص نرمتر را فراهم می‌سازد. همچنین قیرهای اصلاح شده پلیمری خاصیت چسبندگی و چسبانیدن بهتری از خود نشان می‌دهند. درمخلوطهای آسفالت نازک امولسیونی، پلیمر را می‌توان به محلول امولسیونساز یا به قیر خالص اضافه نمود که معمولاً به میزان ۳ تا ۴ درصد وزنی قیر باقیمانده به مخلوط اضافه می‌شود. غالباً از شیره خام کائوچوی طبیعی به عنوان پلیمر استفاده می‌شود، اما ممکن است پلیمرهای دیگری نظیر SBR[1]، SBS[2] و EVA[3] استفاده شود. مقدار و مناسب بودن پلیمرها با آزمایشهای انجام شده بر روی امولسیون قیری و مخوط تعیین می‌شود.

1- Styrene – Butadiene - Rubber
2- Styrene- Butadiene- Styrene
3- Ethylene – Vinyl - Acetate

omoorepeyman.ir

۷-۲-۴-۱-۶- مواد مضاف

گرچه مواد مضاف را می‌توان به منظور تسریع یا تأخیر زمان شکست مخلوطهای آسفالت نازک امولسیونی استفاده نمود، اما این مواد غالباً برای تأخیر زمان شکست به کار می‌روند. مواد مضاف بر اساس تأمین پوشش کامل مصالح سنگی خاص انتخاب می‌شوند زیرا ممکن است با تغییر مصالح سنگی، به عنوان عامل لخت‌کننده عمل نمایند. معمولاً ماده امولسیونسازی که در ساخت امولسیون قیری استفاده شده، به عنوان ماده مضاف به کار می‌رود، زیرا با اجزای دیگر مخلوط سازگار می‌باشد. مقدار ماده مضاف صفر تا دو درصدحجم امولسیون قیری می‌باشد. در روزهای سردتر، معمولاً حداقل مقادیر مواد مضاف به مخلوط افزوده می‌شود.

۷-۲-۴-۲- طرح اختلاط آسفالت نازک امولسیونی

مصالح با کیفیت خوب نقش مهمی در عملکرد مناسب مخلوطهای نازک امولسیونی دارند. گرچه مصالح با کیفیت خوب به تنهایی نمی‌تواند مخلوط مطلوبی را بدست دهد، زیرا مصالح با کیفیت خوب ممکن است هنگامی که با هم مخلوط می‌شوند، ناسازگار باشند. به این دلیل در ارزیابی آسفالت نازک امولسیونی انجام آزمایش بر روی مخلوط ضروری است. این آزمایشها به منظور تعیین ویژگی‌های مخلوط کردن و کاربرد اجزا و تعیین درصد قیر بهینه انجام می‌شوند. از آنجا که آسفالت نازک امولسیونی مخلوطی از مصالح مختلف است، هر تغییر در یک جز ممکن است عملکرد کل مخلوط را تغییر دهد. بر این اساس نمونه‌های آزمایشی با درصدهای مختلف امولسیون قیری، آب، فیلر معدنی و در صورت لزوم مواد مضاف به منظور

omoorepeyman.ir

تعیین اثرات هر جز در خصوصیات مخلوط کردن، شکست و گیرش نمونه‌ها تهیه و بر روی آنها آزمایش‌های تجربی انجام می‌شود انجام آزمایشهای چسبندگی[1]، چرخ بارگذاری شده[2]، سائیدگی در شرایط مرطوب[3] و مارشال جهت ارزیابی مخلوطهای آسفالت نازک امولسیونی توصیه شده است.[4] با این آزمایشها سازگاری امولسیون قیری و مصالح سنگی، نیاز به فیلر یا ماده مضاف و میزان آبی که مخلوط یکنواختی را بدست دهد، تعیین می‌شود.

۷-۲-۴-۳- آماده نمودن سطح راه

قبل از اجرای آسفالت نازک امولسیونی، همه درزها و ترکهای سطح روسازی با عرض ۶/۳۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۴}$ اینچ) یا بیشتر باید تعمیر و آببندی شوند. بهتر است که این عمل ۱ تا ۶ ماه قبل از اجرای آسفالت نازک امولسیونی انجام شود. اگر سطح روسازی بسیار خشک (به واسطه کمبود قیر) باشد، قبل از اجرای آسفالت نازک امولسیونی به اندود سطحی نیاز می‌باشد. در صورت نیاز به اندود سطحی، امولسیون قیری رقیق شده به نسبت یک قسمت امولسیون قیری و یک تا سه قسمت آب استفاده و به میزان ۰/۱۶ تا ۰/۳۲ لیتر در متر مربع پخش شود. اندود سطحی معمولاً باید $\frac{۱}{۲}$ تا ۲ ساعت قبل از اجرای آسفالت نازک امولسیونی پخش شود تا فرصت کافی برای عمل آمدن داشته باشد.

1- Cohesion Test
2- Loaded Wheel Test
3- Wet Track Abrasion Test
4- International Slurry Surfacing Association (ISSA)

omoorepeyman.ir

در صورت اجرای آسفالت نازک امولسیونی در هوای گرم، سطح روسازی باید مرطوب گردد تا از شکست زودهنگام امولسیون قیری جلوگیری شده و پیوند بهتری با سطح موجود روسازی حاصل شود.

۷-۲-۴-۴- اجرای آسفالت نازک امولسیونی

برای اجرای آسفالت نازک امولسیونی در راههای با حجم آمد و شد زیاد از ماشین مخصوصی که عمل اختلاط و پخش را به طور پیوسته انجام می‌دهد، استفاده می‌شود. این ماشین دارای مخازن جداگانه مصالح سنگی، فیلر معدنی، ماده مضاف، آب و امولسیون قیری می‌باشد. این ماشینها مجهز به سیستم‌های کنترل وزنی یا حجمی می‌باشند. معمولاً امولسیون قیری، مصالح سنگی و فیلر با مقادیر تعیین شده، قبل از پخش مخلوط می‌گردند، در حالی که میزان آب و مواد مضاف لازم با توجه به حصول روانی و غلظت، کنترل مخلوط کردن و زمان شکست تغییر داده می‌شوند. از آنجا که در هنگام اجرا، غلظت و انسجام مخلوط متأثر از رطوبت مصالح سنگی، رطوبت و دمای محیط و میزان جذب آب سطح راه می‌باشد لذا میزان آب را می‌توان حدود ۲± درصد نسبت به میزان آب بهینه طراحی تغییر داد.

این ماشینها قادرند مخلوط یکنواختی را تأمین نمایند. مصالح حدود ۵ تا ۱۰ ثانیه در مخلوط کنی که با سرعت حدود ۳۰ دور می‌چرخد، مخلوط می‌شوند. مدت زمان مخلوط کردن به ویژگی‌های مصالح سنگی، آب و امولسیون قیری بستگی دارد. اگر زمان مخلوط کردن زیاد باشد باعث لخت شدگی مصالح سنگی می‌شود. دقیقاً قبل از وارد شدن مصالح سنگی به مخلوط کن، فیلر معدنی به آن اضافه می‌شود. آب و مواد

omoorepeyman.ir

مضاف با هم مخلوط می‌شوند و همزمان با مصالح سنگی به داخل مخلوط کن ریخته می‌شوند. معمولاً این اجزا در $\frac{۱}{۳}$ طول مخلوط کن با هم مخلوط می‌شوند، سپس امولسیون قیری اضافه می‌گردد.

آسفالتهای نازک امولسیونی معمولاً در ضخامت‌های ۶/۵ تا ۹/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۴}$ تا $\frac{۳}{۸}$ اینچ) اجرا می‌شوند. معمولاً هدف اساسی، اجرای آن در ضخامت‌های کمی بیش از حداکثر اندازه اسمی مصالح سنگی مصرفی در مخلوط می‌باشد. وقتی که سطح راه موجود شن زده شده باشد، مصالح بیشتری برای پرکردن فضاهای خالی سطح لازم است. برای سطوح روسازی هموار، اجرای یک لایه آسفالت نازک امولسیونی برای دستیابی به اهداف مورد نظر کافی می‌باشد. در صورتی که سطح روسازی ناهموار باشد یا شیار افتادگیهای جای چرخ، عمقی در حدود ۶/۵ تا ۱۲/۵ میلیمتر داشته باشند، اجرای دو لایه آسفالت نازک امولسیونی لازم می‌باشد. در این حالت لایه اول به منظور اصلاح ناهمواری سطح و لایه دوم برای تأمین بافت زبر می‌باشد.

میزان مصرف مخلوط آسفالت نازک امولسیونی برای تأمین بافت سطحی زبر و آببند در راههای با حجم آمد و شد زیاد از ۸ تا ۱۹ کیلوگرم در متر مربع (بسته به وزن واحد حجم مصالح سنگی، وضعیت روسازی و میانگین ضخامت آسفالت) تغییر می‌کند.

در مواقعی که وضعیت سطح روسازی، اجرای یک لایه آسفالت نازک امولسیونی را ایجاب نماید، عموماً ۸ تا ۱۶ کیلوگرم در متر مربع مخلوط آسفالتی برای ضخامت ۶/۵ تا ۱۲/۵ میلیمتر استفاده می‌شود. برای اجرای لایه اول آسفالت نازک امولسیونی

omoorepeyman.ir

بر روی سطوح ناهموار روسازی و شیار افتاده (با عمق شیار بیش از ۶/۵ میلیمتر) میزان مخلوط بستگی به وضعیت ناهمواریها و عمق شیار دارد.

۷-۲-۴-۵- محدودیت‌های فصلی و کنترل آمد و شد وسایط نقلیه

مخلوط آسفالت نازک امولسیونی هنگامی که دمای هوا یا سطح روسازی کمتر از ۱۵ درجه سانتیگراد است، یا احتمال باران و یا افت دمای محیط تا زیر صفر درجه سانتیگراد در حدود ۲۴ ساعت پس از اجرا وجود داشته باشد، نباید اجرا شود. اگر آسفالت نازک امولسیونی در هوای سرد اجرا گردد، ممکن است سطح راه، شن زده شده و ترک بخورد. هنگام اجرای آسفالت نازک امولسیونی، کنترل آمد و شد وسایط نقلیه همانند انواع دیگر روسازیها مهم است. آسفالتهای نازک امولسیونی به گونه‌ای طراحی می‌شوند که روسازی بتواند آمد و شد را یک ساعت بعد از اجرا تحمل نماید. به منظور تأمین این امر، امولسیون قیری باید شکسته شود، مخلوط باید مقاومت برشی لازم را بدست آورده و با لایه‌های زیرین روسازی پیوند خوبی داشته باشد. طراحی خوب و عمل‌آوری سریع آسفالت نازک امولسیونی موجب می‌گردد که بتوان بدون هیچ گونه آسیب دیدگی ناشی از شیارافتادگی یا شن زدگی حدود یک ساعت بعد از اجراء جریان آمد و شد وسایل نقلیه را برقرار نمود. چنانچه راه در محل‌های دور زدن و تقاطع‌ها یکساعت بعد از اجرا بر روی عبور وسایط نقلیه باز شود، امکان پارگی آسفالت نازک امولسیونی وجود دارد. در این نواحی باید از مخلوطهای نسبتاً خشک استفاده نمود، (پخش ماسه ریز بر روی سطح راه).

omoorepeyman.ir

۷-۲-۵- اندود سطحی [1]

اندود سطحی ، پخش یک لایه بسیار نازک امولسیون قیری رقیق شده، روی سطح آسفالتی یا بتنی است، این لایه به منظور ایجاد چسبندگی بین سطوح مذکور و لایه جدید آسفالتی استفاده می‌شود. برای اجرای اکثر روکش‌ها نیاز به کاربرد اندود سطحی است تا چسبندگی کافی بین دو لایه ایجاد شود. امولسیون قیری رقیق شده CSS-1, SS-1h, SS-1 و CSS-1h متداولترین انواع امولسیون قیری برای اندود سطحی می‌باشند. بدین منظور امولسیون با مقدار آب هم حجم خود رقیق می‌شود. برای جلوگیری از شکست زودهنگام امولسیون، همیشه آب به امولسیون (نه امولسیون به آب) اضافه می‌شود. در صورت امکان، آب گرم به آرامی به امولسیون اضافه می‌گردد. در ابتدا جهت اطمینان از سازگاری آب مصرفی با امولسیون قیری، آزمایش رقیق شدن انجام می‌شود. اندود سطحی با امولسیون قیری رقیق شده به میزان ۰/۲۵ تا ۰/۷۰ لیتر در متر مربع اجرا می‌گردد. اندود سطحی تنها برای سطوحی که طی عملیات همان روز پوشش داده خواهد شد، به کار می‌رود. اندود سطحی نباید در آب و هوای مرطوب یا سرد اجرا گردد. بهترین نتایج هنگامی که سطح راه خشک و دمای سطح روسازی بیش از ۲۵ درجه سانتیگراد و احتمال بارندگی وجود ندارد، حاصل می‌شود. هدف از اجرای اندود سطحی، ایجاد پوشش خیلی نازک و یکنواخت از قیر بر روی سطح، پس از شکست امولسیون قیری است. استفاده بیش از حد مقرر اندود سطحی ممکن است صفحه لغزنده‌ای بین دو لایه روسازی بوجود آورد، به طوری که قیر به جای چسباننده بعنوان کاهنده اصطکاک دو

1- Tack Coat

omoorepeyman.ir

لایه عمل نماید. در این حالت ممکن است لکه‌های قیری یا قیرزدگی بر روی سطح روسازی جدید بوجود آید که موجب بدنما و لغزنده شدن خطرناک روسازی خواهد گردید. به منظور پوشش بهتر اندودهای سطحی ناهموار و لکه‌دار، از غلتکهای چرخ لاستیکی جهت متراکم کردن استفاده می‌شود. این امر همچنین به کمتر شدن لکه‌های قیری احتمالی کمک می‌نماید.

بعد از پخش اندود سطحی باید زمان کافی برای شکست کامل امولسیون قیری، قبل از اجرای روکش منظور گردد و از عبور وسائط نقلیه از نواحی اندود شده جلوگیری شود. اگر امکان عدم عبور وسائط نقلیه وجود نداشته باشد، سرعت وسیله نقلیه عبوری باید کمتر از ۳۲کیلومتر در ساعت باشد. سطح تازه اندود شده برای رانندگی ایمن در سرعتهای بالا خصوصاً قبل از شکست امولسیون قیری، بیش از حد لغزنده است.همچنین اندود سطحی بخش اساسی از اجرای عملیات لکه‌گیری می‌باشد. ابتدا، سطحی که باید لکه‌گیری گردد کاملاً تمیز شده و همه مصالح کنده شده آن برداشته می‌شود. سپس اندود سطحی نسبتاً غلیظ از امولسیون قیری روی کل سطح از جمله دیواره‌های قائم پاشیده یا مالیده می‌شود. اندود به چسبانیدن و نگهداشتن لکه‌گیری در جایش کمک می‌کند و بین لکه‌گیری و روسازی اطراف آببندی ایجاد می‌نماید.

۷-۲-۶- اندود آببندی بدون سنگدانه[1]

اندود آببندی و پوشش سطح رویه آسفالتی همانند اندود سطحی، شامل پخش قشر نازک از امولسیون قیری دیرشکن رقیق شده با آب بر روی سطح آسفالتی موجود

1- Fog Seal

omoorepeyman.ir

است. بدین منظور امولسیون قیری را می‌توان با نسبتهای مختلف با آب رقیق نمود. حداکثر میزان رقیق کردن، بکار بردن یک قسمت امولسیون قیری و پنج قسمت آب است. لیکن در اکثر مواقع امولسیون قیری رقیق شده با آب به نسبت یک به یک مورد استفاده قرار می‌گیرد. معمولاً امولسیون‌های قیری CSS-1, SS-1h, SS-1 یا CSS-1h برای این منظور استفاده می‌شود. کاربرد اندود آب‌بندی بدون سنگدانه می‌تواند در نگهداری سطح راه مؤثر باشد. این نوع اندود آببندی برای احیای سطوح آسفالتی قدیمی که به مرور زمان خشک و شکننده شده‌اند و همچنین برای پرکردن ترکهای کوچک ومنافذ سطحی به کار می‌رود. امولسیون قیری رقیق شده با کندروانی نسبتاً کم، به راحتی داخل ترکها ومنافذ سطحی نفوذ می‌کند، همچنین ذرات مصالح سنگی روی سطح رویه آسفالتی را پوشش می‌دهد. این عمل، عمر رویه را افزایش داده و ممکن است زمان لازم برای تعمیر و نگهداری اساسی یا بازسازی را به تعویق اندازد.

مقدار اندود آببندی مورد استفاده به طور معمول ۰/۴۵ تا ۰/۷ لیتر بر متر مربع است که میزان دقیق آن با توجه به بافت سطحی، خشکی و میزان ترکهای سطح روسازی تعیین می‌گردد. از مصرف بیش از اندازه اندود آببندی باید اجتناب گردد، زیرا موجب کنده شدن قیر توسط وسایط نقلیه و احتمالاً لغزندگی سطح راه می‌شود. اگر امولسیون قیری اضافی به کار رود با پاشیدن ماسه ریز بر روی سطح می‌توان مشکل قیرزدگی را برطرف نمود.

محدودیت‌های آمد و شد یاد شده برای اندود سطحی باید برای اندود آب‌بندی رویه آسفالتی موجود به کار گرفته شود.

omoorepeyman.ir

۷-۲-۷- حفاظت با مالچ

فرسایش خاک در اثر آب و باد می‌تواند مشکلات جدی در ساختمان خاکریزها و نواحی مسطح مجاور بزرگراهها بوجود آورد. متداولترین روش مقابله با این مشکل استفاده از گیاهان برای تثبیت این نواحی است. اما در فاصله زمانی بین کاشت بذرها وجوانه زدن، امکان این که بذرها با باد یا آب، جابجا یا شسته شوند، وجود دارد. چندین روش برای حفاظت گیاهان تا جوانه زدن بذرها و شکل‌گیری ریشه‌ها به کار رفته است. یکی از مؤثرترین آنها استفاده از امولسیون قیری است. پاشیدن امولسیون قیری روی نواحی بذرافشانی شده، غشای نازکی از قیر به جای می‌گذارد یا علفهای خشک و کاه را که به منظور تثبیت استفاده شده، در جای خود نگه می‌دارد. هر دو روش به طورموفقیت‌آمیزی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از آنجا که اجرای این دو روش با یکدیگر تفاوت دارد، هرکدام به طور جداگانه مورد بحث قرار می‌گیرد.

۷-۲-۷-۱- مالچ پاشی با امولسیون قیری

در این روش امولسیون قیری مستقیماً روی ناحیه بذرافشانی شده پاشیده می‌شود و غشای نازک را بوجود می‌آورد. غشای نازک قیر سه اثر مفید دارد:

۱- پوشش قیر، بذرها را در محل نگه می‌دارد و از هدر رفتن آنهاتوسط نیروهای فرساینده باد و آب جلوگیری می‌کند.

۲- به علت رنگ تیره آن، قیر گرمای خورشید را در حین دوره جوانه زنی جذب و نگه می‌دارد.

omoorepeyman.ir

۳- غشای قیر تمایل به حفظ رطوبت خاک دارد، لذا رشد گیاه سریعتر انجام می‌گیرد.

هنگام بیرون آمدن جوانه‌ها از خاک، پوشش نازک قیر به راحتی شکسته می‌شود، در نهایت با رشد جوانه‌ها، غشای قیری متلاشی شده و جوانه‌ها سطح زمین را می‌پوشانند.

امولسیون‌های قیری که در این عملیات استفاده می‌شود شامل CSS-1, SS-1h, SS-1 یا CSS-1h می‌باشند که معمولاً به میزان ۰/۷ تا ۱/۳۵ لیتر برمتر مربع به کار می‌رود و مقدار دقیق آن با توجه به طبیعت خاک و شیب ناحیه‌ای که باید حفاظت شود، تعیین می‌گردد. در به کار بردن مقدار بهینه امولسیون قیری دقت زیادی لازم است، زیرا مصرف مقدار خیلی کم امولسیون قیری ممکن است خاک را در مقابل فرسایش ناشی از باد و آب محافظت ننماید، از طرف دیگر مصرف خیلی زیاد نیز ممکن است غشای ضخیمی به جای گذارد که رشد جوانه‌ها را به تعویق اندازد. سطحی که قرار است قیرپاشی شود باید هموار باشد به گونه‌ای که بتوان پوشش یکنواختی اجرا نمود. اجرای قیرپاشی می‌تواند با قیرپاش دستی یا با لوله پخش‌کننده نصب شده بر روی کامیون پخش قیر انجام شود.

۷-۲-۷-۲- نشاندن مالچ با امولسیون قیری

با پاشیدن امولسیون قیری می‌توان کاه یا علف خشک ناحیه بذرافشانی شده را مهار نمود، دو روش برای انجام این کار وجود دارد.

omoorepeyman.ir

در روش اول، علف خشک و کاه روی ناحیه آماده شده بـه میـزان ۳/۶ تـا ۵ تـن در هکتار پخش می‌شود. سپس بذر با آب و کود مایع مخلوط شده و با بذرپاش، پخـش می‌گردد. به دنبال آن امولسیون قیری بـه میـزان ۰/۴۵ لیتـر بـر متـر مربـع پاشـیده می‌شود. پخش امولسیون قیری می‌تواند به صورت یکپارچه یا به اشکال مختلف نظیر دندان اره‌ای، صفحه شطرنجی یا خط عمودی انجام شود. پخش امولسیون قیری بـه صورت یکپارچه به ویژه در منـاطقی کـه سـرعت بـاد زیـاد اسـت، مـؤثرترین روش می‌باشد.

در روش دوم بذر و کود مایع مستقیماً بر روی خاک آماده شـده، پخـش مـی‌گـردد . سپس با وسیله مخصوص مجهز به دو فواره مجزا، به طـور همزمـان کـاه یـا علـف خشک شده و امولسیون قیری پاشیده می‌شود. کاه و امولسیون قیری خـارج شـده از فواره‌ها، در هوا تا قبل از رسیدن به زمین مخلوط می‌شوند. اسـتفاده از روش دوم بـه دلیل مزایای زیر ترجیح داده می‌شود:

۱- کاه و امولسیون قیری با یک ماشین و به طور همزمان پخش می‌شوند کـه ایـن امر هزینه و زمان لازم را کاهش می‌دهد.

۲- پیوند بهتری بین امولسیون قیری و کاه یا علف خشک حاصل می‌شود.

امولسیون‌های قیری CSS-1, SS-1h, SS-1 یا CSS-1h-بدین منظور استفاده می‌شوند.

omoorepeyman.ir

۷-۲-۸- اندود پرکننده ترکها[1]

آببندی و پر کردن ترکهای سطح روسازی، وقت زیادی را در فرآیند تعمیر و نگهداری راه به خود اختصاص می‌دهد. با توجه به وضعیت و اندازه ترکها، تعمیر و نگهداری آنها را می‌توان به عنوان اقدامی ترمیمی یا پیش‌گیرنده تلقی نمود. روش آببندی و پر کردن ترک در هر دو مورد یکسان است. ترکهای سطح راه ممکن است اشکال مختلفی داشته باشند، از جمله می‌توان به ترکهای موئی یا ترکهای بزرگ با عرض تا حدود ۲۵ میلیمتر اشاره کرد. ترکهای بزرگ یا نواحی با ترکهای زیاد را همیشه نمی‌توان با پرکردن، اصلاح و ترمیم نمود. در این حالت اغلب لازم است مصالح ترک خورده بطور کامل برداشته شده و با مخلوط آسفالتی لکه‌گیری برای تمام ضخامت لایه اصلاح گردد. همچنین ترکهایی که بعلت شرایط نامناسب لایه‌های زیرین پدید آمده‌اند را نمی‌توان با آببندی و پرکردن اصلاح نمود. در این موارد ابتدا باید عیوب لایه‌های زیرین روسازی مرتفع گردند.

نگهداری خوب راه، مستلزم آببندی ترکها به محض پیدایش و نمایان شدن آنها است. آببندی و پر کردن ترکها در اولین مراحل ظهور آنها، مسائل و مشکلات آتی را برطرف می‌نماید. در مواردی که بازشدگی عرض ترک بطور مستمر ادامه دارد، آببندی و پر کردن آن نیز تا توقف گسترش ترک ادامه می‌یابد. قصور در آببندی و پر کردن به موقع ترکها، موجب آسیب‌دیدگی بیشتر ناشی از دوره‌های یخبندان- ذوب یخ یا تضعیف بستر در اثر نفوذ آب خواهد شد.

1- Crack Filler

omoorepeyman.ir

ترکهای طولی [1]، انعکاسی [2]، انقباضی [3]، و عرضی [4] را می‌توان با امولسیون قیری تعمیر نمود. آببندی ترکها با امولسیون قیری آسان و کم خرج است، این عمل تعمیرات اساسی را به تعویق می‌اندازد و ممکن است موجب عدم نیاز به تعمیرات اساسی گردد.

قبل از پرکردن ترکها، آنها را باید به شرح زیر تمیز نمود:

- استفاده از هوای فشرده برای خارج کردن مصالح لق و سست داخل ترکها
- خارج کردن سایر مصالح و مواد خارجی از داخل ترک (که با فشار هوا بیرون نیامده‌اند)
- جاروب کردن منطقه ترک خورده

پس از تمیز کردن، شرایط برای آببندی و پر کردن ترکها آماده است. آببندی مؤثر ترکهای کوچک (با عرض ترک کمتر از ۳ میلیمتر) دشوار است. برای ترکهای بزرگ ابتدا داخل ترک با دوغاب یا مخلوط امولسیون قیری و ماسه تا عمق ۳ تا ۶ میلیمتری سطح راه با فشار پر می‌گردد. پس از عمل آمدن کامل امولسیون قیری، عملیات آببندی با پرکردن سطح ترک خورده با امولسیون قیری تکمیل می‌شود. آنگاه بمنظور جلوگیری از کنده شدن امولسیون قیری در اثر عبور وسائط نقلیه، پودر ماسه خشک بر روی سطح راه پاشیده می‌شود. از امولسیون‌های قیری CSS-1, SS-1h, SS-1 یا CSS-1h برای پر کردن ترکها می‌توان استفاده کرد.

1- Longitudinal Crack
2- Reflection Crack
3- Shrinkage Crack
4- Transverse Crack

omoorepeyman.ir

۷-۲-۹- اندود نفوذی[1]

پخش قیر با کندروانی کم در سطح شنی راه (بستر روسازی راه، زیراساس و اساس) برای اجرای لایه آسفالتی بر روی آن، اندود نفوذی نامیده می‌شود. اندود نفوذی به منظور انجام وظایف زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- پوشش و پیوند ذرات مصالح سنگی سطح شنی راه
- سخت و سفت کردن سطح شنی راه
- نفوذ ناپذیر کردن سطح شنی راه در برابر آب
- مسدود نمودن فضاهای خالی موئی
- ایجاد چسبندگی بین لایه اساس و لایه آسفالتی بعدی

برای انجام رضایتبخش وظایف، اندود نفوذی باید به داخل لایه اساس یا زیراساس نفوذ نماید. هنگامی که لایه اساس دانه‌ای، مستقیماً در معرض نیروهای ساینده ناشی از آمد و شد قرار دارد، یا اجرای آن در مدتی طولانی به ویژه ماههای زمستان انجام می‌شود، اندود نفوذی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

درگذشته، قیرهای محلول برای اندودهای نفوذی به کار رفته‌اند. کاربرد امولسیون قیری برای اندود نفوذی مستلزم شرایط خاص و رعایت موارد احتیاطی ویژه ای است. مقدار امولسیون قیری مصرفی برای اندود نفوذی بستگی به ویژگیهای سطوح شنی و شرایط آب و هوایی دارد، ضمن آنکه دانه‌بندی مصالح سنگی، اندازه فضاهای خالی و درصد جذب قیر مصالح سنگی نیز بر آن تأثیر عمده می‌گذارند. اجرای اندود نفوذی با امولسیون قیری، محدود به سطوحی است که دارای فضای خالی زیاد، مصالحی با

1- Prime Coat

omoorepeyman.ir

دانه‌بندی یکنواخت و یک اندازه مانند ماکادام و یا بطور کلی قابل نفوذ[1] باشد. یک روش استفاده از امولسیون قیری برای اندود نفوذی، در شرایطی بغیر از آنچه که در فوق توضیح داده شد، تراشیدن سطح شنی راه (حدود ۵۰ تا ۷۵ میلیمتر) و مخلوط کردن آن در محل با امولسیون قیری است. بدین منظور معمولا[2] برای هر ۲۵ میلیمتر ضخامت مقدار ۰/۴۵ تا ۱/۳۵ لیتر بر متر مربع امولسیون‌های قیری از نوع CSS-1, SS-1h, SS-1 یا CSS-1h مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۷-۲-۱۰- غبار نشانی با امولسیون قیری [3]

نتایج تحقیقات انجام شده در آمریکا[3] نشان داده است که در راههای شنی، عبور یک وسیله نقلیه در روز، ۵۶۰ کیلوگرم (در کیلومتر) در سال گرد و خاک تولید می‌کند. میزان تصادفات در اینگونه جاده‌ها نیز دو برابر جاده‌های روسازی شده است. بدلیل کمبود اعتبارات مالی یا استفاده اندک از این راهها، روشهای دیگری برای پایین‌آوردن گرد و خاک و امکان عبور در آب و هوای نامساعد مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از امولسیون قیری راه حلی عملی و اقتصادی را برای حل این مشکلات فراهم کرده است. امولسیون قیری رقیق شده مستقیما[2] بر روی سطح راه شنی ریخته می‌شود. این روش به عنوان فرونشاندن غبار یا جلوگیری از برخاستن گرد و غبار شناخته می‌شود.

برای غبار نشانی، امولسیون‌های قیری CSS-1, SS-1h, SS-1 یا CSS-1h با نسبت حجمی حداقل یک به پنج با آب، مخلوط، سپس به میزان ۰/۴۵ تا ۲/۲۵ لیتر

1- Penetrable Surface
2- Dust Palliative
3- Iowa State University

omoorepeyman.ir

بر متر مربع روی سطح راه پاشیده می‌شود. میزان مخلوط رقیق شده مورد نیاز بستگی به وضعیت سطح موجود دارد لیکن نفوذ اندک امولسیون قیری در راه ضروری است. اگر سطح راه نفوذپذیر یا دربردارنده فضاهای خالی نسبتاً بزرگی باشد، مصرف امولسیون قیری رقیق شده افزایش خواهد یافت. امولسیون قیری رقیق شده همانند روش متداولی که در پخش قیرهای محلول به کار می‌رود توسط قیرپاش، پاشیده می‌شود.

۷-۳- مخلوطهای تعمیراتی و نگهداری

یکی از وقت‌گیرترین عملیات نگهداری راه، تعمیر چاله‌ها و نواحی ضعیفی است که در سطح روسازی گسترش یافته‌اند. استفاده از مخلوطهای آسفالتی گرم با کیفیت بالا برای لکه‌گیری علیرغم هزینه بیشتر، نتایج بهتری بدست می‌دهد. اما مانع جدی این است که در برخی از فصول سال به دلیل بارندگی و مرطوب بودن مصالح و سطح راه، استفاده از مخلوطهای آسفالتی گرم میسر نیست. علاوه بر این با پیشرفت عملیات لکه‌گیری با مخلوط آسفالتی گرم در طی یک روز به علت کاهش دمای مخلوط، قابلیت تراکم‌پذیری آن و چسبندگی مصالح سنگی کاهش می‌یابد.

مخلوطهای تعمیراتی از نظر کاربرد به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- برای مصرف فوری

۲- برای مصرف مدت‌دار (تا شش ماه)

omoorepeyman.ir

۷-۳-۱- مخلوطهای تعمیراتی در مصارف فوری

برای تهیه مخلوطهای تعمیراتی در مصارف فوری، مخلوط مصالح سنگی و امولسیون قیری در مخلوط کن، مخلوط و برای استفاده به محل حمل می‌شود. اگر مقادیر کمی از مخلوط لکه‌گیری مورد نیاز باشد، مصالح سنگی و امولسیون قیری را می‌توان در محل کار با روش دستی مخلوط نمود.

امولسیون‌های قیری که برای این منظور استفاده می‌شوند از نوع CMS-2 , HFMS-2s و CMS-2h می‌باشند. مصالح سنگی مصرفی باید شرایط لازم برای تهیه مخلوطهای آسفالتی را دارا باشند. ویژگی این مخلوطها در فصل هشتم ارائه شده است.

امولسیون‌های قیری حاوی مقادیر اندک حلال نفتی، بهترین مخلوط تعمیراتی را تولید می‌کنند، گرچه این گونه مخلوطها تا تبخیر حلال، مقاومت کامل را بدست نمی‌آورند. مخلوطهای لکه‌گیری با امولسیون‌های قیری رقیق شده نباید تهیه شود، زیرا عبور وسایل نقلیه را از روی این مخلوطها به تعویق می‌اندازد.

۷-۳-۲- مخلوطهای تعمیراتی برای مصارف مدت‌دار

مخلوطهای تعمیراتی مورد استفاده در طول ماههای سرد سال از مخازن ذخیره گرفته می‌شوند. به طورمعمول این مخلوطها در اواخر تابستان تهیه و به مقادیر مورد نیاز در محل مناسب ذخیره گذاشته می‌شوند. این مخلوطها بدون نیاز به حرارت دادن تا شش ماه کارآیی خوبی برای مصرف خواهند داشت. معمولاً پوسته نازکی بر روی سطح مخزن تشکیل می‌شود که می‌توان هنگام مصرف آن را با بیل شکست. در زیر

omoorepeyman.ir

این پوسته، مخلوط، خصوصیات مخلوط تازه را دارد. تهیه مخلوطهای تعمیراتی مدت‌دار، عملیات نسبتاً ساده‌ای است. وسایل اساسی لازم برای مخلوط کردن مقادیر زیاد شامل انواع مخلوط کن‌های ثابت و سیار و سیستم اندازه‌گیری صحیح برای اختلاط مقادیر مصالح سنگی و امولسیون قیری و نیز کارخانه آسفالت می‌باشد. ممکن است سیستم اندازه‌گیری حجمی یا وزنی باشد. مصالح سنگی مصرفی در این گونه مخلوطها باید تمامی خصوصیات لازم را دارا باشند. دانه‌بندی پیشنهادی برای مصالح سنگی مخلوطهای تعمیراتی برای مصارف مدت‌دار در فصل هشتم ارائه شده است. امولسیون‌های قیری کندشکن در تهیه این مخلوطها استفاده می‌شود که مقدار آن معمولاً بین ۵ تا ۱۰ درصد وزن کل مخلوط آسفالتی است. عمر مخلوط به فرمولاسیون امولسیون قیری مصرفی و خصوصیات مصالح سنگی بستگی دارد. به منظور افزایش کارآیی مخلوط از امولسیون قیری حاوی مقداری حلال نفتی استفاده می‌شود. عمر و کارآیی مخلوطهای تعمیراتی مدت‌دار در دماهای پایین، نسبت مستقیمی با میزان حلال نفتی دارد. برای تهیه مقادیر زیادی از اینگونه مخلوطها، از مخلوط کن و سیستم اندازه‌گیری دقیق مقادیر مصالح سنگی و امولسیون قیری و یا کارخانه آسفالت استفاده می‌شود. مخلوط تهیه شده باید در محیط تمیز که امکان آلوده شدن نباشد، ذخیره گردد. سیلوی ذخیره‌سازی باید سرپوشیده باشد تا از مخلوط محافظت کرده و به حفظ کارآیی آن کمک کند. گرچه استفاده از حلالهای نفتی در امولسیون قیری با توجه به ملاحظات زیست محیطی و صرفه‌جویی در انرژی هم سو نیست، اما بهبود کارآیی و عمر بیشتر مخلوط تعمیراتی، ممکن است افزودن حلال نفتی را توجیه نماید. در این مخلوطها میزان حلال نفتی اضافه شده، به طور قابل

omoorepeyman.ir

ملاحظه‌ای کمتر از مقدار لازم برای مخلوطهای تعمیراتی با قیرهای محلول است. انتخاب دقیق و مناسب مصالح، نسبتهای اختلاط ومخلوط کردن، مخلوط تعمیراتی با کیفیت بالا و اقتصادی را نتیجه می‌دهد. در صورت اجرای خوب، این مخلوطها می‌توانند در مقابل عوامل مخرب ناشی از آب و هوا و آمد و شد، مقاوم باشند.

omoorepeyman.ir

مخلوطهای آسفالتی با امولسیون قیری

omoorepeyman.ir

۸ مخلوطهای آسفالتی با امولسیون قیری

قبلاً چنین تصور می‌شدکه مخلوطهای آسفالتی امولسیون قیری در مقایسه با مخلوطهای آسفالتی گرم ساخته شده با قیر خالص دارای کیفیت پایین‌تری باشند. پیشرفتهای اخیر فن‌آوری، امکان اجرای مخلوطهای آسفالتی امولسیون قیری را همانند مخلوطهای آسفالتی گرم متداول میسر ساخته است. این مخلوطها قابلیت باربری داشته و می‌توانند در همه روسازی‌ها با حجم آمد و شد کم تا زیاد استفاده شوند و با توجه به نحوه اختلاط امولسیون قیری و مصالح سنگی به یکی از صورتهای زیر اجرا می‌شوند:

الف- مخلوطهای آسفالتی گرم[1]

ب- مخلوطهای آسفالتی سرد کارخانه‌ای[2] (آسفالت سرد پیش‌ساخته)

ج- آسفالت سرد مخلوط در محل[3]

د- آسفالت ماکادام نفوذی با امولسیون قیری که بعنوان مخلوط آسفالتی امولسیون قیری محسوب نمی‌شود.

در این فصل هر یک از انواع مخلوطهای آسفالتی فوق و آسفالت ماکادام نفوذی شرح داده خواهد شد.

1- Asphalt Emulsion Plant Mix (Hot)
2- Asphalt Emulsion Plant Mix (Cold)
3- Mixed In Place (Road Mix)

omoorepeyman.ir

۸-۱- مخلوطهای آسفالت گرم امولسیون قیری

تولید مخلوط آسفالتی گرم با استفاده از امولسیون قیری همانند مخلوط آسفالتی گرم با قیر خالص می‌باشد. وقتی که امولسیون قیری در تهیه این مخلوط آسفالت گرم به کار می‌رود، زمان مخلوط کردن و دمای عملیات کمتر خواهد بود. در تهیه این مخلوطهای آسفالتی هر دو روش مرحله‌ای و پیوسته را می‌توان بکار برد. بدین منظور روش پیوسته با مخلوط کن استوانه‌ای مناسب است. با امولسیون قیری می‌توان مخلوطهای آسفالتی گرم، برای لایه‌های آستر و رویه تولید نمود.

مخلوطهای آسفالت گرم با امولسیون قیری با شناوری زیاد، به دلیل اصلاح قیر باقیمانده بوسیله امولسیونساز و سخت‌شدگی کمتر قیر در اثر مخلوط کردن، در مقایسه با مخلوطهای آسفالت گرم متداول مناسبتر می‌باشند. سخت‌شدگی کمتر قیر به دلیل بخار آب زیاد ناشی از تماس آب امولسیون قیری با مصالح سنگی داغ است.

۸-۱-۱- ساخت مخلوطهای آسفالتی گرم با امولسیون قیری

ساخت این نوع مخلوطهای آسفالت گرم، طی مراحل ذیل انجام می‌پذیرد:

۸-۱-۱-۱- مخلوط کردن مصالح سنگی

با تنظیم دریچه‌های خروجی سیلوهای سرد، می‌توان مصالح سنگی را به دقت مخلوط کرد. اگر کنترل دقیق دانه‌بندی نیز لازم باشد (بعنوان مثال در روش مرحله‌ای) باید مصالح سنگی را سرند کرد و به نسبتهای مورد نیاز مخلوط نمود. در

omoorepeyman.ir

این حالت، امولسیون قیری و مصالح سنگی با اندازه‌های مختلف بطور جداگانه توزین و به داخل مخلوط کن پیمانه‌ای ریخته می‌شوند. در روش پیوسته نسبتهای اختلاط بصورت حجمی تعیین می‌گردند. این کار با انتخاب ترکیبی از سرعت تسمه نقاله‌های زیر هر سیلو و میزان بازشدگی دریچه‌های خروجی انجام می‌شود. صرفنظر از نوع روش ساخت، مخلوطهای آسفالت گرم امولسیون قیری با کیفیت بالا، نیاز به همان مقدار کنترل کیفی در تولید دارند که برای مخلوطهای آسفالت گرم لازم است. مصالح سنگی با خصوصیات متفاوت جذب قیر، نباید استفاده شود. بعبارت دیگر، خصوصیات متفاوت جذب قیر مصالح سنگی، ممکن است مشکلاتی را در ایجاد پوشش قیری یکنواخت روی ذرات مصالح سنگی بوجود آورد.

۸-۱-۲- مخلوط کردن مصالح سنگی و امولسیون قیری

روش تهیه مخلوطهای آسفالت گرم امولسیون قیری مشابه مخلوطهای آسفالت گرم متداول می‌باشد. دمای مخلوط کردن برای مخلوطهای آسفالت نیمه گرم با امولسیون قیری، بین ۴۹ و ۸۵ درجه سانتیگراد و برای مخلوطهای آسفالت گرم با امولسیون قیری، بین ۱۰۴ تا ۱۲۷ درجه سانتیگراد می‌باشد. دمای مخلوط کردن بستگی به کندروانی قیر، درجه حرارت محیط و کارآیی مخلوط آسفالت دارد. مدت زمان مخلوط کردن عامل مهمی است. چنانچه مدت زمان مخلوط کردن خیلی کم باشد، پوشش غیریکنواخت مصالح سنگی پدید می‌آید و اگر این مدت زمان بیش از حد باشد، عریان شدگی مصالح سنگی و سفت شدن مخلوط (ناشی از انعقاد زودرس)

omoorepeyman.ir

اتفاق می‌افتد. در بعضی موارد، افزودن حدود ۱ تا ۲ درصد سیمان پرتلند، حصول مقاومت اولیه را تسریع و مقاومت در مقابل آب را تامین می‌نماید.

معمولاً امولسیون قیری از نوع MS-2h ، در تهیه مخلوط آسفالت نیمه گرم و امولسیون قیری از نوع HFMS-2h ، در تهیه مخلوط آسفالت گرم به کار می‌رود. گاهی ممکن است از امولسیون قیری دیرشکن در تهیه مخلوط آسفالت نیمه گرم استفاده شود. درجه حرارت امولسیون قیری در مراحل آماده‌سازی مصالح و تولید مخلوط آسفالت، نباید از ۸۲ درجه سانتیگراد تجاوز نماید.

۸-۱-۳- پخش کردن

مخلوطهای آسفالت گرم امولسیون قیری با وسایل و تجهیزات مرسوم پخش می‌شوند. بطور کلی، روشهای پخش کردن مخلوطهای آسفالت گرم متداول را می‌توان برای این مخلوطها نیز استفاده کرد. لازم است حداقل تأخیر زمانی بین تخلیه از واحد مخلوط کن و پخش فراهم گردد. بعد از شکست امولسیون قیری و عمل آمدن مخلوط، پخش مخلوط آسفالتی بدون نقص، خیلی مشکل خواهد شد. به منظور بدست آوردن سطح هموار، مخلوط باید در اثنای عملیات پخش، کارآیی لازم را داشته باشد. بنابراین، پخش به موقع برای حصول نتایج رضایتبخش ضروری است.

omoorepeyman.ir

۸-۱-۴- کنترل کوبیدگی آسفالت

روش استانداردی برای تعیین دانسیته در محل مخلوطهای آسفالتی با امولسیون قیری وجود ندارد. روش زیر برای تعیین دانسیته در محل این مخلوطها پیشنهاد شده است.[1]

مخلوطهای آسفالتی امولسیون قیری اجرا شده به چندین قطعه تقسیم شود، بطوریکه هر قطعه بامخلوط تولید شده در یک روز، انجام شده باشد. برای تعیین دانسیته مبنای هر قطعه دو نمونه معرف به طور تصادفی از کامیونهای حمل مخلوط به محل اجرا تهیه می شود، سپس با این دو نمونه تصادفی، شش نمونه آزمایشگاهی ساخته و میانگین دانسیته این نمونه‌ها به عنوان دانسیته مبنا (دانسیته خشک) برای آن قطعه تعیین می‌گردد.

برای هر قطعه، دانسیته مخلوط متراکم شده در محل در پنج نقطه تصادفی تعیین می‌شود. دانسیته مخلوط تازه متراکم شده را می‌توان بوسیله دستگاه تعیین دانسیته به روش هسته‌ای یا سایر روشها بدست آورد. دانسیته مخلوط متراکم شده بعد از عمل آمدن با روش مغزه‌گیری تعیین می‌گردد. نتایج دانسیته نمونه‌های متراکم شده باید به دانسیته خشک تبدیل شوند. میانگین پنج دانسیته تعیین شده در محل برای هر قطعه نباید کمتر از ۹۵ درصد میانگین دانسیته شش نمونه آزمایشگاهی باشد. ضمناً هر یک از دانسیته‌های در محل به تنهایی نباید از ۹۲ درصد دانسیته میانگین نمونه‌های آزمایشگاهی کمتر باشد.

1- Asphalt Institute Recommends

omoorepeyman.ir

۸-۲- مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای با امولسیون قیری

مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای با امولسیون قیری یا آسفالت سرد پیش‌ساخته، مخلوطی از مصالح سنگی گرم نشده و امولسیون قیری است که در کارخانه آسفالت تولید می‌شود. آسفالت سرد پیش‌ساخته را می‌توان بلافاصله پس از تولید، در سطح راه پخش یا آن را برای مدتی در کارگاه انبار نمود. به واسطه این ویژگی، مخلوط آسفالتی سرد کارخانه‌ای را می‌توان در مسافتهای طولانی حمل و پخش نمود. این مخلوطها ممکن است برای اساس قیری، آستر، رویه، تراز نمودن، تعریض و لایه‌های روکش استفاده شوند و خصوصاً برای ارتقای درجه و تقویت روسازیهای با ضخامت کم به کار می‌روند.

برخی از مزایای مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای با امولسیون قیری نسبت به مخلوطهای آسفالت گرم با قیر خالص عبارتند از:

الف- مقرون به صرفه بودن

میزان تولید بالای این مخلوطها، با تجهیزات سیار و سرمایه‌گذاری کم، استفاده از آن را به ویژه برای پروژه‌های مناطق دور افتاده مقرون به صرفه می‌نماید.

ب- غیرآلاینده بودن

باستثنای گرد و غبار مصالح سنگی، هیچ آلودگی دیگری در مراحل تولید، حمل و پخش مخلوط آسفالت سرد کارخانه‌ای وجود ندارد.

ج- ایمنی

در نواحی با خطر آتش‌سوزی زیاد مثل جنگلها و مراتع، خطر آتش‌سوزی به علت خشک نکردن مصالح سنگی و دمای کم مخلوط یا قیر مورد استفاده کاهش می‌یابد.

omoorepeyman.ir

در تهیه مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای می‌توان از کارخانه‌های تولید آسفالت به روش مرحله‌ای یا پیوسته استفاده نمود. ملزومات کارخانه آسفالت سرد بـه کیفیـت و نوع مخلوط آسفالت که قرار است تولید شود، بستگی دارد. معمولاً کارخانـه آسـفالت سرد شامل مخلوط کن، مخزن ذخیره، وسـیله انـدازه‌گیـری[1]، لولـه‌هـای ارتبـاطی و تجهیزات پاشش امولسیون قیری ،لوله‌های تغذیه آب، کنترلهایی برای تنظیم و ثبت اجزای مختلف، دستگاه تنظیم و توزین مصالح سنگی مختلف، سیستم تسـمه نقالـه، مخازن مصالح سنگی، سرندهای لرزنده و مخازن ذخیره مخلوط آسـفالت مـی‌باشـد. برای تولید مخلوطهای آسفالت سرد با کیفیت بالا، لازم اسـت کلیـه مراحـل تولیـد آسفالت به دقت کنترل گردد.

مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای از نظر دانه‌بندی مصالح سنگی مصرفی بـه سـه نوع دانه‌بندی باز و دانه‌بندی پیوسته و ماسه‌ای تقسیم می‌شوند.

۸-۲-۱- مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای با دانه‌بندی باز

مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای با دانه‌بندی باز در لایه‌های اساس قیری و رویـه مورد استفاده قرار می‌گیرند. تولید این مخلوطها به تجهیزات پیچیده‌ای نیاز ندارد و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. دوام و عملکرد مخلوطهای آسفالت با دانه‌بنـدی باز با انواع دیگر مخلوطهای آسفالت برابری می‌کند. انعطاف‌پذیری و درصـد فضـای خالی زیاد این نوع مخلوطها باعث افزایش مقاومت آنهـا در برابـر ترکهـای ناشـی از خستگی و ترکهای انعکاسی می‌گردد. به علت نفوذپذیری زیاد مخوطهـای آسـفالتی

1- Emulsion Metering Pump

omoorepeyman.ir

سرد با دانه‌بندی باز ، هنگامی که به عنوان لایه‌های رویه استفاده می‌شوند، باعث خارج شدن سریع آبهای سطحی از سطح راه شده، لذا مشکلات مربوط به پدیده ایستایی[1] کاهش می‌یابد. هنگامی که مخلوطهای آسفالت سرد با دانه‌بندی باز به عنوان لایه اساس قیری مورد استفاده قرار می‌گیرند و همچنین مصالح بستر روسازی در مقابل آب حساس باشند، به منظور جلوگیری از نفوذ آب و ضعیف شدن مصالح بستر روسازی، باید عایق رطوبتی در زیر یا در حدود لایه اساس قیری با دانه‌بندی باز اجرا شود.

دانه‌بندی مصالح سنگی مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای با دانه‌بندی باز در جدول (۸-۱) و (۸-۲) ارائه و مشخصات فنی مصالح در جدول (۸-۳) ارائه شده است.

امولسیونهای قیری از نوع CMS-2 , HFMS-2h, HFMS-2 , MS-2h , MS-2 یا CMS-2h در تهیه مخوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای با دانه‌بندی باز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

1- Reflection Crack

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۱- دانه‌بندیهای باز مصالح سنگی مخلوطهای آسفالت سرد

اندازه اسمی میلیمتر	درصد وزنی رد شده از هر الک (با سوراخهای چهارگوش)					
	۳۷/۵	۲۵	۱۹	۱۲/۵	۹/۵	۴/۷۵
شماره دانه‌بندی / اندازه الک	۱ اساس قیری	۲ اساس قیری و استر	۳ اساس قیری و آستر	۴ آستر و رویه	۵ رویه	۶ رویه
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۱۰۰					
۳۷/۵ میلیمتر ($1\frac{1}{2}$ اینچ)	۹۰-۱۰۰	۱۰۰				
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	-	۹۰-۱۰۰	۱۰۰			
۱۹ میلیمتر ($\frac{3}{4}$ اینچ)	۴۰-۷۰	-	۹۰-۱۰۰	۱۰۰		
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ)	-	۴۰-۷۰	-	۸۵-۱۰۰	۱۰۰	
۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ)	۱۸-۴۸	-	۴۰-۷۰	۶۰-۹۰	۸۵-۱۰۰	
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۶-۲۹	۱۰-۳۴	۱۵-۳۹	۲۰-۵۰	۴۰-۷۰	۱۰۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۰-۱۴	۱-۱۷	۲-۱۸	۵-۲۵	۱۰-۳۵	۷۵-۱۰۰
۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	-	-	-	۳-۱۹	۵-۲۵	۵۰-۷۵
۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)	۰-۸	۰-۱۰	۰-۱۰	-	-	۲۸-۵۳
۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	-	-	-	۰-۱۰	۰-۱۲	۸-۳۰
۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	-	-	-	-	-	۰-۱۲
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	-	-	-	-	-	۰-۵

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۲- دانه‌بندیهای پیوسته مصالح سنگی مخلوطهای آسفالت سرد

اندازه اسمی میلیمتر	درصد وزنی رد شده از هر الک (با سوراخهای چهارگوش)						
شماره دانه‌بندی / اندازه الک	۱ اساس قیری	۲ اساس قیری و آستر	۳ اساس قیری و آستر	۴ آستر و رویه	۵ رویه	۶ * رویه	۷ رویه
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۱۰۰	-	-	-	-	-	-
۳۷/۵ میلیمتر ($1\frac{1}{2}$ اینچ)	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	-	-	-	-	-
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	-	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	-	-	-	-
۱۹ میلیمتر ($\frac{3}{4}$ اینچ)	۵۶-۸۰	-	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	-	-	-
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ)	-	۵۶-۸۰	-	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	-	-
۹ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ)	-	-	۵۶-۸۰	-	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	-
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۲۳-۵۳	۲۹-۵۹	۳۵-۶۵	۴۴-۷۴	۵۵-۸۵	۸۰-۱۰۰	۱۰۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۱۵-۴۱	۱۹-۴۵	۲۳-۴۹	۲۸-۵۸	۳۲-۶۷	۶۵-۱۰۰	۹۵-۱۰۰
۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	-	-	-	-	-	۴۰-۸۰	۸۵-۱۰۰
۰/۵ میلیمتر (شماره ۳۰)	-	-	-	-	-	۲۵-۶۵	۷۰-۹۵
۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	۴-۱۶	۵-۱۷	۵-۱۹	۵-۲۱	۷-۲۳	۷-۴۰	۴۵-۷۵
۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	-	-	-	-	-	۳-۲۰	۲۰-۴۰
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۰-۶	۱-۷	۲-۸	۲-۱۰	۲-۱۰	۲-۱۰	۹-۲۰

* Sand Asphalt

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۳- مشخصات سنگدانه‌ها برای استفاده از آسفالت سرد

آزمایش	مشخصات	روش آزمایش		
		AASHTO	ASTM	BS
مقاومت سایشی با ازمایش لوس‌آنجلس- حداکثر	۴۰ درصد	T ۹۶	C ۱۳۱	-
افت وزنی با سولفات سدیم- حداکثر	۱۲ درصد	T ۱۰۴	C ۸۸	-
افت وزنی با سولفات منیزیم- حداکثر	۱۸ درصد	T ۱۰۴	C ۸۸	-
ارزش ماسه‌ای- حداقل	۳۵ درصد	T ۱۷۶	D ۲۴۱۹	-
نشانه خمیری- حداکثر	۴ درصد	T ۹۰	D ۴۳۱۸	-
شکستگی یک جبهه سنگدانه‌های مانده روی الک شماره ۴ یا ۴/۷۵ میلیمتر- حداقل	۶۵ درصد	-	-	-
ضریب تورق- حداکثر	۳۵ درصد	-	-	۸۱۲
جرم واحد حجم سنگدانه‌های سرباره کوره آهن‌گدازی- حداقل	۱۱۲۰Kg/m³	T ۱۹	C ۲۹	-

۸-۲-۳- مخلوطهای آسفالتی سرد کارخانه‌ای با ماسه [1]

همان اصول اساسی که برای تولید مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای با دانه‌بندی پیوسته و مصالح سنگی درشت دانه ذکر گردید، باستثنای دانه‌بندی مصالح سنگی، برای مخلوطهای سرد کارخانه‌ای با ماسه نیز به کار می‌رود، مخلوط آسفالتی سرد کارخانه‌ای با ماسه را می‌توان برای قشرهای آستر و رویه استفاده نمود.

1- Sand Mixes

omoorepeyman.ir

افزودن یک تا دو درصد سیمان پرتلند به مخلوط به حصول مقاومت اولیه آن کمک خواهد کرد. در حین اختلاط، پخش یکنواخت سیمان در تمامی مخلوط مهم است. دانه‌بندی‌های شماره ۶ جدول ۸-۲ و دانه‌بندیهای مندرج در جدول (۸-۴) برای این مخلوطها مورد استفاده قرار می‌گیرند. حداقل ارزش ماسه‌ای مصالح سنگی برای مخلوط‌های سرد کارخانه‌ای با ماسه برابر با ۳۵ و از نقطه نظر خصوصیات خمیری (دامنه خمیری) باید غیرخمیری باشند. برای اینگونه مخلوطها، امولسیونهای قیری CCS-1h , CSS-1, SS-1h, SS-1 یا HFMS-2S مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر امولسیون‌های قیری، مقداری آب برای مخلوط کردن که در آزمایشگاه تعیین می‌گردد، به ماسه افزوده می‌شود. میزان امولسیون قیری، معمولاً در محدوده ۶ تا ۱۵ درصد وزن مخلوط تغییر می‌کند.

جدول ۸-۴- دانه‌بندی مصالح سنگی مصرفی در مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای با ماسه [۱]

اندازه الک (به میلیمتر)	درصد رد شده		
	ماسه‌با دانه‌بندی بد	ماسه با دانه‌بندی خوب	ماسه لای‌دار
۱۲/۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۴/۷۵	۷۵-۱۰۰	۷۵-۱۰۰	۷۵-۱۰۰
۰/۳۰۰	–	۱۵-۳۰	–
۰/۱۵۰	–	–	۱۵-۶۵
۰/۰۷۵	۰-۱۲	۵-۱۲	۱۲-۲۰

omoorepeyman.ir

۸-۲-۴- پخش و متراکم نمودن مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای با امولسیون قیری

روش‌های پخش مخلوطهای آسفالت سرد کارخانه‌ای مشابه مخلوطهای آسفالتی گرم است. لایه‌های اساس قیری را می‌توان با استفاده از ماشین‌های مخصوص پخش آسفالت، نیز پخش نمود. مخلوطهای آسفالتی سرد به ویژه مخلوطهای با دانه‌بندی باز در مقایسه با مخلوطهای آسفالتی گرم کارآیی کمتری دارند. در صورتی که چسبیدن مخلوط آسفالتی به اتو ماشین پخش آسفالت[1] یا پاره‌شدگی سطح اتفاق بیفتد، می‌توان مشکل را در کارخانه با تنظیم زمان مخلوط کردن، نسبت امولسیون به آب یا میزان آنها برطرف نمود. معمولاً گرم کردن اتو ماشین پخش آسفالت مشکل را حل نمی‌کند، اما ممکن است روغنکاری آن با گازوئیل به کاهش این مشکل کمک نماید.

مخلوطهای آسفالتی سرد را می‌توان در لایه‌هایی به ضخامت ۷۵ میلیمتر یا بیشتر با توجه به حداکثر درشتی سنگدانه‌ها اجرا نمود، امامتراکم نمودن و عمل آمدن قشرهای به ضخامت ۵۰ تا ۷۵ میلیمتر خیلی سریعتر صورت می‌گیرد. گاهی اوقات برای عمل‌آوری مخلوطهای آسفالتی سرد با ضخامت زیاد، مخلوطهای آسفالتی هوا داده می‌شود. بنابراین ممکن است اجرای لایه‌های ضخیم به غیر یکنواختی مخلوط اجرا شده منجر گردد. شکست امولسیون قیری مخلوطهای آسفالتی سرد با دانه‌بندی باز معمولاً هنگامی که مخلوط آسفالتی ریخته می‌شود، انجام می‌گیرد. برای مخلوطهای آسفالتی سرد با دانه‌بندی پیوسته بر خلاف مخلوطهای بادانه‌بندی باز،

1- Screed

omoorepeyman.ir

شکست امولسیون قیری مدت زمانی پس از ریختن و پخش مخلوط اتفاق می‌افتد. همچنین به علت اینکه مقدار آب زیادی برای مخلوط کردن در مخلوطهای آسفالتی با دانه‌بندی پیوسته به کار می‌رود، عملیات غلتک‌زنی تا کسب پایداری کافی مخلوط آسفالتی به تأخیر می‌افتد. هر چه آب سریعتر از مخلوط جدا شود، می‌توان مخلوط را زودتر متراکم نمود. بنابراین استفاده از مقدار کمی سیمان پرتلند در مخلوط، باعث افزایش سرعت عمل آمدن آن خواهد شد. برای غلتک‌زنی اولیه مخلوطهای آسفالتی سرد با دانه‌بندی باز، غلتک‌های چرخ فولادی و برای مخلوطهای آسفالتی سرد با دانه‌بندی پیوسته، غلتک‌های ارتعاشی یا چرخ لاستیکی استفاده می‌شود. باید به این نکته توجه نمود که غلتک‌زنی زیاد با غلتک‌های ارتعاشی در مخلوطهای آسفالتی با دانه‌بندی پیوسته، موجب جابجایی قیر و آب در مخلوط می‌گردد. برای غلتک‌زنی میانی می‌توان از غلتکهای چرخ لاستیکی یا چرخ فولادی استفاده نمود. معمولاً از غلتک‌های چرخ فولادی برای غلتک‌زنی پایانی استفاده می‌شود.

قبل از غلتک‌زنی اولیه مخلوط‌های آسفالتی سرد بادانه‌بندی باز، مقدار کمی مصالح پرکننده در حدود ۳ تا ۵ کیلوگرم در متر مربع روی سطح روسازی به طور یکنواخت پخش می‌گردد. این مصالح سنگی ممکن است ماسه درشت خشک یا مصالح ردشده از الک شماره ۱۰ (۲ میلیمتر) حاصل از تولید مصالح سنگی با دانه‌بندی باز اولیه باشد. مصالح سنگی پرکننده مانع از کنده شدن مخلوط آسفالتی در اثر آمد و شد و یا غلتک‌زنی بعدی خواهد گردید.

omoorepeyman.ir

۸-۲-۵- نکات احتیاطی در اجرای مخلوطهای آسفالتی سرد کارخانه‌ای

- مخلوطهای آسفالتی سرد با دانه‌بندی پیوسته معمولا" در حین اجرا، در مقابل صدمات ناشی از آب مقاوم می‌باشند. اما در صورت بارندگی قبل ازمتراکم نمودن وعمل آمدن اینگونه مخلوطها، باید از آمد و شد وسایط نقلیه تا قبل از عمل آمدن و حصول تراکم لازم جلوگیری بعمل آورد.

- مقدار آب برای مخلوط کردن باید به اندازه‌ای باشد که فقط امولسیون قیری به طور یکنواخت در مخلوط پراکنده و کارآیی مناسب را تأمین نماید. مصرف بیش از اندازه آب ممکن است باعث تأخیر عمل آمدن و عملیات غلتک‌زنی گردد.

- زمان مخلوط کردن باید به اندازه‌ای باشد تا امولسیون قیری به طور یکنواخت در مخلوط پراکنده شود. مخلوط کردن زیاد ممکن است موجب لخته‌شدگی مصالح سنگی از امولسیون قیری و یا شکست زودهنگام امولسیون قیری گردد.

- برای سریعتر عمل آمدن مخلوطهای آسفالت سرد امولسیون قیری به جای اجرای یک لایه ضخیم، در چندین لایه نازک، اجرا گردد.

- نباید سطوح مخلوطهای آسفالت سرد امولسیونی را خیلی زود آببندی کرد. زیرا آب محبوس شده ممکن است مشکلاتی را ایجاد کند.

- در صورتی که در اثر آمد و شد، شن‌زدگی سطح راه اتفاق بیفتد، باید برای جلوگیری از خسارت بیشتر رویه هرچه زودتر مصالح کنده شده از سطح راه پاک شود. اگر میزان شن‌زدگی در حال افزایش است، برای احیای سطح می‌توان پوشش نازکی از امولسیونی قیری رقیق شده SS با نسبت ۱۵ درصد امولسیون قیری و ۸۵ درصد آب استفاده نمود. [۱]

omoorepeyman.ir

۸-۳- آسفالت سرد مخلوط در محل با امولسیون قیری

آسفالت مخلوط در محل از اختلاط مصالح سنگی با قیر مایع (قیر محلول یا امولسیون قیری) در سطح آماده شده راه بدون گرم کردن مصالح سنگی ساخته می‌شود. از مزایای این نوع مخلوط، استفاده از مصالح سنگی که در کنار راه ، ریسه یا در نزدیکی‌های آن انبار شده، می‌باشد.

آسفالت سرد مخلوط در محل را می‌توان به عنوان قشر رویه یا لایه‌های اساس و زیراساس در ساختمان راه به کار برد. از این نوع مخلوط فقط می‌توان در راههای با حجم آمد و شد کم یا متوسط به عنوان رویه استفاده نمود. لیکن آسفالت سرد مخلوط در محل به عنوان لایه‌های اساس و زیراساس قابل استفاده برای راههای با هر نوع آمد و شد می‌باشد.

مصالح سنگی آسفالت سرد مخلوط در محل باید از سنگ یا شن شکسته یا شن و ماسه رودخانه‌ای و یا مخلوطی از آن دو تهیه شده باشد. این مصالح بایستی سخت، مقاوم و تمیز باشند. مصالح سنگی آسفالت مخلوط در محل ممکن است دارای دانه‌بندی باز یا پیوسته باشند (جداول ۸-۱ و ۸-۲) گاهی اوقات در اجرای آسفالت مخلوط در محل از مصالح سنگی در لایه رویه شنی راه موجود اعم از شکسته یا نشکسته استفاده می‌شود.

مصالح سنگی مصرفی آسفالت سرد مخلوط در محل باید با جدول ۸-۳ مطابقت داشته باشد. حدود مشخصات مورد نیاز با توجه به نوع پروژه در دفترچه مشخصات فنی خصوصی قید می‌گردد. سازگاری مصالح سنگی با امولسیون قیری باید بررسی شود. کانیهای مصالح سنگی نقش مهمی در عملکرد این مخلوطها دارد. به منظور

omoorepeyman.ir

تعیین نوع و گروه امولسیون قیری که باید مورد استفاده قرار گیرد، ساخت مخلوطهای آزمایشی با مصالح سنگی مصرفی در پروژه در آزمایشگاه ضروری است. امولسیون‌های قیری مصرفی در آسفالتهای سرد مخلوط در محل به خصوصیات مصالح سنگی، شرایط جوی، نوع روسازی و نوع ماشین‌آلات مورد استفاده بستگی دارد. معمولاً امولسیون‌های قیری MS-2 , MS-2h , HFMS-2 , HFMS-2h, CMS-2 و CMS-2h برای آسفالتهای سرد مخلوط در محل با مصالح سنگی با دانه‌بندی باز و امولسیون‌های قیری CSS-1, SS-1h, SS-1 و CSS-1h برای آسفالتهای سرد مخلوط در محل با مصالح سنگی با دانه‌بندی پیوسته استفاده می‌شوند. درجه حرارت پخش امولسیونهای قیری در ساخت آسفالتهای سرد مخلوط در محل در محدوده ۲۰ تا ۷۰ درجه سانتیگراد می‌باشد.

۸-۳-۱- ساخت آسفالتهای سرد مخلوط در محل

قبل از اجرای آسفالت سرد مخلوط در محل باید سطح راه از هرگونه موادخارجی و دانه‌های لق و کنده شده پاک و ناهمواریهای آن برطرف شود. سپس سطح راه به مقدار لازم متراکم می‌گردد. اگر آسفالت سرد مخلوط در محل بر روی رویه شنی انجام گیرد، باید سطح راه، اندود نفوذی و چنانچه آسفالت سرد مخلوط در محل روی رویه آسفالتی اجرا شود، باید قبل از پخش آسفالت سرد مخلوط در محل، سطح راه، اندود سطحی شود.

omoorepeyman.ir

مصالح سنگی آسفالت سرد مخلوط در محل معمولاً مصالح موجود در سطح راه یا مصالحی است که به محل مصرف حمل و به مقدار لازم در سطح آماده شده راه، ریسه یا کپه می‌شود. ابعاد ریسه یا فاصله کپه‌های مصالح سنگی باید به گونه‌ای باشد که بتوان مقدار امولسیون قیری که روی آن پخش می‌گردد را تعیین نمود. همچنین بتوان ضخامت مورد نیاز را در طول راه پس از اختلاط با امولسیون قیری و پخش آسفالت سرد مخلوط در محل بدست آورد.

در مواردی که از مصالح سنگی موجود در سطح راه برای ساختن آسفالت سرد مخلوط در محل استفاده می‌شود، ابتدا باید سطح راه تا عمق حداکثر ۲۵ درصد بیشتر از ضخامت آسفالت موردنظر شخم زده شود. عرض شخم زدن باید ۰/۶ متر از طرفین لبه عرض آسفالت بیشتر باشد. سپس مصالح شخم زده شده به خوبی مخلوط می‌شوند تا مصالح یکنواختی بدست آید. ذرات درشت مصالح سنگی با اندازه بیش از ۶/۳ سانتیمتر ($۲\frac{۱}{۲}$ اینچ) از سطح راه برداشته شوند. هرگاه مقدار مصالح سنگی برای ساختن آسفالت سرد مخلوط درمحل کافی نباشد، باید به آن مقدار لازم مصالح سنگی اضافه و به خوبی مخلوط شود تا دانه‌بندی مخلوط مصالح سنگی منطبق با دانه‌بندی موردنظر مصالح سنگی آسفالت سرد مخلوط در محل گردد.

امولسیون قیری مورد نیاز با دستگاه قیرپاش روی مصالح سنگی پاشیده می‌شود. برای تعیین مقدار امولسیون قیری ابتدا باید حجم مصالح سنگی کپه شده یا ریسه شده در هر متر طول راه تعیین گردد. سپس با توجه به حجم مصالح سنگی ریسه شده، درصد امولسیون قیری برای هرمتر طول راه و سرعت حرکت ماشین قیرپاش مشخص و تنظیم شود.

omoorepeyman.ir

برای مخلوط کردن امولسیون قیری و مصالح سنگی در تهیه آسفالت سرد مخلوط در محل از ماشین‌آلات مختلفی استفاده می‌گردد، از آن جمله می‌توان به دستگاه‌های زیر اشاره نمود.

الف- دستگاه‌های مخلوط‌کننده سیار

این دستگاه‌ها واحدهای سیار خودرو و مجهز به مخلوط‌کن می‌باشند که امولسیون قیری و مصالح سنگی را به نسبت لازم مخلوط می‌نمایند. نوعی از این دستگاه‌ها در مسیر مصالح سنگی ریسه شده حرکت می‌کند، مصالح سنگی را بالا می‌کشد و امولسیون قیری را به آن اضافه و مخلوط می‌نماید. این دستگاه با حرکت به سمت جلو از عقب ریسه‌ای از آسفالت سرد مخلوط در محل را که آماده پخش کردن است، تخلیه می‌نماید. نوعی دیگر از این دستگاه‌ها شبیه فینیشر بوده، به این ترتیب که در قسمت عقب دستگاه، مصالح سنگی از کامیون تخلیه می‌شود، دستگاه یاد شده امولسیون قیری را اضافه و مخلوط می‌نماید و با حرکت به سمت جلو، آسفالت سرد مخلوط در محل را بر روی سطح آماده شده راه پخش می‌نماید.

ب- دستگاه مخلوط‌کننده چرخشی

این دستگاه شامل یک مخلوط کن چرخشی است که داخل محفظه آن یک یا چند محور چرخنده مجهز به تیغه‌های برنده یا دندانه‌ای قرار دارند و معمولاً توسط یک خودرو در طول مسیر حرکت می‌کند. محفظه دستگاه مخلوط‌کننده در حدود ۲/۱ متر می‌باشد. مصالح سنگی موجود در سطح راه توسط تیغه‌های برنده به داخل مخلوط

omoorepeyman.ir

کن کشیده و با امولسیون قیری مخلوط می‌شوند. در حالی که دستگاه به سمت جلو حرکت می‌کند مخلوط حاصله را بر روی سطح راه با تراز از پیش تعیین شده باقی می‌گذارد. در این دستگاه‌ها، امولسیون قیری به دو طریق می‌تواند وارد مخلوط‌کن شود. در روش اول امولسیون قیری از لوله که در تمام طول محفظه ادامه دارد، پخش می‌شود و مقدار پاشش امولسیون قیری با سرعت حرکت دستگاه کنترل می‌شود. در روش دوم، دستگاه پخش قیر، در جلوی دستگاه مخلوط‌کننده، امولسیون قیری را روی مصالح سنگی می‌پاشد. با حرکت دستگاه مخلوط‌کننده به جلو، مصالح سنگی به داخل محفظه مخلوط‌کن کشیده می‌شوند و پس از مخلوط شدن، مخلوط آسفالتی سرد را بر روی سطح راه پخش می‌کند.

ج- مخلوط‌کننده‌های تیغه‌ای (با گریدر)

در این روش دستگاه قیرپاش در جلوی گریدر حرکت کرده و نیمی از امولسیون قیری مورد لزوم را بر روی مصالح سنگی ریسه شده پخش می‌کند. بلافاصله تیغه گریدر، مصالح سنگی و امولسیون قیری را با زیر و رو کردن و چرخاندن، مخلوط می‌نماید. سپس نیم دیگر امولسیون قیری را افزوده و عملیات مخلوط کردن تا حصول مخلوط یکنواخت و همگن ادامه می‌یابد. در نهایت از گریدر با چرخهای لاستیکی صاف برای تراز نمودن سطح استفاده می‌شود.

omoorepeyman.ir

۸-۳-۲- پخش و متراکم نمودن آسفالت سرد مخلوط در محل

پخش آسفالت سرد مخلوط در محل توسط گریدر یا فینیشر و در لایه‌های با ضخامت یکنواخت اجرا می‌شود. و معمولاً ضخامت لایه نباید از دو برابر حداکثر اندازه اسمی مصالح سنگی کمتر باشد. آسفالتهای سرد مخلوط در محل با دانه‌بندی باز را می‌توان بلافاصله پس از اختلاط، پخش و به کمک غلتکهای چرخ لاستیکی یا فولادی متراکم نمود. در حالی که برای آسفالتهای سرد با دانه‌بندی پیوسته به منظور خارج نمودن آب امولسیون قیری باید ابتدا آنها را هوا داده و سپس متراکم نمود. در این حالت مصالح سنگی قیر اندود شده، مدتی به حال خود رها می‌شوند تا درصد رطوبت آن به کمتر از دو درصد کاهش یابد و سپس به صورت لایه‌هایی که ضخامت آن با توجه به حداکثر درشتی سنگدانه از ۷/۵ سانتیمتر تجاوز نکند، پخش و با غلتکهای چرخ لاستیکی یا فولادی متراکم می‌شوند.

عمل غلتک‌زنی مخلوطهای آسفالت سرد با امولسیون قیری باید بلافاصله قبل از و یا در شروع شکست امولسیون قیری خاتمه یابد. (این امر با تغییر رنگ امولسیون قیری از قهوه‌ای به سیاه مشخص می‌شود). اگر در حین متراکم نمودن، در مخلوط آسفالتی شیار افتادگی ایجاد گردید، غلتک زنی باید تا کاهش مقدار آب چه به صورت طبیعی یا هوادهی متوقف شود. پخش لایه‌های بعدی آسفالت سرد مخلوط در محل منوط به متراکم نمودن کامل و عمل آمدن قشر قبلی می‌باشد. این عمل چند مرتبه تکرار می‌شود تاتراز لازم حاصل شود. بعد از اینکه سطح راه تا مقطع عرضی نهایی مورد نظر شکل گرفت، غلتک زنی نهایی سطح راه با غلتک چرخ فولادی (به منظور برطرف نمودن جای چرخ غلتکها) انجام می‌شود.

omoorepeyman.ir

اجرای آسفالت سرد مخلوط در محل نباید به هیچ وجه در هوای سرد انجام شود. زمان مناسب برای اجرای این مخلوطها، موقعی از سال است که هوای محلی که آسفالت سرد مخلوط در آن اجرا می‌شود، گرم و خشک بوده و حداقل به مدت چند هفته پس از اجرا نیز گرم و خشک باقی بماند.

۸-۴- آسفالت ماکادام نفوذی با امولسیون قیری

آسفالت ماکادام نفوذی به نوعی از روسازی راه اطلاق می‌شود که از مصالح سنگی شکسته درشت‌دانه با دانه‌بندی باز تشکیل شده و به وسیله غلتک کوبیده و در هم قفل و بست گردیده، سپس فضای خالی بین آنها ابتدا با قیر تحت فشار و بعد با مصالح سنگی ریزدانه پر شده باشد. اینگونه آسفالتها معمولاً در مناطقی به کار می‌روند که مصالح سنگی رودخانه‌ای با دانه‌بندی پیوسته یافت نشود. آسفالت ماکادام نفوذی با امولسیون قیری را می‌توان با مصالح سنگی مرطوب یا خشک اجرا نمود. آسفالت ماکادام نفوذی به عنوان لایه اساس یا رویه بکار می‌رود. آسیب‌پذیری لایه آسفالت ماکادام نفوذی در اثر آمد و شد وسایط نقلیه و عوامل جوی به علت نفوذپذیری زیاد، ایجاب می‌نماید سطح حاصله با نوعی رویه پوشش گردد. نوع پوشش ، متناسب با حجم آمد و شد بوده و برای راههای با حجم آمد و شد کم تا متوسط، آسفالت سطحی و برای راههای با حجم آمد و شد سنگین تا خیلی سنگین بتن آسفالتی گرم خواهد بود.

omoorepeyman.ir

۸-۴-۱- اجزای تشکیل‌دهنده آسفالت ماکادام نفوذی

۸-۴-۱-۱- مصالح سنگی

مصالح سنگی مصرفی در آسفالت ماکادام نفوذی با امولسیون قیری ، شامل مصالح درشت (قشر اصلی ماکادام) و مصالح متوسط برای پرکردن فضای خالی این قشر می‌باشد که بعد از قیرپاشی روی قشر اصلی ماکادام، پخش می‌شود.

دانه‌بندی مصالح درشت و مصالح متوسط بر حسب مورد درجدول ۸-۵ نشان داده شده است، ضمن آنکه رابطه انتخاب این دو نوع مصالح در شرایط مصرف امولسیون قیری باید به شرح زیر باشد.

شماره دانه‌بندی قشر اصلی ماکادام مصالح درشت (جدول ۸-۵)	شماره دانه‌بندی مصالح پرکننده یا مصالح متوسط (جدول ۸-۵)
۱	۸ یا ۹
۲	۸ یا ۹ ، یا ۱۱
۳	۹ یا ۱۱ ، یا ۱۲

بطور کلی دانه‌بندی شماره ۱، ۲ و ۳ جدول ۸-۵ بعنوان قشر اصلی ماکادام و سایر دانه‌بندی‌ها بر حسب انواع قیرهای خالص، یا محلول و یا امولسیون قیری مصرفی بعنوان مصالح متوسط و پرکننده فضای خالی لایه ماکادام کوبیده شده بعد از قیرپاشی، عمل می‌کند. بعبارت دیگر در صورت مصرف قیرهای خالص و یا قیرهای محلول، شماره دانه‌بندیهای مصالح متوسط و پرکننده غیر از آنچه برای امولسیون‌های قیری بشرح فوق تعیین شده است، می‌باشد.

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۵ : دانه‌بندی مصالح برای آسفالت ماکادام نفوذی [۹ ، ۷]

اندازه اسمی - میلیمتر	۱۰۰ میلیمتر	۷۵ میلیمتر	۶۳ میلیمتر	۳۷/۵ میلیمتر	۳۷/۵ میلیمتر	۲۵ میلیمتر	۲۵ میلیمتر	۱۹ میلیمتر	۱۹ میلیمتر	۱۲/۵ میلیمتر	۹/۵ میلیمتر
شماره‌دانه‌بندی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
اندازه الک‌ها	درصد وزنی رد شده از الک‌ها												
۱۰۰ میلیمتر (۴ اینچ)	۱۰۰												
۹۰میلیمتر($3\frac{1}{2}$ اینچ)	۹۰-۱۰۰												
۷۵ میلیمتر(۳ اینچ)	-	۱۰۰											
۶۳میلیمتر($2\frac{1}{2}$ اینچ)	۲۵-۶۰	۹۰-۱۰۰	۱۰۰										
۵۰ میلیمتر(۲ اینچ)	-	۳۵-۷۰	۹۰-۱۰۰										
۳۷/۵میلیمتر($1\frac{1}{2}$ اینچ)	۰-۱۵	۰-۱۵	۳۵-۷۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۵-۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰				
۲۵ میلیمتر(۱ اینچ)	-	-	۰-۱۵	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰				
۱۹میلیمتر($\frac{3}{4}$ اینچ)	۰-۵	۰-۵	-	۲۰-۵۵	۴۰-۸۵	-	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰			
۱۲/۵میلیمتر($\frac{1}{2}$ اینچ)			۰-۵	۰-۱۰	۱۰-۴۰	۲۵-۶۰	۲۰-۵۵	-	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۱۰۰		
۹/۵میلیمتر($\frac{3}{8}$ اینچ)				۰-۵	۰-۱۵	۰-۱۵	۲۰-۵۵	۳۰-۶۵	۴۰-۷۰	۴۰-۷۵	۸۵-۱۰۰	۱۰۰	
۴/۷۵میلیمتر (شماره۴)					۰-۵	۰-۵	۰-۱۰	۵-۲۵	۰-۱۵	۰-۲۵	۱۰-۳۰	۸۵-۱۰۰	
۲/۳۶ میلیمتر(شماره۸)							۰-۵	۰-۱۰	۰-۵	۰-۱۰	۰-۱۰	۱۰-۴۰	
۱/۱۸میلیمتر شماره۱۶)								۰-۵		۰-۵	۰-۱۰	۰-۱	
۰/۳ میلیمتر(شماره۵۰)											۰-۵	۰-۵	

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۶- مشخصات فنی مصالح سنگی درشت و متوسط [۷، ۹]

ردیف	شرح	مشخصات	روش آزمایش	
			آشتو	ای-اس-تی-ام
۱	درصد شکستگی در دو جبهه مانده روی الک شماره ۴	حداقل ۷۵	-	-
۲	درصد سایش با آزمایش لوس‌آنجلس	حداکثر ۴۰	T96	C131
۳	درصد افت وزنی با سولفات سدیم	حداکثر ۲۰	T104	C88
۴	درصد دانه‌های سوزنی و پولکی*	حداکثر ۱۵	-	D4791

* سنگدانه‌های سوزنی و پولکی به دانه‌هایی اطلاق می‌شود که نسبت حداکثر طول به حداقل ضخامت آنها بیشتر از پنج باشد.

۸-۴-۱-۲- امولسیون قیری

با توجه به میزان فضای خالی مصالح سنگی درشت دانه و عوامل جوی یکی از انواع امولسیون‌های قیری مندرج در جدول (۸-۷) در آسفالت ماکادام نفوذی مورد استفاده قرار می‌گیرد. درجه حرارت پخش امولسیون‌های قیری نیز در این جدول مشخص شده است.

جدول ۸-۷- راهنمای انتخاب امولسیون قیری در آسفالت ماکادام نفوذی [۹]

نوع امولسیون قیری	آنیونیک		کاتیونیک	
	RS-2	RS-1	CRS-2	CRS-1
میزان فضای خالی آسفالت ماکادام نفوذی	زیاد	کم	زیاد	کم
درجه حرارت پخش بر حسب درجه سانتیگراد	۸۵-۵۰	۶۰-۲۰	۸۵-۵۰	۸۵-۵۰

omoorepeyman.ir

۸-۴-۲- اجرای آسفالت ماکادام نفوذی

عملیات اجرای آسفالت ماکادام نفوذی شامل مراحل زیر می‌باشد:

الف- آماده نمودن سطح راه

قبل از اجرای آسفالت ماکادام نفوذی باید ناهمواریهای سطح راه برطرف گردد (بطوری که ناهمواریهای آن از ۳ سانتیمتر تجاوز نکند) سپس سطح راه بوسیله جاروی مکانیکی یا هوای فشرده از هرگونه مواد خارجی پاک و تمیز گردد.

ب- پخش و کوبیدن مصالح سنگی درشت‌دانه

مصالح سنگی درشت‌دانه توسط پخش‌کننده‌های خودرو، به طور یکنواخت بر روی سطح آماده شده، پخش و بلافاصله عمل غلتک‌زنی با غلتک سه چرخ فولادی یا ویبره و یا ترکیبی از آنها، آغاز می‌گردد. غلتک زنی در امتداد محور راه و از منتهی‌الیه لبه خارجی شروع و به طرف محور انجام می‌شود. چرخ جلو در هر عبور غلتک باید حدود نصف خط عبور قبلی خود را در برگیرد. عملیات غلتک‌زنی باید تا حصول لایه کوبیده شده با مشخصات لازم برای نفوذ مواد قیری ادامه یابد. غلتک زنی بیش از اندازه لازم، باعث خرد شدن دانه‌های مصالح سنگی و عدم قفل و بست آنها خواهد شد.هر نوع ناهمواریهایی که در هنگام غلتک‌زنی یا بعد از آن ظاهر گردد، با برداشتن قسمتی از مصالح سنگی در نقاط مرتفع و یا اضافه نمودن مصالح سنگی در نقاط پست اصلاح شود. در صورتی که ضخامت لایه آسفالت ماکادام نفوذی از ۱۰ سانتیمتر بیشتر باشد، مصالح در دو یا چند لایه مساوی پخش و کوبیده خواهند شد.

omoorepeyman.ir

ج- پخش امولسیون قیری بر روی مصالح درشت‌دانه (لایه ماکادام)

امولسیون قیری به وسیله ماشین قیرپاش به طور یکنواخت بر روی لایه مصالح سنگی کوبیده شده، پخش می‌گردد. درجه حرارت سطح راه در هنگام پخش قیر نباید از ۱۵ درجه سانتیگراد کمتر باشد. در صورتی که بخش‌هایی از سطح راه به وسیله ماشین قیرپاش کاملاً اندود نشود، می‌توان از قیرپاش‌های دستی برای اندود نمودن این بخشها استفاده نمود.

د- پخش و کوبیدن مصالح سنگی با دانه‌بندی متوسط

مصالح سنگی با دانه‌بندی متوسط با پخش‌کننده‌های خودرو، به طور یکنواخت بلافاصله بر روی سطح قیرپاشی شده، مصالح سنگی درشت دانه، پخش و عمل غلتک‌زنی به وسیله غلتک سه چرخ فولادی یا ویبره آغاز می‌گردد. به هنگام غلتک‌زنی و در نقاط مورد لزوم، مصالح بیشتری، پخش و پس از عبور غلتک از روی این نقاط، مقدار اضافی آنها جاروب می‌گردد. عملیات غلتک‌زنی تا پرشدن فضای خالی بین مصالح سنگی درشت‌دانه با مصالح سنگی با دانه‌بندی متوسط و ایجاد سطح صاف و بدون جابجایی دانه‌ها زیر غلتک ادامه می‌یابد. (مصالح سنگی بادانه‌بندی متوسط نباید روی مصالح سنگی درشت دانه را کاملاً بپوشاند). ناهمواریهای سطح راه بعد از عملیات غلتک زنی نباید از ۱/۵ سانتیمتر تجاوز نماید. دانه‌بندی مصالح سنگی متوسط بر حسب مورد در بند ۸-۴-۱-۱ ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

هـ- غلتک زنی تکمیلی

تا ۴۸ ساعت بعد از پایان عملیات اجرای آسفالت ماکادام نفوذی، باید سطح تمام شده با غلتک‌های چرخ لاستیکی مجدداً کوبیده شود.

و- پوشش نهایی آسفالت ماکادام نفوذی

اگر آسفالت ماکادام نفوذی اجرا شده بعنوان یک قشر اساس عمل می‌کند باید نسبت به اجرای رویه‌سازی نهائی آن با توجه به حجم ترافیک در آینده با یکی از انواع رویه‌های آسفالت سطحی، آسفالت سرد و یا بتن آسفالتی گرم بر حسب مورد اقدام نمود. برای اجرای آسفالت سطحی یک یا دو لایه‌ای می‌توان مقدار قیر و مصالح سنگی مصرفی در واحد سطح راه را بر اساس بند ۷-۲-۱-۳ فصل هفتم محاسبه کردد. اندازه مصالح برای رویه سازی با آسفالت سطحی به تناسب بافت سطحی نهایی مورد نظر می‌تواند بر حسب مورد مطابق با یکی از دانه‌بندیهای شماره ۱۰ تا ۱۳ جدول ۸-۵ انتخاب شود.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

طراحی مخلوطهای آسفالتی سرد با امولسیون قیری با روش مارشال اصلاح شده

omoorepeyman.ir

۹ طراحی مخلوطهای آسفالتی سرد با امولسیون قیری با روش مارشال اصلاح شده[1]

هدف از طراحی مخلوط آسفالتی سرد با امولسیون قیری، تعیین مقدار قیر باقیمانده در مخلوط آسفالتی است به طوری که بتواند مصالح سنگی را تثبیت نماید و مناسبترین و با صرفه‌ترین مخلوط مصالح سنگی و امولسیون قیری را تولید کند که ویژگیهای زیر را تأمین نماید:

- مخلوط آسفالتی از ثبات و دوام لازم برخوردار باشد.
- مقاومت یا پایداری[2] مخلوط آسفالتی به اندازه‌ای باشد که بتواند بارگذاری‌های تکراری را بدون تغییر شکل دائمی زیاد یا ترک‌خوردگی ناشی از خستگی تحمل نماید.
- مخلوط آسفالت نباید بیش از اندازه در مقابل رطوبت حساس باشد.

در این روش طراحی مخلوطهای آسفالتی سرد با امولسیون قیری به روش مارشال اصلاح شده ارائه می‌گردد. روش مذکور وتوصیه‌های همراه آن برای مخلوطهایی که در روسازی راههای با حجم آمد و شد کم و با استفاده از امولسیون قیری و مصالح سنگی با دانه‌بندی پیوسته با حداکثر اندازه دانه‌های ۲۵ میلیمتر یا کمتر اجرا می‌شود، کاربرد دارد. این روش برای طراحی مخلوطهای آسفالتی سرد کارخانه‌ای و مخلوط در محل که در دمای محیط تهیه می‌شوند، توصیه شده است.

1- Modified Marshall Method
2- Stability

omoorepeyman.ir

۹-۱- مراحل طراحی

طراحی مخلوطهای آسفالتی سرد با امولسیون قیری شامل اقدامات زیر است:

- آزمایشهای تعیین مرغوبیت مصالح سنگی
- آزمایشهای تعیین کیفیت امولسیون قیری
- تعیین نوع و مقدار تقریبی امولسیون قیری
- تعیین میزان آب لازم در مراحل مخلوط کردن و متراکم نمودن
- تعیین میزان قیر باقیمانده
- انتخاب درصد قیر بهینه، میزان قیر بهینه به عنوان درصدی از امولسیون قیری انتخاب می‌شود به طوری که مخلوط آسفالتی همه معیارهای طراحی را تأمین نماید.

۹-۱-۱- تعیین مرغوبیت مصالح سنگی

ویژگی‌های مصالح سنگی مصرفی در مخلوطهای آسفالتی با امولسیون قیری، نقش تعیین‌کننده‌ای در خواص مخلوطهای آسفالتی مورد نظر دارد. لذا آزمایش بر روی مصالح سنگی و تعیین ویژگی‌های آنها اهمیت زیادی خواهد داشت. در تهیه مخلوطهای آسفالتی با امولسیون قیری گستره وسیعی از مصالح سنگی با دانه‌بندی باز و یا پیوسته با مشخصات فنی مربوط به این مصالح به شرح جداول ۸-۱ تا ۸-۳ می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

۹-۱-۲- تعیین کیفیت امولسیون قیری

در تهیه مخلوطهای آسفالتی سرد با امولسیون قیری می‌توان از قیرهای کندشکن (MS) و دیرشکن (SS) استفاده نمود. در جداول ۲-۲ و ۲-۴ مشخصات فنی این نوع امولسیون‌های قیری ارائه گردیده است. انتخاب نوع و گروه امولسیون قیری بر اساس توانایی آن برای اندود نمودن کافی مصالح سنگی موجود در کارگاه می‌باشد. عوامل دیگری که در انتخاب امولسیون قیری مؤثرند، عبارتند از:

- جنس مصالح سنگی
- دانه‌بندی مصالح سنگی ومشخصات بخش ریزدانه آن
- درصد رطوبت مصالح سنگی
- قابلیت دسترسی به آب در محل اجرا .

اغلب بیش از یک نوع امولسیون قیری را می‌توان برای یک نوع مصالح سنگی به کار برد. انتخاب نوع امولسیون قیری بر اساس مقایسه ویژگی‌های مخلوطهای آسفالتی تهیه شده با مشخصات فنی مخلوط آسفالتی مورد نظر در طراحی خواهد بود. عوامل دیگری وجود دارد که در حین طراحی نمی‌توان آنها را بطور مستقیم مورد ارزیابی قرار داد، اما وجود این عوامل و تأثیر آنها درحین اجرا، در انتخاب نوع امولسیون قیری باید مدنظر قرار گیرد. برخی از این عوامل عبارتند از:

- پیش‌بینی وضعیت آب و هوایی و اقلیمی محل پروژه در زمان اجرا.
- روش اختلاط مصالح سنگی و امولسیون قیری
- نوع تجهیزات و روش اجرا.

omoorepeyman.ir

۹-۱-۳- تعیین میزان تقریبی امولسیون قیری

مقدار امولسیون قیری را می‌توان با آزمایش معادل نفت به روش گریز از مرکز[1] (CKE) که بر روی نمونه‌های آزمایشی مخلوط آسفالتی ساخته شده با مصالح سنگی با دانه‌بندی پیوسته انجام گردیده است، تخمین زد. روش و تجهیزات مورد نیاز آزمایش CKE در ضمیمه الف آورده شده است. در صورت در دسترس نبودن امکانات و تجهیزات این آزمایش، مقدار تقریبی میزان امولسیون قیری برای مخلوطهای آزمایشی را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$P = (0.05\ A + 0.1\ B + 0.5\ C) \times 0.7$$

در این رابطه:

P = درصد وزنی امولسیون قیری بر حسب وزن خشک مصالح سنگی

*A = درصد مانده مصالح سنگی روی الک شماره ۸ (۲/۳۶ میلیمتر)

*B = درصد رد شده مصالح سنگی از الک شماره ۸ (۲/۳۶ میلیمتر) و مانده روی الک شماره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلیمتر)

*C = درصد رد شده مصالح سنگی از الک شماره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلیمتر)

(* اعداد A و B و C به صورت عدد صحیح بیان می‌شوند)

استفاده از رابطه فوق محدود به مصالح سنگی با دانه‌بندی پیوسته است.

1- CentRIfuge kerosene Equivalent

omoorepeyman.ir

۹-۱-۴- تعیین میزان آب لازم در مراحل مخلوط کردن و متراکم نمودن

۹-۱-۴-۱- تعیین میزان آب لازم در مرحله مخلوط کردن

ارزیابی مقدماتی امولسیون قیری انتخاب شده در مخلوط آسفالتی برمبنای نتایج آزمایش قابلیت اندود و پوشش مصالح سنگی با امولسیون قیری انجام می‌گیرد. میزان پوشش مصالح سنگی با امولسیون قیری با مشاهده مخلوط آسفالتی به عنوان درصدی از کل سطح بیان می‌شود. معمولاً قابلیت امولسیون قیری برای اندود نمودن مصالح سنگی متأثر از رطوبت اولیه مصالح سنگی است. این موضوع به ویژه برای مصالح سنگی که درصد عبوری از الک شماره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلیمتر) آنها زیاد است، اهمیت دارد. در این نوع مصالح سنگی چنانچه درصد رطوبت اولیه به مقدار کافی نباشد، امولسیون قیری با ریزدانه‌ها به حالت کلوخه درآمده و مصالح سنگی به خوبی اندود نخواهند شد. بنابراین لازم است آزمایش پوشش مصالح سنگی امولسیون قیری بر روی مصالح سنگی با درصد رطوبت‌های مختلف انجام گیرد. معمولاً از انجام آزمایشهای دیگر بر روی امولسیون قیری که نتیجه آزمایش قابلیت پوشش مصالح سنگی در حد مناسب نباشد صرفنظر می‌گردد و آن امولسیون قیری از دیگر مراحل طراحی حذف می‌شود. در انتخاب درصد رطوبت اولیه مصالح برای اختلاط با امولسیون قیری در آزمایش قابلیت پوشش مصالح سنگی نکات زیر مورد توجه قرار گیرد:

۱- برای امولسیون‌های قیری کندشکن از نوع CMS و HFMS ، اولین نمونه آزمایشی را می‌توان بدون افزودن آب انجام داد، به عبارت دیگر از مصالح خشک شده در هوا استفاده می‌شود. سپس آب را به میزان یک درصد اضافه کرده و این

omoorepeyman.ir

عمل تکرار می‌شود تا بهترین حالت پوشش مصالح سنگی توسط امولسیون قیری حاصل شود. افزودن بیش از اندازه آب ممکن است موجب عریان شدگی مصالح سنگی شود. در این حالت به اندازه‌ای آب لازم است که حداقل ۵۰ درصد پوشش مصالح سنگی بدست آید. مراحل بعدی طرح باید در درصد رطوبتی که بیشترین پوشش را بدون عریان شدن مصالح سنگی بدست می‌دهد، انجام گیرد.

۲- در صورت استفاده از امولسیون‌های قیری دیرشکن از نوع SS و CSS برای بدست آوردن مخلوطهای آزمایشی مناسب به درصد آب بیشتری نیاز می‌باشد. بدین منظور آزمایش قابلیت پوشش با افزودن ۳ درصد آب به مصالح سنگی شروع می‌گردد. مصالح سنگی حاوی رس پس از افزودن آب و قبل از اضافه نمودن امولسیون قیری حداقل ۱۵ ساعت در ظرف دربسته نگهداری می‌شوند. باید توجه داشت حصول پوشش صددرصد سطح مصالح سنگی در مخلوطهای آسفالتی سرد با امولسیون قیری مانند مخلوطهای آسفالتی گرم الزامی نیست. پوشش صددرصد سطح مصالح سنگی ممکن است با استفاده بیش از حد قیر بدست آید.

۳- چنانچه پوشش مصالح سنگی با امولسیون قیری بیش از ۵۰ درصد باشد، مقدار آب افزوده شده به مصالح سنگی مناسب خواهد بود. اگر مصالح سنگی با هر میزان آب دارای پوششی کمتر از ۵۰ درصد باشند، امولسیون قیری انتخابی مردود شناخته می‌شود و چنانچه پوشش مصالح سنگی در حد ۵۰ درصد باشد، مخلوط باید در کل ارزیابی شود.

omoorepeyman.ir

۹-۱-۴-۲- تعیین مقدار آب لازم در مرحله متراکم نمودن

ویژگی‌های مخلوطهای آسفالتی تهیه شده با امولسیون قیری به دانسیته یا به عبارت دیگر میزان تراکم نمونه‌های متراکم شده بستگی دارد. به منظور بالا بردن ویژگی‌های مطلوب این مخلوطها، لازم است مقدار رطوبت مخلوط در حین عمل تراکم در حد بهینه باشد. تعیین مقدار رطوبت لازم برای مرحله تراکم باید برای هر ترکیبی از مخلوط مصالح سنگی و امولسیون قیری (با تغییر نوع و گروه امولسیون و نوع مصالح سنگی) در هر پروژه به طور مجزا انجام پذیرد. در ارزیابی ویژگی‌های نمونه‌های متراکم شده به منظور دستیابی به نتایج قابل اعتماد، با هر درصد رطوبت، نمونه‌های ۳ تایی از مخلوط آزمایشی تهیه می‌گردد. برای بدست آوردن منحنی استحکام- درصد رطوبت، یا دانسیته- درصد رطوبت، به طور معمول تهیه سه سری نمونه با افزایش یک درصد رطوبت به درصد رطوبت مرحله قبلی کافی است. برای هر ترکیب مصالح سنگی و امولسیون قیری محاسبات زیر برای تعیین رطوبت بهینه نمونه‌های مخلوط آسفالتی ضروری است:

- تعیین جرم مصالح سنگی خشک شده در هوا

$$\text{جرم مصالح سنگی خشک شده در هوا} = \frac{a}{۱۰۰-b}\times ۱۰۰$$

- تعیین جرم امولسیون قیری

$$\text{جرم امولسیون قیری} = \frac{a\times c}{d}$$

- تعیین جرم آب اضافه شده قبل از مخلوط کردن مصالح سنگی و امولسیون قیری

$$\text{جرم آب اضافه شده قبل از مخلوط کردن} = a(f-b-\frac{e\times c}{d})/۱۰۰$$

omoorepeyman.ir

- تعیین میزان افت آب در مرحله متراکم نمودن

$$\text{افت آب در مرحله متراکم نمودن} = a(\frac{f-g}{100})$$

در روابط فوق:

a = جرم مصالح سنگی خشک

b = درصد رطوبت مصالح سنگی خشک شده در هوا

c = درصد قیر باقیمانده مورد نظر بر حسب وزن مصالح سنگی خشک

d = درصد قیر باقیمانده در امولسیون قیری

e = درصد آب امولسیون قیری (e=100-d)

f = درصد آب نمونه مخلوط آسفالتی در مرحله مخلوط کردن

g = درصد آب در مرحله متراکم کردن.

ساخت نمونه‌های مخلوط آزمایشی با قرار دادن مخلوطهای آسفالتی در قالبهای مارشال با اعمال ۵۰ ضربه به هر طرف نمونه متراکم می‌گردند. سپس نمونه‌ها به مدت یک روز در داخل قالب ودر دمای اتاق نگهداری می‌شوند تا عمل آیند. پس از این مدت نمونه‌ها از قالب خارج و وزن مخصوص حقیقی آنها مطابق با روش‌های استاندارد ASTM:D ۱۱۸۸ یا ASTM:D ۲۷۲۶ تعیین می‌گردد. آنگاه منحنی تغییرات وزن مخصوص خشک نمونه‌ها بر حسب درصد کل آب ترسیم می‌شود. درصد آب نظیر وزن مخصوص خشک حداکثر نمونه مخلوط آسفالتی، درصد آب بهینه برای متراکم نمودن می‌باشد. به منظور تعیین سایر ویژگی‌های مخلوط آسفالتی، نمونه‌های آزمایشی باید با درصد آب بهینه بدست آمده ساخته شود.

omoorepeyman.ir

۹-۱-۵- تعیین مقدار قیر باقیمانده

به منظور تعیین مقدار قیر باقیمانده برای هر ترکیب از مصالح سنگی، امولسیون قیری سری نمونه‌های آزمایشی با درصدهای مختلف قیر باقیمانده تهیه می‌گردد . این نمونه‌ها با درصد آب بهینه بدست آمده در مرحله مخلوط و متراکم نمودن (بند ۹-۱-۴) ساخته می‌شوند. هر سری نمونه (۶ تایی) با افزایش یک درصد قیر باقیمانده نسبت به درصد قیر باقیمانده نمونه‌های سری قبلی ساخته می‌شوند به طوری که دو نقطه قبل و بعد از مقدار قیر باقیمانده تعیین شده به روش تقریبی در بند ۹-۱-۳ بدست آید.

با افزایش میزان قیر باقیمانده، مقدار آب امولسیون نیز افزایش می‌یابد. این میزان افزایش آب باید در میزان آب کل مورد نیاز مخلوط در مرحله متراکم نمودن در نظر گرفته شود. پس از ساخت نمونه‌ها در قالب مارشال و عمل آمدن به مدت یک روز در دمای اتاق، نمونه‌ها از قالب خارج و به مدت یک روز در گرمخانه با دمای ۳۸ درجه سانتیگراد قرار می‌گیرند. برای تکمیل طراحی مخلوط آسفالتی، آزمایشها و تحلیل‌های زیر بر روی نمونه‌های متراکم شده مخلوط آسفالتی انجام می‌گیرد.

- تعیین وزن مخصوص حقیقی
- تعیین استحکام مارشال و روانی نمونه‌ها در دمای ۱/۱±۲۲/۲ درجه سانتیگراد.
- تعیین استحکام مارشال و روانی نمونه‌های اشباع شده با خلاء و مستغرق در آب
- تعین دانسیته و درصد فضای خالی نمونه‌ها
- تعیین درصد رطوبت نمونه به هنگام آزمایش
- تعیین آب جذب شده

omoorepeyman.ir

تعیین برخی از ویژگی‌های نمونه‌های آزمایشی مخلوط آسفالتی از روابط زیر صورت می‌پذیرد.

$$G = \frac{D}{F - E}$$ (وزن مخصوص حقیقی)

$$G_d = G \times \frac{(۱۰۰ + A)}{(۱۰۰ + A + K)}$$ (وزن مخصوص حقیقی خشک)

دانسیته خشک بر حسب کیلوگرم برمترمکعب $= ۱۰۰۰ \times G_d$

$$K = \frac{\text{جرم آب}}{\text{جرم خشک مخلوط}} \times (100 + A)$$ درصد رطوبت نمونه به هنگام آزمایش

$$VMA = [(\frac{۱۰۰ + A + K}{G} - \frac{۱۰۰}{C}) : (\frac{۱۰۰ + A + K}{G})] \times ۱۰۰$$ (درصد فضای خالی مصالح سنگی)

$$V = [(\frac{۱۰۰ + A + K}{G} - \frac{۱۰۰}{C} - \frac{A}{B}) : (\frac{۱۰۰ + A + K}{G})] \times ۱۰۰$$ درصد کل فضای خالی (آب و هوا)

$$= V - [(\frac{K \times ۱۰۰}{L}) : (\frac{۱۰۰ + A + K}{G})]$$ درصد فضای خالی[1] (هوا)

$$= \frac{\frac{S_1 + S_2 + S_3}{3} - \frac{S_4 + S_5 + S_6}{3}}{\frac{S_1 + S_2 + S_3}{3}} \times ۱۰۰$$ درصد افت استحکام مارشال

$$= \frac{K_1 + K_2 + K_3}{3} - \frac{K_4 + K_5 + K_6}{3}$$ درصد آب جذب شده

در روابط فوق:

D = جرم نمونه در هوا برحسب گرم

1- Air Voids

omoorepeyman.ir

E = جرم نمونه در آب بر حسب گرم

F = جرم نمونه در شرایط اشباع با سطح خشک بر حسب گرم

A = درصد قیر باقیمانده نسبت به جرم خشک مصالح سنگی

B = وزن مخصوص قیر

C = وزن مخصوص ظاهری مصالح سنگی

L = وزن مخصوص آب و

S = استحکام تصحیح شده مارشال

پس از انجام آزمایشها و تعیین ویژگیهای استحکام مارشال، روانی، درصد فضاهای خالی، دانسیته و درصد آب جذب شده نمونه‌های آزمایشی مخلوط آسفالتی، نمودارهای زیر ترسیم می‌گردد.

- تغییرات استحکام نمونه‌های خشک و غرقاب بر حسب درصد قیر باقیمانده
- تغییرات درصد افت استحکام مارشال بر حسب درصد قیر باقیمانده
- تغییرات دانسیته خشک بر حسب درصد قیر باقیمانده
- تغییرات درصد آب جذب شده بر حسب درصد قیر باقیمانده
- تغییرات درصد کل فضای خالی (هوا+ آب) بر حسب درصد قیر باقیمانده
- نمونه‌ای از نمودارهای طرح مخلوطهای آسفالتی، امولسیون قیری در شکل (۹-۱) نشان داده شده است.

omoorepeyman.ir

۹-۱-۶- انتخاب درصد قیر بهینه

معیارهای تعیین درصد قیر بهینه در مخلوط آسفالتی سرد با امولسیون قیری عبارتند از:

۱- مخلوط آسفالتی باید در شرایط آزمایشی غرقاب دارای استحکام کافی باشد تا بتواند در مقابل بارهای ناشی از آمد و شد در فصول مربوط سال مقاومت کند.

۲- درصد افت استحکام مارشال نمونه‌های مخلوط آسفالتی در شرایط آزمایشی خشک و غرقاب نباید بیش از حد باشد.

۳- درصد کل فضای خالی در مخلوط آسفالتی باید در محدوده قابل قبول باشد زیرا درصد فضای خالی زیاد موجب تغییر شکلهای دائمی و درصد جذب آب بیش از حد مخلوط آسفالتی و درصد فضای خالی کم موجب پدیده قیرزدگی می‌گردد.

۴- درصد جذب آب مخلوط آسفالتی نباید بیش از حد باشد تا پدیده لخت‌شدگی یا ضعیف شدن پیوند بین مصالح سنگی و قیر باقیمانده به حداقل برسد.

۵- درصد قیر باقیمانده مخلوط باید پوشش کافی مصالح سنگی را فراهم نماید و مصالح سنگی را در مقابل لخت‌شدگی و سایش مقاوم نماید.

درصد قیر نظیر حداکثر استحکام مارشال در حالت غرقاب به عنوان درصد قیر باقیمانده بهینه انتخاب می‌شود، سپس باتوجه به میزان جذب آب، درصد افت استحکام، درصد کل فضای خالی و میزان پوشش مصالح سنگی اصلاح می‌گردد. معیارهای طرح مخلوطهای آسفالتی با امولسیون قیری در جدول ۹-۱ ارائه شده است.

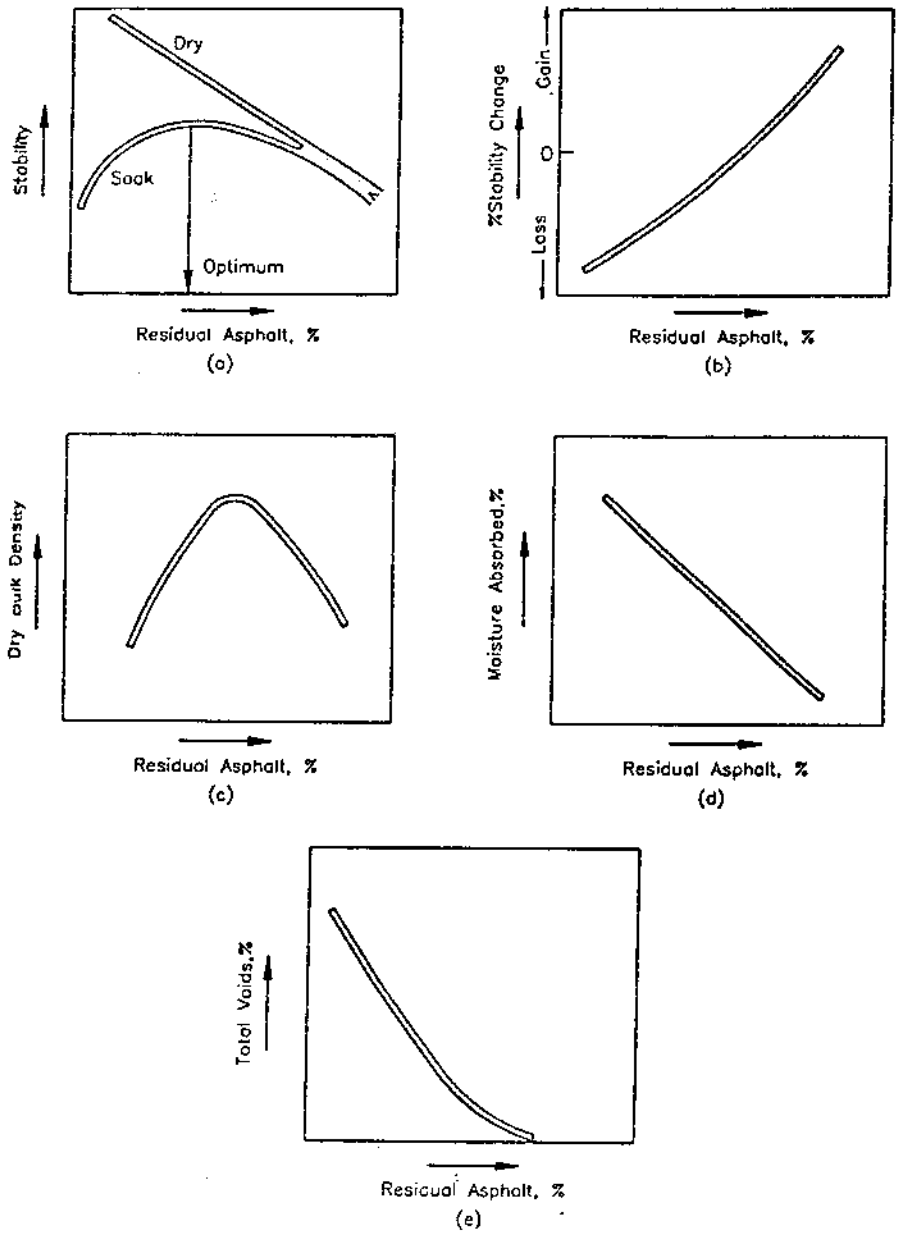
omoorepeyman.ir

جدول ۹-۱- معیارهای طرح مخلوط آسفالتی با امولسیون قیری به روش مارشال[۱]

ویژگی	حداقل	حداکثر
- استحکام مارشال بر حسب نیوتن در دمای ۲۲/۲ درجه سانتیگراد	۲۲۲۴	-
- درصد افت استحکام پس از اشباع با خلاء و مستغرق	-	۵۰
- درصد پوشش مصالح سنگی	۵۰	-

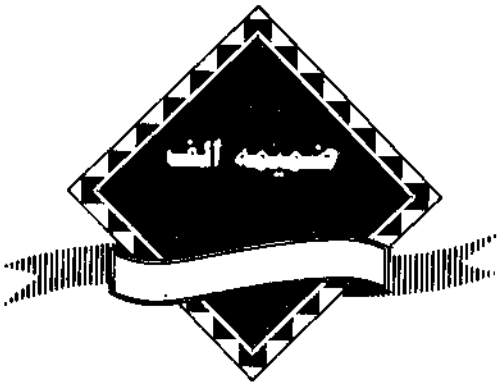
omoorepeyman.ir

شکل ۹-۱- نمونه‌ای از نمودارهای طرح مخلوطهای آسفالتی با امولسیون قیری [۱]



omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir



برآورد مقدار امولسیون قیری با آزمایش

معادل نفت به روش گریز از مرکز

omoorepeyman.ir

۱- مقدمه

برای برآورد مقدار امولسیون قیری نمونه‌های آزمایشی مخلوط آسفالتی ساخته شده با مصالح سنگی با دانه‌بندی پیوسته از آزمایش معادل نفت به روش گریز از مرکز استفاده می‌شود. بدین منظور ابتدا مساحت سطح دانه‌های مصالح سنگی، محاسبه و ضرایب حاصل از آزمایش C.K.E مشخص می‌شود. سپس مقدار تقریبی درصد قیر با استفاده از نمودارهای مربوطه تعیین می‌شود.

۲- تعیین مساحت سطح دانه‌های مصالح سنگی

مساحت سطح سنگدانه‌ها با استفاده از دانه‌بندی مصالح سنگی مصرفی در مخلوط محاسبه می‌گردد. برای محاسبه مساحت سطح، درصد کل عبوری مصالح سنگی از هر الک در ضریب مساحت سطح مربوط به آن ضرب می‌شود. ضرایب مساحت سطح درجدول (۱) ارائه شده است. با جمع نمودن حاصل ضرب درصد کل عبوری از هر الک در ضریب مساحت سطح مربوطه، مساحت سطح معادل نمونه مصالح سنگی بر حسب متر مربع بر کیلوگرم بدست می‌آید.

جدول ۱- ضرایب مساحت سطح [۲]

درصد کل عبوری از الک	حداکثر اندازه	شماره ۴ ۴/۷۵میلیمتر	شماره ۸ ۲/۳۶میلیمتر	شماره ۱۶ ۱/۱۸میلیمتر	شماره ۳۰ ۰/۶میلیمتر	شماره ۵۰ ۰/۳میلیمتر	شماره ۱۰۰ ۰/۱۵میلیمتر	شماره ۲۰۰ ۰/۰۷۵میلیمتر
ضریب مساحت سطح بر حسب مترمربع بر کیلوگرم	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۸۲	۱/۶۴	۳/۸۷	۶/۱۴	۱۲/۲۹	۳۲/۷۷

omoorepeyman.ir

۳- تعیین ثابت سطح مخلوط مصالح سنگی

جهت تعیین ثابت سطح مخلوط مصالح سنگی مصرفی در نمونه‌های آزمایشی باید مصالح سنگی را به دو بخش ریزدانه رد شده از الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر) و درشت‌دانه رد شده از الک $\frac{۳}{۸}$ اینچ (۹/۵ میلیمتر) و مانده روی الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر) تقسیم نمود.

۳-۱- تعیین ثابت سطح مصالح سنگی ریزدانه با آزمایش C.K.E

برای تعیین ثابت سطح مصالح سنگی ریزدانه دقیقاً ۱۰۰ گرم مصالح سنگی خشک رد شده از الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر) را در ظرف مخصوص دستگاه سانتریفوژ قرار داده و پس از اشباع آن با نفت سفید، نمونه مصالح سنگی به مدت دو دقیقه با نیروی برابر با شتاب g ۴۰۰ تحت نیروی گریز از مرکز قرار می‌گیرد. سپس نمونه مصالح سنگی وزن شده ومقدار نفت باقی مانده بر روی مصالح سنگی بر حسب درصد وزن خشک مصالح سنگی تعیین و به عنوان معادل نفت به روش گریز از مرکز (C.K.E) در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از مقدار C.K.E بدست آمده و نمودار (۱) ثابت سطح برای مصالح سنگی ریزدانه ($K_۲$) تعیین می‌شود.

omoorepeyman.ir

۳-۲- تعیین ثابت سطح مصالح سنگی درشت‌دانه با آزمایش ظرفیت سطح (غرقاب در روغن) [1]

در این آزمایش دقیقاً ۱۰۰ گرم مصالح سنگی خشک رد شده از الک $\frac{۳}{۸}$ اینچ (۹/۵ میلیمتر) و مانده روی الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر) که نمایانگر مصالح سنگی درشت دانه می‌باشد را در قیف فلزی مخصوص ریخته و در بشر حاوی روغن SAE No.10 به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق غوطه‌ور می‌کنند. بعد از آن نمونه ابتدا به مدت ۲ دقیقه زهکشی شده و زهکشی به مدت ۱۵ دقیقه دیگر در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد ادامه می‌یابد. بعد ازاین مدت نمونه وزن شده و مقدار روغن باقیمانده بر روی سطح مصالح سنگی بر حسب درصد وزن خشک مصالح سنگی تعیین می‌شود. آنگاه با استفاده از درصد روغن باقیمانده بر روی سطح مصالح سنگی و نمودار (۲) مقدار ثابت سطح مصالح سنگی درشت‌دانه (K_c) تعیین می‌شود.

۴- تخمین درصد امولسیون قیری بهینه

به منظور تخمین درصد امولسیون قیری بهینه ابتدا با استفاده از مقادیر ثابت سطح مصالح سنگی ریزدانه و درشت‌دانه(K_c ,K_f) و نمودار (۳) ثابت سطح مخلوط مصالح سنگی درشت و ریز (K_m) تعیین می‌گردد. سپس از نمودار (۴) و با داشتن مساحت سطح، متوسط وزن مخصوص و ثابت سطح مخلوط مصالح سنگی (K_m) میزان نسبت روغن C.K.E برای قیرهای محلول RC-250 ، MC-250 و SC-250

1- Oil Soak

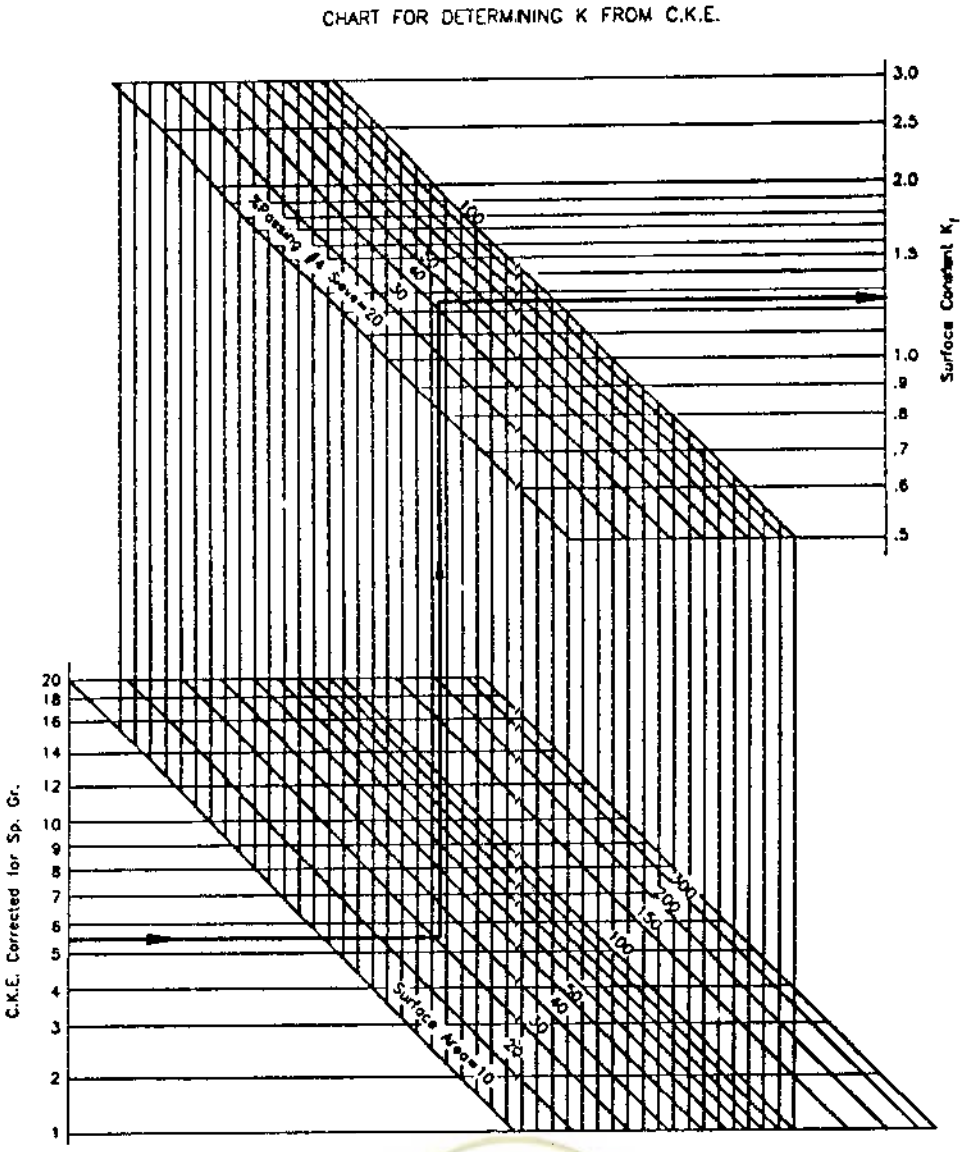
omoorepeyman.ir

تعیین می‌شود. در انتها درصد امولسیون قیری برای نمونه‌های آزمایشی مخلوط آسفالتی با مصالح سنگی با دانه‌بندی پیوسته از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\text{درصد امولسیون قیری تصحیح شده} = \frac{۶۰\times(\text{نسبت روغن } C.K.E\times ۱/۴)}{\text{درصد وزنی قیر در امولسیون قیری}}$$

omoorepeyman.ir

شکل ۱ – نمودار تعیین ثابت سطح مصالح سنگی ریزدانه (K_f) از C.K.E [۲]



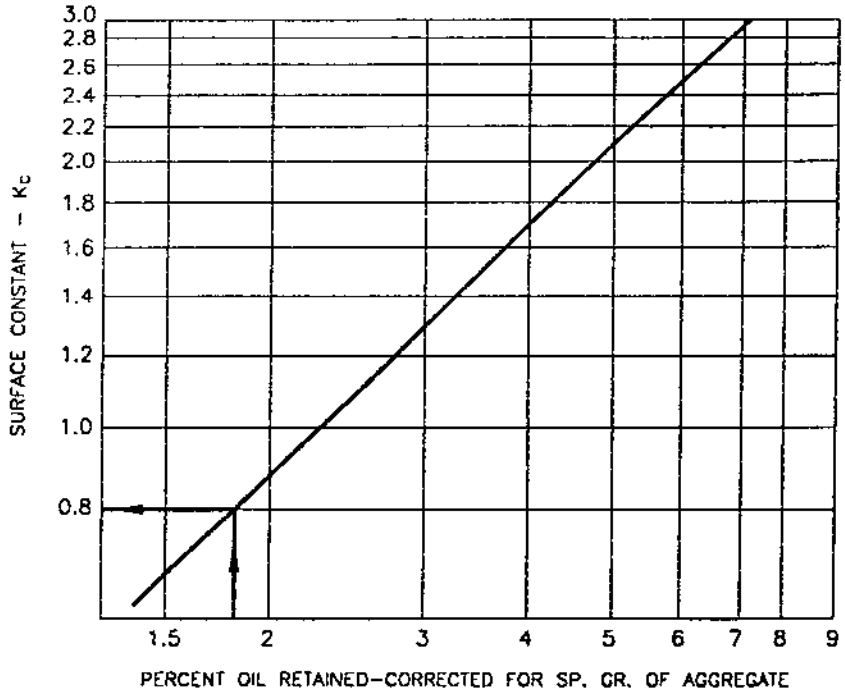
$$\text{C.K.E. Corrected} = \text{C.K.E.}_s \frac{\text{sp.gr.fine}}{2.65}$$

NOTE: Do not confuse this correction to C.K.E. with that used in Fig. X1–3

$$\text{Surface area } \frac{m^2}{kg} = 10.204816 \frac{ft^2}{lb}$$

omoorepeyman.ir

شکل ۲ – نمودار تعیین ثابت سطح مصالح سنگی درشت‌دانه (K_c) از جذب روغن مصالح سنگی درشت دانه [۲]



Material Used: Aggregate - Passing 9.5 mm (3/8"), Ret 4.75 mm (#4) Sieve

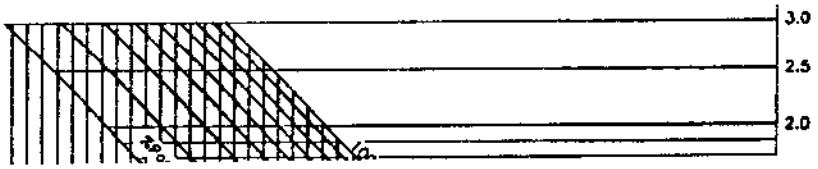
Oil - SAE 10

$$\% \text{ Oil Ret. Corrected} = \% \text{ Oil Ret.} \times \frac{\text{sp. gr. of Coarse Aggregate}}{2.65}$$

omoorepeyman.ir

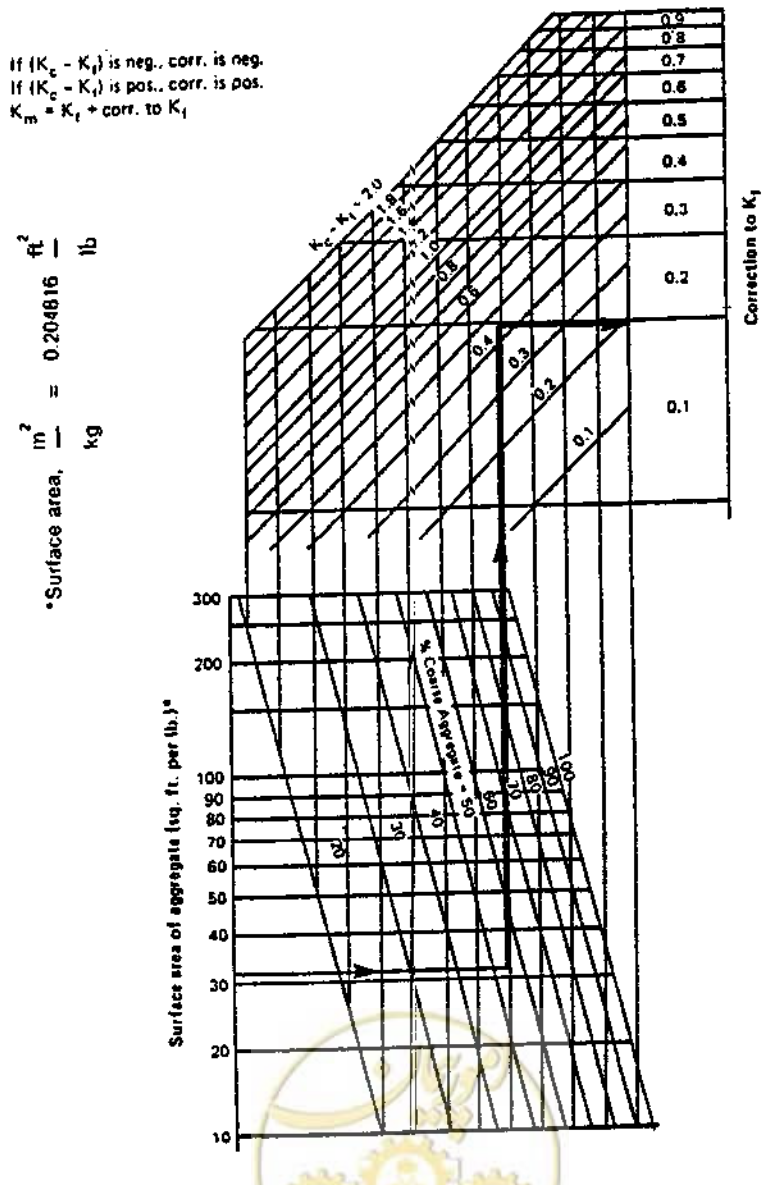
شکل ۱ – نمودار تعیین ثابت سطح مصالح سنگی ریزدانه (K_f) از C.K.E [۲]

CHART FOR DETERMINING K FROM C.K.E.



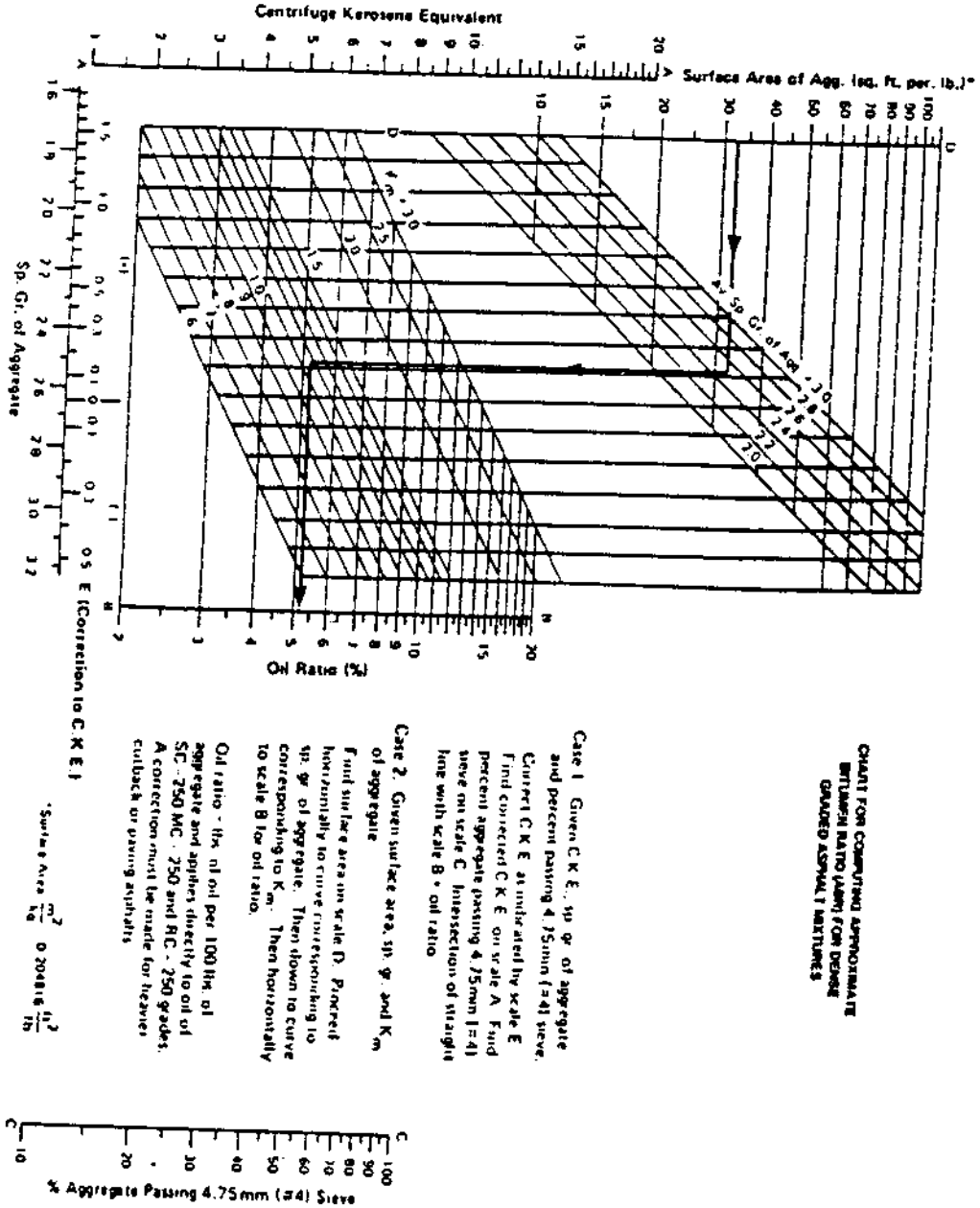
شکل ۳ – نمودار تعیین ثابت سطح مخلوط مصالح سنگی (K_m) [۲]

CHART FOR COMBINING K_f AND K_c TO DETERMINE K_m



omoorepeyman.ir

شکل ۴ – نمودار محاسبه نسبت روغن برای مخلوطهای آسفالتی با دانه‌بندی پیوسته



omoorepeyman.ir

فهرست مراجع

1- A BASIC Asphalt Emulsion Munual, Asphalt Institute, Manual Series No. 19, Second Edition.

2- Asphalt Cold Mix Manual Series No. 14, Asphalt Institute, Third Edition.

3- The Asphalt Handbook, Manual Series No. 4, Aaphalt Institute, 1989 Edition.

4- Technical Bulletion 2, Bitumen Emulsions, ScanRoad.

5- State of The Practice Design, Construction and Performance of Micro-Surfacing, Pavement Division, Office of Engineering Federal Highway Administration, Technical Report Documentation, 1993.

6- Mix Design Methods for Asphalt Concrete and other Hot Mix Type, MS-2 , Asphalt Institute, Sixth Edition.

7- American Society for Testing and Materials (ASTM) , Vol. 04.03, 1994.

8- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Part I & II 2000.

۹- مشخصات فنی عمومی راه، نشریه ۱۰۱ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، چاپ دوم ۱۳۷۳.

۱۰- روسازی راه و فرودگاه، دکتر امیر محمد طباطبایی، انتشارات دانشگاه تهران، آذر ۱۳۶۸.

۱۱- راهسازی، روسازی راه و روش اجرای آن، مهندس منوچهر احتشامی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، چاپ اول ۱۳۷۶.

۱۲- آسفالت، محمد سرایی‌پور، انتشارات کتابفروشی دهخدا، اسفند ماه ۱۳۵۳.

۱۳- آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران، نشریه شماره ۲۳۴ دفتر امور فنی و تدوین معیارها، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، چاپ اول، ۱۳۸۱.

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran

Asphalt Emulsion Code For Road Construction

No : 207

Management and planning organization
Office of the Deputy for Technical Affairs
Bureau of Technical Affairs and Standards

Ministry of fond and Transportation
Research and Education center

1381/2002

omoorepeyman.ir

فهرست مراجع

1- A BASIC Asphalt Emulsion Munual. Asphalt Institute, Manual Series No. 19, Second Edition.

2- Asphalt Cold Mix Manual Series No. 14 Asphalt Institute Third

omoorepeyman.ir