

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی راه

نشریه شماره ۱۰۱

معاونت نظارت راهبردی

امور نظام فنی

Nezamfanni.ir

پیش نویس غیر فابل اسناد

فهرست مطالب

۴۷۷	 آسفالت داغ
۴۷۸	 ۱-۲۰ کلیات
۴۷۸	 ۲-۲۰ انواع مخلوط‌های آسفالتی داغ
۴۷۸	 ۱-۲-۲۰ بتن آسفالتی
۴۷۸	 ۱-۱-۲-۲۰ تعریف و حوزه کاربرد
۴۷۹	 ۲-۱-۲-۲۰ مشخصات مصالح سنگی
۴۸۲	 ۳-۱-۲-۲۰ مشخصات فنی بتن آسفالتی
۴۸۴	 ۴-۱-۲-۲۰ روش طرح اختلاط بتن آسفالتی
۴۸۴	 ۵-۱-۲-۲۰ دوام مخلوط‌های آسفالتی در برابر آب
۴۸۵	 ۶-۱-۲-۲۰ نسبت وزنی فیلر به قیر موثر
۴۸۵	 ۷-۱-۲-۲۰ مقاومت در مقابل شیارشدگی
۴۸۵	 ۸-۱-۲-۲۰ رواداری‌ها
۴۸۶	 ۹-۱-۲-۲۰ ماسه آسفالت
۴۸۷	 ۲-۲-۲۰ آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای
۴۸۷	 ۱-۲-۲-۲۰ تعریف و حوزه کاربرد
۴۸۸	 ۲-۲-۲-۲۰ مشخصات مصالح سنگی
۴۹۰	 ۳-۲-۲-۲۰ مشخصات فنی آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای
۴۹۱	 ۴-۲-۲-۲۰ روش طرح اختلاط آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای
۴۹۱	 ۳-۲-۲۰ آسفالت متخلخل
۴۹۱	 ۱-۳-۲-۲۰ تعریف و حوزه کاربرد

۴۹۲	 ۲-۳-۲-۲۰ مشخصات مصالح سنگی
۴۹۴	 ۳-۳-۲-۲۰ مشخصات فنی آسفالت متخلخل
۴۹۴	 ۴-۳-۲-۲۰ روش طرح اختلاط آسفالت متخلخل
۴۹۴	 ۳-۲۰-۳ اجرای انواع مخلوط‌های آسفالتی
۴۹۴	 ۱-۳-۲۰-۳ انطباق و تأیید قیر و افزودنی‌ها به کارگاه
۴۹۵	 ۲-۳-۲۰-۳ انطباق و تأیید معادن تولید مصالح سنگدانه‌ای
۴۹۶	 ۳-۳-۲۰-۳ تولید، نگهداری و مصرف مصالح سنگدانه‌ای
۴۹۶	 ۱-۳-۳-۲۰ تهیه و تفکیک مصالح سنگدانه‌ای
۵۰۰	 ۲-۳-۳-۲۰ انبار کردن مصالح
۵۰۰	 ۳-۳-۳-۲۰ فرمول کارگاهی
۵۰۰	 الف) انتخاب دانه‌بندی فرمول کارگاهی
۵۰۱	 ب) نمونه‌برداری کارگاهی
۵۰۴	 پ) تهیه طرح اختلاط و کنترل نتایج آن
۵۰۶	 ۴-۳-۲۰-۴ تولید مخلوط آسفالتی
۵۰۶	 ۱-۴-۳-۲۰ کارخانه آسفالت
۵۰۷	 ۱-۱-۴-۳-۲۰ مشخصات عمومی کارخانه آسفالت
۵۱۳	 ۲-۱-۴-۳-۲۰ مشخصات اختصاصی کارخانه آسفالت مرحله‌ای
۵۱۴	 ۳-۱-۴-۳-۲۰ مشخصات اختصاصی کارخانه آسفالت مداوم
۵۱۵	 ۲-۴-۳-۲۰ بازرسی کارخانه آسفالت
۵۱۷	 ۳-۴-۳-۲۰ الزامات تولید مخلوط آسفالتی
۵۱۷	 ۱-۳-۴-۳-۲۰ مسئول کارخانه آسفالت
۵۱۸	 ۲-۳-۴-۳-۲۰ آماده‌کردن کارخانه آسفالت

۵۱۹	 ۲۰-۳-۴-۳ آسفالت آزمایشی
۵۲۰	 ۲۰-۳-۴-۴ رطوبت مصالح سنگی
۵۲۱	 ۲۰-۳-۴-۵ زمان و درجه حرارت اختلاط
۵۲۱	 ۲۰-۳-۴-۶ درجه حرارت آسفالت داغ و درجه نفوذ و سفتی قیر
۵۲۲	 ۲۰-۳-۵ حمل و توزین مخلوط آسفالتی
۵۲۴	 ۲۰-۳-۶ پخش مخلوط آسفالتی
۵۲۴	 ۲۰-۳-۶-۱ آماده کردن سطح راه
۵۲۵	 ۲۰-۳-۶-۲ محدودیت‌های پخش
۵۲۵	 ۲۰-۳-۶-۳ پخش با فینیشر
۵۲۸	 ۲۰-۳-۶-۴ پخش با گریدر
۵۲۹	 ۲۰-۳-۶-۵ درجه حرارت پخش
۵۳۱	 ۲۰-۳-۶-۶ کنترل عملیات پخش
۵۳۱	 ۲۰-۳-۷ کوپیدن مخلوط آسفالتی
۵۳۱	 ۲۰-۳-۷-۱ غلتک‌های آسفالتی
۵۳۲	 ۲۰-۳-۷-۱-۱ غلتک‌های فولادی
۵۳۳	 ۲۰-۳-۷-۱-۲ غلتک‌های لاستیکی
۵۳۴	 ۲۰-۳-۷-۱-۳ غلتک‌های مختلط
۵۳۴	 ۲۰-۳-۷-۲ مراحل تراکم مخلوط آسفالتی
۵۳۶	 ۲۰-۳-۷-۳ اجرای اتصالات طولی و عرضی
۵۳۷	 ۲۰-۳-۷-۴ الگوی غلتک‌زنی
۵۴۰	 ۲۰-۳-۷-۵ کنترل عملیات تراکم
۵۴۰	 ۲۰-۴ کنترل کیفیت

۵۴۰	 ۱-۴-۲۰ کنترل تراکم قشرهای آسفالتی
۵۴۱	 ۲-۴-۲۰ کنترل سطح آسفالت
۵۴۱	 ۱-۲-۴-۲۰ نیمرخ عرضی قشر آسفالتی
۵۴۱	 ۲-۲-۴-۲۰ یکنواختی سطح آسفالت
۵۴۱	 ۳-۲-۴-۲۰ اصلاح ناهمواری ها
۵۴۲	 ۳-۴-۲۰ کنترل تردد وسایل نقلیه
۵۴۳	 ۴-۴-۲۰ آزمایش های کنترل کیفیت
۵۴۴	 ۱-۴-۴-۲۰ قیر و مصالح سنگی
۵۴۵	 ۲-۴-۴-۲۰ مخلوط آسفالتی
۵۴۶	 ۵-۴-۲۰ کنترل آسفالت کوبیده شده سطح راه و ضخامت لایه
۵۴۷	 ۵-۲۰ معیار پذیرش و پرداخت
۵۴۷	 ۱-۵-۲۰ پذیرش
۵۴۷	 ۱-۱-۵-۲۰ تعاریف
۵۴۷	 ۲-۱-۵-۲۰ نحوه انجام آزمایش
۵۴۸	 ۳-۱-۵-۲۰ محدوده مشخصات
۵۴۸	 ۲-۵-۲۰ حل اختلاف
۵۵۰	 ۳-۵-۲۰ پرداخت

فهرست شکل‌ها

- شکل ۲۰-۱ استفاده صحیح از ابزار نمونه‌گیری ۵۰۳
- شکل ۲۰-۲ چرخه انجام آسفالت آزمایشی ۵۲۰
- شکل ۲۰-۳ نمونه پیشنهادی از الگوی غلتک‌زنی با استفاده از غلتک فولادی استاتیکی ۵۳۹

پایان نویسنده
غیر قابل استناد

فهرست جدول‌ها

جدول ۲۰-۱	انواع دانه‌بندی پیوسته مخلوط‌های آسفالتی	۴۸۰
جدول ۲۰-۲	مشخصات سنگدانه‌های بتن آسفالتی	۴۸۱
جدول ۲۰-۳	مشخصات شکستگی مصالح سنگی درشت‌دانه	۴۸۱
جدول ۲۰-۴	مشخصات گوشه‌داری مصالح سنگی ریزدانه (رد شده از الک ۲/۳۶ میلیمتر)	۴۸۲
جدول ۲۰-۵	مشخصات فنی مخلوط‌های آسفالتی داغ به روش مارشال (AASHTO T245)	۴۸۳
جدول ۲۰-۶	مشخصات فنی مخلوط‌های آسفالتی داغ به روش مارشال اصلاح شده D5581	۴۸۳
جدول ۲۰-۷	حداقل درصد فضای خالی بین سنگدانه‌ها	۴۸۴
جدول ۲۰-۸	حدود رواداری دانه‌بندی فرمول کارگاهی و قیر	۴۸۶
جدول ۲۰-۹	مشخصات فنی ماسه آسفالت	۴۸۷
جدول ۲۰-۱۰	دانه‌بندی آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای	۴۸۸
جدول ۲۰-۱۱	مشخصات سنگدانه‌های آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای	۴۸۹
جدول ۲۰-۱۲	مشخصات فنی مخلوط‌های آسفالتی SMA ^(۱)	۴۹۰
جدول ۲۰-۱۳	دانه‌بندی اساس قیری با دانه‌بندی باز*	۴۹۲
جدول ۲۰-۱۴	دانه‌بندی مخلوط آسفالتی متخلخل (لایه آسفالت اصطکاکی با دانه‌بندی باز)*	۴۹۲
جدول ۲۰-۱۵	مشخصات سنگدانه‌های مصرفی در اساس قیری با دانه‌بندی باز	۴۹۳
جدول ۲۰-۱۶	مشخصات سنگدانه‌های مصرفی در مخلوط‌های آسفالت متخلخل (لایه آسفالت اصطکاکی با دانه‌بندی باز)	۴۹۳
جدول ۲۰-۱۷	مشخصات فیزیکی و مقاومتی مخلوط آسفالت متخلخل	۴۹۴
جدول ۲۰-۱۸	تهیه مصالح سنگی برای تولید انواع دانه‌بندی پیوسته مخلوط‌های آسفالتی داغ	۴۹۸
جدول ۲۰-۱۹	دانه‌بندی مصالح سنگی درشت‌دانه	۴۹۹
جدول ۲۰-۲۰	دانه‌بندی مصالح سنگی ریزدانه	۴۹۹

جدول ۲۰-۲۱ دانه‌بندی فیلر	۴۹۹
جدول ۲۰-۲۲ حداقل وزن نمونه پیشنهادی بر اساس حداکثر اندازه اسمی سنگدانه ...	۵۰۳
جدول ۲۰-۲۳ حدود رواداری فضای خالی آسفالت، فضای خالی سنگدانه و TSR (به منظور کنترل کیفیت)	
.....	۵۰۵
جدول ۲۰-۲۴ مراحل آماده‌کردن کارخانه آسفالت	۵۱۸
جدول ۲۰-۲۵ حداقل دمای مخلوط بتن آسفالتی داغ در هنگام پخش	۵۳۰
جدول ۲۰-۲۶ راهنمای تعیین تعداد غلتک	۵۳۲
جدول ۲۰-۲۷ کنترل کیفیت قیر و مصالح سنگی در کارخانه آسفالت (نمونه‌گیری و آزمایش) ۵۴۵	
جدول ۲۰-۲۸ کنترل کیفیت آسفالت تولیدی	۵۴۶
جدول ۲۰-۲۹ محدوده مشخصات فنی برای پذیرش و تعیین ضریب پرداخت عملیات آسفالتی داغ ۵۴۸	

غیر فابل استناد

۲۰

آسفالت داغ

۱-۲۰ کلیات

آسفالت داغ، مخلوطی است از سنگدانه‌های شکسته و دانه‌بندی شده و فیلر که در کارخانه آسفالت حرارت داده شده و با قیر داغ در درجه حرارت‌های معین، مخلوط و به همان صورت داغ برای مصرف در راه، حمل، پخش و کوبیده می‌شود. دوام مطلوب، تولید یکنواخت و آماده شدن سریع برای عبور ترافیک، از جمله مزایای آسفالت داغ است که در روسازی راه‌ها، خیابان‌ها، فرودگاه‌ها، باراندازها، پایانه‌ها و پارکینگ‌ها مورد مصرف قرار می‌گیرد.

۲-۲۰ انواع مخلوط‌های آسفالتی داغ

مخلوط‌های آسفالتی داغ از نظر نوع دانه‌بندی به سه دسته مخلوط‌های آسفالتی داغ با دانه‌بندی پیوسته، دانه‌بندی باز (متخلخل) و دانه‌بندی گسسته (ماستیک سنگدانه‌ای) تقسیم‌بندی می‌شود.

۱-۲-۲۰ بتن آسفالتی

۱-۱-۲-۲۰ تعریف و حوزه کاربرد

در این نشریه منظور از بتن آسفالتی، مخلوط آسفالتی با دانه‌بندی متراکم و پیوسته است که متداولترین نوع مخلوط آسفالتی داغ محسوب می‌شود. این نوع مخلوط آسفالتی متناسب با دانه‌بندی و مشخصات مصالح سنگی می‌تواند بعنوان قشر رویه، قشر آستر و یا اساس قیری استفاده شود.

- قشر رویه^۱ (توپکا)

آسفالت رویه آخرین قشر آسفالتی است که در تماس مستقیم با بارهای وارده از ترافیک و عوامل جوی محیط قرار می‌گیرد، و لذا باید طوری طرح و اجرا شود که در مقابل اثرات سوء آب، یخبندان، و تغییرات دما از پایداری و مقاومت لازم برخوردار باشد.

قشر رویه معمولاً نسبت به قشرهای آستر (بیندر)^۲ و اساس قیری^۳ دارای دانه‌بندی ریزتر، فضای خالی سنگدانه‌های آن زیادتر و در نتیجه قیر بیشتر می‌باشد. حداکثر اندازه سنگدانه‌ها در این قشر بین ۹/۵ تا ۱۹ میلیمتر می‌باشد که با توجه به بافت سطحی مورد نیاز، نوع ترافیک و شرایط آب و هوایی انتخاب می‌شود. چنانچه درصد رد شده از الک شماره ۸ دانه‌بندی به حداکثر و یا حداقل مجاز میل کند، به ترتیب بافت سطحی ریز یا درشت می‌شود.

^۱ Wearing Course (Topeka)

^۲ Binder Course Mixture

^۳ Asphalt Treated Base

- قشر آستر (بیندر)

این قشر بین رویه و قشرهای آسفالتی زیر آن یا بین رویه و قشر اساس سنگ شکسته قرار می‌گیرد. دانه‌بندی آن درشت‌تر از آسفالت رویه و مقدار قیر آن کمتر است. حداکثر اندازه سنگدانه‌ها برای آستر معمولاً بین ۱۹ تا ۳۷/۵ میلیمتر متغیر است. گاهی اوقات در شرایط ترافیک خیلی سنگین، از جمله در بنادر و اسکله‌ها مشروط بر آنکه بافت سطحی آن مشکلی ایجاد نکند از دانه‌بندی‌های قشر آستر با سنگدانه‌های حداکثر ۲۵ میلیمتر که در مقابل تغییر شکل ناشی از بارهای خیلی سنگین و هوای گرم حساسیت کمتری دارد، برای قشر رویه استفاده می‌شود.

- اساس قیری

این قشر می‌تواند به عنوان اولین قشر روسازی آسفالتی مستقیماً روی قشر زیراساس یا اساس شکسته قرار گیرد. اساس قیری دارای دانه‌بندی درشت‌تر و مقدار قیر آن کمتر از آسفالت آستر و رویه می‌باشد. حداکثر اندازه سنگدانه‌ها برای این قشر معمولاً تا ۵۰ میلیمتر و در مواردی نیز تا ۷۵ میلیمتر قابل اجرا است.

از اساس قیری با دانه‌بندی باز به عنوان یک لایه زهکش به منظور تسریع در تخلیه آب‌های نفوذی به سیستم روسازی و همچنین جلوگیری از بازگشت ترک‌های آسفالت موجود در بهسازی‌ها در نقش لایه جاذب تنش^۱ با حداکثر اندازه سنگدانه‌های ۳۷/۵ تا ۵۰ میلیمتر، متشکل از مصالح صد در صد شکسته، استفاده می‌کنند.

۲۰-۲-۱-۲ مشخصات مصالح سنگی

دانه‌بندی بتن آسفالتی بر حسب مورد باید با یکی از دانه‌بندی‌های جدول ۲۰-۱ مطابقت داشته باشد. ضمناً لازم است که در هر پروژه نوع دانه‌بندی در مشخصات فنی خصوصی قید شود. همچنین مشخصات سنگدانه‌های درشت و ریز (شامل فیلر) باید با جدول‌های ۲۰-۲ تا ۲۰-۴ مطابقت داشته باشد.

جدول ۲۰-۱ انواع دانه بندی پیوسته مخلوط های آسفالتی

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

* Sand Asphalt

جدول ۲۰-۲ مشخصات سنگدانه‌های بتن آسفالتی

روش آزمایش		رویه	آستر	اساس قیری	شرح
ASTM	AASHTO				
۱- مصالح درشت‌دانه					
C131	T96	۲۵	۳۰	۳۵	حداکثر سایش به روش لوس آنجلس (درصد)
C88	T104	۱۲	۱۲	۱۲	حداکثر افت وزنی با سولفات سدیم (درصد)
C88	T104	۱۸	۱۸	۱۸	حداکثر افت وزنی با سولفات منیزیم (درصد)
D4791	-				حداکثر درصد سنگدانه‌های پهن و دراز (۱)
		(۲)۱۰	(۲)۱۰	۱۵	۵ به ۱
		(۳)*	-	-	شاخص صیقلی‌شدن سنگدانه (PSV) (۳)
۲- مصالح ریزدانه					
D4318	T90	۴	۴	۴	حداکثر نشانیه خمیری PI (درصد)
					حداکثر حد روانی (درصد)
C88	T104	۱۵	۱۵	۱۵	حداکثر افت وزنی با سولفات سدیم (درصد)
C88	T104	۲۰	۲۰	۲۰	حداکثر افت وزنی با سولفات منیزیم (درصد)
D2419	T176	۵۰	۵۰	۴۵	حداقل ارزش ماسه ای (هر یک از دو ماسه طبیعی و ماسه شکسته)
					قبل از ورود به کارخانه آسفالت (درصد)
-	-	۰	۲۰	۲۵	حداکثر مجاز درصد وزنی ماسه طبیعی نسبت به مصالح رد شده از
					الک شماره ۴ دانه‌بندی مربوطه (درصد)

۱- آزمایش روی سنگ‌دانه‌های درشت مخلوط سنگ‌دانه‌ها منطبق با دانه‌بندی طرح انجام می‌شود. دانه‌های پهن و دراز ۵ به ۱، سنگدانه‌هایی با حداکثر طول به حداقل ضخامت ۵ گفته می‌شود.

۲- چنانچه مخلوط آسفالتی دارای سنگ‌دانه‌های با حداکثر اندازه اسمی ۴/۷۵ میلی‌متر باشد، معیار درصد مجاز مصالح سنگی پهن و دراز برای آن مخلوط در نظر گرفته نمی‌شود.

۳- سنگدانه‌های مصرفی باید در برابر صیقلی شدن نیز از مقاومت مطلوبی برخوردار باشد. حدود مشخصات لازم باید توسط مهندس مشاور در مشخصات خصوصی درج شود.

جدول ۲۰-۳ مشخصات شکستگی مصالح سنگی درشت‌دانه

عمق از سطح روسازی		تعداد محور منفرد هم‌ارز (ESAL) ۸/۲ تنی در طول عمر ۲۰ سال در خط طرح (میلیون)
بیشتر از ۱۰۰ میلی‌متر	برابر یا کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر	
حداقل درصد شکستگی*		
-/-	**۵۵/-	۰/۳>
۵۰/-	۷۵/-	۳ تا ۰/۳
۶۰/-	**۸۵/۸۰	۱۰ تا ۳
۸۰/۷۵	۹۵/۹۰	۳۰ تا ۱۰
۱۰۰/۱۰۰	۱۰۰/۱۰۰	≥۳۰

* تعیین درصد شکستگی مطابق ASTM D5821 انجام می‌شود.

** ۸۵/۸۰ بدین معنی است که شکستگی در یک جبهه باید ۸۵ درصد و در دو جبهه ۸۰ درصد باشد یا ۵۵/- یعنی شکستگی یک جبهه حداقل ۵۵ درصد و شکستگی دو جبهه مشخصات ندارد.

جدول ۲۰-۴ مشخصات گوشه‌داری مصالح سنگی ریزدانه (رد شده از الک ۲/۳۶ میلیمتر)

عمق از سطح روسازی		تعداد محور منفرد هم‌ارز (ESAL) ۸/۲ تنی در طول عمر ۲۰ سال در خط طرح (میلیون)
بیشتر از ۱۰۰ میلی متر	برابر یا کمتر از ۱۰۰ میلی متر	
حداقل درصد فضای خالی مصالح ریزدانه در حالت غیر متراکم ^(۱)		
—	— ^(۳)	۰/۳ >
۴۰	۴۰ ^(۳)	۳ تا ۰/۳
۴۰	۴۵	۱۰ تا ۳
۴۰	۴۵	۳۰ تا ۱۰
۴۵	۴۵	≥ ۳۰

۱- این آزمایش روی مصالح رد شده از الک شماره ۸ و مطابق ASTM C1252 انجام می‌شود که نتیجه آن معرف درصد فضای خالی غیرمتراکم مصالح است و با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد فضای خالی (FAA)} = \frac{V - W / G_{sb}}{V} \times 100\%$$

V = حجم استوانه آزمایش، W = وزن مصالح داخل استوانه و G_{sb} = وزن مخصوص حقیقی مصالح

- در صد فضای خالی زیادتر، معرف گوشه‌داری و جبهه‌های شکسته بیشتر مصالح است.

۲- برای مخلوط آسفالتی با حداکثر اندازه اسمی سنگ‌دانه برابر ۴/۷۵ میلی‌متر که برای ترافیک کمتر از ۰/۳ میلیون طراحی می‌شود، حداقل درصد فضای خالی مصالح ریزدانه غیر متراکم برابر ۴۰ درصد است.

۳- برای مخلوط آسفالتی با حداکثر اندازه اسمی سنگ‌دانه برابر ۴/۷۵ میلی‌متر که برای ترافیک مساوی یا بیشتر از ۰/۳ میلیون طراحی می‌شود، حداقل درصد فضای خالی مصالح ریزدانه غیر متراکم برابر ۴۵ درصد است.

۲۰-۲-۱-۳ مشخصات فنی بتن آسفالتی

مشخصات فنی بتن آسفالتی باید مطابق با شرایط زیر باشد:

الف: مشخصات فنی مخلوط‌های آسفالتی داغ (با دانه‌بندی جدول ۲۰-۱) که با روش AASHTO T245 طراحی شده باشد باید با جدول ۲۰-۵ منطبق باشد.

ب: در صورتی که مخلوط آسفالتی با روش مارشال اصلاح شده ASTM D5581 و قالب‌های ۱۵ سانتیمتری (به شرح آخرین چاپ نشریه MS-2 انستیتو آسفالت) با دانه‌بندی جدول ۲۰-۱ طراحی شده باشد، باید با جدول ۲۰-۶ مطابقت نماید.

پ: در صورتی که مخلوط آسفالتی با روش تحقیقات شارپ طراحی شده باشد، مشخصات فیزیکی و مقاومتی مربوط به آن باید در مشخصات فنی خصوصی پروژه قید شود.

ت: با استفاده از دانه‌بندی جدول ۲۰-۱ و هر یک از روش‌های AASHTO T245 یا ASTM D5581، حداقل درصد فضای خالی مصالح سنگی مخلوط آسفالتی مطابق با جدول ۲۰-۷ باشد.

جدول ۲۰-۵ مشخصات فنی مخلوط‌های آسفالتی داغ به روش مارشال (AASHTO T245)

ترافیک کم ^(۱) ESAL ≤ ۱۰ ^۴		ترافیک متوسط ^(۱) ۱۰ ^۴ < ESAL < ۱۰ ^۶		ترافیک سنگین ^(۱) ESAL ≥ ۱۰ ^۶		شرح
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	
۳۵	۳۵	۵۰	۵۰	۷۵	۷۵	۱- تعداد ضربه‌ها در هر طرف نمونه
-	۳۵۰	-	۵۵۰	-	۸۰۰	۲- مقاومت مخلوط بر حسب کیلوگرم ^(۲)
۴/۵	۲	۴	۲	۳/۵	۲	۳- روانی بر حسب میلی‌متر ^(۳)
۵	۳	۵	۳	۵	۳	۴- درصد فضای خالی آسفالت ^(۴)
۸۰	۷۰	۷۸	۶۵	۷۵	۶۵	۵- درصد فضای خالی پر شده با قیر
به جدول ۲۰-۷ مراجعه شود						۶- حداقل درصد فضای خالی بین سنگدانه‌ها (VMA)
حداقل ۸۰ درصد						۷- حساسیت رطوبتی (AASHTO T283)

- ۱- مجموع تعداد محور منفرد هم‌ارز (ESAL) ۸/۲ تنی در طول عمر ۲۰ سال در خط طرح (میلیون)
- ۲- چنانچه اساس آسفالتی داغ این معیارها را در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، برآورده نکند، می‌توان این معیارها را برای دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفت؛ به شرط آنکه اساس آسفالتی داغ در عمق ۱۰۰ میلی‌متر یا بیشتر از سطح روسازی قرار گیرد.
- ۳- برای مخلوط‌های آسفالتی حاوی قیرهای پلیمری و پودر لاستیکی، حد بالای روانی لحاظ نمی‌شود.
- ۴- درصد فضای خالی هدف برای طراحی مخلوط آسفالتی باید برابر ۴ درصد در نظر گرفته شود. در صورت نیاز، برای تأمین سایر معیارهای طراحی مخلوط آسفالتی داغ، می‌توان این درصد فضای خالی را اندکی بیشتر یا اندکی کمتر از ۴ درصد در نظر گرفت.

جدول ۲۰-۶ مشخصات فنی مخلوط‌های آسفالتی داغ به روش مارشال اصلاح شده D5581

ترافیک کم ^(۱) ESAL ≤ ۱۰ ^۴		ترافیک متوسط ^(۱) ۱۰ ^۴ < ESAL < ۱۰ ^۶		ترافیک سنگین ^(۱) ESAL ≥ ۱۰ ^۶		شرح
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	
۵۳		۷۵		۱۱۲		۱- تعداد ضربه‌ها در هر طرف نمونه
-	۷۹۰	-	۱۲۴۰	-	۱۸۰۰	۲- مقاومت مخلوط بر حسب کیلوگرم ^(۲)
۶/۸	۳	۶	۳	۵/۳	۳	۳- روانی بر حسب میلی‌متر ^(۳)
۵	۳	۵	۳	۵	۳	۴- درصد فضای خالی آسفالت ^(۴)
۸۰	۷۰	۷۸	۶۵	۷۵	۶۵	۵- درصد فضای خالی پر شده با قیر
به جدول ۲۰-۷ مراجعه شود						۶- حداقل درصد فضای خالی سنگدانه‌ها (VMA)
حداقل ۸۰ درصد						۷- حساسیت رطوبتی (AASHTO T283)

- ۱- مجموع تعداد محور منفرد هم‌ارز (ESAL) ۸/۲ تنی در طول عمر ۲۰ سال در خط طرح (میلیون)
- ۲- چنانچه اساس آسفالتی داغ این معیارها را در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، برآورده نکند، می‌توان این معیارها را برای دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفت؛ به شرط آنکه اساس آسفالتی داغ در عمق ۱۰۰ میلی‌متر یا بیشتر از سطح روسازی قرار گیرد.
- ۳- برای مخلوط‌های آسفالتی حاوی قیرهای پلیمری و پودر لاستیکی، حد بالای روانی لحاظ نمی‌شود.
- ۴- درصد فضای خالی هدف برای طراحی مخلوط آسفالتی باید برابر ۴ درصد در نظر گرفته شود. در صورت نیاز، برای تأمین سایر معیارهای طراحی مخلوط آسفالتی داغ، می‌توان این درصد فضای خالی را اندکی بیشتر یا اندکی کمتر از ۴ درصد در نظر گرفت.

جدول ۲۰-۷ حداقل درصد فضای خالی بین سنگدانه‌ها

حداقل درصد فضای خالی بین سنگدانه‌ها			حداکثر اندازه اسمی مصالح
درصد فضای خالی آسفالت*			
۵ درصد	۴ درصد	۳ درصد	
۱۱	۱۰	۹	الک ۶۳ میلی‌متر ($\frac{1}{2}$ اینچ)
۱۱/۵	۱۰/۵	۹/۵	الک ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ)
۱۲	۱۱	۱۰	الک ۴۷/۵ میلی‌متر ($\frac{1}{2}$ اینچ)
۱۳	۱۲	۱۱	الک ۳۵ میلی‌متر (۱ اینچ)
۱۴	۱۳	۱۲	الک ۱۹ میلی‌متر ($\frac{3}{4}$ اینچ)
۱۵	۱۴	۱۳	الک ۱۲/۵ میلی‌متر ($\frac{1}{2}$ اینچ)
۱۶	۱۵	۱۴	الک ۹/۵ میلی‌متر ($\frac{3}{8}$ اینچ)
۱۸	۱۷	۱۶	الک ۴/۷۵ میلی‌متر (الک شماره ۴)
۲۱	۲۰	۱۹	الک ۲/۳۶ میلی‌متر (الک شماره ۸)
۲۳/۵	۲۲/۵	۲۱/۵	الک ۱/۱۸ میلی‌متر (الک شماره ۱۶)

* برای درصد فضاهای خالی دیگر، از درون‌یابی استفاده می‌شود.

۲۰-۲-۱-۴ روش طرح اختلاط بتن آسفالتی

طرح اختلاط بتن آسفالتی با روش مارشال (T245)، مارشال اصلاح‌شده (D5581) و روش تحقیقات شارپ (با در نظر گرفتن AASHTO M323 و مطابق مندرجات مشخصات فنی خصوصی) مجاز است.

۲۰-۲-۱-۵ دوام مخلوط‌های آسفالتی در برابر آب

تأثیر آب بر مخلوط‌های آسفالتی و کاهش چسبندگی و مقاومت حاصل از اشباع این مخلوط‌ها در برابر آب باید به روش AASHTO T283 کنترل شود. این مشخصه باید در طرح آزمایشگاهی مخلوط‌های آسفالتی به عنوان ضوابط طراحی لحاظ شود. شایان ذکر است نسبت مقاومت کششی^۱ غیر مستقیم به روش AASHTO T283 نمونه‌های اشباع به نمونه‌های خشک نباید کمتر از ۸۰ درصد باشد.

مصالح سنگی مصرفی در آسفالت که مستعد پدیده عریان شدگی^۲ هستند باید قبل از مصرف از نظر تأمین معیار فوق مورد آزمایش قرار گیرند تا در صورت لزوم و تشخیص مهندس مشاور از آهک شکفته (مطابق استانداردهای ASTM C1097 یا AASHTO M303) یا مواد ضدعریان‌شدگی مایع (مطابق دستورالعمل تولیدکننده) استفاده شود.

^۱ Indirect Tensile Strength

^۲ Stripping

۲۰-۲-۱-۶ نسبت وزنی فیلر به قیر موثر

نسبت درصد وزنی فیلر به درصد وزنی قیر موثر^۱ برای مخلوط‌های آسفالتی با دانه‌بندی پیوسته باید بین ۰/۶-۱/۲ باشد. در مخلوط‌های آسفالتی که به روش سوپرپیو طراحی می‌شوند چنانچه دانه‌بندی مصالح سنگی از زیر نقاط کنترلی (معرفی شده در AASHTO M323) عبور نمایند، با توجه به شرایط پروژه و مشروط به درج در مشخصات فنی خصوصی پروژه، این نسبت می‌تواند در بازه ۰/۸-۱/۶ نیز قرار گیرد. درصد قیر موثر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} P_s$$

که در آن:

p_{be} - درصد وزنی قیر موثر مخلوط آسفالتی

p_b - درصد وزنی قیر بر حسب مخلوط آسفالتی

p_{ba} - درصد وزنی جذب قیر مصالح سنگی

p_s - درصد وزنی مصالح سنگی در مخلوط آسفالتی

۲۰-۲-۱-۷ مقاومت در مقابل شیارشدگی^۲

برای مخلوط‌های آسفالتی داغ مورد استفاده در رویه راه‌های با بیش از ۳ میلیون بار محور هم‌ارز، مهندس مشاور طرح می‌تواند، ضوابط و معیارهای فنی مقاومت مخلوط آسفالتی در مقابل پدیده شیارشدگی آسفالت را با توجه به شرایط خاص هر پروژه تعیین و در مشخصات فنی خصوصی قید نماید. روش این آزمایش باید مطابق AASHTO T324 باشد.

۲۰-۲-۱-۸ رواداری‌ها

رواداری‌های دانه‌بندی و میزان قیر مخلوط‌های بتن آسفالتی داغ نسبت به دانه‌بندی فرمول کارگاهی طرح اختلاط و قیر بهینه طرح، باید مطابق جدول ۲۰-۸ باشد.

^۱ Effective Asphalt Content

^۲ Rutting

جدول ۲۰-۸ حدود رواداری دانه‌بندی فرمول کارگاهی و قیر

اندازه الک‌ها و قیر	درصد رواداری
الک‌ها:	
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{4}$ اینچ) و بزرگتر	± 3
۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ) و ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	± 3
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) و ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	± 2
۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰) و ۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	± 2
۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	± 2
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	± 1
رواداری قیر نسبت به قیر بهینه:	
اساس قیری	$\pm 0/3$
آستر و رویه	$\pm 0/25$

دانه‌بندی فرمول کارگاهی باید بصورت پیوسته از اندازه درشت به ریز داخل محدوده رواداری قرار گیرد به گونه‌ای که از حد بالای رواداری یک الک به حد پایین الک مجاور و بالعکس نرسد.

۲۰-۲-۱-۹ ماسه آسفالت^۱

ماسه آسفالت نوعی مخلوط آسفالتی داغ با دانه‌بندی پیوسته است که حداکثر اندازه سنگدانه‌های آن ۹/۵ میلیمتر باشد. این مخلوط آسفالتی که از اختلاط ماسه طبیعی شسته یا ماسه شکسته یا مخلوطی از این دو با قیر خالص تهیه می‌شود، با دو هدف استفاده می‌شود: (۱) کاربرد سازه‌ای که در تمام لایه‌ها و در قشرهای به ضخامت حداقل ۱۵ میلیمتر پخش و اجرا می‌شود. (۲) کاربرد تسطیحی یا رگلاژی که به عنوان قشر تسطیح در رویه‌های قدیمی و قبل از روکش بکار می‌رود.

چون مقاومت مارشال ماسه آسفالت در مقایسه با مقاومت سایر مخلوط‌های آسفالتی داغ و بتن آسفالتی که دانه‌بندی درشت‌تر از ماسه دارند کمتر است؛ بنابراین موارد مصرف آن باید به تناسب مقاومت مارشال و سایر ویژگی‌های آن و رابطه آن‌ها با انواع ترافیک سبک، متوسط و سنگین انتخاب شود.

طرح اختلاط ماسه آسفالت بر اساس روش مارشال (AASHTO T245) و با انتخاب دانه‌بندی مربوطه از جدول ۲۰-۱ انجام می‌شود. صرف‌نظر از نوع عملکرد ماسه آسفالت (سازه‌ای یا تسطیحی)، اگر این آسفالت در تراز کمتر از ده سانتیمتر قرار گیرد، مشخصات فنی آن باید با ضوابط جدول ۲۰-۵ مطابقت داشته باشد. در صورتیکه این قشر آسفالتی در تراز بیش از ده سانتیمتر نسبت به رویه نهایی قرار گیرد، مشخصات و معیارهای فنی آن بر اساس روش مارشال (AASHTO T245) و با اعمال ۵۰ ضربه در هر طرف نمونه‌ها بشرح جدول ۲۰-۹ است. چنانچه ماسه آسفالت به عنوان قشر اساس آسفالتی

^۱ Sand Asphalt

مصرف شود، تجاوز از حد ۱۸ درصد فضای خالی بشرح جدول ۹-۲۰ مشروط بر آنکه سایر ارزش‌های آن با مشخصات منطبق باشد، بلامانع است.

جدول ۹-۲۰ مشخصات فنی ماسه آسفالت

مقاومت با ۵۰ ضربه		حداقل ۱۸۰ کیلوگرم
نرمی بر حسب میلیمتر		حداکثر ۵
فضای خالی		حداقل ۳ و حداکثر ۱۸ درصد
فضای خالی مصالح سنگی		به جدول ۷-۲۰ مراجعه شود
درصد فیلر به قیر مؤثر	تعداد محور منفرد هم‌ارز (ESAL) ۸/۲ تنی در طول عمر ۲۰ سال در خط طرح کمتر از ۳ میلیون	حداقل ۱ و حداکثر ۲
	تعداد محور منفرد هم‌ارز (ESAL) ۸/۲ تنی در طول عمر ۲۰ سال در خط طرح بزرگتر یا مساوی ۳ میلیون	حداقل ۱/۵ و حداکثر ۲

۱-۲-۲۰-۲ آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای^۱

۱-۲-۲۰-۲-۱ تعریف و حوزه کاربرد

آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای، مخلوط آسفالت داغ با دانه‌بندی گسسته^۲ است که از دو بخش سنگدانه‌ای درشت و ملات پر قیر (مخلوط قیر، فیلر و افزودنی‌های تثبیت کننده^۳ شامل الیاف سلولزی یا معدنی) تشکیل می‌شود. این مخلوط آسفالتی باید ساختار سنگدانه‌ای درشت^۴ با تماس درشت‌دانه به درشت‌دانه^۵ داشته باشد. در این آسفالت، درشت‌دانه‌ها به مصالح مانده روی الک ۴/۷۵ میلیمتر اطلاق می‌شود، ضمن آنکه از الک ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) نیز می‌توان برای این منظور استفاده کرد.

از آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای عمدتاً به‌عنوان قشر رویه در مناطق گرمسیر و راه‌های با آمد و شد زیاد و بار محوری سنگین استفاده می‌شود. این آسفالت به دلیل استفاده از مصالح سنگی صد در صد شکسته و مرغوب، مصرف نسبتاً زیاد سنگدانه‌های بزرگتر از ۴/۷۵ میلیمتر در مقایسه با دانه‌بندی‌های پیوسته، با ساختار تماس سنگدانه‌های درشت به یکدیگر که عامل افزایش استحکام و مقاومت آسفالت در مقابل شیارافتادگی و تغییر شکل‌های دائم می‌شود و مصرف نسبتاً زیاد

^۱ Stone Mastic Asphalt (SMA)

^۲. Gap Graded

^۳. Stabilizing Additives

^۴ Coarse Aggregate

^۵ Stone- on- Stone Contact

قیر، از پایائی و دوام زیادتری نیز برخوردار است. ضمن آنکه موجب زهکشی آب‌های سطحی، کاهش پاشش آب ناشی از ایستابی، افزایش ضریب اصطکاک و مقاومت لغزشی رویه راه نیز می‌شود.

۲-۲-۲-۲۰ مشخصات مصالح سنگی

دانه‌بندی آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای باید مطابق جدول ۲۰-۱۰ و مشخصات سنگدانه‌های مصرفی در آن مطابق جدول ۲۰-۱۱ باشد.

جدول ۲۰-۱۰ دانه‌بندی آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای

رواداری	درصد وزنی رد شده از هر الک			اندازه الک
	حداکثر اندازه اسمی			
	۹/۵ میلیمتر	۱۲/۵ میلیمتر	۱۹ میلیمتر	
	-	-	۱۰۰	۲۵ میلیمتر
±۴	-	۱۰۰	۹۰ - ۱۰۰	۱۹ میلیمتر
±۴	۱۰۰	۹۰ - ۱۰۰	۵۰ - ۸۸	۱۲/۵ میلیمتر
±۴	۷۰ - ۹۵	۵۰ - ۸۰	۲۵ - ۶۰	۹/۵ میلیمتر
±۳	۳۰ - ۵۰	۲۰ - ۳۵	۲۰ - ۲۸	۴/۷۵ میلیمتر
±۳	۲۰ - ۳۰	۱۶ - ۲۴	۱۶ - ۲۴	شماره ۸ (۲/۳۶ میلیمتر)
±۳	۲۱ (حداکثر)	-	-	شماره ۱۶ (۱/۱۸ میلیمتر)
±۳	۱۸ (حداکثر)	-	-	شماره ۳۰ (۰/۶ میلیمتر)
±۳	۱۵ (حداکثر)	-	-	شماره ۵۰ (۰/۳ میلیمتر)
±۲	۸ - ۱۲	۸ - ۱۱	۸ - ۱۱	شماره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلیمتر)
درصد روادای قیر : ±۰/۴				

جدول ۲۰-۱۱ مشخصات سنگدانه‌های آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای

روش آزمایش		آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای	شرح
ASTM	AASHTO		
۱- مصالح درشت‌دانه			
C131	T96	۳۰ (۱)	حداکثر سایش به روش لوس آنجلس (درصد)
C88	T104	۱۵ (۲)	حداکثر افت وزنی با سولفات سدیم (درصد)
C88	T104	۲۰ (۲)	حداکثر افت وزنی با سولفات منیزیم (درصد)
C127	T85	۲	حداکثر جذب آب (درصد)
D4791	-		حداکثر درصد سنگدانه‌های پهن و دراز (۴)
		۵ (۴)	۵ به ۱
		۲۰ (۴)	۳ به ۱
		*(۳)	شاخص صیقلی شدن سنگدانه (PSV) (۳)
D5821	-		درصد شکستگی
		۱۰۰ %	در یک جبهه
		حداقل ۹۰ %	در دو جبهه و بیشتر*
۲- مصالح ریزدانه			
D4318	T90	غیرخمیری	حداکثر نشایه خمیری PI (درصد)
		۲۵	حداکثر حد روانی (درصد)
C88	T104	۱۵	حداکثر افت وزنی با سولفات سدیم (درصد)
		۲۰	حداکثر افت وزنی با سولفات منیزیم (درصد)
		۱۰۰ %	درصد شکستگی
D2419	T176	۵۰	حداقل ارزش ماسه ای (هر یک از دو ماسه طبیعی و ماسه شکسته) قبل از ورود به کارخانه آسفالت (درصد)
-	-	-	حداکثر مجاز درصد وزنی ماسه طبیعی نسبت به مصالح رد شده از الک شماره ۴
			دانه‌بندی مربوطه (درصد)
-	M6	-	حد رواداری ضریب نرمی نسبت به پایه (درصد)
D4318	T90	-	حداکثر نشانه خمیری مصالح رد شده از الک ۲۰۰ در صورت عدم استفاده از سیمان یا آهک شکفته به عنوان فیلر (درصد)

۱- استفاده از سنگدانه‌های با درصد سایش بیشتر در مخلوط‌های SMA، نتایج رضایت‌بخش داشته‌اند؛ ولی هنگامی که درصد سایش از ۲۵ تجاوز می‌کند، امکان خرد شدن سنگدانه‌ها در مرحله تراکم نمونه آزمایشگاهی و یا تراکم در محل، وجود دارد.

۲- انجام یکی از آزمایش‌ها (با سولفات سدیم یا سولفات منیزیم) کفایت می‌کند.

۳- سنگدانه‌های مصرفی باید در برابر صیقلی شدن نیز از مقاومت مطلوبی برخوردار باشد. حدود مشخصات لازم باید توسط مهندس مشاور در مشخصات خصوصی درج شود.

۴- آزمایش روی سنگدانه‌های درشت مخلوط سنگدانه‌ها منطبق با دانه‌بندی طرح انجام می‌شود. دانه‌های پهن و دراز ۵ به ۱ (۳ به ۱)، سنگدانه‌هایی با حداکثر طول به حداقل ضخامت ۵ (۳) گفته می‌شود.

به منظور جلوگیری از پدیده جدا شدن یا ریزش قیر^۱ آسفالت ماستیک از سنگدانه‌ها، از تثبیت‌کننده‌هایی نظیر الیاف سلولزی یا معدنی استفاده می‌شود. مقدار الیاف سلولزی مصرفی باید حداقل ۰/۳ درصد وزن مخلوط آسفالتی یا بیشتر

^۱ Draindown

باشد. برای الیاف معدنی، میزان مصرف باید حداقل ۰/۴ درصد وزن مخلوط آسفالت باشد تا از پدیده ریزش قیر جلوگیری نماید. اندازه گیری مقدار ریزش قیر باید با روش AASHTO T305 انجام شود.

در آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای بهتر است از فیلرهای معدنی با فضای خالی بیشتر از ۵۰ درصد (مطابق EN1097-4) استفاده نشود. تجربه نشان داده است که این فیلرها موجب افزایش سفتی^۱ ملات قیری این آسفالت می‌شود.

۳-۲-۲۰-۲۰ مشخصات فنی آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای

مشخصات فنی آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای باید با ویژگی‌های جدول ۱۲-۲۰ مطابقت داشته باشد.

جدول ۱۲-۲۰ مشخصات فنی مخلوط‌های آسفالتی SMA^(۱)

روش آزمایش	مقدار	مشخصه
نشریه MS-2 انسیتیو آسفالت	۴ ^(۲)	درصد فضای خالی (Va)
نشریه MS-2 انسیتیو آسفالت	حداقل ۱۷	درصد فضای خالی مصالح سنگی (VMA)
AASHTO R46 AASHTO T19	باید کمتر از درصد فضای خالی بخش درشت‌دانه مخلوط مصالح سنگی در حالت خشک (VCA _{DRC}) ^(۳) باشد تا تماس دائم سنگدانه به سنگدانه تأمین شود.	درصد فضای خالی بخش درشت‌دانه آسفالت (VCA _{MIX}) ^(۴)
AASHTO T283	حداقل ۰/۸	نسبت مقاومت کششی غیر مستقیم ^۲ اشباع به خشک در فضای خالی ۱ ± ۶ درصد
AASHTO T305	حداکثر ۰/۳	ریزش قیر از سنگدانه در دمای تولید آسفالت در کارخانه (درصد)
AASHTO T164	حداقل ۶ درصد	درصد قیر ^(۴)

۱- مخلوط آسفالتی به روش T312 آشتو با ۱۰۰ چرخش متراکم شده‌اند. در صورت استفاده از تراکم مارشال، تعداد ضربه به هر طرف نمونه ۵۰ ضربه است.

۲- برای راه‌های با میزان آمد و شد سبک یا در شرایط آب و هوایی سرد، درصد فضای خالی مخلوط آسفالت متراکم را می‌توان کمتر از ۴ درصد در نظر گرفت؛ ولی در هیچ حالتی این میزان نباید کمتر از ۳ درصد باشد.

۳- برای مخلوط سنگدانه‌های با حداکثر اندازه اسمی ۱۹ یا ۱۲/۵ میلی‌متر، سنگدانه‌های مانده روی الک ۴/۷۵ میلی‌متر و برای مخلوط سنگدانه‌های با حداکثر اندازه اسمی ۹/۵ میلی‌متر، سنگدانه‌های مانده روی الک ۲/۳۶ میلی‌متر، درشت‌دانه در نظر گرفته می‌شوند. روش محاسبه^۳ VCA_{MIX} و^۴ VCA_{DRC}:

$$VCA_{(MIX)} = 100 - \left(\frac{G_{mb}}{G_{CA}} \right) P_{CA}$$

G_{mb} - وزن مخصوص حقیقی نمونه متراکم آزمایشگاهی (AASHTO T-166)

^۱ Stiffness

^۲ Tensile Strength Ratio (TSR)

^۳ Voids in Coarse Aggregate of the Compacted Mixture

^۴ Voids in Coarse Aggregate in Dry-Rodded Condition

G_{CA} - وزن مخصوص حقیقی مصالح درشت دانه (AASHTO T-85)

P_{CA} - درصد مصالح درشت دانه در مخلوط SMA

$$VCA_{DRC} = \frac{G_{CA}\gamma_w - \gamma_s}{G_{CA}\gamma_w} \times 100$$

γ_s - وزن واحد حجم مصالح درشت دانه خشک در آزمایش میله خورده T-19 آشتو بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب

γ_w - وزن واحد حجم آب (۹۹۸ کیلوگرم بر مترمکعب)

۴- براساس تجربه، مقدار قیر SMA بین ۶ تا ۷ درصد است. کاهش مقدار قیر به کمتر از ۶ درصد موجب کاهش دوام SMA می شود. علت مصرف زیاد قیر نسبت به سایر مخلوط های آسفالت داغ، دانه بندی گسسته و مقدار نسبتاً زیاد فیلر در آسفالت ماستیک است.

۲۰-۲-۴ روش طرح اختلاط آسفالت ماستیک سنگدانه ای

طرح اختلاط آسفالت ماستیک سنگدانه ای با استفاده از دستگاه متراکم کننده چرخشی روسازی ممتاز و با روش AASHTO R46 انجام می شود.

۲۰-۲-۳ آسفالت متخلخل^۱

۲۰-۲-۳-۱ تعریف و حوزه کاربرد

آسفالت متخلخل از اختلاط قیر خالص اصلاح شده با مصالح سنگی صد در صد شکسته دارای دانه بندی باز در کارخانه آسفالت داغ تهیه و با ضخامت حدود ۲۵ تا ۴۰ میلیمتر اجرا می شود. فضای خالی این آسفالت داغ بعد از کوبیده شدن در سطح راه، حدود ۲۰ درصد است. این قشر، جزو سیستم روسازی محسوب نمی شود و نمی توان از آن بعنوان قشر جایگزین رویه اصلی استفاده کرد.

مزایای این آسفالت به یک یا چند مورد از موارد زیر که به ویژگی های عملکردی آن بستگی دارد، محدود می شود:

- باعث تخلیه سریع آب های سطحی رویه راه به خارج از عرض سواره رو می شود.
- مانع پدیده ایستابی در سطح راه و در نتیجه ایمنی بیشتر عبور و مرور می شود.
- کاهش پدیده پاشش و پخش آب که موجب افزایش قابلیت دید و ایمنی می شود.
- متوسط صدای تولید شده تا حدود ۳dB(A) کمتر از میزان سر و صدای تولید شده در آسفالت داغ معمولی است.
- رویه آسفالت متخلخل در حالت خشک و حتی بارندگی، مانع از انعکاس نور چراغ های جلوی خودروهای مقابل می شود که ناشی از عملکرد پخش نور آن است.
- موجب افزایش تاب لغزشی و ضریب اصطکاک سطح راه می شود که ناشی از مصرف حدود ۸۵ درصد مصالح درشت دانه (بیشتر از ۲ میلیمتر) و صد در صد شکسته آن است.

^۱ Porous Asphalt

- در صورت استفاده از رویه آسفالت متخلخل، لازم است لایه‌ای که بلافاصله زیر آن قرار می‌گیرد عملاً نفوذ ناپذیر باشد. استفاده از این آسفالت فقط با توجیه فنی - اقتصادی مشاور طرح و تصویب کارفرما اجرا می‌شود، ضمن آنکه مشخصات کامل مصالح، قیر، طرح اختلاط، تولید و مراحل اجرا و برنامه دوره نگهداری آن جهت تأمین نیازهای عملکردی این آسفالت، باید در مشخصات فنی خصوصی پروژه قید شود.

۲۰-۲-۳-۲ مشخصات مصالح سنگی

دانه‌بندی مخلوط آسفالتی متخلخل باید برحسب مورد مطابق جدول ۲۰-۱۳ یا جدول ۲۰-۱۴ و مشخصات سنگدانه‌های مصرفی در آن برحسب مورد مطابق جدول ۲۰-۱۵ یا جدول ۲۰-۱۶ باشد.

جدول ۲۰-۱۳ دانه‌بندی اساس قیری با دانه‌بندی باز*

اندازه الک	درصد وزنی رد شده از هر الک	حدود رواداری
۳۷/۵ میلی‌متر (۱/۵ اینچ)	۱۰۰	مطابق جدول (۲۰-۸)
۲۵ میلی‌متر (۱ اینچ)	۹۵-۱۰۰	
۱۲/۵ میلی‌متر (۱/۲ اینچ)	۲۵-۶۰	
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۰-۱۰	
۲ میلی‌متر (شماره ۱۰)	۰-۵	
۰/۰۷۵ میلی‌متر (شماره ۲۰۰)	۰-۳	

* انتخاب دانه‌بندی‌های دیگر که سوابق عملکردی رضایت‌بخش داشته باشند توسط مهندس مشاور طرح در مشخصات فنی و خصوصی پروژه درج می‌شود.

جدول ۲۰-۱۴ دانه‌بندی مخلوط آسفالتی متخلخل (لایه آسفالت اصطکاکی با دانه‌بندی باز)^۱*

شماره دانه‌بندی اندازه الک	درصد وزنی رد شده از هر الک			حدود رواداری
	۱	۲	۳	
۱۹ میلیمتر	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	مطابق جدول (۲۰-۸)
۱۲/۵ میلیمتر	۸۵-۱۰۰	۷۰-۱۰۰	۷۵-۱۰۰	
۹/۵ میلیمتر	۵۵-۷۵	۳۸-۶۲	۶۰-۹۰	
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۱۰-۲۵	۱۳-۲۷	۳۲-۵۰	
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۵-۱۰	۹-۲۰	۱۰-۱۸	
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره)	۲-۴	۳-۶	۳-۶	

* انتخاب دانه‌بندی‌های دیگر که سوابق عملکردی رضایت‌بخش داشته باشند توسط مهندس مشاور طرح در مشخصات فنی و خصوصی پروژه درج می‌شود.

¹ Open Graded Friction Course Mixtures

جدول ۲۰-۱۵ مشخصات سنگ‌دانه‌های مصرفی در اساس قیری با دانه‌بندی باز

روش آزمایش		مقدار	مشخصه
ASTM	ASHTO		
C 131	T 96	حداکثر ۴۰٪	سایش به روش لوس آنجلس
D 5821		حداقل ۷۵٪	درصد شکستگی در دو یا چند جبهه (مصالح مانده روی الک ۴/۷۵ میلی‌متر)
C 88	T 104	حداکثر ۱۵٪	افت وزنی با سولفات سدیم در پنج سیکل یا
		حداکثر ۲۰٪	افت وزنی با سولفات منیزیم در پنج سیکل

جدول ۲۰-۱۶ مشخصات سنگ‌دانه‌های مصرفی در مخلوط‌های آسفالت متخلخل (لایه آسفالت اصطکاکی با دانه‌بندی باز)

روش آزمایش		مشخصات	مشخصه یا آزمایش	نوع سنگ‌دانه
ASTM	AASHTO			
C 131	T 96	حداکثر ۲۰٪	آزمایش سایش لوس آنجلس	مصالح سنگی درشت‌دانه
C 88	T 104	حداکثر ۱۵٪	افت وزنی با سولفات سدیم در پنج سیکل	
		حداکثر ۲۰٪	یا افت وزنی با سولفات منیزیم در پنج سیکل	
D 4791		(نسبت ۵:۱) ≤ 5 (نسبت ۳:۱) ≤ 20	حداکثر تطویل و تورق (سنگدانه‌های پهن و دراز)	
		حداقل ۵۰	شاخص صیقل شدن مصالح سنگی، PSV (BS812 : part 114)	
C 127	T 85	حداکثر ۲	درصد جذب آب	
D 5821		۱۰۰٪ حداقل ۹۰٪	درصد شکستگی در یک جبهه در دو جبهه و بیشتر*	مصالح سنگی ریزدانه**
C 88	T104	۱۵٪	حداکثر افت وزنی با سولفات سدیم یا	
		۲۰٪	حداکثر افت وزنی با سولفات منیزیم	
		۵۰٪	حداقل ارزش ماسه‌ای	
	M 17 M303	حداقل ۱٪	فیلر معدنی آهک هیدراته	فیلر

* برای متوسط ترافیک روزانه (ADT^1) بیشتر از ۸۰۰ وسیله نقلیه توصیه می‌شود، درصد شکستگی در دو جبهه ۱۰۰ درصد باشد.

** شاخص خمیری آن بخشی از مصالح ریزدانه که از الک نمره ۴۰ می‌گذرند بر اساس آنچه که در استاندارد AASHTO T90 آمده است، نباید بیش از ۶ باشد.

در مخلوط آسفالت متخلخل برای راه‌های با ترافیک کم و متوسط می‌توان از قیر خالص ۶۰-۷۰ و ۸۵-۱۰۰ استفاده کرد. اما در راه‌های با ترافیک زیاد قیر خالص تنها به صورت اصلاح‌شده یا با افزودنی استفاده می‌شود. در طراحی آسفالت

¹ Average Daily Traffic

متخلخل به منظور جلوگیری از روان شدن و جدایش قیر از سنگدانه‌ها و ته‌نشین شدن آن در آسفالت، در مراحل ساخت، حمل، پخش و غلتک‌زنی از افزودنی‌های تثبیت کننده قیر که شامل انواع خاصی از مواد معدنی یا آلی است، استفاده می‌شود که مقدار آنها به $0/3$ تا $0/5$ درصد وزن آسفالت محدود است.

۳-۳-۲-۲۰ مشخصات فنی آسفالت متخلخل

مشخصات فنی آسفالت متخلخل مورد استفاده در رویه باید با ویژگی‌های جدول ۲۰-۱۷ مطابقت داشته باشد.

جدول ۲۰-۱۷ مشخصات فیزیکی و مقاومتی مخلوط آسفالت متخلخل

مقدار	مشخصه
۵۰	تعداد ضربه نمونه مارشال
حداقل ۲۰	درصد فضای خالی
حداکثر ۰/۳	درصد ریزش قیر ^۱ (فرونشست قیر)
حداکثر ۲۵	درصد افت وزنی نمونه در دمای 25°C (آزمایش کانتابرو)
حداقل ۸۰	نسبت مقاومت کششی غیرمستقیم (AASHTO T283)

۳-۳-۲-۲۰ روش طرح اختلاط آسفالت متخلخل

در طرح اختلاط مخلوط آسفالت متخلخل باید ابتدا میزان حداکثر قیر با تعیین درصد فضای خالی مناسب (حداقل ۲۰ درصد)، انتخاب و سپس میزان حداقل قیر با آزمایش کانتابرو مشخص شود. در محدوده بدست آمده برای میزان قیر، با انجام آزمایش‌های ریزش قیر و لاتمن اصلاح شده درصد قیر بهینه بدست می‌آید.

۳-۲۰ اجرای انواع مخلوط‌های آسفالتی

۱-۳-۲۰ انطباق و تأیید قیر و افزودنی‌ها به کارگاه

در شرایط استفاده از مواد افزودنی تثبیت کننده، این مواد باید در پیمان‌های دقیق و از پیش اندازه‌گیری شده به واحد مخلوط‌کن اضافه شود. تغییر در وزن این مواد موجب تغییر در خواص و کارایی مخلوط آسفالتی می‌شود. در صورتیکه از افزودنی‌های سلولزی استفاده شود، این مواد نباید قبل از مصرف در معرض رطوبت قرار گیرند. به هر حال دستورالعمل کارخانه تولیدکننده مواد افزودنی تثبیت کننده در ارتباط با دوره زمانی تخلیه مصالح سنگی، فیلر، افزودنی (دوره اختلاط خشک) و نهایتاً مدت زمان اختلاط با قیر (اختلاط تر)، باید دقیقاً رعایت شود.

¹ Draindown

۴-۲۰-۲-۳ انطباق و تأیید معادن تولید مصالح سنگدانه‌ای

سنگدانه‌ها از معادن سنگ کوهی یا قلوه سنگ‌های درشت رودخانه‌ای تهیه و طی دو مرحله جداگانه در سنگ‌شکن‌های فکی و دوار (کوبیت) شکسته می‌شود. مصالح بلافاصله پس از شکسته‌شدن، دانه‌بندی شده (با سرند کردن) و در قسمت‌های مجزا به صورت مصالح درشت‌دانه، میان‌دانه و ریزدانه (شامل فیلر) انبار می‌شود. در صورتی که استخراج سنگ از معدن به دلایل مختلف، اقتصادی نبوده یا تهیه مواد سوزا (انفجاری) امکان‌پذیر نباشد می‌توان برای اساس قیری از شکستن مخلوط شن و ماسه درشت رودخانه‌ای و برای رویه و آستر از شکستن شن و قلوه‌سنگ رودخانه‌ای استفاده کرد.

مصالح سنگی انواع آسفالت داغ باید سخت، محکم، بادوام، تمیز، مکعبی شکل و عاری از هرگونه مواد آلی، رسی، شیبستی، پوشش خاکی و دانه‌های سست بوده و برای هر قطعه از پروژه، حتی‌الامکان از یک معدن تهیه شده باشد. مصالح درشت، متوسط و ریز در صورت لزوم باید قبل از مصرف شسته شوند.

معادن مصالح تعیین‌شده در مشخصات فنی خصوصی برای عملیات آسفالتی و نیز منابعی که توسط پیمانکار پیشنهاد می‌شود باید از نظر کمیت و کیفیت و انطباق نتایج حاصله، با معیارهای مندرج در این نشریه و نیز مشخصات فنی خصوصی آزمایش شوند. در این خصوص لازم است:

الف) حجم مصالح قابل بهره‌برداری باید به طور دقیق و با ابزار مناسب از جمله نقشه‌برداری و گمانه‌زنی و مطابق مجوزهای اخذشده تعیین و برای تأیید به مشاور ارائه شود.

ب) برای ارزیابی کیفیت باید:

- نمونه‌برداری از مصالح به نحوی انجام شود که تعداد نمونه‌های برداشت‌شده، نوع یا انواع مصالح موجود در معدن را پوشش دهد.

- مصالح نمونه‌گیری‌شده باید با دستگاه سنگ‌شکن (در صورت استقرار) یا در آزمایشگاه مطابق دانه‌بندی مورد نیاز خردایش شوند.

- بر روی مصالح باید آزمایش‌های مرتبط با نوع و جنس سنگ مطابق مشخصات ذکرشده برای سنگدانه‌ها و انواع مخلوط آسفالتی از جمله پتروگرافی (ASTM C295)، سایش لس‌آنجلس و عدد صیقلی‌شدن سنگدانه‌ها (PSV) و دوام (افت وزنی در برابر سولفات سدیم) انجام شود. به طور کلی در مرحله پذیرش معدن، باید تمام ویژگی‌های لازم مرتبط با نوع معدن که ارتباطی با مراحل بعدی فرآیند خردایش و تولید مصالح سنگدانه‌ای ندارد و اصلاح این مشخصات در مراحل بعدی ممکن نیست، کنترل شود.

مصالح مصرفی برای هر طرح مخلوط آسفالتی منحصراً باید از یک معدن و از یک جنس و کیفیت انتخاب شود؛ به جز در مواردی که به تشخیص مشاور و در جهت تأمین مشخصات فنی خصوصی پروژه نیاز به استفاده بیشتر از یک معدن باشد. ضروری است که تمامی معادن متناسب با نوع مصالح برداشتی از آن‌ها، مشخصات فنی مندرج در این نشریه را تأمین کند. بدیهی است ترکیب مصالح معادن نیز باید مشخصات فنی لازم را داشته باشد.

برای هر نوع مخلوط آسفالتی، مصرف مصالح از هر معدن یا منبع فقط هنگامی مجاز است که نتایج و فرآیندهای مذکور مورد تأیید کتبی مشاور قرار گرفته باشد. در صورت تغییر معدن یا تغییر مشخصات معدن لازم است مراحل فوق مجدداً انجام شود. همچنین به تشخیص مشاور می‌توان نسبت به انجام آزمایش‌های اضافی لازم در حین تولید و بهره‌برداری از معدن اقدام کرد.

۱-۳-۳-۲۰ تولید، نگهداری و مصرف مصالح سنگدانه‌ای

مخلوط مصالح سنگی و هر یک از اجزای درشت و ریز آن که در مخلوط‌های آسفالت داغ و بتن آسفالتی مصرف می‌شود باید با رعایت دقیق مطالب مشروحه زیر تهیه، انبار و سپس مصرف شوند.

۲۰-۳-۳-۱ تهیه و تفکیک مصالح سنگدانه‌ای

برای تولید انواع دانه‌بندی پیوسته مخلوط‌های آسفالتی داغ بایستی مصالح سنگی مطابق جدول ۲۰-۱۸ تهیه شود. انتخاب درصد ترکیب هر کدام از مصالح تهیه‌شده باید توسط مهندس مشاور و به‌گونه‌ای انجام شود که دانه‌بندی نهایی مطابق جدول ۲۰-۱ و در محدوده رواداری مجاز تعیین‌شده در جدول ۲۰-۸ باشد. سنگدانه‌ها پس از تهیه، بشرح زیر تفکیک می‌شود:

الف: مصالح دانه درشت و متوسط

مصالح دانه درشت و متوسط، شامل مصالح باقیمانده روی الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر) است که دانه‌بندی آن‌ها برای انواع مخلوط‌های آسفالتی داغ در جدول ۲۰-۱۹ نشان داده شده است. برای انجام آزمایش‌های مورد نیاز مربوط به مشخصات مصالح درشت‌دانه ضروری است سنگدانه‌ها از هر کدام از دیوهای مصالح درشت‌دانه به نسبت وزنی مورد تأیید مهندس مشاور بنحوی با هم مخلوط شود که دانه‌بندی آن منطبق بر جدول ۲۰-۱۹ باشد و آزمایش‌های مورد نیاز روی این مخلوط انجام شود. مهندس مشاور

ب: مصالح ریزدانه

مصالح ریزدانه، مصالح عبوری از الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر) است که برای رویه از ماسه شکسته و برای آستر و اساس قیری از مخلوط ماسه شکسته و ماسه طبیعی استفاده می‌شود. دانه‌بندی این مصالح در جدول ۲۰-۲۰ نشان داده شده است. برای انجام آزمایش‌های مورد نیاز مربوط به مشخصات مصالح ریزدانه ضروری است سنگدانه‌ها از هر کدام از دیوهای مصالح ریزدانه به نسبت وزنی مورد تأیید مهندس مشاور بنحوی با هم مخلوط شود که دانه‌بندی آن منطبق بر جدول ۲۰-۲۰ باشد و آزمایش‌های مورد نیاز روی این مخلوط انجام شود.

پ: فیلر

انتخاب نوع فیلر، مقدار مصرف و دانه‌بندی آن در انواع بتن آسفالتی، اهمیت ویژه‌ای دارد. در صورتی که کیفیت فیلر حاصل از شکستن سنگدانه‌ها (عمدتاً رد شده از الک ۲۰۰) کافی نباشد باید فیلر جداگانه تهیه و در کارخانه آسفالت از طریق سیلوی جداگانه و سیستم توزین مجزا به مخلوط‌کن به مصالح اضافه شود. فیلر اضافی را می‌توان از گرد سنگ‌های آهکی، آهک شکفته، سیمان، خاکستر بادی^۱ یا گرد سایر سنگ‌های معدنی تهیه نمود. فیلر اضافی مورد استفاده برای آسفالت، باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- دانه‌بندی آن با جدول ۲۰-۲۱ انطباق داشته باشد.
- دامنه خمیری آن در صورت عدم استفاده از سیمان و آهک شکفته از چهار درصد تجاوز نکند.
- فاقد ناخالصی‌های آلی باشد (AASHTO T21).
- فیلر در هنگام مصرف باید کاملاً خشک و فاقد ذرات بهم چسبیده باشد.
- در صورت استفاده از خاکستر بادی، افت وزنی آن در اثر احتراق (ASTM C311) نباید بیشتر از ۱۲ درصد باشد.
- فیلر موجود در مصالح سنگی آسفالتی باید توسط دستگاه غبارگیر کارخانه آسفالت از مصالح جدا شده و در سیلوی فیلر، ذخیره و سپس به مقدار مورد نیاز به مصالح اضافه شود. این فیلر باید با ویژگی‌های مشروحه در بندهای فوق به استثنای الزامات مربوط به دانه‌بندی، مطابقت داشته باشد. آهک شکفته مصرفی بعنوان فیلر باید با مشخصات M303 AASHTO تطبیق نماید.

ت: ماسه طبیعی

به منظور تأمین کسری میزان مصالح ریزدانه، می‌توان از ماسه طبیعی مشروط به تأیید مهندس مشاور استفاده کرد. ماسه باید دارای دانه‌بندی منظم و پیوسته باشد. ماسه مصرفی باید فاقد ناخالصی‌های آلی، رسی و مواد نمکی بوده و منطبق با مشخصات مصالح ریزدانه جدول ۲۰-۲ باشد. میزان مصرف ماسه طبیعی (ردشده از الک شماره ۴) در اساس قیری، حداکثر ۲۵ درصد و آستر، ۲۰ درصد وزنی کل مصالح ردشده از الک شماره ۴ دانه‌بندی مخلوط آسفالتی هر یک از این دو نوع آسفالت باشد. استفاده از ماسه طبیعی در قشر رویه مجاز نمی‌باشد. ماسه طبیعی توسط سیلوی سرد جداگانه و به میزان تعیین شده وارد کارخانه آسفالت می‌شود. ماسه طبیعی در صورتیکه ارزش ماسه‌ای کمتر از مقادیر جدول ۲۰-۲ را داشته باشد، باید شسته شود.

^۱ Fly Ash

جدول ۲۰-۱۸ تهیه مصالح سنگی برای تولید انواع دانه بندی پیوسته مخلوط های آسفالتی داغ

[illegible]

جدول ۱۹-۲۰ دانه‌بندی مصالح سنگی درشت‌دانه

درصد وزنی رد شده از هر الک						اندازه الک
۱	۲	۳	۴	۵	۶*	
اساس قیری	اساس قیری و آستر	اساس قیری و آستر	آستر و رویه	رویه	رویه	
۱۰۰	-	-	-	-	-	۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)
۸۷-۱۰۰	۱۰۰	-	-	-	-	۳۷/۵ میلیمتر ($\frac{1\frac{1}{2}}$ اینچ)
-	۶۸-۱۰۰	۱۰۰	-	-	-	۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)
۵۳-۵۶	-	۸۵-۱۰۰	۱۰۰	-	-	۱۹ میلیمتر ($\frac{3}{4}$ اینچ)
-	۳۸-۴۶	-	۸۲-۹۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ)
-	-	۳۲-۳۸	-	۷۸-۹۵	۹۵-۱۰۰	۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ)
۰-۵	۰-۵	۰-۵	۰-۵	۰-۵	۰-۵	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)

* Sand Asphalt

جدول ۲۰-۲۰ دانه‌بندی مصالح سنگی ریزدانه

درصد وزنی رد شده از هر الک						اندازه الک
۱	۲	۳	۴	۵	۶*	
اساس قیری	اساس قیری و آستر	اساس قیری و آستر	آستر و رویه	رویه	رویه	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۶۵-۷۷	۶۶-۷۶	۶۶-۷۵	۶۴-۷۸	۵۸-۷۹	۸۱-۱۰۰	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)
-	-	-	-	-	۵۰-۸۰	۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)
-	-	-	-	-	۳۱-۶۵	۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)
۱۷-۳۰	۱۷-۲۹	۱۴-۲۹	۱۱-۲۸	۱۳-۲۷	۹-۴۰	۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)
-	-	-	-	-	۴-۲۰	۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)
۰	۳-۱۲	۶-۱۲	۵-۱۴	۴-۱۲	۳-۱۰	۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)

* Sand Asphalt

جدول ۲۱-۲۰ دانه‌بندی فیلر

اندازه الک	درصد وزنی رد شده
۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	۱۰۰
۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)	۹۷-۱۰۰
۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	۹۵ - ۱۰۰
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۷۰ - ۱۰۰

۲۰-۳-۳-۲ انبار کردن مصالح

مصالح سنگی درشت و ریز باید به نحوی در کارگاه انبار شود که با یکدیگر مخلوط نشده و کیفیت و مرغوبیت آن‌ها از لحاظ مصرف از بین نرود.

برای جدا کردن مصالح می‌توان از تیغه‌های آجری یا هر وسیله قابل قبول دیگری استفاده نمود. مصالح را باید طوری انبار کرد که دانه‌های آن از یکدیگر جدا نشده و در دانه‌بندی آن‌ها تغییری حاصل نشود. کاربرد بولدوزر برای انبار کردن و جمع کردن مصالح قابل قبول نخواهد بود.

اگر ماسه طبیعی به عنوان بخشی از مصالح ریز مصرف می‌شود باید جداگانه انبار گردد. محل انبار مصالح سنگی باید قدری مرتفع‌تر و برجسته‌تر از پیرامون آن باشد تا زهکشی آب در بستر زیرین مصالح سنگی به نحو مطلوبی انجام شده و آب‌های سطحی به سرعت از جسم مصالح به خارج هدایت شوند.

۲۰-۳-۳-۳ فرمول کارگاهی

الف) انتخاب دانه‌بندی فرمول کارگاهی

دانه‌بندی فرمول کارگاهی، دانه‌بندی مشخصی است که توسط مهندس مشاور، بر اساس مشخصات فنی خصوصی و با توجه به دانه‌بندی پیشنهادی پیمانکار به نحوی طراحی می‌شود که شرایط زیر را داشته باشد:

الف: در داخل دانه‌بندی دو حد بالا و پایین مشخصات فنی خصوصی مورد تأیید مهندس مشاور، قرار گرفته و از الک ۸ به پایین به موازات دو حد بالا و پایین دانه‌بندی انتخابی باشد.

ب: حتی‌الامکان از نمودار معرف حداکثر چگالی^۱ فاصله داشته باشد تا موجب افزایش فضای خالی مصالح سنگی در حد مطلوب و در نتیجه مصرف قیر بیشتر برای افزایش دوام آسفالت گردد.

پ: با شرایط ترافیک، آب و هوا، موقعیت مسیر (کوهستانی، تپه ماهور، هموار) هماهنگی داشته باشد.

ت: پوشش حاصل بعد از اعمال رواداری‌های مندرج در جدول ۲۰-۸ به دانه‌بندی پیشنهادی پیمانکار که «پوشش دانه-بندی کنترل کارگاهی» نامیده می‌شود، به شرط تأمین سایر مشخصات فنی و تأیید مهندس مشاور می‌تواند خارج از دانه‌بندی اصلی واقع شود.

ث: بر اساس کلیه نتایج قابل قبول حاصل از آزمایش دانه‌بندی مصالح تفکیک شده در کارگاه محاسبه گردد.

ج: فرمول کارگاهی که بر اساس نتایج آزمایشات متغیر، منفرد و نمونه‌های غیر معرف اخذ شده از هر یک از مصالح محاسبه شود، قابل قبول نخواهد بود.

^۱ Maximum Density Curve (Fuller Curve)

چ: نتایج دانه‌بندی جزء یا اجزای مصالح مورد استفاده در تعیین دانه‌بندی کارگاهی باید معرف حجم کل مخلوط مصالح سنگی مورد نیاز برای هریک از مخلوط‌های آسفالتی در پروژه باشد.

ب) نمونه‌برداری کارگاهی

بر حسب اینکه نمونه‌برداری کارگاهی از سیلوهای سرد و تسمه نقاله باشد یا از سیلوهای گرم، نتایج دانه‌بندی متفاوت خواهد بود که می‌تواند بر طرح اختلاط آزمایشگاهی تأثیر بگذارد. از اینرو، نمونه‌برداری برای طرح اختلاط آزمایشگاهی باید از سیلوهای گرم کارخانه آسفالت و با رعایت شرایط زیر انجام شود:

الف: مصالح درشت، متوسط و ریز آماده و تفکیک شده در کارگاه که منطبق با مشخصات این فصل باشد، هریک باید جداگانه به سیلوهای سرد کارخانه تغذیه شود. وضعیت درپچه سیلوهای سرد طوری تنظیم می‌گردد که از هر یک به نسبت معین مصالح وارد کارخانه شده و پس از حرارت دیدن و سرد شدن به سیلوهای گرم کارخانه منتقل شود.

ب: چنانچه ماسه طبیعی به عنوان بخشی از مصالح ریزدانه به کار رود، ضمن تغذیه جداگانه آن به سیلوهای سرد مربوط، نسبت تغذیه آن به واحد خشک کننده به نحوی تنظیم شود که منطبق با نسبت وزنی مندرج در مشخصات فنی خصوصی مورد تایید مهندس مشاور برای کل مخلوط آسفالتی باشد.

پ: تغذیه مصالح به سیلوهای سرد و فعالیت آزمایشی کارخانه باید آنقدر ادامه پیدا کند تا کارخانه به شرایط عادی و عملکرد یکنواخت (مطابق تعریف زیربند ۲۰-۳-۴-۱) خود برسد. در چنین حالتی از هر یک از سیلوهای گرم در دو نوبت به فاصله ۱۵ دقیقه و در هر نوبت، دو نمونه برداشته می‌شود. نمونه‌برداری از سیلوها باید با وسایل خاص تعبیه شده توسط کارخانه و مطابق استاندارد AASHTO T2 انجام شود.

ت: نمونه‌های اخذشده در هر مرحله آزمایش، در آزمایشگاه محلی مقیم مورد آزمایش قرار می‌گیرد تا اطمینان حاصل شود که دانه‌بندی نمونه‌های اخذشده از هر سیلوی گرم و فیلر (در صورت لزوم) در هر مرحله، مشابه بوده و با مشخصات فنی خصوصی مورد تایید مهندس مشاور انطباق دارد.

ث: چنانچه آزمایش‌های انجام‌شده در کارگاه به شرح فوق مؤید یکسان بودن دانه‌بندی مصالح در هر دو نوبت نمونه‌گیری و نیز انطباق آن‌ها با مشخصات فنی خصوصی مورد تایید مهندس مشاور باشد، باید از هر یک از سیلوهای گرم ضمن ادامه مرحله آزمایشی کارخانه نمونه‌برداری و جهت تهیه طرح اختلاط به آزمایشگاه ارسال شود. لازم بذکر است که مقدار نمونه لازم برای انجام آزمایش‌های کنترل کیفیت مصالح با اندازه‌های مختلف مطابق جدول ۲۰-۲۲ است. همچنین در مواردی که به فیلر جداگانه علاوه بر فیلر حاصل از دستگاه غبارگیر کارخانه برای تأمین دانه‌بندی منطبق با مشخصات نیاز باشد، نمونه‌گیری باید از فیلر موجود در سیلوهای مناسب انجام گیرد (حداقل ۱۰ کیلوگرم). استفاده از فیلر حاصل از دستگاه غبارگیر در مخلوط آسفالتی بشرطی مجاز است که مشخصات فنی آن منطبق بر مشخصات فیلر زیربند ۲۰-۳-۳-۱-پ باشد.

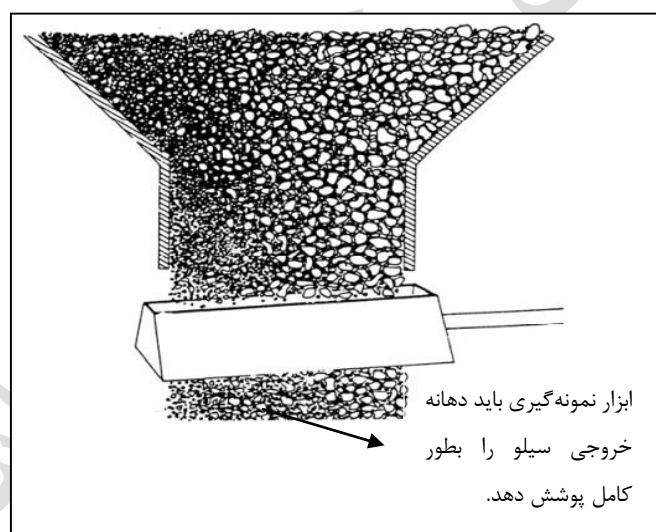
ج: وزن نمونه‌های مصالح سنگی مورد نیاز، بر اساس حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌ها تغییر می‌کند. هر چقدر حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌ها بزرگتر باشد، وزن نمونه مورد نیاز بیشتر خواهد بود.

پیش‌نویس
غیر فابل استاندارد

جدول ۲۰-۲۲ حداقل وزن نمونه پیشنهادی بر اساس حداکثر اندازه اسمی سنگدانه

حداکثر اندازه اسمی سنگدانه	وزن نمونه (کیلوگرم)
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۱۰۰
۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ)	۷۵
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	۵۰
۱۹ میلیمتر (۰/۷۵ اینچ)	۲۵
۱۲/۵ میلیمتر (۰/۵ اینچ)	۱۵
۹/۵ میلیمتر (سه هشتم اینچ)	۱۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۱۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۱۰

چ: در جریان خروج مصالح سنگی از سیلوهای گرم در حین نمونه برداری، مصالح ریزتر از یک سمت (جداره) سیلو و ذرات درشت تر از سمت دیگر خارج می شود. از اینرو، محل قرارگیری ابزار نمونه گیری مهم است و باید مطابق شکل ۲۰-۱ با پوشش کامل دهانه خروجی، نمونه کاملی را ارائه دهد. این نکته بخصوص در سیلوهای ریزدانه که تأثیر بیشتری بر مقدار قیر مورد نیاز مخلوط دارد، حائز اهمیت است.



شکل ۲۰-۱ استفاده صحیح از ابزار نمونه گیری

ح: قیر مورد مصرف در طرح نیز باید از مخازن ذخیره کارگاه و با توجه به روش AASHTO R66 نمونه برداری شود. اگر ظرفیت مخازن کارگاه کمتر از ۴۰۰۰ مترمکعب باشد، حداقل ۵ نمونه چهار لیتری و اگر ظرفیت آن بیشتر از ۴۰۰۰ مترمکعب باشد، حداقل ۱۰ نمونه چهار لیتری قیر برداشت می شود. سپس این نمونه ها با هم ترکیب و از آن یک نمونه چهار لیتری جهت انجام آزمایش ها، برداشت می شود.

خ: نمونه گیری مصالح سنگی گرم، فیلر و قیر باید با حضور نمایندگان مهندس مشاور، پیمانکار و آزمایشگاه مقیم انجام شود.

د: گاهی اوقات ذرات ریز سنگدانه، در گوشه‌های سیلو باقی می‌ماند و در مواقعی که مقدار سنگدانه باقیمانده در سیلو کم باشد، این توده ریزدانه ریزش میکند و باعث افزایش مقدار فیلر در مخلوط آسفالتی میشود. برای جلوگیری از این اتفاق، باید تمهیدات لازم توسط پیمانکار اتخاذ شود. پر کردن گوشه‌ها با جوش فیله و یا جوش دادن ورق در گوشه‌ها باعث کاهش انباشته شدن ذرات ریز سنگدانه در گوشه‌های سیلو می‌شود. ضمن آنکه بهتر است حجم مصالح در سیلو بطور کامل تخلیه نشود.

پ) تهیه طرح اختلاط و کنترل نتایج آن

مهندس مشاور در صورت تصویب دانه‌بندی فرمول کارگاهی نسبت به ارسال نمونه‌های سنگی، بازیافتی (در صورت استفاده) و قیر به آزمایشگاه جهت تنظیم طرح اختلاط اقدام و اطلاعات مورد نیاز تهیه طرح را به شرح زیر در اختیار آزمایشگاه قرار می‌دهد:

الف: مشخصات هر یک از نمونه‌های اخذشده از سیلوهای گرم، فیلر و قیر.

ب: مشخصات نمونه‌های بازیافتی و درصد استفاده از آن‌ها (در صورت استفاده)

پ: مشخصات و درصد استفاده افزودنی‌ها مانند افزودنی‌های ضدعریان‌شدگی یا آهک هیدراته (در صورت استفاده)

ت: روش طرح اختلاط، به شرح آنچه که در مشخصات فنی خصوصی تشریح شده است (روش مارشال معمولی یا مارشال اصلاح‌شده یا روش‌های دیگر).

ث: کلیه معیارهای فنی طراحی مربوط به نوع مشخصات مخلوط آسفالتی (رویه، آستر، اساس قیری)، به شرح جداول مربوط.

ج: تعداد ضربه‌ها برای کوبیدن نمونه‌های آزمایشگاهی.

آزمایشگاه بر اساس اطلاعات فوق ضمن کاربرد دستورالعمل آخرین چاپ نشریه MS-2 انستیتو آسفالت نسبت به تنظیم طرح اختلاط اقدام و نتیجه را به شرح زیر به کارفرما یا مهندس مشاور اعلام می‌نماید:

الف: منحنی دانه‌بندی هر یک از مصالح سنگی درشت، متوسط، ریز و فیلر به صورت جداگانه

ب: نتایج آزمایش‌های مصالح سنگی به شرح جدول‌های مربوطه این فصل و قیر مطابق جدول مربوط در فصل چهاردهم

پ: درصد وزنی هر یک از سنگدانه‌های درشت، متوسط، ریز و فیلر مصرفی در طرح اختلاط و مقایسه دانه‌بندی حاصل با دانه‌بندی کارگاهی

ت: مناسب‌ترین درصد قیر نسبت به کل مخلوط

ث: درصد فضای خالی نمونه متراکم‌شده آزمایشگاهی

ج: درصد فضای خالی سنگدانه‌ها (VMA)

چ: درصد فضای خالی سنگدانه‌هایی که با قیر پر می‌شود (VFA)

ح: استحکام مارشال

خ: روانی مارشال

د: میانگین وزن مخصوص حقیقی مخلوط مصالح سنگی

ذ: درصد جذب قیر مصالح سنگی

ر: دوام مخلوط آسفالتی در برابر آب (TSR^1)

ز: سایر خصوصیات مخلوط آسفالتی طرح با قیر بهینه به شرح بند ۲۰-۲ بر حسب مورد

ژ: حدود رواداری دانه‌بندی کارگاهی و قیر باید مطابق جدول ۲۰-۸ و رواداری درصد فضای خالی آسفالت، درصد فضای خالی سنگ‌دانه (VMA) و TSR مطابق جدول ۲۰-۲۳ باشد.

جدول ۲۰-۲۳ حدود رواداری فضای خالی آسفالت، فضای خالی سنگ‌دانه و TSR (به منظور کنترل کیفیت)

عنوان	مرجع مقایسه	درصد رواداری
درصد فضای خالی آسفالت	فرمول کارگاهی	± 1
درصد فضای خالی سنگ‌دانه (VMA)	فرمول کارگاهی	± 1
TSR	فرمول کارگاهی	$-1/8$

تأیید طرح اختلاط مخلوط آسفالتی در کارگاه در دو سطح انجام می‌شود؛ سطح اول در زمان شروع کار و با ابلاغ تأییدیه راه‌اندازی کارخانه آسفالت به پیمانکار انجام می‌شود و در سطح دوم از مخلوط آسفالتی تولیدشده در کارخانه آسفالت بصورت دوره‌ای بازدید می‌شود.

در سطح اول: مهندس مشاور، طرح اختلاط فوق را جهت تولید آسفالت آزمایشی به پیمانکار ابلاغ می‌نماید. پیمانکار به راه‌اندازی کارخانه آسفالت و تولید مخلوط آسفالتی بر اساس طرح و مصرف آن در قطعه یا قطعات آزمایشی و نمونه‌گیری از آسفالت این قطعات اقدام می‌کند و نهایتاً نتایج حاصل از آزمایش این نمونه‌ها با داده‌های طرح اختلاط آزمایشگاهی مقایسه می‌شود.

چنانچه در این مقایسه، انطباق ویژگی‌های مخلوط آسفالتی آزمایشی با مشخصه‌های طرح اختلاط ضمن رعایت رواداری-های پیش‌بینی‌شده در مشخصات به تأیید مهندس مشاور برسد، طرح اختلاط برای اجرا به پیمانکار ابلاغ می‌شود. در غیر اینصورت باید نسبت به انجام اصلاحات لازم به منظور هماهنگی بین طرح و تولید اقدام تا انطباق نتایج آزمایش‌های کنترل کیفیت با معیارها و مشخصات فنی تضمین شود. نهایتاً فرمول کارگاهی اصلاح‌شده بعد از تأیید مهندس مشاور، مبنای عملیات اجرایی قرار گیرد.

پیمانکار باید آسفالت را بر اساس مشخصات مخلوط آسفالتی پروژه ابلاغی مهندس مشاور تهیه و اجرا کند. آسفالت‌های تهیه‌شده که خارج از مشخصات باشند، مورد قبول نخواهد بود.

¹ Tensile Strength Ratio

در سطح دوم: برای کنترل کیفیت مخلوط آسفالتی، برنامه نمونه‌برداری و آزمایش دوره‌ای بشرح زیر انجام شود:

الف: نمونه‌برداری و انجام آزمایش‌های کامل مخلوط آسفالتی، **بازای هر طرح اختلاط در هر کارگاه در هر سال**، با در نظر گرفتن حداقل تکرارهای زیر:

- بازای افزایش تولید تجمعی ۷۵۰ تن یک نمونه آزمایش کامل
- اگر تولید روزانه بیشتر از ۱۰۰ تن باشد، یک نمونه آزمایش جزئی (درصد قیر، دانه‌بندی مصالح استفاده‌شده در مخلوط، G_{mm})

ب: چنانچه به هر دلیل محل معدن تغییر نماید و مشخصات مصالح نیز تغییر کند، فرمول کارگاهی جدید باید تهیه شود. نظر به اینکه امکان تغییر نوع و وزن مخصوص سنگدانه‌های مصرفی حتی در یک معدن هم وجود دارد، لذا هر ۲ ماه یکبار یا در هر بازه زمانی که مهندس مشاور تشخیص دهد، از سنگدانه‌های مخازن گرم آسفالت، نمونه‌برداری شده و جهت کنترل وزن مخصوص و میزان جذب قیر به آزمایشگاه مجاز ارسال می‌شود.

پ: در صورتی که نتایج جدید وزن مخصوص حقیقی مخلوط مصالح سنگی و همچنین نتایج جدید حداکثر وزن مخصوص تئوری مخلوط آسفالتی (G_{mm}) با نتایج قبلی، بترتیب اختلافی بیش از ۰/۰۴ و ۰/۰۲ داشته باشد، باید نسبت به تهیه طرح اختلاط جدید اقدام شود.

ت: همه آزمایش‌هایی که قرار است روی نمونه‌ها انجام شود، باید حداکثر ۲۴ ساعت بعد از نمونه‌برداری انجام و نتیجه به پیمانکار ابلاغ شود. در غیر اینصورت تا دریافت نتایج آزمایش بایستی کارگاه تعطیل بماند.

۴-۳-۲۰-۱ تولید مخلوط آسفالتی

۴-۳-۲۰-۱-۱ کارخانه آسفالت

مخلوط آسفالت داغ یا بتن آسفالتی را باید با کارخانه آسفالت که ظرفیت و مشخصات آن متناسب با حجم عملیات مورد پیمان باشد، تهیه کرد. کارخانه باید آنچنان طرح شده باشد که بتواند آسفالت یکنواخت منطبق با مشخصات فنی را تولید کند. کارخانه آسفالت بسته به نوع و مقدار مخلوط آسفالتی تولیدی، می‌تواند کوچک و ساده یا بزرگ و پیچیده باشد. همچنین کارخانه آسفالت ممکن است دائمی (ثابت) یا موقت (قابل حمل) باشد.

کارخانه آسفالت داغ باید با مشخصات AASHTO M156 یا ASTM D995 و شرایط مشروحه در این فصل، مطابقت داشته و کاملاً اتوماتیک و دیجیتالی باشد. در هر حال نوع و مشخصات کارخانه باید قبل از استقرار و نصب به تصویب مهندس مشاور برسد. در حین انجام کار نیز فرآیند تولید بر اساس ASTM D290 بازرسی و کنترل شود؛ همچنین کارخانه تولید آسفالت باید دارای گواهینامه فنی معتبر از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد.

مکان کارخانه آسفالت باید مورد تأیید مهندس مشاور و در حد امکان در مسیر بین معدن سنگدانه و محل اجرای آسفالت باشد تا از حمل اضافه سنگدانه‌ها جلوگیری شود. ظرفیت تولیدی کارخانه آسفالت متناسب با نوع آسفالت، اهمیت پروژه و تجهیزات اجرا تعیین می‌شود که معمولاً در محدوده ۱۲۰ تا ۳۰۰ تن در ساعت است.

۲۰-۳-۴-۱ مشخصات عمومی کارخانه آسفالت

الف: یکنواختی و توازن

کارخانه باید هم در مصرف مواد اولیه و هم در فرآیند تولید آسفالت، یکنواختی و توازن داشته باشد. یکنواختی شامل یکنواختی در جنس مصالح، یکنواختی در نسبت استفاده از مصالح و پیوستگی کارکرد همه اجزای کارخانه است. لازمه رسیدن به این یکنواختی وجود توازن بین مقدار مصالح مصرفی و ظرفیت تولید از یکطرف و توازن بین ظرفیت تولید و میزان اجرای روسازی از طرف دیگر است.

کارخانه باید آنچنان طرح شده باشد که هنگام کار بتواند محصول منطبق با فرمول کارگاهی و ارزش‌های فنی مشخصه را به طور یکنواخت و در درجه حرارت ابلاغ‌شده با رعایت تغییرات در محدوده ± 10 درجه سانتیگراد تولید کند.

ب: مخازن قیر

بطور معمول، کارخانه‌های آسفالت حداقل دو مخزن قیر دارند که باید مجهز به سنج (گیج) مقدار قیر و نیز حرارت‌سنج باشد. ظرفیت مخازن قیر باید به مقداری باشد که حداقل قیر مورد نیاز یک روز کاری را تأمین کند. قیرهای مختلف نباید مخلوط و در مخازن قیر ذخیره شود. اگر برای انجام یک پروژه قیرهای با درجه‌بندی مختلف لازم باشد، هر نوع قیر در حداقل یک مخزن جداگانه نگهداری شود. همچنین برای گردش مداوم قیر، باید از پمپ‌های مناسب در کل دوره کار استفاده شود. در مسیر گردش یا مخزن قیر، شیر (خروجی) مناسبی برای نمونه‌گیری و کنترل قیر تعبیه شده باشد. سرعت اکسیداسیون قیر در دماهای بالا زیاد است، از اینرو باید کمتر در معرض هوا قرار گیرد. به همین جهت لوله برگشت (تخلیه) قیر باید در پایین مخزن قیر قرار گیرد.

مجموعه مخازن قیر و لوله‌های گردش قیر آن‌ها باید با استفاده از تجهیزات مناسب و مطابق حرارت مندرج در این فصل، گرم شود. گرمایش مخازن قیر می‌تواند با لوله‌های حاوی روغن و بخار انجام شود. وقتی از لوله‌های حاوی روغن برای گرم کردن قیر استفاده می‌شود، سطح روغن در مخزن سیستم گرمایشی باید بصورت دوره‌ای و مرتب کنترل شود تا اگر نشتی در لوله‌های روغن رخ داده باشد، بسرعت معلوم و از آلودگی احتمالی قیر جلوگیری شود. تماس مستقیم شعله آتش با بدنه مخازن قیر به هیچ وجه مجاز نیست. کارفرما و مهندس مشاور موظف است از کارکردن دستگاه‌هایی که در آن شعله با بدنه مخازن قیر تماس مستقیم دارند، جلوگیری نمایند. دمای مخزن باید کمتر از یک مقدار معین (معمولاً حدود ۱۶۰ درجه سانتیگراد) باشد تا اکسیداسیون قیر کمینه و مخزن از خطر انفجار مصون بماند. برای اطمینان از اینکه دمای قیر ورودی به محفظه اختلاط مناسب است، باید بر روی لوله‌های

انتقال قیر دماسنج نصب شود.

پ: سیلوهای سرد

کارخانه آسفالت باید حداقل به پنج سیلوی سرد مکانیکی دقیق و هر سیلو به یک دریچه و سیستم تغذیه مجزا مجهز باشد. این سیستم تغذیه کننده باید قادر باشد مصالح سنگی یکنواخت و با درجه حرارت ثابت را توسط تسمه نقاله وارد واحد خشک کننده کند. هر سیلوی سرد باید مجهز به حسگر قطع جریان باشد تا در صورت خالی شدن سیلو، پس از دادن هشدار، سیستم تغذیه و نوار نقاله ها را خاموش کند. باید کنترل شود که خروجی مصالح از دریچه ها همواره به آرامی انجام شود. هرگاه برای انتقال مصالح به واحد خشک کننده بیشتر از یک نوار نقاله به کار رود، هر کدام از نوار نقاله ها باید بصورت یک واحد جداگانه و با کنترل از اتاق فرمان مرکزی کارخانه عمل کند.

سیستم تغذیه کننده^۱ سیلوی سرد برای هر نوع و اندازه ای از سنگدانه ها باید کالبره شود. کارخانه سازنده تجهیزات، بطور تقریبی اینکار را انجام می دهد، اما برای اجرای دقیق ضروری است نمودار کالبراسیون برای هر نوع دانه بندی تهیه و استفاده شود. لازم است تکنسین مربوطه نمودارهای کالبراسیون تغذیه کننده را امتحان کند تا نسبت به تنظیمات نرخ تغذیه و نحوه تغییر آن در فرآیند تولید آشنایی کامل داشته باشد. معمولاً نرخ خروجی مصالح از سیلوی سرد از دو طریق کنترل می شود؛ میزان بازشدگی دریچه خروجی سیلوی سرد یا تغییر سرعت نوار نقاله کوتاه تغذیه کننده. در صورتی که از نوار نقاله با سرعت متغیر استفاده شود، لازم است که میزان بازشدگی دریچه خروجی ثابت باشد. همچنین میزان بازشدگی دریچه خروجی نباید برای مصالح درشت دانه کمتر از ۲/۵ تا ۳ برابر درشت ترین دانه ها و برای مصالح ریز کمتر از ۲/۵ میلیمتر باشد.

ت: واحد خشک کننده

واحد خشک کننده شامل یک استوانه خشک کننده گردان است که مصالح سنگی از سیلوهای سرد به آن وارد و در این واحد حرارت داده می شود تا اولاً رطوبت سنگدانه ها از بین برود و ثانیاً سنگدانه ها به دمای مطلوب برسد. این واحد باید بتواند مصالح سرد را تا رسیدن به دمای لازم، بدون آنکه بر روی آن ها پوشش و یا دوده ای ناشی از سوخت ناقص یا روغن سوخته بگذارد، بطور مداوم گرم کند. مدت زمان لازم برای گرم شدن مصالح به شیب، سرعت چرخش، قطر و طول استوانه بستگی دارد. مشعل واحد خشک کننده باید از نوع توربو جت، اتوماتیک و متصل به حرارت سنجی که دمای مصالح خروجی را نشان می دهد، باشد تا بتواند بصورت خودکار مصالح را در دمای معین نگه دارد. هدف استفاده از مشعل اتوماتیک این است که دمای مخلوط مصالح سنگی یکنواخت باشد و مصالح بیش از اندازه گرم نشود، چرا که گرمای بیش از حد می تواند در زمان اختلاط به مخلوط آسفالتی آسیب بزند.

^۱ Feeder

ث: الک‌های دانه‌بندی (سرندها)

واحد دانه‌بندی باید حداقل دارای پنج الک که قابل تعویض و اندازه چشمه آن‌ها برای هر نوع مخلوط آسفالتی متناسب با ابعاد سنگدانه‌های مورد نیاز آن مخلوط باشد. انتخاب قطر چشمه‌های مورد نیاز برای هر نوع دانه‌بندی با دستور و تأیید مهندس مشاور، به گونه‌ای انجام می‌شود که منحنی دانه‌بندی کارگاهی به آسانی با توزین مصالح دانه‌بندی شده از سیلوهای گرم بدست آید.

ظرفیت الک‌ها باید با ظرفیت خشک‌کن و محفظه اختلاط متناسب و در واقع قدری بیشتر از ظرفیت کامل واحدهای خشک‌کننده و اختلاط باشد. خروجی واحد دانه‌بندی باید ثابت و یکنواخت و تغییرات دانه‌بندی آن در هر یک از سیلوهای گرم از حدود زیر تجاوز نکند.

شماره سیلوی گرم	درصد کوچکتر از اندازه	درصد بزرگتر از اندازه
۱ (ریز)	-	۱۰
۲	۱۵	۱۰
۳	۲۰	۵
۴	۲۰	۵
۵ (درشت)	۲۰	-

موتور و متعلقات لرزاننده الک‌ها باید در شرایط خوبی باشد تا الک‌ها با سرعت مناسب بلرزند. الک‌های فرسوده که ممکن است سوراخ شده باشد و نیز پرشدن بیش از اندازه الک‌ها دلایل اصلی خارج شدن دانه‌بندی از حدود مطلوب است که باید هر دو مورد روزانه بازرسی و در صورت وجود رفع شود.

ج: سیلوهای گرم

سیلوهای گرم برای نگهداری موقت سنگدانه‌های گرم و دانه‌بندی شده در محفظه‌های جداگانه و با اندازه‌های مختلف استفاده می‌شود. بدنه سیلوها باید محکم، فاقد هر گونه سوراخ و برای جلوگیری از تداخل سنگدانه‌ها در سیلوهای مجاور به اندازه کافی بلند باشد. همچنین بزرگی سیلوها باید به حدی باشد که بتواند مصالح گرم مورد نیاز کارخانه را در حالت تولید با ظرفیت کامل تأمین کند. سیلوها باید مجهز به حرارت‌سنج‌های دقیق برای رصد دائمی دمای مصالح و نیز دارای لوله‌های سرریز باشد که در صورت پرشدن یک سیلو، مصالح آن با مصالح سایر سیلوها در هم نیامیزد. مصالح سرریز شده مذکور، مردود تلقی می‌شود. همچنین دسترسی و تجهیزات لازم برای نمونه‌گیری از هر کدام از سیلوهای گرم باید فراهم باشد. برای یک کارخانه، حداقل پنج سیلوی گرم بعلاوه یک سیلوی جداگانه برای فیلر بشرح زیر لازم است.

فیلرهای معدنی یا گردوغبار حاصله از دستگاه غبارگیری باید در یک سیلوی مجزا که در برابر نفوذ رطوبت مقاوم شده است، ذخیره و بطور مستقیم به محفظه توزین وارد شود. حتی اگر فیلر فقط از دستگاه غبارگیری تأمین می‌شود، باز هم باید در سیلوی فیلر ذخیره و به روش مذکور استفاده شود و هرگز سیلوی فیلر از مدار خارج نباشد.

سیلوهای گرم باید مجهز به سیستمی باشند که خالی شدن هر سیلو را کمی قبل از آن هشدار دهد و در زمان وقوع، پیمانہ سازی را قطع کند. در این صورت، مراحل قبلی ادامه می یابد تا دوباره سیلوهای گرم آماده تغذیه شوند. دریچه های خروجی سیلوی گرم باید مرتب بازرسی شود و دریچه های فرسوده تعمیر یا تعویض شود تا از ورود کنترل نشده مصالح به محفظه توزین که می تواند تأثیر منفی بر دانه بندی نهایی داشته باشد، جلوگیری شود.

چ: کنترل درجه حرارت

کارخانه باید مجهز به سیستم مرکزی کنترل دمای مصالح سنگی، قیر و مخلوط آسفالتی در اتاق فرمان باشد. این سیستم باید حرارت سنج هایی با حداقل دقت ۲ درجه سانتیگراد و حساسیت دمایی ۱۰ درجه سانتیگراد در دقیقه داشته باشد، که در نقاط حساس به دمای کارخانه نصب و متصل به سیستم مرکزی باشند. سطح شیب دار خروجی واحد خشک کننده، دیواره های سیلوهای گرم و لوله تخلیه قیر به محفظه اختلاط باید مجهز به حرارت سنج های مذکور باشد. حرارت سنج قیر باید در روی لوله تخلیه قیر به واحد مخلوط کننده و در محلی که به یک شیر تخلیه نزدیک است، نصب شود و قادر به نشان دادن دما در بازه ۱۰۰ تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد باشد.

ح: دستگاه غبارگیری^۱

فیلر نباید با سنگدانه ها مخلوط شود، بلکه باید توسط دستگاه غبارگیر کارخانه جمع آوری و در سیلوی جداگانه ذخیره و جداگانه توزین و وارد مخلوط کن آسفالت شود. دستگاه غبارگیر باید طوری طراحی شده باشد که فیلر موجود در گردوغبار را جذب و قسمتی یا تمام آن را مجدداً با وسایل مکانیکی و به طور منظم وارد سیلوی فیلر نماید. قبل از اینکه این فیلر وارد کارخانه شود، مشخصات آن از نظر کمی و کیفی بررسی و مقدار قابل برگشت آن تعیین می شود. واحد مخلوط کننده کارخانه نیز باید به پوششی که ممکن است برای کنترل گردوغبار لازم شود، مجهز باشد. همچنین فیلر باید دارای مخزن و ترازوی توزین جداگانه باشد.

فیلترهای مرطوب^۲ هم می تواند برای غبارگیری در کارخانه آسفالت استفاده شود. در این سیستم قطرات آب در یک محفظه بر روی گردوغبار جمع آوری شده پاشیده و آب حاوی گردوغبار از پایین محفظه تخلیه می شود. این سیستم غبارگیری دو ایراد اصلی دارد؛ اول اینکه گردوغبار بمنظور استفاده در مخلوط آسفالتی بازیافت نمی شود و دوم اینکه آب خروجی می تواند بعنوان یک منبع آلودگی جدید شناسایی شود.

خ: سیلوی ذخیره

برای جلوگیری از توقف در تولید کارخانه آسفالت بدلیل بروز وقفه در عملیات اجرا یا عدم حضور بموقع کامیون جهت بارگیری و نیز برای حفظ کیفیت و یکنواختی مخلوط آسفالتی، در انتهای خط تولید آسفالت، یک سیلوی ذخیره موقت مخلوط آسفالتی قرار داده می شود که در صورت لزوم مصالح با استفاده از نوار نقاله شیب دار یا بالابر

^۱ Dust collector

^۲ Wet scrubbers

داغ^۱ از بالا در آن سیلو ریخته و برای کوتاه مدت ذخیره شود. این سیلوها در دو گروه سیلوی اضطراری^۲ و سیلوی ذخیره^۳ دسته بندی می شود. سیلوی اضطراری، که معمولاً ایزوله هم نیست، برای نگهداری کوتاه مدت (کمتر از سه ساعت) مخلوط آسفالتی بکار می رود. در حالی که سیلوی ذخیره که برای نگهداری موقت اما بیشتر از سه ساعت تعبیه می شود، باید حتماً ایزوله و در صورت لزوم دارای سیستم گرمایشی باشد. گرمایش سیلوی ذخیره نباید بیش از حد مجاز باشد. ممکن است سیلوی ذخیره مجهز به دستگاه تخلیه اکسیژن هم باشد. مجموعه تجهیزات سیلوی ذخیره تعیین کننده حداکثر زمان ذخیره مخلوط آسفالتی است.

برای جلوگیری از جداشدگی مخلوط آسفالتی در سیلوی ذخیره، باید یک مخزن بزرگ ورودی در بالای سیلو باشد که مخلوط آسفالتی اول به آن مخزن وارد و سپس بصورت ثقلی به داخل پیمانه های سیلوی ذخیره ریخته شود. برای مدت زمان نگهداری مخلوط آسفالتی در سیلوهایی ذخیره محدودیت های زیر لازم است:

- نگهداری مخلوط آسفالتی با دانه بندی متراکم^۴ بیشتر از ۱۸ ساعت در سیلوی ذخیره مجاز نیست.
- نگهداری مخلوط آسفالتی با دانه بندی باز^۵ بیشتر از ۲ ساعت در سیلوی ذخیره مجاز نیست.
- به فرآیند نفوذ قیر در حفرات سنگدانه ها در اثر وجود فشار منفذی، جذب قیر^۶ گفته می شود که در تعیین مقدار قیر بهینه بسیار مهم است. اگر جذب قیر در مخلوط آسفالتی، نگران کننده باشد، زمان نگهداری مخلوط آسفالتی در انبار توسط مهندس ناظر قابل تقلیل است.
- اگر میزان قیرزدگی مخلوط آسفالتی زیاد باشد، مخلوط آسفالتی با دانه بندی باز مجاز به انبار شدن نیست.
- لازم بذکر است که در هر حال، حداکثر زمان نگهداری مخلوط های آسفالتی در سیلوهایی اضطراری و ذخیره باید به تشخیص و تأیید مهندس مشاور باشد.

د: کنترل مدت اختلاط

مدت زمان اختلاط به مدل و ظرفیت کارخانه، نوع و دانه بندی مصالح و پوشش قیری سنگدانه ها بستگی دارد. معمولاً در دستورالعمل کارخانه سازنده، مدت زمان اختلاط تعیین می شود. البته مدت زمان اختلاط می تواند به درخواست مهندس مشاور تغییر کند. مدت زمان اختلاط سنگدانه ها و قیر باید به مقداری باشد که مخلوطی یکنواخت و کاملاً اندود شده مطابق شرایط AASHTO T195 و زیربند ۲۰-۳-۴-۳-۵ تأمین شود. منتهی هر چقدر زمان اختلاط کمتر باشد، مواجهه قیر گرم با اکسیژن و در نتیجه سخت شدگی آن کمتر و مخلوط مناسبتری تولید

¹ Hot elevator

² Surge bin

³ Storage bin

⁴ Dense-graded asphalt mix

⁵ Open-graded asphalt mix

⁶ Asphalt absorption

می‌شود. مخلوط مصالح سنگی، قبل از اضافه‌شدن قیر، باید یک اختلاط خشک را در فاصله زمانی که کمتر از ۵ ثانیه نباشد، بگذرانند. مدت زمان اختلاط تر هم با در نظر گرفتن همه شرایط مذکور، نباید بیشتر از ۶۰ ثانیه باشد. زمان اختلاط باید توسط مهندس مشاور بطور دقیق و مستمر کنترل شود. برای آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای، مدت زمان اختلاط کامل (خشک و تر) از قبل باید تعیین و در زمان تولید نیز توسط مهندس مشاور بطور دقیق و مستمر کنترل شود.

ذ: باسکول کامیون

مخلوط آسفالتی معمولاً بصورت وزنی فروخته می‌شود. رایج‌ترین توزین مخلوط آسفالتی آماده‌شده استفاده از باسکول کامیون است. باسکول‌ها خود به سه دسته باسکول عقربه‌ای، قپان بازویی و توزین الکترونیکی تقسیم‌بندی می‌شوند. ممکن است در کارخانه تمام اتوماتیک، توزین مخلوط آسفالتی بر اساس اوزان پیمان‌ها انجام شود که در صورت تأیید مهندس مشاور می‌تواند معتبر باشد.

ر: مقررات ایمنی

- محوطه کارخانه آسفالت بایستی خالی از هرگونه سیم، کابل، لوله، شیلنگ یا هر مانع رهاشده دیگری باشد. کابل‌های فشار قوی برق و سطوح مرطوب زمین از دیگر مخاطرات بالقوه محسوب می‌شود.
- تمامی سیلوهای سرد باید مجهز به شبکه‌های فلزی با ابعاد چشمه مناسب بر روی سیلو باشد. در زمان‌هایی که کارخانه مشغول بکار است، هیچ کارگری اجازه ندارد بر روی سیلوهای سرد کار کند. همچنین زمان‌هایی که در پیچه تغذیه‌کننده مصالح باز است، ایستادن یا راه رفتن بر روی مصالح سیلوها ممنوع است.
- اطراف مشعل و یا مناطقی که دمای کار بالا است، محدوده آشکار خطر هستند. این مناطق و نیز محدوده خطوط انتقال سوخت باید مجهز به تجهیزات اطفاء حریق باشد. بر روی همه خطوط انتقال سوخت باید شیرهای کنترلی (که ممکن است کنترل از راه دور باشد) نصب شود. کشیدن سیگار در اطراف مخازن قیر و سوخت ممنوع است و باید این موضوع با نصب تابلوهای هشدار اعلان شده باشد.
- باید به تعداد کافی پلکان مطمئن برای سکوی مخلوط‌کن و همچنین نردبان مجهز به حفاظ برای سایر واحدهای کارخانه تهیه شود. متصدی دستگاه باید فضای کافی برای حرکت روی سکوی واحد مخلوط‌کننده داشته باشد. کلیه جعبه‌دنده‌ها، قرقره‌ها، زنجیرها، چرخ‌دنده‌ها و سایر قسمت‌های متحرک کارخانه بایستی دارای حفاظ باشند.
- برای کامیون‌ها نیز باید ترتیبی داد که مواد مایع از کارخانه روی کامیون چکه نکند. در محل قرار گرفتن کامیون‌ها باید نردبان یا سکویی نصب کرد تا بتوان به سهولت از مخلوط آسفالتی که به کامیون‌ها ریخته می‌شود، نمونه‌برداری کرد. در نقاط مورد لزوم باید حفاظ‌های هوایی نیز نصب شود.

۲۰-۳-۴-۱-۲ مشخصات اختصاصی کارخانه آسفالت مرحله‌ای^۱

الف: محفظه توزین

محفظه توزین^۲ جعبه فلزی بزرگی است که به مجموعه‌ای از ترازوها متصل شده است و برای توزین سنگدانه‌های گرم و نگهداری آن تا زمانی که محفظه اختلاط آماده تغذیه برای مرحله بعد باشد، بکار می‌رود. کارخانه‌های قدیمی معمولاً از قپان‌های بازویی^۳ که وزن را بر اساس تراز بازوی تعادلی بدست می‌آورند و یا ترازوهای عقربه‌ای^۴ بدون فنر برای توزین سنگدانه‌ها استفاده می‌کردند، اما تقریباً همه کارخانه‌های امروزی مجهز به دستگاه توزین الکترونیکی^۵ هستند. مشکل متداول دستگاه‌های توزین این است که معمولاً بخش تعادلی دستگاه^۶ با گردوغبار و ذرات ریز پوشیده می‌شود و در نتیجه ترازو از دقت خارج می‌شود. از اینرو باید بصورت روزانه کالیبره‌بودن دستگاه توزین کنترل شود. دقت دستگاه توزین باید ۰/۵ درصد باشد که برای آزمایش آن، حداقل ده وزنه ۲۵ کیلوگرمی نیاز است. کلیه وسایل توزین باید مرغوب باشد و تنظیم آن‌ها به آسانی انجام شود، در غیر اینصورت باید تعویض شود. همچنین دستگاه توزین باید مجهز به حسگر ظرفیت باشد که ده کیلوگرم قبل از پرشدن کامل محفظه اخطار بدهد.

در هر مرحله از پیمان‌سازی، شروع وزن‌کشی باید از سیلوی گرم حاوی درشت‌ترین دانه شروع و تا ریزترین دانه ادامه یابد. با این روش، درشت‌دانه‌ها در زیر محفظه توزین خواهد بود و در نتیجه موقعی که سنگدانه‌های توزین‌شده به داخل محفظه اختلاط ریخته می‌شود، درشت‌دانه‌ها در کف محفظه به اختلاط بهتر سایر سنگدانه‌ها کمک می‌کند.

ب: تأمین قیر^۷

مقدار قیر مورد نیاز با استفاده از تجهیزات وزنی اندازه‌گیری و وارد محفظه اختلاط می‌شود. برای اینکار، ابتدا قیر به داخل ظرفی با وزن معلوم که متصل به ترازو است ریخته و از آنجا با لوله تخلیه وارد محفظه اختلاط می‌شود. دقت تجهیزات اندازه‌گیری باید در حدود یک کیلوگرم و ظرفیت آن‌ها حداقل ده درصد بیشتر از قیر مورد نیاز در هر مرحله باشد. همچنین مجموعه باید مجهز به سیستم گرمایشی مناسب باشد تا از افت دمای قیر جلوگیری شود. پس از اینکه زمان اختلاط خشک مصالح در محفظه اختلاط سپری شود، قیر بطور خودکار با لوله‌های

¹ Batch plant² Weigh hoppers³ Beam type scales⁴ Dial type scales⁵ Electronic weighing system⁶ Knife-edge balances⁷ Asphalt delivery system

پخش‌کننده‌ای که نباید طول شیار آن کمتر از سه‌چهارم طول مخلوط‌کن باشد، در یک یا چند لایه نازک و یکنواخت در محفظه اختلاط پخش می‌شود. پخش‌گیر باید با تنظیم فاصله و اندازه لوله‌های پخش‌کننده به یکنواختی انجام شود. مدت زمان پخش‌گیر نباید بیشتر از ۱۵ ثانیه از آغاز تخلیه‌گیر طول بکشد. شیر تخلیه باید سریع، بدون چکه و قادر به قطع جریان انتقال در هر لحظه باشد. در فاصله بین شیر تخلیه و لوله‌گیرپاشی باید شیری برای نمونه‌برداری از گیر تعبیه شده باشد.

پ: واحد مخلوط‌کننده

واحد مخلوط‌کننده یا محفظه اختلاط دارای دو محور گردان با تعدادی پره متصل به آن است. محورهای گردان قابل تنظیم و جابجایی هستند و باید بگونه‌ای تنظیم شوند که هیچ نقطه بدون اختلاط یا در اصطلاح منطقه مرده‌ای در داخل مخلوط‌کن نباشد. برای این منظور، فاصله لبه تیغه‌های همزن از تمام اجزای ثابت و متحرک محفظه نباید بیشتر از دو سانتیمتر باشد. وقتی بیشتر از ۱۰ درصد طول پره‌های مخلوط‌کن نسبت به ابعاد کاتالوگ کارخانه فرسوده شده باشد، پره‌ها باید تعویض شود. محفظه اختلاط باید بگونه‌ای باشد که مصالح سنگی و گیر به بیرون درز نکند و همچنین برای جلوگیری از ورود گردوغبار به داخل آن پوشش حفاظتی مناسبی داشته باشد.

مخلوط آسفالتی بدست‌آمده از محفظه اختلاط باید یکنواخت و در محدوده فرمول کارگاهی باشد. پره یا خالی بودن بیش از اندازه مخلوط‌کن باعث عدم اختلاط مناسب می‌شود. از اینرو، وزن مخلوط آسفالتی در هر مرحله توزین، به شرط مرغوب بودن مخلوط، تا ۱۰ درصد کمتر یا بیشتر از ظرفیت تعیین‌شده‌ی مخلوط‌کن مجاز است. در هر حال، ظرفیت اختلاط در هر مرحله نباید از ۱۰۰۰ کیلوگرم کمتر باشد.

ت: تجهیزات شمارش و کنترل زمان

مخلوط‌کننده باید دارای دستگاه کنترل دقیق زمانی برای بستن دریچه جعبه توزین بعد از پرشدن آن در هر دوره توزین و نیز بستن ورودی گیر به محفظه در زمان اختلاط خشک باشد. همچنین مخلوط‌کننده برای شمارش و ثبت تعداد پیمان‌های مخلوط آسفالتی تخلیه‌شده از مخلوط‌کن باید مجهز به شمارشگر خودکار باشد.

۲۰-۳-۴-۱-۳ مشخصات اختصاصی کارخانه آسفالت مداوم^۱

الف: دریچه‌های تخلیه مصالح گرم

دریچه‌های خروجی سیلوهای گرم باید مجهز به نشانگرهایی با دقت حداقل ۲/۵ میلیمتر باشد تا اندازه‌گیری حجمی مصالح خروجی و کنترل دقیق نسبت مصالح گرم ممکن باشد. برای تنظیم میزان بازشدگی دریچه‌ها باید از آن‌ها نمونه‌گیری و نمونه‌ها توزین شود. هر سیلو باید مجهز به سیستم نمونه‌برداری با حداقل وزن ۱۰۰ کیلوگرم

^۱ Continuous mix plant

برای هر نمونه و با دقت ۰/۵ درصد باشد. از هر یک از سیلوهای گرم بطور جداگانه، باید حداقل پنج مرتبه با بازشدگی‌های مختلف دریچه، نمونه‌برداری انجام و پس از توزین، منحنی وزن مصالح خروجی بر حسب میزان بازشدگی دریچه برای هر سیلو ترسیم شود. در صورتی که دانه‌بندی مصالح سنگی عوض شود، منحنی مذکور مجدداً باید کالیبره و ترسیم شود.

ب: همزمانی تغذیه قیر و مصالح سنگی

سیلوهای گرم و سیستم ذخیره قیر، هر کدام بطور جداگانه، باید مجهز به دستگاه‌های هشداردهنده‌ای باشند که قبل از خالی‌شدن مخزن اخطار لازم را بدهد. علاوه بر این، مجموعه باید مجهز به سیستم یکپارچه‌ای باشد که در صورت خالی‌شدن هر یک از سیلوهای گرم و یا ذخیره قیر، کل مجموعه را متوقف کند.

پ: واحد مخلوط‌کننده

واحد مخلوط‌کننده یا محفظه اختلاط کارخانه‌های آسفالت مرحله‌ای و مداوم طراحی یکسانی دارند و تنها تفاوت آن‌ها در آرایش پره‌های مخلوط‌کن است. از اینرو ضمن انتخاب نوع مناسب واحد مخلوط‌کننده برای کارخانه آسفالت مداوم باید ضوابط گفته‌شده در زیربند ۲۰-۳-۴-۱-۲-پ نیز رعایت شود.

ت: سیلوی اضطراری و ذخیره

با توجه به اینکه تولید مخلوط آسفالتی در کارخانه مداوم بصورت پیوسته انجام می‌شود، تعبیه سیلوی اضطراری ضروری است. اما استفاده از سیلوهای ذخیره مطابق مشخصات فنی عمومی ذکرشده در همین فصل، اختیاری است.

۲۰-۳-۴-۲ بازرسی کارخانه آسفالت

پیمانکار باید حداقل هر ماه یکبار، کارخانه آسفالت را کالیبره کند و یک نسخه از داده‌های مربوطه را قبل از اجرای عملیات آسفالتی در اختیار مهندس مشاور بگذارد. مهندس مشاور نیز باید کلیه اجزا و عناصر اصلی و فرعی کارخانه آسفالت را حداقل یک هفته قبل از شروع عملیات آسفالتی و در حین کار بصورت روزانه بازرسی و کنترل کند. نحوه انجام بازرسی باید مطابق مندرجات همین فصل نشریه ۱۰۱ و ASTM D290 باشد. چک‌لیست‌های مربوط به مشخصات عمومی و اختصاصی کارخانه آسفالت در زمان بازرسی باید تکمیل شود. همچنین برای کنترل مشخصات کارخانه آسفالت AASHTO M156 و ASTM D995 قابل ارجاع است. کلیه اجزای کارخانه آسفالت بشرح زیر باید مورد بازرسی و تصویب مهندس مشاور قرار گیرد.

الف: سیلوهای سرد، دریچه‌های تغذیه‌کننده و نوار نقاله‌های رابط

ب: واحد خشک‌کننده و سیستم انتقال مصالح گرم به برج پیمانه‌سازی

پ: دستگاه غبارگیری و لوله‌های انتقال فیلر

ت: مخازن ذخیره قیر، لوله‌های انتقال و شیوه گرم‌کردن آن

ث: توزین مصالح سرد، فیلر و قیر

ج: سرندها (الک‌های دانه‌بندی)

چ: سیلوه‌های گرم و لوله‌های سرریز

ح: حرارت‌سنج‌های قیر و مصالح سنگی گرم

خ: محفظه‌های توزین‌کننده (مصالح گرم)

د: محفظه اختلاط و مدت زمان اختلاط

ذ: اتاق فرمان مرکزی کارخانه و تجهیزات کنترل‌کننده آن

لازم است چک‌لیست شماره ۱ برای کنترل مشخصات کارخانه آسفالت در فاصله زمانی گفته‌شده، تکمیل شود.

چک‌لیست شماره ۱: کنترل مشخصات کارخانه آسفالت			
تاریخ:		تواتر اعلام گزارش: حداقل یک هفته قبل از شروع عملیات آسفالتی و در حین کار بصورت روزانه	
مشخصات کارخانه آسفالت:			
مدل:	ظرفیت:	سال تولید:	تعداد سیلوه‌های گرم ... تا
شامل: سیلوه‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵		تعداد سیلوه‌های سرد ... تا	
شامل: سیلوه‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵		شامل: سیلوه‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵	
آدرس کارخانه آسفالت:			
ردیف	موارد بازرسی	نتیجه	
		بله	خیر
۱	آیا کارخانه آسفالت دارای گواهی‌نامه فنی با عنوان تأییدیه فرآیند تولید آسفالت است؟		
۲	آیا دپوی سنگدانه‌ها مناسب است از نظر:		
	دانه‌بندی		
	یکنواختی		
	جدادگی دانه‌ها		
	آلودگی		
	فضای خالی بین دپوهای مختلف		
	دسترسی به مصالح سنگی مطابق فرمول کارگاهی		
۳	آیا وضعیت سیلوه‌های سرد مناسب است از نظر اینکه:		
	آیا برای هر اندازه سنگدانه، یک سیلوی مجزا استفاده شده است؟		
	آیا پرشدن سیلوه‌ها بنحوی است که مصالح با هم در نیامیزد؟		
	آیا همه دریچه‌های سیلوه‌ها قابل بهره‌برداری است؟		
	آیا سیستم تقسیم‌بندی مصالح هماهنگ است؟		
	آیا سیستم لرزش سیلوه‌ها در مواقع مورد نیاز، قابل استفاده است؟		
	آیا تغذیه‌کننده‌های سیلو قابل بهره‌برداری و مجهز به هشداردهنده «تمام مصالح» است؟		
	آیا تغذیه‌کننده‌ها مطابق با فرمول کارگاهی و دستورالعمل لازم کالیبره شده‌اند؟		
۴	آیا وضعیت واحد خشک‌کننده مناسب است از نظر اینکه:		
	قاشقک‌ها و بدنه سالم است؟		
	آیا سنجش دما در قیف خروجی مصالح بدرستی انجام می‌شود؟		
	آیا مشعل توربو جت و اتوماتیک بدرستی کار می‌کند؟		

چک لیست شماره ۱: کنترل مشخصات کارخانه آسفالت			
صفحه ۲ از ۲	۵	آیا وضعیت سیلوهای داغ و الک‌های دانه‌بندی مناسب است از نظر اینکه:	
		آیا وضعیت الک‌ها قابل پذیرش است؟	
		آیا سیستم دانه‌بندی قادر به جدا کردن سنگدانه‌های بزرگتر از اندازه‌های مطلوب است؟	
		آیا تجهیزات نمونه‌برداری از سیلوی داغ بدرستی کار می‌کند؟	
		آیا دریچه‌ها بخوبی بسته می‌شود؟	
		آیا بدنه سیلوهای داغ فاقد هرگونه سوراخی است؟	
		در صورت استفاده از فیلر اضافی، آیا از یک سیلوی مجزا برای آن استفاده شده است؟	
		در مورد محفظه توزین‌کننده:	
۶	آیا توزین خودکار سنگدانه‌ها در اندازه‌های مختلف بدرستی انجام می‌شود؟		
	آیا دریچه‌های محفظه بخوبی بسته می‌شود تا مصالح به داخل مخلوط کن نریزد؟		
۷	در مورد محفظه اختلاط:		
	آیا محفظه فاقد هرگونه نشی است؟		
	آیا وضعیت ظاهری و فاصله تیغه‌های مخلوط‌کن تا بدنه برای اختلاط و پوشش کامل سنگدانه‌ها مناسب است؟		
	آیا زمان اختلاط تنظیم و قفل شده است؟		
	آیا مخلوط خارج شده از محفظه از نظر ظاهری و دمایی یکنواخت است؟		
	آیا بارگیری مخلوط آسفالتی در کامیون مناسب است از نظر اینکه:		
۸	آیا بدنه کامیون (محل بارگیری) تمیز و صاف است؟		
	آیا بدنه کامیون (محل بارگیری) شسته و خشک شده است؟		
	آیا بارگیری بصورت صحیح (سه تخلیه در نقاط مختلف کف اتاق کامیون) انجام می‌شود؟		
توضیحات:			
تهیه کننده:			
تأیید کننده:			

۲۰-۳-۴ الزامات تولید مخلوط آسفالتی

۲۰-۳-۴-۱ مسئول کارخانه آسفالت

پیمانکار مکلف است برای تهیه مخلوط آسفالتی منطبق با مشخصات و طرح اختلاط مصوب و ابلاغ شده، مسئولی را بگمارد با این شرایط:

- کارآزموده، ماهر و دارای سابقه کار در عملیات تولید آسفالت باشد.
- دارای صلاحیت فنی مورد تأیید مهندس مشاور باشد.

- آشنایی کامل با مشخصات فنی عمومی و اختصاصی کارخانه داشته باشد.
- آشنایی کامل با مشخصات و آزمایش‌های مربوط به قیر، مصالح سنگی و مخلوط آسفالتی داشته باشد.
- حضور تمام وقت در کارخانه داشته باشد.

۲۰-۳-۴-۳-۲ آماده کردن کارخانه آسفالت

آماده کردن کارخانه آسفالت در واقع یک مرحله آزمایشی برای شروع تولید و اجرای عملیات آسفالتی است. پیمانکار بایستی ضمن تهیه تجهیزات لازم، کارخانه آسفالت را به شرح مراحل گفته شده در جدول ۲۰-۲۴ آماده، آسفالت آزمایشی را تهیه و پس از دریافت تأیید مهندس مشاور تولید مخلوط آسفالتی را آغاز کند. اجرای کلیه مراحل آماده کردن کارخانه آسفالت توسط پیمانکار و زیر نظر مهندس مشاور می‌شود.

جدول ۲۰-۲۴ مراحل آماده کردن کارخانه آسفالت

آماده کردن مصالح سنگی • مصالح سنگی قبل ورود به سیلوهای سرد با هم مخلوط نشود. • هر یک از مصالح ریز و درشت تفکیک شده در کارگاه وارد یک سیلو مجزا شود. • در صورت وجود ماسه طبیعی، سیلوی جداگانه به آن تخصیص یابد. • سیلوی ریزدانه‌ها مجهز به لرزاننده باشد. • نسبت وزنی استفاده از مصالح هر سیلو محاسبه شود. • نمودار وزن مصالح خروجی در دقیقه به میزان بازشدگی دریچه برای هر سیلو ترسیم و با تغییر نوع مصالح و دانه بندی مجدداً کالیبره شود. • بعد از رسیدن مصالح به سیلوهای گرم، از هر سیلوی گرم و نیز سیلوی فیلر (در صورت لزوم)، نمونه برداری و نسبت وزنی مصالح هر سیلو طبق فرمول کارگاهی تعیین شود. • وزن مصالح مصرفی روی دستگاه‌های توزین، تعیین و تثبیت شود.
آماده کردن قیر • مقدار قیر بر حسب وزن کل مخلوط آسفالتی (مصالح سنگی، فیلر و قیر) محاسبه شود. • سیستم تأمین قیر بر اساس وزن قیر محاسبه شده، کالیبره و سپس تنظیم شود.
اختلاط • همزمانی تغذیه قیر و مصالح سنگی کنترل شود. • تنظیمات محفظه اختلاط مانند دما و مدت اختلاط تعیین و انجام شود. • تجهیزات تخلیه مخلوط آماده و بررسی شود.

در تولید آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای ضمن انجام مراحل آماده کردن کارخانه به شرح مذکور، باید موارد زیر در نظر گرفته شود.

الف: با توجه به اینکه درصد ریزدانه در این نوع آسفالت نسبتاً کم است، درجه حرارت مصالح سنگی و در نتیجه دمای آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای باید بیشتر از دمای معمولی بتن آسفالتی باشد، تا کارایی و شکل پذیری کمتر این نوع

مخلوط، از این طریق جبران شود. از اینرو سیستم سوخت‌رسانی واحد گرم‌کننده مصالح بر این اساس باید تنظیم و کنترل شود.

ب: پیش از افزودن قیر به محفظه اختلاط، دمای مصالح سنگی باید به دمای مناسب رسیده باشد، از اینرو نوار نقاله‌های انتقال مصالح از واحد خشک‌کننده به واحد اختلاط باید از پیش گرم شوند.

پ: ورود مصالح به واحد اختلاط باید بترتیب مصالح سنگی، فیلر، افزودنی تثبیت‌کننده و در نهایت قیر باشد.

ت: همزمان با تولید آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای در کارخانه از تولید نوع دیگری از مخلوط آسفالتی در آن کارخانه جلوگیری شود.

۲۰-۳-۴-۳ آسفالت آزمایشی

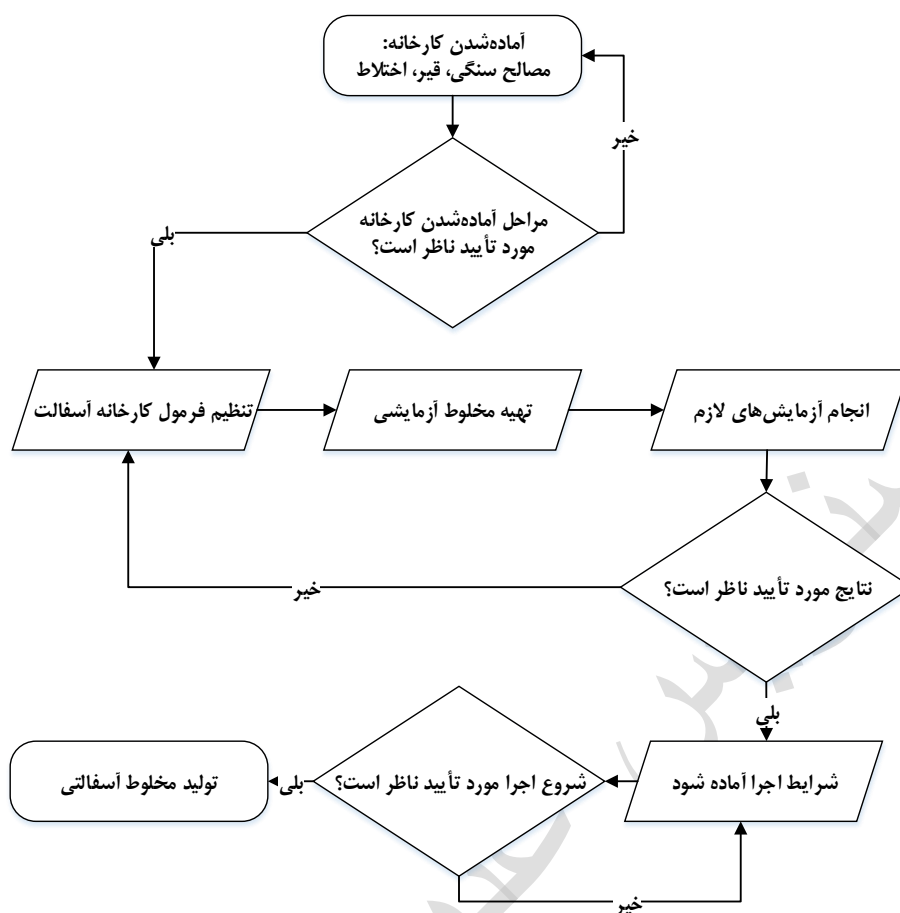
چرخه انجام کار قبل از شروع تولید مخلوط آسفالتی در شکل ۲۰-۲ نشان داده شده است. پیمانکار باید طبق روند نشان‌داده شده در شکل و به شرح زیر مقدمات تولید آسفالت را انجام دهد.

الف: پس از آنکه مطابق زیربند ۲۰-۳-۴-۳، پیمانکار کارخانه آسفالت را آماده و مهندس مشاور آن را تأیید کند، باید فرمول کارخانه آسفالت تنظیم شود. فرمول کارخانه عبارتست از نسبت بین اجزای تشکیل‌دهنده مخلوط آسفالتی شامل مصالح سنگی، فیلر و قیر که باید با دانه‌بندی کارگاهی و طرح اختلاط مربوطه تطبیق نماید.

ب: بر مبنای فرمول تنظیم‌شده کارخانه، مخلوط آسفالتی تهیه می‌شود و مورد انجام آزمایش‌های لازم قرار می‌گیرد. چنانچه خصوصیات مخلوط آسفالتی تهیه‌شده، مورد قبول نباشد، با اعمال تغییرات در نسبت‌های کارخانه، مخلوط آسفالتی جدید تهیه می‌شود و مورد آزمایش قرار می‌گیرد. این روال تا جایی ادامه می‌یابد که مهندس مشاور بر مبنای ضوابط طرح اختلاط و مشخصات مندرج در این فصل، کیفیت نمونه‌ها را تأیید کند.

پ: پس از تأیید آسفالت آزمایشی، در صورتی که شرایط اجرا در محل مورد تأیید مهندس مشاور باشد، تولید مخلوط آسفالتی منعی ندارد.

ت: هر موقع که نوع مصالح و یا دانه‌بندی آن‌ها عوض شود، فرمول کارگاهی و به تبع آن فرمول کارخانه تغییر می‌نماید. در آنصورت باید تولید متوقف و مجدداً روال مذکور طی و صرفاً پس از تأیید مهندس مشاور عملیات تولید مجدداً آغاز شود.



شکل ۲۰-۲ چرخه انجام آسفالت آزمایشی

۲۰-۳-۴-۳-۴ رطوبت مصالح سنگی

رطوبت مخلوط آسفالتی با روش AASHTO T329 بدست می‌آید که می‌تواند معرف رطوبت مصالح سنگی خشک‌شده پیش از اختلاط با قیر نیز باشد. رطوبت مخلوط آسفالتی (معمولی و نیز درشت‌دانه) باید حداکثر یک درصد و ترجیحاً کمتر از نیم درصد وزن کل مخلوط آسفالتی باشد. رطوبت بیشتر از این مقادیر، در مخلوط آسفالتی باعث می‌شود که مقاومت مخلوط آسفالتی کم و فرآیند تراکم آن بسختی انجام شود. از آنجا که رطوبت زیاد مخلوط آسفالتی می‌تواند از زیاده‌بودن رطوبت مصالح سنگی ناشی شود، رطوبت مصالح سنگی سرد نباید از ۶ درصد بیشتر باشد. چنانچه رطوبت سنگدانه‌ها بیش از این باشد، مصالح باید مدت طولانی‌تری در واحد خشک‌کننده بماند و یا اینکه در نحوه استقرار این واحد، شیب طولی و یا آرایش پره‌های داخل آن تغییراتی ایجاد شود تا رطوبت سنگدانه‌ها به حد مجاز برسد. رطوبت مصالح سنگی با روش AASHTO T255 و با دقت ۰/۱ درصد بدست می‌آید که باید حداقل روزی یکبار در کارخانه انجام شود. بهتر است نمونه‌های مورد نیاز برای آزمایش رطوبت مصالح سرد از روی نوار نقاله مصالح سرد و حداقل یک متر دورتر از دریچه تغذیه برداشت شود.

۲۰-۳-۴-۵- زمان و درجه حرارت اختلاط

برای رسیدن به دانه‌بندی یکنواخت و پوشش یکنواخت قیر روی همه سنگدانه‌ها نباید زمان اختلاط کم باشد، از طرفی زمان اختلاط بیش از اندازه هم، باعث سخت‌شدگی لایه نازک قیر پیرامون سنگدانه‌ها در مواجهه با هوا می‌شود. زمان اختلاط مناسب که معادل زمان لازم برای پوشش ۹۵ درصدی سنگدانه‌ها با قیر است، با استفاده از روش وزنی مندرج در مشخصات AASHTO T195 و با فرمول زیر بدست می‌آید:

$$\text{ظرفیت راکد دستگاه مخلوط‌کننده به کیلوگرم} \\ \text{تولید دستگاه مخلوط‌کننده به کیلوگرم در ثانیه} = \frac{\text{ظرفیت راکد دستگاه مخلوط‌کننده به کیلوگرم}}{\text{تولید دستگاه مخلوط‌کننده به کیلوگرم در ثانیه}} = \text{زمان اختلاط به ثانیه}$$

حجم واحد مخلوط‌کننده بر اساس کاتالوگ کارخانه و اوزان طبق آزمایش‌های انجام‌شده، مشخص می‌شود. زمان اختلاط تر نباید بیشتر از ۶۰ ثانیه باشد و در صورتی که این اتفاق بیفتد، مخلوط باید تخلیه و دور ریخته شود. کندروانی قیر در هنگام اختلاط باید به قدری باشد که به خوبی سنگدانه‌ها را بپوشاند و مخلوط آسفالتی یکنواختی تولید شود. اگر کندروانی قیر بیش از اندازه باشد، مصالح بخوبی اندود نمی‌شود و اگر کندروانی آن کمتر از اندازه باشد، در مراحل بارگیری، حمل و پخش مخلوط آسفالتی، قیر از سنگدانه‌ها جدا می‌شود. برای حصول پوشش مناسب سنگدانه‌ها و جدانشدن قیر از سنگدانه از تهیه تا مصرف آسفالتی، لازم است کندروانی قیر در زمان اختلاط حدود 170 ± 20 سانتی‌استوکس باشد. از آنجا که کندروانی قیر با تغییر دمای آن تغییر می‌کند، برای رسیدن به کندروانی مطلوب، لازم است نمودار تغییرات کندروانی قیر مقابل درجه حرارت ترسیم شود و با استفاده از آن برای قیر مصرفی در عملیات آسفالتی محدوده درجه حرارت بهینه اختلاط، تراکم و پخش بدست آید. ضمناً اختلاف دمای قیر و سنگدانه در زمان اختلاط تحت هیچ شرایطی نباید بیشتر از ۱۵ درجه سانتیگراد شود.

۲۰-۳-۴-۶- درجه حرارت آسفالت داغ و درجه نفوذ و سفتی قیر

مخلوط‌های آسفالت داغ که بلافاصله بعد از تخلیه از کارخانه آسفالت (از واحد مخلوط‌کننده یا سیلوی نگهداری) به داخل کامیون نمونه‌گیری می‌شوند باید با خصوصیات زیر منطبق باشند:

الف: درجه حرارت مخلوط‌های آسفالتی با قیرهای خالص دارای دانه‌بندی جدول ۲۰-۱ (متراکم و پیوسته) یا دانه‌بندی‌های باز (جدول‌های ۲۰-۱۳ و ۲۰-۱۴) یا آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای (جدول ۲۰-۱۰)، نباید خارج از محدوده زیر باشد:

۱۶۳ - ۱۲۴

دانه‌بندی‌های متراکم و پیوسته با قیرهای خالص - درجه سانتیگراد

۱۲۷ - ۱۰۵

دانه‌بندی‌های باز با قیرهای خالص - درجه سانتیگراد

۱۷۵ - ۱۵۰

آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای - درجه سانتیگراد

ب: درجه نفوذ قیر بازیابی شده از مخلوط‌های آسفالتی بر حسب نوع قیر مصرفی نباید خارج از معیارهای زیر باشد (در صورت انتخاب قیر براساس درجه نفوذ):

درجه نفوذ قیر اصلی	درجه نفوذ قیر بازیابی شده مساوی یا بیشتر از:
۴۰/۵۰	۲۲
۶۰/۷۰	۳۱
۸۵/۱۰۰	۴۰
۱۲۰/۱۵۰	۵۰
۲۰۰/۳۰۰	۷۴

روش آزمایش بازیافت قیر باید مطابق ASTM D1856 و روش نمونه‌گیری مخلوط آسفالتی و نگهداری آن تا موقع آزمایش مطابق ASTM D3515 باشد.

ج: نسبت $G^*/\sin\delta$ قیر بازیابی شده در دمای بالای عملکردی قیر اولیه نباید کمتر از ۲/۲ کیلوپاسکال باشد.

۲۰۱-۳-۵ حمل و توزین مخلوط آسفالتی

سطوح داخلی کامیون‌های حمل مخلوط آسفالتی باید صاف، تمیز و عاری از هرگونه گردوغبار، گل‌ولای و مواد خارجی باشد. در صورت لزوم، سطوحی که با مخلوط آسفالتی در تماس است، روزانه با آب و صابون، آب آهک (با نسبت تقریبی ۳۰۰ کیلوگرم آهک در هر مترمکعب آب) یا مواد مشابه شسته و تمیز شود. استفاده از گازوئیل و مواد روغنی برای شستشو ممنوع است. تعداد و اندازه کامیون‌ها باید متناسب با ظرفیت‌های تولید و اجرای مخلوط آسفالتی باشد، بگونه‌ای که عملیات آسفالتی آرام و پیوسته انجام شود.

برای کاهش افت حرارت مخلوط آسفالتی حین حمل، در حد امکان باید تردد کامیون‌ها از کوتاه‌ترین مسیر انجام شود و زمان انتظار و تأخیر برای تخلیه در محل اجرا به حداقل برسد. برای فواصل حمل زیاد یا هر شرایط دیگری که افت حرارت مخلوط آسفالتی بیشتر از ۱۰ درجه سانتیگراد پیش‌بینی شود یا در هوایی با دمای کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد، باید سطح مخلوط آسفالتی در کامیون در حین حمل با چادر یا برزنت کاملاً پوشیده شود تا سطح مخلوط آسفالتی سرد نشود و یکنواختی و خواص خود را از دست ندهد. اما استفاده از چادر برای حمل آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای، همیشه حتی در تابستان و فاصله حمل کوتاه الزامی است. برای جلوگیری از افت حرارت در فواصل حمل زیاد علاوه بر پوشاندن سطح مخلوط با چادر ضخیم، بدنه کامیون نیز باید با مواد مناسب مانند کامپوزیت‌های چوب‌پلاستیک روغنی^۱ ایزوله شود. بهر حال با توجه به شرایط اجرای کار، حداکثر فاصله زمانی و مکانی حمل توسط مهندس مشاور تعیین می‌شود که نباید مدت حمل مخلوط آسفالتی با کامیون از ۴۵ دقیقه و فاصله حمل آن از ۷۰ کیلومتر بیشتر باشد.

^۱ Oiled plywood

حمل مخلوط آسفالتی باید بگونه‌ای باشد که از دست دادن حرارت، جداشدگی در مخلوط و آلودگی با مواد خارجی در حین حمل به کمترین مقدار خود برسد. جداشدگی شرایطی است که درشت‌دانه‌ها تمایل به جداشدن از توده اصلی مخلوط آسفالتی دارند و در همه مراحل اختلاط، ذخیره، حمل و انتقال به فینیش می‌تواند ایجاد شود.

مخلوط آسفالتی معمولاً بصورت وزنی فروخته می‌شود که رایج‌ترین توزین مخلوط آسفالتی آماده‌شده، استفاده از باسکول کامیون است. باسکول باید دقیق، کالیبره و مورد تأیید مؤسسه استانداردهای صنعتی باشد و بطور مرتب کنترل شود. ممکن است در کارخانه تمام اتوماتیک، توزین مخلوط آسفالتی بر اساس اوزان پیمانها انجام شود که در صورت تأیید مهندس مشاور می‌تواند معتبر باشد. در صورتی که آسفالت بصورت حجمی فروخته شود، ملاک تبدیل وزن و حجم، میانگین وزن مخصوص بدست آمده از قشر آسفالت کوبیده شده سطح راه است.

لازم بذکر است که اجرای مخلوط‌های آسفالتی اصلاح شده اعم از حمل، توزین، پخش و تراکم آن، مطابق مشخصات مندرج در شرایط فنی خصوصی انجام می‌شود.

برای کنترل حمل و توزین مخلوط آسفالتی، باید چکلیست شماره ۲ با تواتر اعلام شده تکمیل شود.

چکلیست شماره ۲: کنترل حمل و توزین مخلوط آسفالتی				
تاریخ: تواتر اعلام گزارش: روزانه و برای همه کامیون‌ها				
موقعیت و محل اجرا: کیلومتر (+) تا (+) لاین (ها):				
ردیف	موارد بازرسی	نتیجه		توضیحات
		بله	خیر	
۱	آیا تعداد و ظرفیت کامیون‌ها برای اجرای پیوسته عملیات اجرا مناسب است؟			
۲	آیا فاصله زمانی و مکانی حمل مخلوط آسفالتی در محدوده مجاز است؟			
۳	آیا سطوح داخلی کامیون حمل مخلوط آسفالتی تمیز و خشک است؟			
۴	آیا سطوح داخلی کامیون حمل فاقد گازوئیل و مواد روغنی است؟			
۵	آیا کامیون تجهیزات لازم را برای جلوگیری از افت دمای مخلوط آسفالتی دارد؟			
۶	آیا از پوشش با ابعاد مناسب برای جلوگیری از نفوذ رطوبت یا از دست دادن سریع دمای مخلوط آسفالتی استفاده می‌شود؟			
۷	اگر نیاز به ایزولاسیون بدنه کامیون است، اینکار بخوبی انجام شده است؟			
۸	آیا سوراخ‌های کنترل دمای مخلوط در بدنه کامیون تعبیه شده است؟ (در هر سمت کامیون یک سوراخ حداقل به قطر ۱ سانتیمتر و ۱۵ سانتیمتر بالاتر از کف اتاق)			
توضیحات:				
تهیه کننده:				
تأیید کننده:				

۴-۲۰-۳-۶ پخش مخلوط آسفالتی

۴-۲۰-۳-۶-۱ آماده کردن سطح راه

رقوم سطح زیر کار برای پخش و تراکم مخلوط آسفالتی باید قبل از شروع اجرای عملیات آسفالتی صاف، خشک و از نظر امتداد در طول و عرض و ارتفاع مطابق با رقوم مندرج در نقشه‌های اجرایی باشد. برای این منظور اگر عملیات آسفالتی روی قشرهای تقویت شده سنگی، زیر اساس یا اساس شکسته اجرا می‌شود، پیش از کار مطابق دستور مهندس مشاور، باید ناهمواری‌ها صاف و سطح کار بر نقشه‌های اجرایی منطبق شود. اگر عملیات اجرایی روی پوشش‌های آسفالتی یا بتنی اجرا می‌شود، پیش از ادامه کار باید کلیه آسیب‌دیدگی‌ها ترمیم و سطح کار اصلاح شود. این آسیب‌دیدگی‌ها شامل ترک‌های

طولی، عرضی، وصله‌ها، نشست، تورم، شیارزدگی، موج‌زدگی و سایر خرابی‌های متداول روسازی است. روش‌های اصلاحی برای ترمیم این نوع خرابی‌ها باید در مشخصات فنی خصوصی ارائه شود. در برخی از این خرابی‌ها لازم است، سطح روسازی برش داده و سپس پر شود. ترک‌های طولی و عرضی روسازی قبلی با عرض بیشتر از ۵ میلیمتر باید پر شود، اما پر کردن ترک‌های با عرض کمتر از این مقدار لازم نیست. همچنین برای پیشگیری از ایجاد ترک‌های انعکاسی در سطح روسازی آسفالتی جدید، درزهای اجرایی روسازی بتنی قدیمی، باید با مواد مناسب نظیر آسفالت ریزدانه پر شود. پس از انجام اصلاحات مذکور، سطح کار باید با جاروی مکانیکی، هوای فشرده یا شستشو از هر گونه گردوغبار، گل‌ولای و مواد اضافی تمیز و پس از آن مطابق مندرجات فصل مربوطه، اندود سطحی اجرا شود. سپس محور راه و طرفین آسفالت به دقت علامت‌گذاری و خط‌کشی می‌شود، تا عرض روسازی مطابق نقشه‌های اجرایی باشد. فاصله نقاط برای خط‌کشی در مسیر مستقیم حدود ۴۰ متر و در قوس‌ها ۵ تا ۱۰ متر است.

حداقل ۲۴ ساعت قبل از شروع اجرای روسازی، پیمانکار باید آماده‌شدن سطح راه برای اجرا را به اطلاع مهندس مشاور برساند. در این مدت، مهندس مشاور از سطح راه بازدید و موارد لازم را کنترل می‌کند، پس از تأیید کتبی ناظر، پیمانکار مجاز به اجرای ادامه کار خواهد بود.

پس از آماده‌کردن سطح راه و حمل مخلوط آسفالتی به محل اجرا، پخش مخلوط آسفالتی با در نظر گرفتن شرایط زیر انجام می‌شود.

۲۰-۳-۶-۲ محدودیت‌های پخش

پخش مخلوط آسفالتی در هوای بارانی، روی زمین یخ‌زده یا مرطوب و در هوای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد مجاز نیست. حداقل دمای مجاز پخش برای رویه‌های با ضخامت کمتر از ۴ سانتیمتر و آسفالت با دانه‌بندی باز با هر ضخامتی بترتیب ۱۰ و ۱۵ درجه سانتیگراد است. اگر هم بارندگی پیش‌بینی نشده‌ای رخ بدهد، بایستی فوراً تولید و پخش مخلوط آسفالتی متوقف شود. پیمانکار باید اجرای عملیات آسفالتی را بنحوی برنامه‌ریزی کند که این عملیات در فصول مناسب سال و قبل از رسیدن فصل سرما انجام شود. ضمناً بهتر است پخش آسفالت قشر نهایی یا رویه در فصول مناسب سال که درجه حرارت سطح راه از ۲۵ درجه سانتیگراد کمتر نباشد، انجام شود.

۲۰-۳-۶-۳ پخش با فینیشر^۱

مخلوط آسفالتی باید با فینیشر که یک دستگاه خودکار و مکانیکی است، در یک لایه یکنواخت و با ضخامت، شکل، ارتفاع و مقطع عرضی مطلوب پخش و برای تراکم آماده شود. فینیشرهای امروزی قادرند مخلوط‌های آسفالتی را در لایه‌ای با ضخامت ۲ تا ۲۰ سانتیمتر، عرض ۱/۸ تا ۱۰ متر و با سرعت ۳ تا ۲۱ متر در دقیقه پخش نمایند. نوع و مشخصات فنی

^۱ Paver

فینیشر باید قبل از کار به تأیید مهندس مشاور برسد. راننده فینیشر نیز باید دارای صلاحیت حرفه‌ای باشد. فینیشر اجزای آن باید دارای مشخصات فنی زیر باشد:

- فینیشر باید بتواند به آسانی به جلو و عقب حرکت کند، دارای فرمان سریع و حساسی باشد و سرعت آن، چنان قابل تنظیم باشد که حتی در زمان تخلیه مخلوط آسفالتی در کیف تغذیه، تغییر محسوسی نداشته باشد.
- محفظه‌ها و پره‌های پخش‌کننده آسفالت را بطور یکنواخت در جلو صفحه‌های اتو قرار می‌دهد. اتو مخلوط آسفالتی را در ضخامت و نیمرخ‌های عرضی مشخص پخش و آن را بطور کامل مسطح می‌کند.
- اتو باید مجهز به تسطیح‌کننده‌ای باشد که در حرارت‌های معین و مناسب بتواند سطحی با بافت همگن و پیوسته ایجاد و از بریدگی یا فتیه‌شدن در سطح آسفالت جلوگیری نماید. همچنین اتو باید دارای سیستم گرم‌کننده باشد تا قبل از شروع کار و برای جلوگیری از چسبیدن مخلوط آسفالتی به آن تا دمای نزدیک به دمای مخلوط آسفالتی گرم شود. البته استفاده از گرم‌کن اتوی فینیشر برای گرم کردن مخلوط آسفالتی سردشده به هیچ وجه مجاز نیست.
- برای ایجاد یکنواختی بیشتر در پخش مخلوط آسفالتی، فینیشر باید مجهز به کوبنده‌های ارتعاشی باشد و همچنین بتواند مخلوط آسفالتی را در قشرهای با ضخامت‌های مختلف و در عرضی که کارخانه سازنده تعیین کرده است، پخش کند.
- عرض پخش مخلوط آسفالتی با فینیشر را با استفاده از افزونه‌های^۱ الحاقی به صفحه اتو می‌توان تا رسیدن به ۸ متر افزایش داد؛ منتهی برای افزایش‌های بیش از ۳۰ سانتیمتر طول صفحه اتو، پره‌های پخش‌کننده نیز به نحوی که مورد تأیید مهندس مشاور باشد، باید افزایش طول داشته باشند. ضمناً دارا بودن قابلیت اضافه و کم کردن عرض حداقل تا ۱۵ سانتیمتر برای فینیشر لازم است.

در روکش‌های آسفالتی، تصحیح ناهمواری سطوح آسفالت موجود و قدیمی و برای ساخت آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی باید از فینیشر کاملاً خودکار (تمام اتوماتیک) استفاده شود. همچنین در موارد خاص و برای تنظیم دقیق رقوم سطح آسفالت بدون اجرای قشرهای تسطیحی، مهندس مشاور می‌تواند از پیمانکار بخواهد که از فینیشر تمام اتوماتیک استفاده و یا فینیشر خود را تجهیز کند؛ که در اینصورت مشخصات فینیشر جدید قبل از شروع کار باید به تصویب مهندس مشاور برسد.

اصولاً فینیشر برای اجرای پیوسته روسازی طراحی شده است، از اینرو مخلوط آسفالتی باید بنحوی به فینیشر برسد که فرآیند پخش با یک سرعت ثابت انجام شود، نه فینیشر خالی بماند و نه کامیون‌های حامل مخلوط آسفالتی منتظر خالی شدن فینیشر باشند. نزدیک شدن و تماس کامیون‌های حامل مخلوط آسفالتی به فینیشر باید به آرامی و بدون ضربه باشد

¹ Extensions

تا در سطح روسازی موج و ناهمواری ایجاد نشود. در حین پخش اگر جداسازی در مخلوط آسفالتی رخ دهد، باید فوراً عملیات پخش متوقف و موضوع بررسی و رفع شود. همچنین اگر مخلوط آسفالتی در زیر اتوی فینیشر کشیده شود، بعنوان یک ایراد، این موضوع باید بررسی و برطرف شود. وجود رطوبت در مخلوط آسفالتی، دمای پایین مخلوط و یا وجود ریزدانه بیش از اندازه در آن از دلایل متداول این مشکل است.

طرفین کناری لایه آسفالتی با غلتک‌زنی‌های معمول بخوبی متراکم نمی‌شود. برای جلوگیری از بروز درز طولی در دوره بهره‌برداری در این نواحی، باید قسمت کناری آسفالت که خوب متراکم نشده است در حدود ۲ تا ۳ سانتیمتر با چرخ برش (حتی‌المقدور ماشینی) در طول راه بریده، برداشته و محل آن جاروب شود. بهتر است عملیات برش بعد از پخش و کوبیدگی اولیه که هنوز آسفالت گرم است، انجام شود. در غیر اینصورت، انجام عملیات برش در روزهای بعد و قبل از اجرای لایه مجاور الزامی است. اگر کناره لایه آسفالتی جداول بتنی کار شده باشد، اجرای روسازی آسفالتی تا قبل از رسیدن آن به مقاومت مشخصه مجاز نیست. برای پخش مخلوط آسفالتی در بیش از یک قشر، اتصالات طولی و عرضی حاصله باید مطابق مندرجات زیربخش ۲۰-۳-۷-۳ انجام شود.

روانه‌کاری با دست مجاز نیست اما همیشه تعدادی کارگر مجرب، بعد از پخش مخلوط با فینیشر آماده باشند تا شیار، ناهمواری و نقایص احتمالی موضعی سطح روسازی و اعوجاج‌های کناره را با تخته‌ماله و وسایل مناسب دیگر برطرف کنند. لازم بذکر است که اینکار فقط در شرایط اضطراری و وجود ایرادات مذکور باید انجام شود. در انتهای کار که هنوز فینیشر گرم است باید با استفاده از حلال مناسب قیف تغذیه، دریچه‌های کنترلی، پره‌های پخش‌کننده و صفحه اتو کاملاً تمیز و برای استفاده در روز کاری بعد آماده شود.

ضخامت آسفالت پخش‌شده با فینیشر با توجه به وضع دانه‌بندی و میزان کوبیدگی محاسبه می‌شود. این ضخامت معمولاً ۱/۲۰ تا ۱/۲۵ برابر ضخامت آسفالت کوبیده‌شده است. این ضخامت بطور مرتب و بلافاصله پشت دستگاه فینیشر باید با میله آهنی مخصوص توسط تکنسین‌های ناظر اندازه‌گیری و در فرم‌های مخصوص ثبت شود. چنانچه با احتساب کم‌شدن بعد از کوبیدگی، با ضخامت نقشه‌های اجرایی اختلاف داشته باشد، باید تیغه فینیشر تنظیم شود. ضمناً ضخامت متوسط آسفالت پخش‌شده با مقدار آسفالت مصرفی روزانه کنترل می‌شود. همچنین بعد از انجام فرآیند تراکم، ضخامت آسفالت کوبیده‌شده اندازه‌گیری و با مشخصات انطباق داده می‌شود. ضخامت هر لایه آسفالت کوبیده‌شده ۲ تا ۳ برابر حداکثر اندازه سنگدانه‌ها است که با توجه به شرایط اجرایی، شرایط آب‌وهوایی و نوع غلتک‌ها توسط مهندس مشاور تعیین می‌شود.

اجرای هر یک از انواع آسفالت از جمله اساس قیری و بیندر در یک لایه بر اجرای چندلایه آن برتری دارد. به عنوان مثال، ضمن رعایت ضوابط، پخش و تراکم ۱۵ سانتیمتر آسفالت بیندر با مصالح دارای حداکثر اندازه ۲۵ میلیمتر، در دولایه ۷/۵ سانتیمتری نسبت به اجرای آن در سه لایه ۵ سانتیمتری مناسب‌تر و نیز ارزان‌تر است.

برای کنترل فینیشر باید چک‌لیست شماره ۳ با تواتر اعلام‌شده تکمیل شود.

چک‌لیست شماره ۳: کنترل فینیشر				
تاریخ: تواتر اعلام گزارش: روزانه به ازای هر فینیشر				
موقعیت و محل اجرا: کیلومتر (+) تا (+) لاین (ها):				
نام راننده: نوع فینیشر: سال ساخت فینیشر: عرض دهانه پخش:				
ردیف	موارد بازرسی	نتیجه		توضیحات
		بله	خیر	
۱	آیا اپراتور فینیشر تسلط و مهارت کافی را برای عملیات اجرای آسفالتی دارد؟ (گواهینامه مهارت اپراتور پیوست شود)			
۲	آیا برنامه تعمیر و نگهداری فینیشر به درستی انجام می‌شود؟			
۳	آیا فینیشر دارای گواهینامه کالیبراسیون است؟ (گواهی مربوطه پیوست شود)			
۴	آیا نوع و مشخصات فینیشر با حجم عملیات اجرا متناسب است؟			
۵	آیا مخزن، نوارنقاله، پره‌های پخش‌کننده و صفحه اتو کاملاً تمیز است؟			
۶	آیا وضعیت لاستیک‌ها و زنجیرها کنترل شده است؟ (وضعیت بریدگی، خرابی و اختلاف فشار لاستیک‌های دو چرخ، وضعیت ترازبودن زنجیرها، میزان کشش، خرابی و شل‌شدن کفشک‌ها)			
۷	آیا اتوی فینیشر فاقد تاب‌خوردگی و فرسودگی است؟			
۸	آیا گرم‌کن اتو برای انجام پیش‌گرمایش بدرستی کار می‌کند؟			
۹	آیا عملکرد سنسورهای فینیشر مناسب است؟			
۱۰	آیا افزونه‌های صفحه اتو و پره‌های پخش‌کننده بدرستی کار می‌کند؟			
۱۱	آیا سیستم کنترل شیب بدرستی کار می‌کند؟			
۱۲	آیا کوبنده اتوی فینیشر سالم است؟			
توضیحات:				
تهیه‌کننده:				
تأییدکننده:				

۲۰-۳-۶-۴ پخش با گریدر

پخش با گریدر بدلیل دشوار بودن اجرا، مشکلات آن برای تراکم و رسیدن به سطح هموار و نیز افزایش احتمال بروز جدایش در مخلوط آسفالتی مطلوب نیست؛ اما در کارهای با حجم کم یا راه‌های دسترسی موقت که معمولاً استفاده از فینیشر عملی نیست، با تأیید مهندس مشاور می‌توان از گریدر برای پخش مخلوط آسفالتی استفاده کرد؛ در این ارتباط راننده گریدر باید دارای صلاحیت حرفه‌ای باشد. همچنین با موافقت مهندس مشاور پخش مخلوط آسفالتی برای تسطیح و اصلاح پروفیل‌های طولی و عرضی سطح راه موجود یا ترمیم و بازسازی شیب عرضی در قوس‌ها پخش با گریدر انجام

می‌شود. بدلیل ناهمگن و درشت‌بافت بودن سطح پخش‌شده با گریدر، این سطح قشر ترمیمی مناسبی برای اصلاح پروفیل‌ها است. بعلاوه بافت درشت این سطح، عامل پیوستگی مناسب آن با قشر بعدی و در نتیجه کاهش لغزش دو لایه خواهد بود. برای اینکه سطح آسفالت پخش‌شده با گریدر کاملاً هموار، یکنواخت و منطبق بر پروفیل‌های طولی و عرضی نقشه باشد، باید نکات اجرایی زیر رعایت شود.

الف: قبل از شروع عملیات تسطیح باید سطح راه را میخکوبی و ریسمان‌کشی کرد. اینکار باید به موازات محور و در طرفین مسیر بنحوی انجام شود که تمام نقاط فراز و فرود سطح در فواصل معین و کافی مشخص باشد.

ب: با استفاده از رقوم حاصل از میخکوبی، مقدار تقریبی مخلوط آسفالتی لازم برای تسطیح فواصل معینی از مسیر محاسبه و در طول آن ریشه می‌شود. سپس عملیات پخش و تسطیح مخلوط آسفالتی بدون مانور اضافی، با کم‌ترین جابجایی مخلوط آسفالتی در سطح و در حداقل زمان ممکن انجام می‌شود.

پ: بلافاصله بعد از پخش، عملیات تراکم با غلتک لاستیکی شروع و تا رسیدن به سطحی یکنواخت و با تراکم نسبی مشخصه ادامه می‌یابد.

ت: برای اصلاح فرورفتگی‌های بزرگ، باید نخستین قشر آسفالتی را از مرکز فرورفتگی به حداکثر ضخامت کوبیده‌شده ۷/۵ سانتیمتر و در طول معینی اجرا کرد. سپس قشرهای بعدی در طولی بیشتر از مرحله قبل و با ضخامتی که نباید بیشتر از ۷/۵ سانتیمتر باشد، اجرا می‌شود.

ث: چنانچه لازم است اصلاح شیب عرضی قوس‌ها در بیش از یک لایه اجرا شود، باید ضخامت کوبیده هر لایه در خارج قوس حداکثر دو برابر ضخامت آن در داخل قوس باشد.

۲۰-۳-۶-۵ درجه حرارت پخش

اگر درجه حرارت پخش مخلوط بتنی آسفالتی داغ بیش از حد باشد، هنگام تراکم، مخلوط از زیر چرخ‌های غلتک بیرون می‌زند و اگر مخلوط بیش از اندازه سرد شود، تمایل به سفت‌شدن دارد و تراکم‌پذیر نخواهد بود. مناسب‌ترین دما برای تراکم بیشتر مخلوط‌های آسفالتی داغ کمتر از ۱۵۰ درجه سانتیگراد است که برای مخلوط‌های آسفالتی اصلاح‌شده، این دما مقداری بالاتر خواهد بود؛ اما در هر حال حداکثر مطلق دما ۱۷۶ درجه سانتیگراد است که نباید دمای مخلوط به هیچ وجه از آن تجاوز نماید.

حداقل درجه حرارت پخش مخلوط آسفالتی بر حسب نوع قیر مصرفی، دانه‌بندی مصالح سنگی، ضخامت لایه، فصل اجرای کار، حرارت محیط و سطح راه، سرعت باد، میزان رطوبت هوا، نوع و تعداد غلتک‌ها توسط مهندس مشاور تعیین می‌شود. ولی به هر حال این درجه حرارت باید به حدی باشد که تراکم لازم را تأمین نماید. حداقل دمای مخلوط‌های آسفالتی داغ در هنگام پخش با توجه به ضخامت آن‌ها و دمای سطحی که مخلوط آسفالتی بر روی آن پخش می‌شود در جدول ۲۰-۲۵ نشان داده شده است. برای آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای، درجه حرارت آسفالت در موقع تخلیه به فینیش

نباید کمتر از ۱۵۰ درجه سانتیگراد باشد. در مورد مخلوط‌های آسفالتی اصلاح‌شده، درجه حرارت پخش باید مطابق مشخصات فنی خصوصی باشد.

جدول ۲۰-۲۵ حداقل دمای مخلوط بتن آسفالتی داغ در هنگام پخش

ضخامت مخلوط آسفالتی (سانتیمتر)						دمای سطح موجود (سانتیگراد)
۱/۲۵	۲	۲/۵	۴	۵	۷/۵ و بیشتر	
حداقل دمای مخلوط آسفالتی بر حسب سانتیگراد						
--	--	--	--	--	--	کمتر از ۵
--	--	۱۵۴	۱۴۹	۱۴۱	۱۳۵	۵-۱۰
--	۱۵۴	۱۴۹	۱۴۶	۱۳۸	۱۳۲	۱۱-۱۶
۱۵۴	۱۴۹	۱۴۳	۱۴۱	۱۳۵	۱۲۹	۱۷-۲۱
۱۴۹	۱۴۳	۱۴۱	۱۳۸	۱۳۲	۱۲۹	۲۲-۲۷
۱۴۳	۱۳۸	۱۳۵	۱۳۲	۱۲۹	۱۲۷	۲۸-۳۲
۱۲۸	۱۳۵	۱۳۲	۱۲۹	۱۲۷	۱۲۴	بیشتر از ۳۲
۴	۶	۸	۱۲	۱۵	۱۵+	زمان تقریبی لازم برای کوبیدگی (بر حسب دقیقه)

هر چقدر ضخامت لایه آسفالتی بیشتر باشد، به علت آن که مخلوط آسفالتی برای مدت طولانی‌تری حرارت را در خود نگه می‌دارد، زمان بیشتری برای کوبیدگی لایه تا رسیدن به تراکم نسبی مشخصه وجود دارد.

روش دیگر تعیین درجه حرارت پخش، استفاده از محدوده کندروانی مجاز قیر برای تراکم آسفالت است. اگر کندروانی قیر در هنگام تراکم مخلوط آسفالتی بیش از اندازه باشد، رسیدن به تراکم مطلوب ممکن نخواهد بود و اگر کندروانی قیر کمتر از اندازه باشد، مخلوط آسفالتی حالت روان پیدا می‌کند، جلوی غلتک فشرده و در آن ترک‌های ریز ایجاد می‌شود. بنابراین درجه حرارت پخش با توجه به حصول کندروانی بهینه قیر هنگام تراکم آسفالت، که 280 ± 30 سانتی‌استوکس است توسط مهندس مشاور تعیین می‌شود و با ± 10 درجه سانتیگراد رواداری قابل اعتبار خواهد بود.

۲۰-۳-۶-۶ کنترل عملیات پخش

برای کنترل عملیات پخش باید چک‌لیست شماره ۴ با تواتر اعلام‌شده تکمیل شود.

چک‌لیست شماره ۴: کنترل عملیات پخش				
تاریخ:				
تواتر اعلام گزارش: روزانه به ازای پخش هر خط عبور				
موقعیت و محل اجرا: کیلومتر (+) تا (+) لاین (ها):				
ردیف	موارد بازرسی	نتیجه		توضیحات
		بله	خیر	
۱	آیا دمای هوا برای پخش مخلوط آسفالتی مناسب است؟			
۲	آیا دمای سطح آماده‌شده برای پخش مخلوط آسفالتی مناسب است؟			
۳	آیا مقدار مصالح جلوی اتوی فینیشر در ارتفاع ثابت است؟			
۴	آیا کوبنده فینیشر بدرستی کار می‌کند؟			
۵	مصالح در زیر اتوی فینیشر کشیده نمی‌شود؟ سطح اتوشده کاملاً صاف است؟			
۶	آیا مخلوط آسفالتی دارای بافت یکنواختی است؟			
۷	آیا دمای مخلوط آسفالتی در کل مخلوط یکنواخت و در محدوده تعیین‌شده است؟			
۸	آیا ارتفاع مخلوط پخش‌شده و سرعت پخش منطبق بر مشخصات فنی است؟			
توضیحات:				
تهیه‌کننده:				
تأییدکننده:				

۲۰-۳-۷ کوبیدن مخلوط آسفالتی

۲۰-۳-۷-۱ غلتک‌های آسفالتی

کوبیدن مخلوط آسفالتی باید با غلتک‌های فولادی سه‌چرخ، ردیف دوچرخ و سه‌چرخ، لرزشی، لاستیکی یا غلتک‌های مختلط که عملکرد چندگانه دارند، انجام شود. نوع و تعداد غلتک‌ها در هر مورد با توجه به شرایط کار توسط مهندس مشاور تعیین می‌شود. اما بطور کلی تعداد غلتک‌ها برای تراکم مخلوط آسفالتی باید کافی و حداقل دو دستگاه باشد. همواره باید غلتک اضافی در کارگاه موجود و آماده بکار باشد تا در صورت بروز مشکل برای غلتک‌های مشغول بکار، مورد استفاده قرار گیرد. راننده غلتک نیز باید دارای صلاحیت حرفه‌ای باشد. تعداد تقریبی غلتک‌ها با توجه به متوسط آسفالت پخش‌شده و سرعت فینیشر در جدول ۲۰-۲۶ نشان داده شده است.

جدول ۲۰-۲۶ راهنمای تعیین تعداد غلتک

تعداد غلتک لازم برای:		سرعت فینیشر (متر در دقیقه)	متوسط آسفالت پخش شده (مترمربع در ساعت)
مرحله اول و دوم	مرحله نهایی		
۱	۱	تا ۳	تا ۷۰۰
۱	۱	از ۳ تا ۷	از ۷۰۰ تا ۱۵۰۰
۲	۱	از ۷ تا ۱۵	از ۱۵۰۰ تا ۳۵۰۰
۳	۱	از ۱۵ تا ۲۷	از ۳۵۰۰ تا ۶۰۰۰

پیش از شروع کار، غلتک‌ها باید به شرح زیر بازدید و مشخصات ظاهری و فنی آن‌ها کنترل شود.

- شکل ظاهری غلتک مناسب و بدون خرابی و ناهمواری باشد.
- سیستم‌های ترمز و خودران غلتک بدرستی کار کند.
- سرعت غلتک متناسب با اجرا باشد.
- اندازه و تعداد غلتک‌ها متناسب با اجرا باشد.
- وزن غلتک و نوع تراکم آن متناسب با اجرا باشد.
- وزن کل غلتک
- وزن بازی هر سانتیمتر عرض غلتک‌های فولادی (بار خطی استاتیک)
- میانگین فشار چرخ‌های غلتک لاستیکی در سطح تماس بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
- تناوب و میدان نوسان غلتک‌های لرزشی به ترتیب بر حسب تعداد لرزش در دقیقه و میلیمتر

۲۰-۳-۷-۱-۱ غلتک‌های فولادی

روی چرخ‌های غلتک‌های فلزی باید گلگیر و لوله آبپاش نصب شده باشد تا چرخ‌ها را همواره تمیز و مرطوب نگه دارد و از چسبیدن مخلوط آسفالتی به آن‌ها جلوگیری شود. مصرف مواد روغنی و گازوئیل برای تمیزکردن چرخ غلتک‌ها به هیچ‌وجه مجاز نیست. سطح پیرامون کلیه چرخ‌ها باید کاملاً صاف و هموار و فاقد فرورفتگی‌های کوچک و بزرگ باشد. برای افزایش وزن آن‌ها باید فضای کافی در این نوع غلتک‌ها تعبیه شود. اگر تعداد دفعات عبور غلتک فولادی بیشتر از اندازه باشد، در روسازی ترک‌های مویی عرضی بنام ترک‌های کنترلی^۱ تشکیل می‌شود که با مشاهده این ترک‌ها برای جلوگیری از گسترش و رفع آن باید ادامه تراکم با غلتک لاستیکی انجام شود.

الف: غلتک‌های استاتیکی

غلتک‌های فولادی استاتیکی به دو گروه اصلی تقسیم می‌شود؛ غلتک‌های سه‌چرخ و غلتک‌های ردیف (دوچرخ و سه‌چرخ). غلتک‌های سه‌چرخ دارای دو محور یکی با دو چرخ محرک و دیگری با یک غلتک سنگین است که بیشتر برای

^۱ Checking cracks

مرحله اول تراکم استفاده می‌شود. وزن غلتک‌های ردیف با پرکردن غلتک‌ها از بالاست^۱ قابل تغییر است و در نوع سه محور آن، وزن اصلی باید در محور وسط باشد.

هر یک از غلتک‌های سه‌چرخ یا ردیف دوچرخ و سه‌چرخ باید هنگام کار باری معادل ۴۵ تا ۶۵ کیلوگرم بر سانتیمتر در عرض چرخ عقب غلتک اعمال نماید و وزنشان کمتر از ۸ تن نباشد. سرعت غلتک‌زنی با غلتک‌های استاتیکی باید یکنواخت و کمتر از ۵ کیلومتر در ساعت باشد.

ب: غلتک‌های لرزشی

غلتک‌های لرزشی مورد استفاده در عملیات آسفالتی باید خودرو باشد و نوع کششی آن‌ها مجاز نیست. این غلتک‌ها معمولاً از نوع ردیف دوچرخ هستند که سیستم ارتعاش در یک یا هر دو چرخ آن‌ها تعبیه شده است. وزن آن‌ها نباید کمتر از ۷ تن و بار خطی استاتیک آن‌ها بین ۲۵ تا ۳۵ کیلوگرم بر سانتیمتر باشد. تناوب و میدان نوسان غلتک‌های لرزشی با توجه به شرایط کار باید توسط مهندس مشاور تنظیم و یا از کاتالوگ کارخانه سازنده استخراج شود ولی در هر حال تناوب غلتک باید در محدوده ۳۰۰۰-۲۰۰۰ ارتعاش در دقیقه و میدان نوسان آن در بازه ۰/۴ تا ۰/۸ میلیمتر باشد. ثابت شده است که اگر تناوب غلتک بالا (در حدود ۳۰۰۰ ارتعاش در دقیقه) باشد، عملکرد آن برای مخلوط آسفالتی بهتر است. سرعت غلتک‌زنی با غلتک‌های لرزشی یکنواخت و کمتر از ۵ کیلومتر در ساعت باشد.

استفاده از غلتک‌های لرزشی برای مخلوط آسفالتی با دانه‌بندی باز (در هر سه مرحله تراکم)، مرحله تراکم نهایی هر نوع مخلوط آسفالتی و نیز برای تراکم لایه با ضخامت کمتر از ۲/۵ سانتیمتر مجاز نیست.

۲۰-۳-۷-۱-۲ غلتک‌های لاستیکی

غلتک‌های لاستیکی معمولاً دو محور و در هر محور دو تا هشت چرخ لاستیکی دارند. این غلتک‌ها، باید خودرو و وزن آن‌ها با توجه به شرایط کار بین ۱۵ الی ۳۰ تن باشد. وزن دقیق غلتک توسط مهندس مشاور تعیین می‌شود. در غلتک باید فضای کافی برای افزایش وزن آن در صورت لزوم تعبیه شود. فشار باد چرخ‌های غلتک لاستیکی باید بین ۵ تا ۸/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و اختلاف فشار تایرها در هر حال کمتر از ۰/۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد. وقتی از غلتک لاستیکی برای غلتک‌زنی میانی استفاده می‌شود باید فشار تایرها در حالت گرم تقریباً ۶/۵ و در حالت سرد بین ۵ تا ۵/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد. سرعت غلتک‌زنی با غلتک لاستیکی نباید از ۸ کیلومتر در ساعت تجاوز کند.

لاستیک‌ها باید سالم و صاف و بدون نخ‌زدگی باشد، زیرا اثر نخ‌زدگی لاستیک‌ها در روی سطح آسفالت با غلتک‌زدن‌های بعدی نیز از بین نخواهد رفت. برای اینکه آسفالت به چرخ‌ها نچسبد، باید سعی نمود حتی‌المقدور چرخ‌ها در تمام مدت کار گرم بماند و از محلول‌های تمیزکننده مانند آب صابون و یا گلگیرهای ضخیم پارچه‌ای استفاده شود. استفاده از گازوئیل و مواد روغنی به هیچ‌وجه مجاز نیست و استفاده از آب صابون هم نباید در حدی باشد که باعث سرد شدن مخلوط آسفالتی

^۱ Ballast

شود. چرخ‌های غلتک لاستیکی باید طوری قرار گرفته باشد که در هر گذر تمام عرض غلتک توسط چرخ‌ها کوبیده شود و امتداد عرضی اثر چرخ‌ها در حین حرکت همپوشانی کافی داشته باشد. استفاده از غلتک‌های لاستیکی برای کوبیدن آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای بدلیل پمپ‌شدن قیر به سطح نهایی آسفالت و در نتیجه قیرزدگی مجاز نیست.

۲۰-۳-۷-۱-۳ غلتک‌های مختلط

تعدادی از غلتک‌های مورد استفاده در عملیات آسفالتی دارای شرایط غلتک‌های فولادی ردیف یا لاستیکی و یا لرزشی هستند. بطور نمونه در غلتک‌های ردیف سه‌چرخ یا دوچرخ استاتیک، موتور جداگانه‌ای تعبیه شده است که بترتیب چرخ وسط، و یکی از چرخ‌ها را به کوبنده لرزشی تبدیل می‌کند. همچنین یک غلتک مجهز به یک استوانه فلزی با عملکرد استاتیک و لرزشی دارای دو ردیف چرخ‌های لاستیکی یکی در جلو و دیگری در عقب این استوانه است. این نوع غلتک‌های مختلط برای قشرهای تسطیحی، قشرهای اساس آسفالتی و آستر می‌تواند مورد استفاده باشد، مشروط بر اینکه واجد شرایط ردیف‌های ۲۰-۱۹-۱ و ۲۰-۱۹-۲ باشد.

۲۰-۳-۷-۲ مراحل تراکم مخلوط آسفالتی

بین مراحل تولید، حمل، پخش و کوبیدن مخلوط آسفالتی باید هماهنگی کامل و برنامه‌ریزی شده وجود داشته باشد، بنحوی که مجموعه این عملیات بطور مستمر، مداوم و بدون توقف انجام شود. عمل تراکم باید بلافاصله بعد از پخش مخلوط آسفالتی شروع شود. البته باید توجه داشت که در این مرحله، حرارت مخلوط آسفالتی به حدی باشد (به زیربند ۲۰-۳-۶-۵ مراجعه شود) که به هنگام شروع کوبیدن تاب تحمل وزن غلتک یا اثرات ارتعاشی آن‌را (در مورد غلتک‌های لرزشی) داشته باشد و زیر فشار چرخ فتیل و جابجا نشود و در سطح آن، شیار و ترک‌های طولی و عرضی ایجاد نشود. غلتک‌ها باید آهسته و با سرعت ثابت حرکت کند و چرخ‌های عقب آن بجز در شیب‌های تند و طولی و یا در قوس‌های با شیب عرضی زیاد، بطرف فینیشر باشد. قبل از اتمام غلتک‌زنی در هر مرحله از تراکم، هموار بودن سطح راه با شمشه کنترل شود و هر گونه عیب و نقصی و به هر دلیلی که در سطح راه به وجود آید، باید قبل از کوبیدن نهایی با تخته ماله و روانه‌کاری اصلاح و سپس ادامه تراکم انجام شود. در سطوحی که استفاده از غلتک‌های منطبق با مندرجات این فصل ممکن نباشد، پیمانکار می‌تواند از غلتک‌های کوچک موتوری و یا لرزشی استفاده کند.

کوبیدن و تراکم مخلوط آسفالتی معمولاً در سه مرحله انجام می‌شود: غلتک‌زنی اولیه، میانی و نهایی.

مرحله اول: غلتک‌زنی اولیه

غلتک‌زنی اولیه که بیشتر تراکم حین اجرای آن بدست می‌آید، معمولاً با استفاده از غلتک‌های فولادی (استاتیک یا لرزشی) انجام می‌شود. وقتی که غلتک‌های سه‌چرخ، ردیف و یا لرزشی با هم کار می‌کنند، غلتک ردیف (دوچرخ یا سه‌چرخ) باید بلافاصله پشت فینیشر و بقیه غلتک‌ها بعد از آن عمل نمایند. چرخ با نیروی محرک غلتک باید به طرف فینیشر باشد

تا از جمع شدن آسفالت در جلوی چرخ جلوگیری شود. فاصله غلتک‌ها از فینیشر در این مرحله، باید بنحوی تنظیم شود که از ۵۰ متر تجاوز نکند.

وزن غلتک‌های مورد استفاده در این مرحله به درجه حرارت مخلوط آسفالتی پخش شده، ضخامت و مقاومت آن بستگی دارد. این وزن برای غلتک‌های استاتیکی ۸ تا ۱۲ تن و برای غلتک‌های لرزشی ۷ تا ۱۲ تن است. درجه حرارت مخلوط آسفالتی در این مرحله باید به مقداری باشد که مخلوط به چرخ غلتک نچسبد و در سطح آن ترک طولی یا عرضی و یا جابجایی ایجاد نشود. بعبارت دیگر مخلوط تاب پذیرش وزن غلتک را داشته باشد. حداقل درجه حرارت در شروع مرحله اول تراکم برای مخلوط آسفالتی پیوسته ۱۲۰ و برای مخلوط آسفالتی با دانه‌بندی باز ۱۰۵ درجه سانتیگراد است. سرعت غلتک‌زنی اولیه باید کمتر از ۵ کیلومتر در ساعت باشد. حداقل گذر دو بار غلتک برای این مرحله لازم است.

مرحله دوم: غلتک‌زنی میانی

غلتک‌زنی میانی که مشکل‌ترین مرحله تراکم است، بلافاصله بعد از تکمیل مرحله اول و در شرایطی شروع می‌شود که مخلوط آسفالتی هنوز حالت خمیری دارد و درجه حرارت آن در حدی است که می‌تواند تراکم نسبی مورد نظر را تأمین کند. ترجیحاً این درجه حرارت در محدوده ۱۰۵ تا ۱۲۰ درجه سانتیگراد است، اما برای مخلوط آسفالتی با دانه‌بندی پیوسته حداقل دمای غلتک‌زنی در مرحله میانی ۹۵ درجه سانتیگراد در نظر گرفته می‌شود. فاصله غلتک‌های مورد استفاده در مرحله دوم از غلتک‌های مرحله اول معمولاً بیشتر از ۶۰ متر است. سرعت غلتک لاستیکی در این مرحله پنج کیلومتر در ساعت و سرعت غلتک لرزشی در محدوده ۴ تا ۵ کیلومتر در ساعت است.

غلتک‌زنی میانی می‌تواند با غلتک‌های فولادی (استاتیکی و لرزشی) و غلتک‌های لاستیکی^۱ انجام شود، اما بهتر است از غلتک‌های لرزشی یا لاستیکی استفاده شود. بکارگیری این نوع غلتک‌ها نسبت به نوع استاتیکی در این مرحله، مزایایی به شرح زیر دارد.

الف: تراکم حاصله در قشر آسفالتی توسط این غلتک‌ها نسبت به غلتک‌های فولادی استاتیک، یکنواخت‌تر و همگن‌تر است.
ب: تعداد گذر غلتک‌های لرزشی برای حصول تراکم لازم کمتر از سایر غلتک‌هاست.

پ: بافت بسته و پیوسته‌ای که غلتک‌های لاستیکی و لرزشی ایجاد می‌کند، باعث می‌شود که قابلیت نفوذ آب در لایه آسفالتی کم شود.

ت: غلتک‌های لاستیکی و لرزشی با جابجا کردن دانه‌های سنگی و قفل‌وبست کردن آن‌ها در هم، مقاومت لایه آسفالتی و زاویه اصطکاک داخلی آن را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد.

توجه شود که توقف و تغییر جهت غلتک‌ها در حالت لرزش مجاز نیست. عبور غلتک‌های لاستیکی یا لرزشی در مرحله میانی، باید تا رسیدن مخلوط آسفالتی به حداقل تراکم لازم مندرج در این فصل ادامه یابد، بطوری که عبور حداقل سه گذر غلتک تأمین شود. ضمناً قبل از آن که درجه حرارت مخلوط آسفالتی به حداقلی که مهندس مشاور تعیین کرده

^۱ استفاده از غلتک چرخ لاستیکی برای آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای، مجاز نیست.

است (که باید بیشتر از ۸۵ درجه سانتیگراد باشد)، برسد باید غلتک‌زنی در این مرحله با رسیدن به تراکم مطلوب خاتمه یابد.

مرحله سوم: غلتک‌زنی نهایی

غلتک‌زنی نهایی معمولاً با استفاده از غلتک فولادی استاتیکی و یا غلتک فولادی لرزشی در حالت لرزش خاموش انجام می‌شود. هدف اصلی این مرحله از غلتک‌زنی این است که ناهمواری‌های کوچک سطح روسازی و یا اثر احتمالی ناشی از عبور چرخ غلتک بر روی روسازی از بین برود و سطحی صاف ایجاد شود. وزن غلتک‌ها در این مرحله حداقل ۸ تن و سرعت آن‌ها حداکثر پنج کیلومتر در ساعت است.

برای اینکه از ایجاد ترک‌های کنترلی جلوگیری شود، غلتک‌زنی نهایی در فاصله نسبتاً زیادی بعد از غلتک اولیه و میانی و البته در شرایطی که هنوز مخلوط آسفالتی کارایی لازم را برای محور اثرات چرخ‌های غلتک مراحل قبل و رفع نواقص و ناهمواری‌ها در پوشش آسفالتی دارد، انجام می‌شود. غلتک‌زنی در این مرحله، قبل از آن که دمای مخلوط آسفالتی به کمتر از ۸۰ درجه سانتیگراد و در مورد آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای به ۱۳۰ درجه سانتیگراد برسد، باید پایان یابد. همچنین باید از کوبیدن بیش از اندازه مخلوط آسفالتی پرهیز شود، چرا که عبور بیش از حد غلتک خود می‌تواند باعث کاهش تراکم مخلوط آسفالتی و در مورد آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای موجب قیرزدگی شود. حداکثر تعداد عبور غلتک برای تکمیل تراکم این نوع آسفالت (ماستیک سنگدانه‌ای)، شش گذر است که بهتر است مورد آزمایش قرار گیرد. در ضمن، غلتک‌ها و سایر تجهیزات سنگین اجرا نباید بر روی روسازی تازه‌ای که به اندازه کافی سرد نشده است، پارک یا رها شود.

۲۰-۳-۷-۳ اجرای اتصالات طولی و عرضی

الف: اتصالات عرضی

اتصالات عرضی بدلیل توقف‌های روزانه یا اضطراری در اجرا ایجاد می‌شود که چون فرآیند تراکم و ایجاد سطح صاف را دشوار می‌کند، باید برنامه‌ریزی اجرا در راستای کاهش تعداد این اتصالات باشد. قبل از شروع مجدد کار، جداشدگی سنگدانه‌ها^۱ و ضخامت روسازی در محل درز عرضی کنترل و سپس مقطع درز کاملاً عمودی برش داده و اتصال اجرا شود. بعد از اجرای اتصال، هموار بودن آن با شمشه^۲ کنترل شود. روش دیگر اجرا این است که در زمان پخش مخلوط آسفالتی، جلوی فینیشر در محل قطع پخش تخته چوبی با ضخامت برابر با ضخامت آسفالت کوبیده‌شده قرار داده و برای سهولت در کندن آسفالت اضافی مجاور در زیر سطح آسفالت این قسمت کاغذ پهن شود.

غلتک‌زنی در محل اتصال عرضی باید با غلتک‌های فولادی (استاتیکی یا لرزشی در حالت لرزش خاموش)، در امتداد عرضی و عمود بر محور راه، از پایین‌ترین نقطه مقطع شروع و به طرف محور راه ادامه یابد به نحوی که تمام عرض غلتک

^۱ Segregation

^۲ Straightedge smoothness

ردیف به استثنای ۱۵ سانتیمتر آن و یا تمام عرض یک چرخ عقب غلتک سه چرخ، روی آسفالت کوبیده شده قبلی باشد. این روش به طریقی که هر گذر غلتک حدود ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر به طرف آسفالت جدید پیشروی نماید، ادامه خواهد یافت تا اینکه تمام عرض غلتک ردیف و یا تمام عرض یک چرخ عقب غلتک سه چرخ روی سطح آسفالت جدید منتقل شود. برای آنکه کناره خارجی آسفالت هنگام غلتک زنی عرضی آسیب نبیند، باید یک قطعه تخته و یا چوب مقاوم به ضخامت آسفالت کوبیده شده برای جلوگیری از حرکت عرضی آسفالت، پشت لبه خارجی قرار داده شود و یا اینکه حدود ۱۵ سانتیمتر آن حداکثر با ۱۵ دقیقه تأخیر غلتک زنی شود.

ب: اتصال طولی

چنانچه عرض آسفالت زیاد باشد و پخش و تراکم آن در یک خط ممکن نباشد، باید آن را در چند خط اجرا کرد. در اینصورت تعداد خطوط و ترتیب اجرای آن با نظر و تصویب مهندس مشاور تعیین می شود.

در اجرای اتصال طولی، دو رویکرد اصلی وجود دارد. رویکرد اول این است که خط عبور دوم قبل از سرد شدن خط اول اجرا شود. در این حالت اتصال طولی گرم و اجرای آن راحت تر است. در رویکرد دوم، خط عبور اول کاملاً سرد می شود، سپس مشابه اجرای اتصالات عرضی، محل اتصال طولی با دستگاه بصورت عمودی برش داده می شود و سپس مخلوط آسفالتی خط عبور دوم پخش می شود. در اجرا سعی بر استفاده از رویکرد اول است، یعنی عملیات پخش خطوط مجاور یا همزمان یا در فاصله زمانی کوتاه، بنحوی انجام شود که در پایان روز اتصال های طولی اجرا شده باشد. لذا از پخش آسفالت در یک خط عبور و در طول زیاد، بطوریکه ادامه عملیات به روز یا روزهای بعد موکول شود، باید خودداری شود. برای پخش آخرین قشر رویه باید بگونه ای برنامه ریزی شود که محل درز طولی یا دوبندی، دقیقاً در مجاور خط کشی جاده در زمان بهره برداری قرار گیرد تا عبور چرخ وسایل نقلیه از محل دوبندی ها به حداقل برسد.

بلافاصله بعد از پخش خط عبور بعدی و قبل از کوبیدن آن باید غلتک زنی طولی انجام شود. برای اینکار سه روش متداول وجود دارد؛ غلتک لرزشی روی آسفالت قبلی و ۱۵ سانتیمتر آن روی آسفالت جدید (اجرا در حالت بدون لرزش)، غلتک لرزشی روی آسفالت جدید و ۱۵ سانتیمتر آن روی آسفالت قبلی (اجرا در حالت لرزشی) و یا غلتک لرزشی روی آسفالت جدید بگونه ای که ۱۵ سانتیمتر دورتر از درز باشد (اجرا در حالت لرزشی) و سپس غلتک زدن این ۱۵ سانتیمتر در گذر بعدی. پیمانکار مجاز است از هر روشی برای تراکم اتصالات استفاده کند، مهم این است که نتیجه نهایی کار الزامات تراکم و همواری را داشته باشد. بعد از کوبیدن محل اتصالات طولی، باید بلافاصله غلتک زنی لبه خارجی آسفالت در امتداد محور راه شروع شود، بنحوی که حدود ۵ سانتیمتر لبه غلتک (یا چرخ عقب در صورت استفاده از غلتک سه چرخ) بیرون از آسفالت قرار گیرد.

۲۰-۳-۷-۴ الگوی غلتک زنی

الگوی غلتک زنی با توجه به عرض مسیر، تجهیزات، تعداد دفعات عبور مورد نیاز و سایر عوامل تغییر می کند؛ اما بطور کلی در مورد روسازی راه ها غلتک زنی از قسمت های با رقوم پایین تر مقطع عرضی بسمت قسمت های با رقوم بالاتر پیشروی

می‌کند؛ البته با تجهیزات پیشرفته تراکم و مخلوط‌های آسفالتی بادوام‌تر امروزی، بجز در روسازی‌های ضخیم یا در مواقعی که اختلاف ارتفاع مقطع زیاد است، الزامی به رعایت این شیوه (شروع از رقوم پایین و پیشروی به بالا) نیست. در هر حال، غلتک‌زنی باید بگونه‌ای باشد که سطحی صاف و بدون ناهمواری ایجاد شود. برای این منظور باید غلتک‌زنی به آهستگی و با چرخش‌های تدریجی باشد. فینیشر و غلتک توقف نداشته باشد و هر گذر غلتک در هر مرحله تراکم حداقل نیمی از گذر قبلی را بپوشاند. با توجه به اینکه در کارهای مختلف، عرض غلتک و مسیری که باید روسازی شود متفاوت است، ارائه یک الگوی واحد برای غلتک‌زنی، اقدامی غیرعملی است. با این وجود بر حسب اینکه پخش آسفالت در کدام خط عبور انجام می‌شود، ترتیب کوبیدن بدین شرح است:

الف: وقتی که غلتک‌زنی فقط در یک خط عبوری اجرا می‌شود.

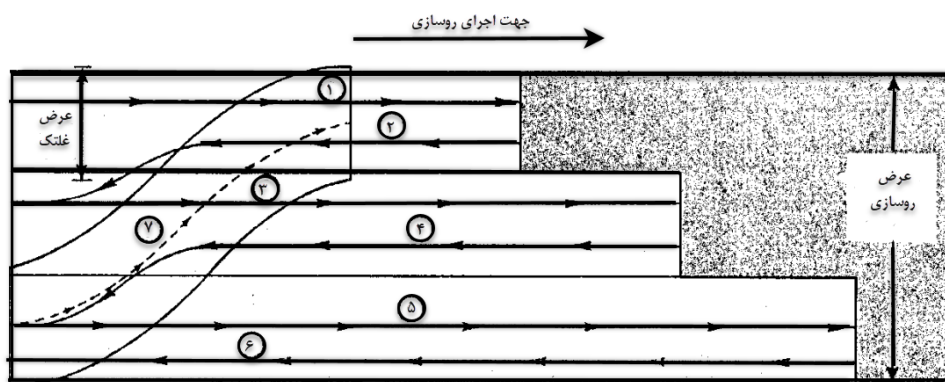
- ۱- اتصال عرضی
- ۲- لبه خارجی آسفالت
- ۳- تراکم مرحله اول با شروع از پایین‌ترین رقوم مقطع عرضی و پیشروی بسمت محور راه
- ۴- تراکم مرحله دوم مشابه مرحله اول
- ۵- تراکم نهایی

ب: وقتی که غلتک‌زنی در دومین خط عبوری اجرا می‌شود.

- ۱- اتصال عرضی
- ۲- امتداد اتصالات طولی
- ۳- لبه خارجی آسفالت
- ۴- تراکم مرحله اول با شروع از پایین‌ترین رقوم مقطع عرضی و پیشروی بسمت محور راه
- ۵- تراکم مرحله دوم مشابه مرحله اول
- ۶- تراکم نهایی

پ: وقتی که عملیات پخش با دو فینیشر اجرا می‌شود، ابتدا اتصال طولی مطابق زیربند ۲۰-۳-۷-۳ اجرا و سپس منطبق با اولویت‌های الف و ب مذکور غلتک‌زنی اجرا می‌شود.

نمونه‌ای از الگوی غلتک‌زنی با استفاده از غلتک استاتیکی در شکل ۲۰-۳ ارائه شده است. در این نمونه، غلتک‌زنی از پایین‌ترین سطح مسیر و بلافاصله بعد از پخش مخلوط آسفالتی شروع می‌شود. سپس در مسیر ۲ غلتک به نقطه اولیه برمی‌گردد و با یک چرخش آهسته در مسیر ۳ حرکت و بعد از آن با مسیر ۴ به نقطه قبل برمی‌گردد. پس از طی مسیر ۵ و برگشت آن با مسیر ۶، با حرکتی آهسته غلتک طی مسیر ۷ به نقطه اولیه برمی‌گردد.



شکل ۲۰-۳ نمونه پیشنهادی از الگوی غلتک زنی با استفاده از غلتک فولادی استاتیکی

۲۰-۳-۷-۵ کنترل عملیات تراکم

برای کنترل عملیات تراکم باید چک‌لیست شماره ۵ با تواتر اعلام‌شده، تکمیل شود.

چک‌لیست شماره ۵: کنترل عملیات تراکم				
تاریخ:			تواتر اعلام گزارش: روزانه به ازای تراکم هر خط عبور	
موقعیت و محل اجرا: کیلومتر (+) تا (+) لاین (ها):				
ردیف	موارد بازرسی	نتیجه		توضیحات
		بله	خیر	
۱	آیا شکل ظاهری غلتک‌ها مناسب است؟			
۲	آیا فشار باد غلتک‌های لاستیکی مناسب است؟			
۳	آیا سیستم‌های ترمز و خودران غلتک‌ها بدرستی کار می‌کند؟			
۴	آیا اندازه و تعداد غلتک‌ها مناسب است؟			
۵	آیا وزن غلتک‌ها متناسب با نوع اجرا است؟			
۶	آیا از ماده تمیزکننده مناسب برای غلتک استفاده می‌شود؟ (از گازوئیل و مواد روغنی هرگز استفاده نشود)			
۷	آیا الگوی غلتک‌زنی مناسب است؟			
۸	آیا سرعت غلتک‌زنی در محدوده مجاز است؟			
۹	آیا دمای هوا برای تراکم مناسب است؟			
۱۰	آیا دمای مخلوط آسفالتی برای تراکم مناسب است؟			
۱۱	آیا سطح روسازی در هر مرحله غلتک‌زنی فاقد ترک‌های عرضی است؟			
۱۲	آیا سطح تمام‌شده فاقد هرگونه ناهمواری، ترک، شیار و خراشیدگی است؟			
۱۳	آیا ضخامت لایه برای تراکم مناسب است؟			
۱۴	آیا شیوه اجرای اتصالات طولی و عرضی درست است؟			
توضیحات:				
تهیه‌کننده:				
تأییدکننده:				

۲۰-۴ کنترل کیفیت

۲۰-۴-۱ کنترل تراکم قشرهای آسفالتی

میزان تراکم برای قشرهای اساس آسفالتی، آستر و رویه (توپکا) حداقل ۹۶ درصد وزن مخصوص نمونه‌های آزمایشگاهی مارشال، یا حداقل ۹۲ درصد (و حداکثر ۹۷ درصد) حداکثر وزن مخصوص نظری آسفالت که با روش AASHTO T209 تعیین می‌شود، است.

اندازه‌گیری و محاسبه تراکم قشر آسفالتی برای عملیات با حجم کمتر از ۵۰ تن یا ضخامت لایه کمتر از ۳ سانتیمتر جز در مواردی که مهندس مشاور ضروری بداند، لازم نیست.

۱-۲۰-۴-۲ کنترل سطح آسفالت

رقوم ارتفاعی و شیب‌های طولی و عرضی اجراشده قشر آسفالتی باید با مندرجات نقشه‌های اجرایی منطبق باشد. میزان اختلاف مجاز، باید از قبل در مشخصات خصوصی تصریح شده باشد که در هر حال، نباید از حدود زیر تجاوز کند.

۱-۲-۴-۲۰ نیمرخ عرضی قشر آسفالتی

شیب طولی و عرضی سطح تمام‌شده راه باید با نقشه‌ها مطابقت داشته باشد. همچنین در محل نیمرخ‌های عرضی راه، رقوم اندازه‌گیری شده در محور و طرفین مسیر با رقوم مندرج در نقشه نباید برای قشر آسفالتی بیشتر از ± 10 میلیمتر و برای آستر و رویه بیشتر از ± 5 میلیمتر اختلاف داشته باشد.

۲-۲-۴-۲۰ یکنواختی سطح آسفالت

یکنواختی سطح تمام‌شده هر یک از قشرهای اساس آسفالتی، آستر و رویه باید با استفاده از یک شمشه فلزی سه متری که بر روی سطح راه و در امتداد طولی و عرضی قرار داده می‌شود، آزمایش و کنترل شود. در هر یک از امتدادهای طولی و عرضی نباید حداکثر فاصله بین سطح زیرین شمشه و سطح آسفالت برای اساس آسفالتی از ۷ میلیمتر، قشر آستر از ۶ میلیمتر و رویه از ۵ میلیمتر بیشتر باشد. در هر صد متر راه باید ۲۵ آزمایش طولی و ۲۵ آزمایش عرضی انجام شود. همچنین کنترل یکنواختی سطح آسفالت در تمام اتصالات عرضی و طولی الزامی است. برای کنترل یکنواختی سطح راه می‌توان از روش‌های جدیدتر مانند تجهیزات مبتنی بر لیزر و جی‌پی‌اس نیز استفاده کرد.

۳-۲-۴-۲۰ اصلاح ناهمواری‌ها

هر گونه ناهمواری خارج از حدود رواداری فوق و همچنین نواقصی مانند قیرزدگی، فتیله‌شدن، موج، ترک‌خوردگی، شن‌زدگی و جداشدگی سنگدانه‌ها و سایر معایب موجود در سطح روسازی باید به هزینه پیمانکار و طبق نظر مهندس مشاور اصلاح شود. مطابق دستور ناظر، برای اصلاح بلندی‌ها در سطح راه می‌توان از سنگ‌زنی^۱ و برای پستی‌ها از برش و وصله^۲ استفاده کرد.

^۱ Grinding

^۲ Cut out and patch

۴-۳-۲۰۱ کنترل تردد وسایل نقلیه

تردد وسایل نقلیه بر روی روسازی گرم می‌تواند باعث قیرزدگی، شیارشدگی و ترک‌خوردگی عرضی روسازی شود و یا اثرات دائمی بر جا بگذارد. برای پیشگیری از این رخداد تا سرد و سخت‌شدن کامل روسازی بنحوی که اثر چرخ روی آن نماند، باید از تردد وسایل نقلیه بر روسازی جلوگیری شود. تردد وسایل نقلیه تا وقتی درجه حرارت مخلوط آسفالتی بیشتر از ۴۰ درجه سانتیگراد باشد یا از خاتمه پخش کمتر از سه ساعت گذشته باشد، مجاز نیست. در مورد آسفالت ماستیک سنگدانه‌ای، حداقل باید ۲۴ ساعت از خاتمه کوبیدگی گذشته و آسفالت کاملاً سرد شده باشد، تا وسایل نقلیه مجوز تردد بگیرند. در غیر اینصورت، ممکن است روسازی دچار قیرزدگی شود.

در پروژه‌هایی که عملیات اجرای روسازی در مجاورت عبور و مرور وسایل نقلیه قرار دارد، بویژه وقتی که عملیات در نیم‌عرض راه اجرا می‌شود، لازم است تمهیدات ایمنی مناسبی در نظر گرفته شود تا هم کاربران راه و هم پرسنل اجرای روسازی از خطرات تصادف‌های احتمالی در امان باشند. پیمانکار موظف است پلان ایمنی ترافیک مناسبی را بر مبنای الزامات نشریه ۲۶۷-۷ وزارت راه و شهرسازی تهیه و اجرا کند. طرح و اجرای پلان ایمنی مذکور باید به تأیید مهندس مشاور رسیده باشد.

برای کنترل مدیریت ترافیک حین اجرا باید چک لیست شماره ۶ با تواتر اعلام شده، تکمیل شود.

چک لیست شماره ۶: کنترل مدیریت ترافیک حین اجرا				
تاریخ: تواتر اعلام گزارش: یکبار قبل از شروع عملیات و در حین اجرا روزانه				
موقعیت و محل اجرا: کیلومتر (+) تا (+) لاین (ها):				
ردیف	موارد بازرسی	نتیجه		توضیحات
		بله	خیر	
۱	آیا عملیات اجرا دارای پلان ایمنی برای تردد وسایل نقلیه است؟			
۲	آیا تابلوها و علائم راهنمایی ترافیک از نظر تعداد و نوع مناسب است؟			
۳	آیا تعداد و نوع پرچم‌های هشدار مناسب است؟			
۴	آیا اجرای صحیح و ایمن مدیریت ترافیک نیازمند نیروی انسانی است؟ در صورت نیاز، آیا تعداد نیروی انسانی گماشته شده برای مدیریت ترافیک مناسب است؟			
۵	آیا تجهیزات پیمانکار به شیوه ایمن پارک و یا استفاده می شود؟			
توضیحات:				
تهیه کننده:				
تأیید کننده:				

۴-۴-۲۰ ◀ آزمایش‌های کنترل کیفیت

مصالص مصرفی در مخلوط آسفالتی را در حین کار باید مورد آزمایش قرار داد تا نواقص و انحراف‌های آن نسبت به مشخصات فنی مورد نیاز، به سرعت اصلاح شود. پیشنهاد می‌شود در صورتیکه قرارداد اجرا بیشتر از ۵۰۰۰ تن مخلوط آسفالتی باشد، پیمانکار آزمایشگاه کارگاهی با حداقل مساحت کل ۳۰ مترمربع در محل احداث کند. برای حجم کار کمتر از ۵۰۰۰ تن مخلوط آسفالتی، پیمانکار می‌تواند از تجهیزات آزمایشگاه‌هایی غیر از آزمایشگاه پیمانکار تکنسین‌های آن‌ها استفاده کند.

برای کنترل کیفیت مصالح و مخلوط آسفالتی ابتدا باید نمونه‌برداری^۱ از مصالح انجام و سپس آزمایش^۲ شود. اگر هدف از این نمونه‌برداری و آزمایش کنترل کیفیت تولید در کارخانه، انبار یا در محل اجرا باشد، کارخانه‌دار، پیمانکار و یا هر

^۱ Sampling

^۲ Testing

بخش مسئول دیگری می‌تواند اینکار را انجام دهد. اما اگر هدف از آزمایش، کنترل کیفیت بمنظور قبول یا رد تولید یا اجرا باشد، کارفرما یا نماینده قانونی او مسئول نمونه‌برداری و انجام آزمایش است.

۲۰-۴-۴-۱ قیر و مصالح سنگی

قیر و مصالح سنگی اعم از مصالح سرد و مصالح گرم‌شده در کارخانه باید با انجام آزمایش‌هایی بشرح جدول ۲۰-۲۷ از نظر کیفی کنترل شود. هر سه نوع تکرار تعریف‌شده در جدول مذکور، یعنی تکرار زمانی، بر اساس تغییرات و حجم کار باید با هم لحاظ شود.

جدول ۲۰-۲۷ کنترل کیفیت قیر و مصالح سنگی در کارخانه آسفالت (نمونه‌گیری و آزمایش)

گروه	عنوان آزمایش (ها)	تکرار			نوع نمونه و محل نمونه‌گیری
		تکرار زمانی	تکرار بر اساس تغییرات	تکرار بر اساس مقدار کار	
۱	مشخصات فصل چهاردهم	یکبار در شروع کار	بازای هر ۲۰۰۰ تن قیر وارده	بازای هر ۱۰۰۰ تن مخلوط آسفالتی تولیدی	قیر ورودی
مصالح سنگی سرد ^۱	دانه‌بندی، گام خمیری و آزمایش هیدرومتری	هفته‌ای یکبار	هرگاه معدن و منبع مصالح تغییر کند		فیلر وارده به کارگاه
	دانه‌بندی به روش شسته، ارزش ماسه‌ای و دامنه خمیری	حداقل هفته‌ای یکبار	هرگاه معدن و منبع مصالح تغییر کند		ریزدانه شکسته و ماسه طبیعی، سیلوی سرد
	هیدرومتری	هر دو هفته یکبار	هرگاه معدن و منبع مصالح تغییر کند		ماسه طبیعی، سیلوی سرد
	دانه‌بندی و درصد دانه‌های سوزنی و پولکی	حداقل هفته‌ای یکبار	هرگاه معدن و منبع مصالح تغییر کند	بازای هر ۲۰۰۰ تن مخلوط آسفالتی	درشت‌دانه، سیلوی سرد
	شکستگی سنگدانه‌های مانده روی الک ۴	هفته‌ای یکبار	هرگاه معدن و منبع مصالح تغییر کند		اگر مصالح حاصل از شکستن شن و ماسه رودخانه باشد
	وزن مخصوص و درصد جذب آب	هر دو ماه یکبار	هرگاه معدن و منبع مصالح تغییر کند		سیلوی سرد
	رطوبت سنگدانه			بازای هر ۲۰۰۰ تن مخلوط آسفالتی	مصالح سیلوی سرد
مصالح سیلوهای گرم ^۲	دانه‌بندی	حداقل هفته‌ای یکبار	دانه‌بندی مخلوط آسفالتی خارج از فرمول کارگاهی شود	بازای هر ۱۰۰۰۰ تن مخلوط آسفالتی	مصالح هر کدام از سیلوهای گرم
	گام خمیری و هیدرومتری	حداقل هفته‌ای یکبار	هرگاه معدن و منبع مصالح تغییر کند		فیلر محصول غبارگیر کارخانه
	دانه‌بندی مخلوط و گام خمیری مواد رده‌شده از الک ۲۰۰	حداقل هفته‌ای یکبار			مخلوط مصالح گرم قبل از افزودن قیر

۲۰-۴-۴-۲۰ مخلوط آسفالتی

کیفیت آسفالت تولیدی کارخانه باید مطابق آزمایش‌های جدول ۲۰-۲۸ کنترل شود. چنانچه نتایج هر کدام از آزمایش‌ها مطابق با مشخصات تعیین‌شده نباشد، باید اقدام فوری برای رفع نقص انجام شود. اگر در چهار نوبت متوالی، نتایج یک

^۱ هرگاه که مهندس مشاور تشخیص دهد به تعداد آزمایش‌های دوره‌ای مذکور افزوده می‌شود.

^۲ فیلر محصول دستگاه غبارگیر کارخانه که برای مصرف به سیلوی فیلر برگشت داده می‌شود هم جزو مصالح سیلوهای گرم محسوب می‌شود. همچنین هر آزمایش دیگری که مهندس مشاور تشخیص بدهد به این آزمایش‌ها افزوده می‌شود.

آزمایش خارج از مشخصات باشد، باید عملیات آسفالتی متوقف و بعد از حصول اطمینان نسبت به رفع نواقص، کار مجدداً شروع شود.

جدول ۲۰-۲۸ کنترل کیفیت آسفالت تولیدی^۱

گروه	عنوان آزمایش (ها)	تناوب	محل نمونه‌گیری
سری کامل آزمایش‌ها	دانه‌بندی، درصد قیر، درصد شکستگی، استحکام و روانی مارشال، فضای خالی مخلوط، وزن مخصوص آسفالت، فضای خالی سنگدانه، فضای خالی پر شده با قیر، نسبت وزنی فیلر به قیر مؤثر	بازای هر ۷۵۰ تن آسفالت تجمعی یک نمونه برای یک طرح اختلاط، یک کارخانه و در یک سال	کامیون حامل آسفالت یا آسفالت پخش شده در سطح راه و قبل از کوبیدن
آزمایش‌های جزئی	درصد قیر، دانه‌بندی	روزانه دو نمونه و از هر ۳۵۰ تن آسفالت تجمعی در روز یک نمونه اضافی	کامیون حامل آسفالت یا آسفالت پخش شده در سطح راه و قبل از کوبیدن
تأثیر آب بر آسفالت	لاتمن اصلاح شده مطابق AASHTO T283	بازای هر ۱۰۰۰۰ تن آسفالت یک آزمایش	کامیون حامل آسفالت یا آسفالت پخش شده در سطح راه و قبل از کوبیدن

۴-۵-۲۰ کنترل آسفالت کوبیده شده سطح راه و ضخامت لایه

برای کنترل میزان کوبیدگی و ضخامت لایه آسفالتی کوبیده شده باید از محل نمونه‌برداری و آزمایش شود. نمونه‌های آسفالتی برداشت شده (گُرگیری شده) دارای حداقل قطر ۱۰ سانتیمتر هستند که حداکثر تا ۷۲ ساعت بعد از برداشت باید محل برداشت شده آن توسط پیمانکار بدرستی پر و متراکم شود؛ بنحوی که سطح نهایی کار کاملاً یکنواخت و یکپارچه باشد. برای اندازه‌گیری تراکم در محل، نمونه‌برداری باید به روش تصادفی مطابق ضابطه ۷۷۳ سازمان برنامه و بودجه کشور انجام شود. در صورتی که تراکم نسبی در محدوده‌ای به گمان و تشخیص مهندس مشاور کمتر از اندازه باشد، نمونه‌برداری از آن محدوده می‌تواند به نمونه‌های تصادفی اضافه شود نه اینکه در تعداد و محل آن نمونه‌ها تغییری ایجاد کند. همچنین نتیجه نمونه اضافی مذکور صرفاً معیار پذیرش و قابل استناد برای آن محدوده است. روش‌های غیرمخرب برای محاسبه تراکم نسبی می‌تواند به منظور کنترل اجرا بکار رود، اما مغزه‌گیری، تنها روش پذیرش تراکم لایه آسفالتی در محل است. میانگین ضخامت آسفالت کوبیده شده نباید در کل پروژه کمتر از ضخامت طراحی (نقشه) و در هر نمونه‌برداری به تنهایی از ۱۰ میلیمتر مقدار نقشه کمتر باشد. در مورد قشرهای تسطیحی که برای اصلاح پروفیل اجرا می‌شود و ضخامت آن متغیر است، اگر مخلوط آسفالتی مصرف شده توزین نشده باشد برای طول کمتر از یکصد متر در هر خط عبور حداقل یک آزمایش تعیین ضخامت و برای طول‌های بیشتر از آن به ازای هر یکصد متر طول راه در هر خط عبور، یک آزمایش تعیین ضخامت انجام می‌شود.

^۱ هر آزمایش دیگری که به تشخیص مهندس مشاور ضروری باشد، افزوده می‌شود.

۵-۲۰ معیار پذیرش و پرداخت

۱-۵-۲۰ پذیرش

۱-۱-۵-۲۰ تعاریف

مهندس مشاور: صاحب صلاحیتی که از طرف کارفرما برای نظارت بر عملیات اجرایی انتخاب شده است. آزمایشگاه: صاحب صلاحیت خدمات جنبی که از طرف کارفرما برای انجام آزمایش‌های ارزیابی کیفیت در دوره اجرا انتخاب شده است.

آزمایشگاه پیمانکار: آزمایشگاه کنترل کیفی پیمانکار مستقر در کارگاه که صلاحیت عوامل و صحت و دقت تجهیزات آن به تأیید مهندس مشاور رسیده باشد.

برگه آزمایش: برگه‌های اعلام نتایج آزمایش که به طور رسمی و مهرشده توسط آزمایشگاه تهیه و مهندس ناظر بر روی آن اعلام نظر کرده باشد.

برگه آزمایش پیمانکار: برگه‌های اعلام نتایج آزمایش که توسط آزمایشگاه پیمانکار تهیه و مهندس ناظر بر روی آن اعلام نظر کرده باشد.

۲-۱-۵-۲۰ نحوه انجام آزمایش

آزمایش‌های ارزیابی کیفیت توسط آزمایشگاه مورد تأیید کارفرما و آزمایشگاه کنترل کیفیت (در صورت استقرار توسط پیمانکار) انجام می‌شود. نمونه‌برداری باید با نظر مهندس مشاور و با تواتر تعیین‌شده در اسناد و مدارک پیمان باشد. آزمایشگاه کنترل کیفیت (آزمایشگاه پیمانکار) برای داشتن اعتبار باید پنج شرط زیر را داشته باشد تا در محاسبه ضریب پرداخت، نتایج آزمایش‌های کارفرما و آزمایشگاه کنترل کیفیت (پیمانکار) روی هم مورد استفاده قرار گیرد:

۱- آزمایشگاه تجهیزشده توسط پیمانکار از نظر تجهیزات (کامل و کالیبره‌بودن) و عوامل انسانی (تعداد، تخصص و تجربه) به تأیید مشاور رسیده باشد.

۲- مهندس مشاور امکان نظارت مستمر و مؤثر بر عملکرد آزمایشگاه پیمانکار را داشته باشد.

۳- نمونه‌برداری برای انجام آزمایش توسط آزمایشگاه پیمانکار باید بصورت تصادفی و زیر نظر مهندس ناظر مقیم انجام شده باشد.

۴- پیمانکار باید بصورت مداوم (با ترتیبی که مهندس مشاور اعلام می‌کند) برگه آزمایش‌های آزمایشگاهی را (حداقل در ۴ سری) به مهندس مشاور (ناظر مقیم) تحویل دهد و مهندس مشاور پس از اظهار نظر آن را مهر و امضاء کرده و به مدیر طرح، کارفرما و خود پیمانکار ارسال کند.

۵- نتایج آزمایش‌های گرفته‌شده توسط آزمایشگاه کارفرما و آزمایشگاه پیمانکار با هم مقایسه و تأیید شده باشند.

برای مقایسه دو مجموعه نتایج آزمایش‌های انجام‌شده توسط آزمایشگاه‌های کارفرما و پیمانکار روش‌های آماری F-test و t-test مطابق ضابطه ۷۷۳ سازمان برنامه و بودجه کشور به کار گرفته می‌شود. روش آماری F-test، انحراف معیار داده‌های دو مجموعه و روش آماری t-test، میانگین داده‌های دو مجموعه را مقایسه می‌کند. روش محاسبه t-test با توجه به نتیجه نهایی F-test تعیین می‌شود. در صورتی که برای یک مشخصه از عملیات آسفالتی، شرط t-test برآورده شود، می‌توان نتیجه گرفت که مجموعه داده‌های به دست آمده از هر دو آزمایشگاه برای آن مشخصه از یک جامعه آماری و با دقت مشابه بوده‌اند. روش‌های آماری F-test و t-test برای تمامی مشخصه‌های دخیل در تعیین ضریب پرداخت اعمال می‌شود. در صورت برآورده شدن شرط t-test برای آن مشخصه‌ها، مجموع داده‌های کنترل کیفیت و پذیرش (کارفرما) هم‌سنگ بوده و برای محاسبه ضریب پرداخت استفاده می‌شوند.

۲۰-۵-۱-۳ محدوده مشخصات

مشخصه‌های فنی برای پذیرش و پرداخت کار انجام‌شده و همچنین محدوده‌های آنها شامل حد بالای مشخصات و حد پایین مشخصات (USL و LSL) در جدول ۲۰-۲۹ مشخص شده است. پذیرش، عدم پذیرش و ضریب پرداخت با استفاده از جدول ۲۰-۲۸ و روش محاسبات مندرج در ضابطه شماره ۷۷۳ تعیین می‌شود.

جدول ۲۰-۲۹ محدوده مشخصات فنی برای پذیرش و تعیین ضریب پرداخت عملیات آسفالتی داغ

عنوان	محدوده پذیرش
الک‌ها:	
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ) و بزرگتر	± 5 مقدار هدف
۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ) و ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	± 5 مقدار هدف
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) و ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	± 3 مقدار هدف
۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰) و ۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	± 3 مقدار هدف
۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	± 3 مقدار هدف
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	± 2 مقدار هدف
درصد قیر :	
قشر اساس قیری	± 0.5 مقدار هدف
قشر آستر و رویه	± 0.4 مقدار هدف
درصد فضای خالی نمونه آسفالتی متراکم آزمایشگاهی	± 1.6 مقدار هدف
نسبت مقاومت کششی غیرمستقیم، TSR (درصد)	۱۳٪- مقدار هدف
تراکم در محل (درصد)	
نسبت دانسیته در محل به دانسیته نمونه آزمایشگاهی	۹۶ تا ۱۰۰
نسبت دانسیته در محل به حداکثر دانسیته تئوری	۹۲ تا ۹۷

۲۰-۵-۲ حل اختلاف

چنانچه پیمانکار به نتایج آزمایش‌های مربوط به پذیرش معترض باشد یا پس از بررسی‌های آماری F-test و t-test، نتایج آزمایش‌های کارفرما و آزمایش‌های کنترل کیفیت (پیمانکار) هم‌سنگ نباشد، قبل از ارائه صورت وضعیت مربوط به

عملیات مورد نظر می‌تواند اعتراض خود را به مهندس مشاور (یا کارفرما) اعلام کند و نتایج آزمایش‌های کنترل کیفیت را بطور کتبی به اطلاع مهندس مشاور برساند. در این صورت، فرآیند رسیدگی به اعتراض پیمانکار و حل اختلاف طبق مراحل زیر انجام می‌شود.

مرحله اول: تکرار آزمایش توسط آزمایشگاه

پیمانکار بطور کتبی درخواست انجام مجدد آزمایش‌ها را به مهندس مشاور و مهندس مشاور پس از اطلاع کارفرما، آن را به آزمایشگاه ارائه می‌کند. آزمایشگاه با دعوت از نمایندگان پیمانکار، مهندس مشاور و کارفرما و با حضور آن‌ها نسبت به نمونه‌برداری، انجام آزمایش و محاسبات فنی و صدور برگه آزمایش جدید اقدام می‌کند. چنانچه به تشخیص مهندس مشاور، نتایج آزمایش مجدد با نتایج اولیه مطابقت داشته باشد (تفاوت کمتر از مقادیر رواداری آزمایش‌ها)، هزینه انجام آزمایش‌های مجدد با اعمال ضریب $1/25$ به حساب بدهکاری پیمانکار منظور می‌شود. اگر نتایج آزمایش مجدد (به تشخیص مهندس مشاور) با نتایج اولیه مطابقت نکند (تفاوت بیشتر از مقادیر رواداری آزمایش‌ها)، نتایج آزمایش‌های مجدد در محاسبه ضریب پرداخت استفاده می‌شود.

اگر پیمانکار به نتایج یک نمونه معترض باشد، آزمایش مجدد از محل نمونه اولیه و نمونه قبل و بعد (در مجموع سه نمونه) انجام می‌شود.

اگر پیمانکار به نتایج یک مجموعه برگه آزمایش معترض باشد، نمونه‌برداری و آزمایش مجدد باید بصورت تصادفی و به تعداد اعلام‌شده در مشخصات فنی پیمان انجام شود.

مرحله دوم: تکرار آزمایش توسط آزمایشگاه دیگر

اگر در مرحله اول، نتایج آزمایش‌های مجدد با نتایج اولیه مطابقت نداشته (تفاوت بیشتر از مقادیر رواداری آزمایش‌ها) و همچنان پیمانکار متقاضی بررسی دوباره باشد، پیمانکار با اطلاع و هماهنگی کارفرما و مهندس مشاور از آزمایشگاه صلاحیت‌دار دیگری (که مورد تأیید کارفرما نیز باشد) برای انجام آزمایش مجدد دعوت به عمل می‌آورد. اگر با انجام آزمایش مجدد، وجود مغایرت معنادار (با توجه به مقادیر رواداری آزمایش‌ها و به تشخیص مهندس مشاور) محرز نشود، نتایج آزمایش مجدد در این مرحله مبنای پذیرش و تعیین ضریب پرداخت خواهد بود.

در انجام آزمایش توسط آزمایشگاه دیگر، باید تمام اقدامات نمونه‌برداری، انجام آزمایش، محاسبات فنی و تنظیم گزارش با حضور نمایندگان مشاور، کارفرما، پیمانکار و آزمایشگاه اولیه باشد.

اگر با انجام آزمایش‌های مجدد، اعتراض پیمانکار قابل قبول واقع نشود، چنانچه وقفه‌ای در روند اجرای عملیات پیش آید، تأخیر مجاز محسوب نمی‌شود و هزینه انجام آزمایش‌ها نیز توسط پیمانکار پرداخت می‌شود. در صورت قابل قبول بودن ادعای پیمانکار، هزینه پرداخت‌شده توسط پیمانکار با اعمال ضریب $1/25$ به حساب بدهکاری آزمایشگاه مستقر در کارگاه و بستانکاری پیمانکار منظور می‌شود.

سایر الزامات در تکرار آزمایش

- چنانچه اعتراض پیمانکار در سه نوبت پس از بررسی در مرحله مربوطه (اول یا دوم، بطور جداگانه) نادرست تشخیص داده شود، اعتراض‌های بعدی قابل رسیدگی نخواهد بود.
- همه ویژگی‌هایی که قرار است مجدداً آزمایش شود، بایستی با همان روش آزمایش تعیین‌شده در مشخصات فنی پیمان انجام شود.
- وقتی ویژگی‌های حجمی مخلوط آسفالتی مورد اعتراض باشد، همه ویژگی‌هایی نظیر درصد قیر که بر روی ویژگی‌های حجمی اثر می‌گذارد، باید مجدداً آزمایش شود.
- اگر نتیجه دانه‌بندی مورد اعتراض باشد، باید درصد عبوری از همه الک‌ها، مورد آزمایش مجدد قرار گیرد و یا اگر دانه‌بندی مربوط به مصالح بعد از اختلاط با قیر بوده باشد، درصد قیر هم باید مجدداً آزمایش شود.
- کل کارهای تعیین شده در مراحل اول و دوم باید حداکثر در ۱۸ روز کاری از زمان اطلاع مهندس مشاور انجام شود.

۳-۵-۲۰-۱ پرداخت

۳-۵-۲۰-۱ اقدامات اصلاح عملیات

چنانچه پیمانکار پیشنهاد اقدام اصلاحی را برای جبران افت کیفیت بخشی از عملیات به مهندس مشاور ارائه دهد؛ در صورت تأیید مهندس مشاور و تصویب کارفرما اقدام اصلاحی بدون پرداخت هرگونه وجه اضافی انجام می‌شود. هرگونه وقفه در اجرای عملیات نیز تأخیر مجاز پیمان محسوب نمی‌شود. چنانچه اقدام اصلاحی نیازمند نمونه‌برداری و انجام آزمایش باشد، نتایج آزمایش عملیات اصلاح‌شده مبنای محاسبه ضریب پرداخت است.

۳-۵-۲۰-۲ انجام آزمایش‌های مجدد

چنانچه پیمانکار برای افزایش مقدار ضریب پرداخت، اقدامات اصلاحی انجام و درخواست آزمایش مجدد دهد، نمونه‌گیری باید به تعداد تعیین‌شده در مشخصات فنی و با هزینه پیمانکار بصورت تصادفی از تمام مقدار کار انجام‌شده (بین دو صورت وضعیت متوالی) گرفته و برای محاسبه ضریب پرداخت، برگه‌های آزمایش جدید جایگزین برگه‌های قبلی شود.

۳-۵-۲۰-۳ ضریب پرداخت

با در نظر گرفتن الزامات مذکور، پرداخت مطابق ضابطه ۷۳۳ سازمان برنامه و بوجه کشور و با استفاده از ضرایب پرداخت مشخص شده آن انجام می‌شود.