



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۴۸۵۰

چاپ اول

بهمن ۱۳۹۱

**INSO**

**14850**

**1st. Edition**

**Jan.2013**

**آسفالت گرم - مشخصات فنی**

**Hot Mix Asphalt –  
Technical Specifications**

**ICS:93.080**

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد «آسفالت گرم - مشخصات فنی»

### رئیس:

اسماعیل پور بزاز، اسماعیل  
(کارشناس شیمی)

### سمت و / یا نمایندگی

مهندسان مشاور ایران استن

### دبیر:

رحمتی، علیرضا  
(کارشناس ارشد مهندسی سازه)

کارشناس رسمی استاندارد

### اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسماعیلی، علی محمد  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک،  
وزارت راه و شهرسازی

خاشعی، حمیدرضا  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

امور نظام فنی،  
معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی

سامانیان، حمید  
(کارشناس ارشد مهندسی مواد - سرامیک)

پژوهشگاه استاندارد

شرقی، عبدالعلی  
(دکترای مهندسی عمران)

عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی

عباسی رزگله، حسین  
(کارشناس مهندسی مواد - سرامیک)

سازمان ملی استاندارد

عبدالمالکی، صدراله  
(کارشناس مهندسی عمران)

آسفالت ماکادام شرق

عبدالمالکی، فریبرز  
(کارشناس مهندسی عمران)

آسفالت ماکادام شرق

فتح‌الهی، طاهر  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

امور نظام فنی،  
معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی

سازمان ملی استاندارد

کشاوری، محمد  
(کارشناس ارشد شیمی محض)

سازمان ملی استاندارد

گلبخش، محمد حسین  
(کارشناس مهندسی عمران)

سازمان ملی استاندارد

مجتبوی، سیدعلیرضا  
(کارشناس مهندسی مواد- سرامیک)

اداره کل استاندارد استان فارس

محرری، حسن  
(کارشناس مهندسی عمران)

پژوهشگاه استاندارد

مرشدی، عبدالرضا  
(کارشناس شیمی محض)

## فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان  |
|------|--|
| ب    | آشنایی با سازمان ملی استاندارد                   |
| ج    | کمیسیون فنی تدوین استاندارد                      |
| و    | پیش‌گفتار  |
| ۵    | مقدمه  |
| ۱    | ۱ هدف و دامنه کاربرد                             |
| ۱    | ۲ مراجع الزامی                                   |
| ۲    | ۳ اصطلاحات و تعاریف                              |
| ۳    | ۴ آسفالت گرم                                     |
| ۳    | ۱-۴ انواع آسفالت گرم                             |
| ۶    | ۲-۴ سنگدانه‌ها                                   |
| ۱۳   | ۳-۴ قیر  |
| ۱۵   | ۴-۴ طرح مخلوط‌های بتن آسفالتی                    |
| ۱۵   | ۵-۴ مشخصات فنی مخلوط‌های آسفالتی گرم             |
| ۲۰   | ۶-۴ طرح اختلاط آزمایشگاهی                        |
| ۲۲   | ۷-۴ تهیه آسفالت گرم                              |
| ۲۴   | ۸-۴ زمان اختلاط                                  |
| ۲۴   | ۹-۴ درجه حرارت اختلاط                            |
| ۲۴   | ۱۰-۴ کنترل کیفیت مخلوط آسفالتی                   |
| ۲۵   | ۱۱-۴ حمل آسفالت                                  |
| ۲۶   | ۱۲-۴ پخش آسفالت                                  |
| ۲۷   | ۱۳-۴ کوبیدن آسفالت                               |
| ۲۸   | ۱۴-۴ کنترل یکنواختی رقوم و سطح آسفالت کوبیده شده |

## پیش‌گفتار

استاندارد "آسفالت گرم- مشخصات فنی" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در سیدو شصت و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح، و فراورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۱/۹/۲۱ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منابع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:  
نشریه شماره ۲۳۴ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۹۰، آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران

## آسفالت گرم - مشخصات فنی

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین مشخصات فنی آسفالت گرم برای روسازی راه‌ها و معابر است. این استاندارد برای سازه‌ای که بر روی آخرین لایه متراکم شده خاک زمین طبیعی موجود یا اصلاح شده یا کف برش‌های خاکی و یا سنگی که بطور کلی بستر روسازی مطابق با مشخصات فنی مربوط نامیده می‌شود، کاربرد دارد.

### ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد اجباری است.

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۸: مصالح سنگی درشت‌دانه - روش تعیین سایش با استفاده از ماشین لوس‌آنجلس

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۹: سنگدانه - سلامت سنگدانه با استفاده از محلول سولفات سدیم یا منیزیم - روش آزمون

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۸۵: روش آزمایش تعیین مقدار هم‌ارز ماسه برای خاک‌ها و مصالح ریزدانه

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۸: روش آزمون کلوخه‌های رسی و ذرات خرد شونده در سنگدانه

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۲: سنگدانه - تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب سنگدانه درشت - روش آزمون

۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۴: آزمون ذرات سبک در سنگدانه

۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۳۱: خاک - تعیین حد روانی، حد خمیری، و نشانه خمیری - روش‌های آزمون

۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۹: سنگدانه - اندازه‌گیری دانه‌های پولکی، دانه‌های طویل یا دانه‌های پولکی و طویل در سنگدانه درشت - روش آزمون

۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۵۰۵: سال ۱۳۸۸، قیر و مواد قیری - مشخصات قیرهای راهسازی

۱۰-۲ نشریه شماره ۲۳۴ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور: ۱۳۹۰، آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران

- 2-11 EN 1097-3 :1998, Tests for Mechanical and Physical Properties of Aggregates - Part 3: Determination of Loose Bulk Density and Voids
- 2-12 ASTM C 127: 2012, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate
- 2-13 ASTM C1252: 2006, Standard Test Methods for Uncompacted Void Content of Fine Aggregate (as Influenced by Particle Shape, Surface Texture, and Grading)
- 2-14 ASTM D5581: 2007ae1, Standard Test Method for Resistance to Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus (6 inch-Diameter Specimen)
- 2-15 ASTM D1075: 2011, Standard Test Method for Effect of Water on Compressive Strength of Compacted Bituminous Mixtures
- 2-16 ASTM D1856: 2009, Standard Test Method for Recovery of Asphalt From Solution by Absorbent Method
- 2-17 AASHTO M303:1989 , Standard Specification for Lime for Asphalt Mixtures
- 2-18 AASHTO T245:1997, Standard Method of Test for Resistance to Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus,
- 2-19 AASHTO T276:2010, Standard Method of Test for Measuring Early-Age Compression Strength and Projecting Later-Age Strength,
- 2-20 AASHTO T283:2007, Standard Method of Test for Resistance of Compacted Hot Mix Asphalt (HMA) to Moisture-Induced Damage
- 2-21 AASHTO T307:1999, Standard Method of Test for Determining the Resilient Modulus of Soils and Aggregate Materials,
- 2-22 AASHTO T313:2010, Standard Method of Test for Determining the Flexural Creep Stiffness of Asphalt Binder Using the Bending Beam Rheometer (BBR),
- 2-23 AASHTO T314:2007, Standard Method of Test for Determining the Fracture Properties of Asphalt Binder in Direct Tension (DT),
- 2-24 AASHTO T315:2010, Standard Method of Test for Determining the Rheological Properties of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR),
- 2-25 AASHTO T324:2010, Standard Method of Test for Viscosity Determination of Asphalt Binder Using Rotational Viscometer,
- 2-26 ASTM-C128:2012, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific gravity), and Absorption of Fine Aggregate
- 2-27 ASTM-D2629 , Hot Mixed, Hot Laid Emulsified Asphalt Paving Mixtures

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر بکار می‌رود.

۱-۳

قییر

قییر جسمی هیدروکربنی به رنگ سیاه تا قهوه‌ای تیره است که به عنوان چسباننده، دانه‌های سنگی را به هم متصل و به یک جسم یکپارچه تبدیل می‌کند. در سولفیدکربن و تتراکلریدکربن کاملاً حل می‌شود. قییر در



دمای محیط جامد است، اما با افزایش دما، به حالت خمیری درمی‌آید و پس از آن مایع می‌شود. کاربرد مهم قیر به علت وجود دو خاصیت مهم این ماده است: غیرقابل نفوذ بودن در برابر آب و خاصیت چسبانندگی داشتن.

۲-۳

### اندودهای نفوذی

اندود نفوذی به منظور آماده کردن سطح شنی راه جهت پخش لایه آسفالتی اعم از آسفالت سطحی، آسفالت سرد یا آسفالت گرم انجام می‌شود. این اندود علاوه بر کمک به آب‌بندی کردن جسم راه و چسباندن سنگدانه‌ها به یکدیگر و نفوذ در خلل و فرج سطح قیرپاشی شده، موجب چسبندگی قشر آسفالت به سطح راه می‌شود.

۳-۳

### اندود سطحی

اندود سطحی جهت آغشته کردن سطح آسفالتی یا بتنی موجود و ایجاد چسبندگی با لایه آسفالتی که روی آن پخش می‌گردد، اجرا می‌شود.

۴-۳

### آسفالت گرم

آسفالت گرم، مخلوطی است از سنگدانه‌های شکسته و دانه‌بندی شده و فیلر که در کارخانه آسفالت حرارت داده شده و با قیر گرم در درجه حرارت‌های معین، مخلوط و به همان صورت گرم برای مصرف در راه، حمل، پخش و کوبیده می‌شود.

### ۴ آسفالت گرم

#### ۴-۱ انواع آسفالت گرم

انواع آسفالت گرم مصرفی در قشرهای روسازی راه، در بندهای بعد ارائه می‌شود.

#### ۴-۱-۱ آسفالت رویه (توپکا)

آسفالت رویه آخرین قشر بتن آسفالتی است که در تماس مستقیم با بارهای وارده از ترافیک و عوامل جوی محیط قرار می‌گیرد. آسفالت رویه طوری طراحی و اجرا می‌گردد که تحمل بارهای وارده را داشته و در مقابل آثار سوء آب، یخبندان و تغییرات درجه حرارت، مقاومت کرده و دوام آورد.

قشر رویه نسبت به قشر آستر و اساس قیری، دارای دانه بندی ریزتر، فضای خالی کمتر و در نتیجه قیر بیشتر می‌باشد. حداکثر اندازه سنگدانه‌ها در این قشر بین ۹/۵ تا ۱۹ میلی‌متر که با توجه به بافت سطحی مورد نیاز و نوع ترافیک و شرایط آب و هوایی، انتخاب می‌شود. چنانچه درصد رد شده از الک شماره ۸ دانه-بندی به حداکثر و یا حداقل مجاز میل کند، به ترتیب بافت سطحی ریز یا درشت می‌شود.

برای افزایش دوام آسفالت رویه و بهبود مقاومت آن در مقابل لغزندگی، شیار افتادگی و تخلیه سریع آب‌های سطحی به خارج از عرض سواره رو، می‌توان از یک نوع آسفالت رویه بنام <sup>1</sup>SMA یا آسفالت ماستیک درشت‌دانه با مصالح سنگی صددرصد شکسته و با دانه‌بندی گسسته و قیر و فیلر زیاده‌تر نسبت به آسفالت گرم معمولی استفاده کرد.

#### ۴-۱-۲ آسفالت آستر (بیندر)

این قشر بتن آسفالتی، بین قشر رویه و قشر اساس قیری، و در صورت عدم وجود قشر اساس قیری، بین قشر رویه و قشر اساس سنگ شکسته قرار می‌گیرد. دانه‌بندی آن درشت‌تر از آسفالت رویه و مقدار قیر آن کمتر است. حداکثر اندازه سنگدانه‌های آن از ۱۹ تا ۳۷/۵ میلی‌متر می‌باشد. 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 بیندر با سنگدانه‌های حداکثر اندازه ۲۵ میلی‌متر که در مقابل تغییرشکل ناشی از بارهای خیلی سنگین و هوای گرم، حساسیت کمتری دارد، برای قشر رویه استفاده می‌شود.

#### ۴-۱-۳ اساس قیری

این قشر به عنوان اولین قشر روسازی بتن آسفالتی می‌تواند مستقیماً روی قشر زیراساس و یا اساس قرار گیرد. اساس قیری دارای دانه‌بندی درشت‌تر و مقدار قیر آن کمتر از آسفالت آستر و رویه می‌باشد. حداکثر اندازه سنگدانه‌های آن تا ۵۰ میلی‌متر و در مواردی نیز تا ۷۵ میلی‌متر می‌رسد. از اساس قیری با دانه‌بندی باز به عنوان یک لایه زهکش بمنظور تسریع در تخلیه آب‌های نفوذی به سامانه روسازی و یا جلوگیری از بازگشت ترک‌های آسفالت موجود در بهسازی‌ها با حداکثر اندازه سنگدانه‌های ۳۷/۵ تا ۵۰ میلی‌متر، متشکل از مصالح صددرصد شکسته، بعنوان لایه کنترل کننده ترک‌های انعکاسی استفاده می‌کنند. استفاده از اساس قیری جز برای شرایط خاص که باید مستند به توجیه فنی مشاور طرح و تصویب کارفرما باشد، توصیه نمی‌گردد.

#### ۴-۱-۴ ماسه آسفالت

ماسه آسفالت از اختلاط ماسه شکسته و یا ماسه طبیعی شسته و یا مخلوطی از این دو با قیر تهیه می‌گردد. ماسه آسفالت را می‌توان در قشرهای به ضخامت حداقل ۱۵ میلی‌متر و بیشتر پخش و اجرا کرد. از ماسه آسفالت به عنوان قشر تسطیح آسفالت‌های قدیمی (قبل از روکش) نیز استفاده می‌شود. چون مقاومت مارشال ماسه آسفالت در مقایسه با مقاومت سایر مخلوط‌های آسفالت گرم و بتن آسفالتی که دانه‌بندی درشت‌تر از ماسه دارند کمتر است، لذا موارد مصرف آن باید به تناسب مقاومت مارشال و سایر ویژگی‌های آن و رابطه آنها با انواع ترافیک سبک، متوسط و سنگین انتخاب شود.

#### ۴-۱-۵ آسفالت متخلخل

##### ۴-۱-۵-۱ کلیات

این آسفالت از اختلاط قیر خالص اصلاح شده با مصالح سنگی صددرصد شکسته دارای دانه‌بندی باز در کارخانه آسفالت گرم تهیه و با ضخامت حدود ۲۵ تا ۴۰ میلی‌متر اجرا می‌شود. فضای خالی این آسفالت گرم بعد از کوبیده شدن در سطح راه، حدود ۲۰ درصد است. این قشر، جزء سامانه روسازی محسوب نمی‌شود و نمی‌توان از آن بعنوان قشر جایگزین رویه اصلی استفاده کرد. مزایای این آسفالت به یک یا چند مورد از موارد زیر که به ویژگی‌های عملکردی آن بستگی دارد، محدود می‌شود.

- باعث تخلیه سریع آب‌های سطحی رویه راه به خارج از عرض سواره‌رو می‌شود.
- مانع پدیده ایستابی در سطح راه و در نتیجه ایمنی بیشتر عبور و مرور می‌شود.
- کاهش پدیده پاشش و پخش آب که موجب افزایش قابلیت دید و ایمنی می‌شود.
- متوسط صدای تولید شده تا حدود  $3\text{ dB}(A)$  کمتر از میزان سر و صدای تولید شده در آسفالت گرم معمولی است.
- رویه آسفالت متخلخل در حالت خشک و حتی بارندگی، مانع از انعکاس نور چراغ‌های جلوی خودروهای مقابل می‌شود که ناشی از عملکرد پخش نور آن است.
- موجب افزایش تاب لغزشی و ضریب اصطکاک سطح راه می‌شود که ناشی از مصرف حدود ۸۵ درصد مصالح درشت‌دانه (بیشتر از ۲ میلی‌متر) و صددرصد شکسته آن است.
- در صورت استفاده از رویه آسفالت متخلخل، لازم است لایه‌ای که بلافاصله زیر آن قرار می‌گیرد عملاً نفوذناپذیر 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 اجراء و برنامه دوره نگه‌داری آن جهت تأمین نیازهای عملکردی این آسفالت، باید در مشخصات فنی خصوصی پروژه قید شود.

##### ۴-۱-۵-۲ مصالح سنگی

مصالح سنگی مصرفی در آسفالت گرم متخلخل باید با مشخصات مربوط در این استاندارد مطابقت داشته و دانه‌بندی آن مطابق جدول ۱ باشد انتخاب دانه‌بندی‌های دیگر که سوابق عملکردی رضایت بخش داشته باشند با تشخیص دستگاه نظارت مجاز است.

##### ۴-۱-۵-۳ طرح آسفالت متخلخل

مقدار قیر مصرفی در این مخلوط آسفالتی با توجه به تجربه و سوابق عملکرد آنها و براساس فضای خالی مورد نظر که حدود ۲۰ درصد می‌باشد، تعیین می‌شود.

حداقل قیر برای دانه‌بندی‌های ۱ و ۲ جدول ۳ به ترتیب ۴/۵ درصد و ۵ درصد می‌باشد که با توجه به وزن مخصوص سنگدانه‌های مصرفی و جذب قیر آنها، قابل تغییر است. در طراحی آسفالت 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 ۰٫۳ درصد تا ۰٫۵ درصد وزن آسفالت محدود می‌گردد.

#### ۲-۴ سنگدانه‌ها

سنگدانه‌ها از معادن سنگ‌کوهی یا قلوه سنگ‌های درشت رودخانه‌ای استخراج و در سنگ شکن فکی و دوار (کوبیت) شکسته می‌شود. مصالح بلافاصله پس از شکسته شدن، دانه‌بندی شده (با سرنده کردن) و در قسمت‌های مجزا به صورت مصالح دانه درشت، دانه متوسط و دانه‌ریز (شامل فیلر) انبار می‌شود. بدیهی است که مصالح سنگ‌کوهی نسبت به شن و ماسه و قلوه سنگ رودخانه‌ای، ارجحیت دارد.

در صورتی که استخراج سنگ از معدن به دلایل مختلف اقتصادی نبوده و یا تهیه مواد سوزا (انفجاری) مواجه با مشکل شود، می‌توان برای اساس قیری از شکستن مخلوط شن و ماسه درشت رودخانه‌ای و برای رویه و آستر از شکستن شن و قلوه سنگ رودخانه‌ای استفاده کرد.

مصالح سنگی شکسته شده برای انواع آسفالت گرم باید سخت، محکم، با دوام، تمیز، مکعبی شکل و عاری از هرگونه مواد آلی، رسی، شیستی، پوشش خاکی و دانه‌های سست بوده و برای هر قطعه از پروژه، تا آنجا که ممکن است از یک معدن تهیه شده باشد. مصالح درشت و متوسط و ریز در صورت لزوم باید شسته شود.

#### ۱-۲-۴ دانه‌بندی مخلوط‌های آسفالت گرم

انواع دانه‌بندی‌های پیوسته و باز بتن آسفالتی و مخلوط آسفالتی متخلخل در جدول‌های ۲، ۱ و ۳ نشان داده شده‌اند. برای تأمین دانه‌بندی‌های مندرج در جدول‌های فوق، مصالح در کارگاه بشرح بند ۲-۲-۴ تفکیک می‌شوند.

#### ۲-۲-۴ تفکیک سنگدانه‌ها

سنگدانه‌ها پس از شکسته شدن، سرنده شده و بشرح بندهای بعدی تفکیک می‌شوند.

#### ۱-۲-۲-۴ مصالح دانه‌درشت و متوسط

مصالح دانه درشت و متوسط، شامل مصالح باقی‌مانده روی الک شماره ۴ (۴٫۷۵ میلی‌متر) می‌باشد که دانه‌بندی آنها برای انواع مخلوط‌های آسفالتی در جدول ۴ نشان داده شده است.

#### ۲-۲-۲-۴ مصالح ریزدانه

مصالح ریزدانه، مصالح رد شده از الک شماره ۴ (۴٫۷۵ میلی‌متر) می‌باشد که برای رویه از ماسه شکسته، برای آستر و اساس قیری، مخلوطی از ماسه شکسته و ماسه طبیعی می‌باشد. دانه‌بندی این مصالح در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۱- دانه‌بندی پیوسته مخلوط‌های آسفالتی

| درصد وزنی رد شده از هر الک |                |             |                       |                               |                               |                     | شماره دانه‌بندی<br>اندازه الک |
|----------------------------|----------------|-------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| ۷(۲)<br>(رویه)             | ۶(۱)<br>(رویه) | ۵<br>(رویه) | ۴<br>(آستر<br>و رویه) | ۳<br>(اساس<br>قیری<br>و آستر) | ۲<br>(اساس<br>قیری<br>و آستر) | ۱<br>(اساس<br>قیری) |                               |
| --                         | --             | --          | --                    | --                            | --                            | ۱۰۰                 | ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ)          |
| --                         | --             | --          | --                    | --                            | ۱۰۰                           | ۹۰-۱۰۰              | ۳۷/۵ میلی‌متر (۱/۵ اینچ)      |
| --                         | --             | --          | --                    | ۱۰۰                           | ۹۰-۱۰۰                        | --                  | ۲۵ میلی‌متر (۱ اینچ)          |
| --                         | --             | --          | ۱۰۰                   | ۹۰-۱۰۰                        | --                            | ۵۶-۸۰               | ۱۹ میلی‌متر (۳/۴ اینچ)        |
| --                         | --             | ۱۰۰         | ۹۰-۱۰۰                | --                            | ۵۶-۸۰                         | --                  | ۱۲/۵ میلی‌متر (۱/۲ اینچ)      |
| --                         | ۱۰۰            | ۹۰-۱۰۰      | --                    | ۵۶-۸۰                         | --                            | --                  | ۹/۵ میلی‌متر (۳/۸ اینچ)       |
| ۱۰۰                        | ۸۰-۱۰۰         | ۵۵-۸۵       | ۴۴-۷۴                 | ۳۵-۶۵                         | ۲۹-۵۹                         | ۲۳-۵۳               | ۴/۷۵ میلی‌متر (شماره ۴)       |
| ۹۵-۱۰۰                     | ۶۵-۱۰۰         | ۳۲-۶۷       | ۲۸-۵۸                 | ۲۳-۴۹                         | ۱۹-۴۵                         | ۱۵-۴۱               | ۲/۳۶ میلی‌متر (شماره ۸)       |
| ۸۵-۱۰۰                     | ۴۰-۸۰          | --          | --                    | --                            | --                            | --                  | ۱/۱۸ میلی‌متر (شماره ۱۶)      |
| ۷۰-۹۵                      | ۲۵-۶۵          | --          | --                    | --                            | --                            | --                  | ۰/۶ میلی‌متر (شماره ۳۰)       |
| ۴۵-۷۵                      | ۷-۴۰           | ۷-۲۳        | ۵-۲۱                  | ۵-۱۹                          | ۵-۱۷                          | ۴-۱۶                | ۰/۳ میلی‌متر (شماره ۵۰)       |
| ۲۰-۴۰                      | ۳-۲۰           | --          | --                    | --                            | --                            | --                  | ۰/۱۵ میلی‌متر (شماره ۱۰۰)     |
| ۹-۲۰                       | ۲-۱۰           | ۲-۱۰        | ۲-۱۰                  | ۲-۸                           | ۱-۷                           | ۰-۶                 | ۰/۰۷۵ میلی‌متر (شماره ۲۰۰)    |

- 1- Sand Asphalt  
2- Sheet Asphalt

جدول ۲ - دانه‌بندی‌های باز مخلوط‌های آسفالتی

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

جدول ۳ - دانه‌بندی مخلوط آسفالتی متخلخل

| درصد وزنی رد شده از الک |        | شماره دانه‌بندی<br>اندازه الک             |
|-------------------------|--------|---|
| ۲                       | ۱      |   |
| --                      | ۱۰۰    | ۱۹ میلی‌متر ( $\frac{3}{4}$ اینچ)         |
| ۱۰۰                     | ۹۰-۱۰۰ | ۱۲/۵ میلی‌متر ( $\frac{1}{2}$ اینچ)       |
| ۹۰-۱۰۰                  | ۶۰-۱۰۰ | ۹/۵ میلی‌متر ( $\frac{3}{8}$ اینچ)        |
| ۳۰-۵۰                   | ۱۵-۴۰  | ۴/۷۵ میلی‌متر (شماره ۴)                   |
| ۵-۱۵                    | ۴-۱۲   | ۲/۳۶ میلی‌متر (شماره ۸)                   |
| ۲-۵                     | ۲-۵    | ۰/۰۷۵ میلی‌متر (شماره ۲۰۰)                |
| ۵-۸/۵                   | ۴/۵-۸  | درصد قیر خالص برحسب مخلوط آسفالتی - حداقل |

جدول ۴- دانه بندی مصالح سنگی درشت دانه مخلوط های آسفالتی

| درصد وزنی ردشده از الک |        |        |        |        |        |        |        |        | شماره دانه بندی<br>اندازه الک |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|
| ۹                      | ۸      | ۷      | ۶      | ۵      | ۴      | ۳      | ۲      | ۱      |                               |
| --                     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | ۱۰۰    | ۵۰ میلی متر (۲ اینچ)          |
| --                     | --     | --     | --     | --     | --     | ۱۰۰    | ۱۰۰    | ۱۰۰-۹۰ | ۳۷/۵ میلی متر (۱/۵ اینچ)      |
| --                     | --     | --     | ۱۰۰    | ۱۰۰    | ۱۰۰    | ۹۰-۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۲۰-۵۵  | ۲۵ میلی متر (۱ اینچ)          |
| --                     | ۱۰۰    | ۱۰۰    | ۹۰-۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | --     | ۲۰-۵۵  | ۰-۱۵   | ۱۹ میلی متر (۳/۴ اینچ)        |
| ۱۰۰                    | ۹۰-۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | --     | --     | ۲۰-۵۵  | ۲۵-۶۰  | ۰-۱۰   | --     | ۱۲/۵ میلی متر (۱/۲ اینچ)      |
| ۸۵-۱۰۰                 | ۴۰-۷۰  | ۴۰-۷۰  | ۳۰-۶۵  | ۲۰-۵۵  | ۰-۱۵   | --     | ۰-۵    | ۰-۵    | ۹/۵ میلی متر (۳/۸ اینچ)       |
| ۱۰-۳۰                  | ۵-۲۵   | ۰-۱۵   | ۵-۲۵   | ۰-۱۰   | ۰-۵    | ۰-۱۰   | --     | --     | ۴/۷۵ میلی متر (شماره ۴)       |
| ۰-۱۰                   | ۰-۱۰   | ۰-۵    | ۰-۱۰   | ۰-۵    | --     | ۰-۵    | --     | --     | ۲/۳۶ میلی متر (شماره ۸)       |
| ۰-۵                    | ۰-۵    | --     | ۰-۵    | --     | --     | --     | --     | --     | ۱/۱۸ میلی متر (شماره ۱۶)      |
| --                     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | --     | ۰/۳ میلی متر (شماره ۵۰)       |

جدول ۵- دانه بندی مصالح سنگی ریزدانه مخلوط های آسفالتی

| درصد وزنی ردشده از الک |        |        |        |        | شماره دانه بندی<br>اندازه الک |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|
| ۵                      | ۴      | ۳      | ۲      | ۱      |                               |
| ۱۰۰                    | ۱۰۰    | --     | --     | ۱۰۰    | ۹/۵ میلی متر (۳/۸ اینچ)       |
| ۸۰-۱۰۰                 | ۸۰-۱۰۰ | ۱۰۰    | ۱۰۰    | ۹۵-۱۰۰ | ۴/۷۵ میلی متر (شماره ۴)       |
| ۶۵-۱۰۰                 | ۶۵-۱۰۰ | ۹۵-۱۰۰ | ۷۵-۱۰۰ | ۷۰-۱۰۰ | ۲/۳۶ میلی متر (شماره ۸)       |
| ۴۰-۸۰                  | ۴۰-۸۰  | ۸۵-۱۰۰ | ۵۰-۷۴  | ۴۰-۸۰  | ۱/۱۸ میلی متر (شماره ۱۶)      |
| ۲۰-۶۵                  | ۲۰-۶۵  | ۶۵-۹۰  | ۲۸-۵۲  | ۲۰-۶۵  | ۰/۶ میلی متر (شماره ۳۰)       |
| ۷-۴۶                   | ۷-۴۰   | ۳۰-۶۰  | ۸-۳۰   | ۷-۴۰   | ۰/۳ میلی متر (شماره ۵۰)       |
| ۲-۳۰                   | ۲-۲۰   | ۵-۲۵   | ۰-۱۲   | ۲-۲۰   | ۰/۱۵ میلی متر (شماره ۱۰۰)     |
| ---                    | ۰-۱۰   | ۰-۵    | ۰-۵    | ۰-۱۰   | ۰/۰۷۵ میلی متر (شماره ۲۰۰)    |

#### ۴-۲-۲-۴ فیلر

در صورتی که از شکستن سنگدانه‌ها به مقدار کافی، فیلر (عمدتاً رده شده از الک ۲۰۰) تأمین نشود، باید فیلر اضافی تهیه و در کارخانه آسفالت از طریق سیلوی جداگانه به مصالح اضافه شود. نوع فیلر، میزان مصرف و دانه بندی آن در انواع بتن آسفالتی اهمیت ویژه‌ای دارد.

فیلر اضافی را می‌توان از گرد سنگ‌های آهکی، آهک شکفته، سیمان و یا سایر سنگ‌های معدنی مناسب تهیه نمود. فیلر اضافی مورد استفاده برای آسفالت، باید دارای ویژگی‌های مشروح زیر باشد.

الف- دانه بندی آن با جدول ۶ انطباق داشته باشد.

ب- دامنه خمیری آن در صورت عدم استفاده از سیمان و آهک شکفته از چهار درصد تجاوز نکند.

پ- فاقد ناخالصی‌های آلی باشد.

ت- فاقد مواد رسی (دانه‌های کوچکتر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر) که با آزمون هیدرومتری تعیین می‌شود، باشد.

ث- وزن مخصوص حجمی فیلر که با روش استاندارد EN 1097-3 اندازه‌گیری می‌شود، باید در محدوده ۰/۵ تا ۰/۹۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب قرار گیرد.

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 مشروح در زیربندهای ب تا ث فوق به استثنای الزامات مربوط به دانه بندی، مطابقت داشته باشد.

آهک شکفته مصرفی بعنوان فیلر باید با مشخصات استاندارد AASHTO M303 مطابقت داده شود.

جدول ۶- دانه بندی فیلر

| اندازه الک                 | درصد وزنی رد شده از الک |
|----------------------------|-------------------------|
| 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                  |

#### ۴-۲-۲-۴ ماسه طبیعی

به منظور تأمین کسری میزان مصالح ریزدانه، می‌توان از ماسه طبیعی با مشخصات زیر استفاده کرد.

ماسه باید دارای دانه بندی منظم و پیوسته مطابق جدول ۵ باشد. ماسه مصرفی باید فاقد ناخالصی‌های آلی، رسی و مواد نمکی بوده و منطبق با مشخصات مصالح ریزدانه جدول ۸ باشد. میزان مصرف ماسه طبیعی (رده شده از الک شماره ۴) در اساس قیری، حداکثر ۲۵ درصد و آستر، ۲۰ درصد وزنی کل مصالح رده شده 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 صورتی که ارزش ماسه‌ای کمتر از مقادیر جدول ۸ را داشته باشد، باید شسته شود.

#### ۳-۲-۴ مشخصات سنگدانه‌ها

سایر مشخصات سنگدانه‌ها و فیلر برای قشرهای اساس قیری، آستر و رویه باید در محدوده تعیین شده در جدول‌های ۷ تا ۱۰ باشد. مصالحی که فاقد مشخصات فوق‌الذکر باشد، باید از کارگاه خارج شوند. استفاده از دانه‌بندی‌های دیگر، برای سنگدانه‌های درشت و ریز به شرح جدول‌های ۴ و ۵، مشروط بر آنکه بتوان دانه‌بندی‌های مخلوط آسفالتی مورد نظر را مطابق جدول‌های ۱ تا ۳ تأمین نمود، با تأیید دستگاه نظارت مجاز است.

جدول ۷ - مشخصات سنگدانه‌های درشت بتن آسفالتی

| ویژگی   | اساس قیری | آستر | رویه | روش آزمون (طبق بند) |
|---|-----------|------|------|---------------------|
| سایش لس آنجلس (حداکثر) (درصد)                       | ۳۵        | ۳۰   | ۲۵   | ISIRI 448           |
| افت وزنی با سولفات سدیم (حداکثر) (درصد)             | ۱۲        | ۸    | ۸    | ISIRI 449           |
| جذب آب (حداکثر) (درصد) <sup>الف</sup>               | --        | ۲٫۸  | ۲٫۵  | ASTM C127           |
| سنگدانه‌های پهن و دراز (حداکثر) (درصد) <sup>ب</sup> | ۱۵        | ۱۵   | ۱۵   | ISIRI 11269         |

<sup>الف</sup> استفاده از مصالح سنگی با درصد جذب آب بیشتر برای قشر آستر با توجه به شرایط محیطی، ترافیکی و رعایت تههیدات ویژه پروژه به تشخیص دستگاه نظارت و تصویب کارفرما مجاز است.

<sup>ب</sup> دانه‌های پهن و دراز، سنگدانه‌هایی می‌باشند که حداکثر طول به حداقل ضخامت آنها بزرگتر از ۵ باشد.

جدول ۸- مشخصات سنگدانه‌های ریز مخلوط آسفالتی

| ویژگی  | اساس قیری | آستر       | رویه       | روش آزمون (طبق بند)    |
|--|-----------|------------|------------|------------------------|
| دامنه خمیری PI (حداکثر) (درصد)   | ۴         | غیر خمیری  | غیر خمیری  | ISIRI 10731            |
| افت وزنی با سولفات سدیم (حداکثر) (درصد)  | ۱۵        | ۱۲         | ۱۲         | ISIRI 449              |
| جذب آب (حداکثر) (درصد) <sup>الف</sup>  | --        | ۲/۸        | ۲/۵        | ASTM C127<br>ASTM C128 |
| حداقل ارزش ماسه‌ای هر یک از دو ماسه طبیعی و ماسه شکسته قبل از ورود به کارخانه آسفالت                                   | ۴۵        | ۵۰         | ۵۰         | ISIRI 1685             |
| حداکثر مجاز درصد وزنی ماسه طبیعی نسبت به مصالح رد شده از الک شماره ۴ دانه‌بندی مربوطه، درصد                            | ۲۵        | ۲۰         | --         | --                     |
| حد رواداری ضریب نرمی نسبت به پایه (درصد) <sup>ب</sup>  | --        | $\pm 0/25$ | $\pm 0/25$ | --                     |
| حداکثر دامنه خمیری عبوری از الک ۲۰۰ مخلوط درشت- متوسط- ریز و فیلر مصالح سنگی در صورت عدم استفاده از سیمان و آهک (درصد) | ۴         | ۴          | ۴          | ISIRI 10731            |

<sup>الف</sup> استفاده از مصالح سنگی با درصد جذب آب بیشتر برای قشر آستر با توجه به شرایط محیطی و ترافیکی پروژه به تشخیص دستگاه نظارت و تصویب کارفرما مجاز است.  
<sup>ب</sup> ضریب نرمی مصالح ریز دانه: حاصل جمع درصد‌های مانده روی الک‌های ۹۵، ۴۷۵، ۲۳۶، ۱۱۸، ۶۰، ۳۰، ۱۵۰ میلی‌متر تقسیم بر ۱۰۰.

جدول ۹- مشخصات شکستگی مصالح سنگی درشت‌دانه

| عمق از سطح رویه          |                      | آمد و شد بر حسب EASLs |
|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| بیشتر از ۱۰۰ میلی‌متر    | کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر |                       |
| درصد شکستگی <sup>ب</sup> |                      |                       |
| --                       | ۵۵/۰                 | $10^6 * 0/3 <$        |
| --                       | ۶۵/۰                 | $10^6 * 1 <$          |
| ۵۰/۰                     | ۷۵/۰                 | $10^6 * 3 <$          |
| ۶۰/۰                     | ۸۵/۸۰ <sup>الف</sup> | $10^6 * 10 <$         |
| ۸۰/۷۵                    | ۹۵/۹۰                | $10^6 * 30 <$         |
| ۹۵/۹۰                    | ۱۰۰/۱۰۰              | $10^6 * 100 <$        |
| ۱۰۰/۱۰۰                  | ۱۰۰/۱۰۰              | $10^6 * 100 \geq$     |

الف- ۸۵/۸۰ بدین معنی است که شکستگی در یک جبهه ۸۰ درصد و در جبهه ۸۵ درصد باشد و یا ۵۵/۰ یعنی شکستگی یک جبهه حداقل ۵۵ درصد و شکستگی دو جبهه مشخصات ندارد.  
 ب- درصد شکستگی مطابق ASTM D-5821 انجام می‌شود.

جدول ۱۰ - مشخصات گوشه‌داری مصالح سنگی ریز دانه (رد شده از الک ۲/۳۶ میلی‌متر)

| عمق از سطح رویه                                     |                      | آمد و شد برحسب<br><i>EASLs</i> |
|---|----------------------|--------------------------------|
| درصد فضای خالی مصالح ریزدانه در حالت غیر متراکم الف |                      |                                |
| بیشتر از ۱۰۰ میلی‌متر                               | کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر |                                |
| --  | --                   | $< ۱۰.۶ * ۰.۳$                 |
| --  | ۴۰                   | $< ۱۰.۶ * ۱$                   |
| ۴۰  | ۴۰                   | $< ۱۰.۶ * ۳$                   |
| ۴۰  | ۴۵                   | $< ۱۰.۶ * ۱۰$                  |
| ۴۰  | ۴۵                   | $< ۱۰.۶ * ۳۰$                  |
| ۴۵  | ۴۵                   | $< ۱۰.۶ * ۱۰۰$                 |
| ۴۵  | ۴۵                   | $\geq ۱۰.۶ * ۱۰۰$              |

الف- آزمون درصد فضای خالی مصالح ریزدانه در حالت غیر متراکم، روی مصالح رد شده از الک شماره ۸، با رابطه زیر محاسبه شده و مطابق استاندارد ASTM C1252 انجام می‌شود.

$$FAA = \frac{V - W/Gsb}{V} \times 100\%$$

که در آن:  
 FAA درصد فضای خالی  
 V حجم استوانه آزمون  
 W وزن مصالح داخل استوانه  
 Gsb وزن مخصوص حقیقی مصالح

یادآوری - درصد فضای خالی زیادتر، معرف گوشه‌داری و جبهه‌های شکسته بیشتر مصالح است.

#### ۳-۴ قیر

انواع قیرهای عملکردی PG یا قیرهای طبقه‌بندی شده براساس درجه نفوذ، مورد استفاده در آسفالت گرم مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۵۰۵ می‌باشد. در این استاندارد محدودیت مصرف هر یک از قیرهای مذکور، حسب موقعیت و شرایط جوی منطقه و نوع آمد و شد، ارائه شده است.

جدول ۱۱ راهنمایی برای انتخاب قیرهای خالص در راهسازی می‌باشد.

قیر ۶۰-۷۰ برای شرایط اقلیمی گرم و معتدل ایران مناسب است، مگر آنکه شرایط ویژه‌ای از قبیل هوای بسیار گرم، ترافیک خیلی سنگین، وجود تقاطع‌ها، شیب تندراه و حداکثر مطلق درجه حرارت قشر آسفالت در حین بهره‌برداری که ممکن است در مواردی بیشتر از ۶۰ درجه سلسیوس باشد، انتخاب و مصرف قیرهای با درجه نفوذ کمتر مانند ۴۰-۵۰ را ایجاب نماید. به هر حال مصرف قیرهایی از این قبیل در عملیات آسفالتی باید با آزمون‌های دقیق و بررسی‌های محلی با آمارهای مستند و معتبر ترافیک و هواشناسی همراه باشد.

مشخصات قیرهای خالص مصرفی در آسفالت گرم در استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۵۰۵ بطور مشروح بیان شده است. برای حصول کیفیت برتر برای آسفالت و یا اجرای آسفالت‌های خاص نظیر آسفالت متخلخل، می‌توان از قیرهای اصلاح شده بشرح مندرج در استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۵۰۵ و با تأیید دستگاه نظارت استفاده نمود.

جدول ۱۱- راهنمای انتخاب قیرهای خالص

| درجه نفوذ قیر |                    | شرایط جوی<br>(متوسط درجه حرارت سالیانه) |
|---------------|--------------------|---|
| ترافیک سنگین  | ترافیک سبک و متوسط |   |
| ۸۵-۱۰۰        | ۱۲۰-۱۵۰            | هوای سرد: کمتر از ۷ درجه سلسیوس         |
| ۶۰-۷۰         | ۸۵-۱۰۰             | هوای گرم: بین ۷ تا ۲۴ درجه سلسیوس       |
| ۴۰-۵۰         | ۶۰-۷۰              | هوای خیلی گرم: بیش از ۲۴ درجه سلسیوس    |

#### ۴-۳-۱ حمل قیر و ذخیره سازی

قیرهای مورد نیاز کارگاه‌های آسفالتی، توسط تانکرهای حمل قیر به کارگاه وارد می‌شود. برای تخلیه قیر این تانکرها به مخازن قیر کارگاه، نیاز به گرم کردن تحت شرایط خاص می‌باشد. قیر نباید با شعله مستقیم گرم شود، زیرا موجب سوخته شدن موضعی قیر و در نتیجه کاهش خواص چسبندگی آن می‌شود. در صورت لزوم برای اعمال شعله باید بین شعله و جدار تانکر، از آجر نسوز استفاده شود. برای انتقال قیر از مخازن به کارخانه آسفالت و یا گرم کردن قیر باید از لوله‌های روغن و یا وسایل الکتریکی استفاده شود.

درجه حرارت قیرهای خالص در مخازن و لوله‌ها و هنگام اختلاط با سنگدانه‌ها در مخلوط‌کن کارخانه آسفالت، باید بگونه‌ای تنظیم شود که درجه حرارت آسفالت با دانه‌بندی پیوسته که از کارخانه به کامیون تخلیه می‌شود هیچگاه از ۱۶۳ درجه سلسیوس تجاوز ننماید و در عین حال درجه حرارت قیر نیز کمتر از ۱۷۶ درجه سلسیوس باشد.

تانکرهای حمل قیر و همچنین مخازن قیر کارگاه‌های آسفالتی باید مجهز به حرارت سنج باشد. یک حرارت سنج در قسمت تحتانی تانکر و دیگری در قسمت فوقانی نصب شود. در کارخانه آسفالت نیز باید حرارت سنج قیر نصب شود، بطوری‌که در هر زمان بتوان درجه حرارت قیر را کنترل نمود.

ذخیره قیر در کارگاه‌ها، در مخازن قیر انجام می‌شود. در صورتی‌که برای ذخیره قیر از استخر استفاده گردد، دیوار و کف این استخرها باید بتنی یا با پوشش سیمانی بوده و سرپوشیده باشد تا قیر کاملاً از هجوم گرد و غبار، بارندگی و دیگر آلاینده‌ها محفوظ بماند. وسایل گرم کردن قیر باید در کف استخر پیش‌بینی گردد.

#### ۴-۴ طرح مخلوط‌های بتن آسفالتی

##### ۴-۴-۱ هدف

- هدف از طرح مخلوط‌های بتن آسفالتی، انتخاب مناسب‌ترین و با صرفه‌ترین مخلوط سنگدانه و قیر است که ویژگی‌های زیر را برای پوشش‌های بتن آسفالتی تأمین کند.
- الف- دارای مقدار قیر کافی باشد که دوام آسفالت را تأمین کند.
- ب- استحکام مخلوط بقدری باشد که بارهای وارده ناشی از ترافیک را بدون تغییر شکل تحمل کند.
- پ- دارای مقدار کافی فضای خالی در آسفالت کوبیده شده باشد تا در اثر تراکم حاصل از عبور ترافیک سنگین که بیشترین افزایش آن در اولین تابستان پس از اجرا است، قیرزدگی پیدا نکند.
- ت- میزان حداکثر فضای خالی مجاز، محدود باشد تا موجب نفوذ آب و هوای بیش از حد به جسم آسفالت نگردد.
- ث- دارای کارایی کافی باشد، بطوری‌که به آسانی پخش و کوبیده شده و سبب جدا شدن مصالح از یکدیگر و یا کمبود مقاومت نگردد.
- ج- آسفالت‌های قشر رویه، دارای مصالحی باشد تا بافت سطحی آسفالت و سختی سنگدانه‌ها بتواند ضریب اصطکاک کافی و لازم را برای این قشر فراهم نماید.

#### ۴-۴-۲ روش‌های طرح

- در طرح مخلوط‌های آسفالت گرم و بتن آسفالتی، روش‌های استاندارد زیر کاربرد دارد.
- الف - روش مارشال (AASHTO T245) که هم برای تهیه طرح اختلاط و هم کنترل عملیات آسفالتی برای سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۲۵ میلی‌متر و دانه‌بندی متراکم و پیوسته کاربرد دارد.
- ب- روش اصلاح شده مارشال (ASTM D5581) که برای سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۵۰ میلی‌متر و با قالب‌های ۱۵ سانتی‌متری کاربرد دارد.

#### ۴-۵ مشخصات فنی مخلوط‌های آسفالتی گرم

مشخصات فنی مخلوط‌های آسفالت گرم باید مطابق با شرایط زیر باشد.

##### ۴-۵-۱ دانه‌بندی

دانه‌بندی مخلوط‌های آسفالت گرم برحسب مورد باید با یکی از دانه‌بندی‌های جدول‌های ۱، ۲ و ۳ مطابقت داشته باشند. در هر پروژه، نوع دانه‌بندی باید در مشخصات فنی خصوصی قید شود.

##### ۴-۵-۲ مشخصات فیزیکی و مقاومتی

الف - مشخصات فیزیکی و مقاومتی آسفالت (با دانه‌بندی جدول ۱) که با روش مارشال و مطابق طرح شده باشد، باید با جدول شماره ۱۳ منطبق باشد.

ب- در صورتی‌که با روش مارشال اصلاح شده مطابق AASHTO T245 قالب‌های ۱۵ سانتی‌متری ASTM D5581 و با دانه‌بندی جدول ۱ طرح شده باشد، مشخصات مربوط باید با جدول ۱۴ مطابقت نماید.

#### ۴-۵-۳ فضای خالی مصالح سنگی

با استفاده از دانه‌بندی جدول ۱ و هر یک از روش‌های AASHTO T245 و یا ASTM D5581 فضای خالی مصالح سنگی مخلوط آسفالتی باید مطابق با جدول ۱۵ باشد.

#### ۴-۵-۴ درجه حرارت آسفالت گرم و درجه نفوذ قیر

مخلوط‌های آسفالت گرم که بلافاصله بعد از تخلیه از کارخانه آسفالت (از واحد مخلوط کننده یا سیلوی نگهداری) به داخل کامیون نمونه‌گیری می‌شوند، باید با خصوصیات زیر منطبق باشند.

الف- درجه حرارت مخلوط‌های آسفالت با قیرهای خالص و قیرهای امولسیون‌دارای دانه‌بندی متراکم و پیوسته مطابق با جدول ۱ یا دانه‌بندی‌های باز مطابق با جدول‌های ۲ و ۳، نباید خارج از محدوده زیر باشد.

دانه‌بندی‌های متراکم و پیوسته با قیرهای خالص: ۱۶۳-۱۲۰ درجه سلسیوس

دانه‌بندی‌های باز با قیرهای خالص: ۱۲۷-۱۰۵ درجه سلسیوس

دانه‌بندی‌های باز و پیوسته با قیرهای امولسیون‌دار: ۱۲۷-۱۰۵ درجه سلسیوس

ب- درجه نفوذ قیر خالص بازبایی شده از مخلوط‌های آسفالتی برحسب نوع قیر مصرفی، نباید خارج از معیارهای ارائه شده در جدول ۱۲ باشد.

#### جدول ۱۲- درجه نفوذ مورد قبول برای قیر خالص بازبایی شده

| درجه نفوذ قیر<br>اصلی | درجه نفوذ قیر بازبایی شده مساوی یا<br>بیشتر از: |
|-----------------------|---|
| ۴۰-۵۰                 | ۲۲  |
| ۶۰-۷۰                 | ۳۱  |
| ۸۵-۱۰۰                | ۴۰  |
| ۱۲۰-۱۵۰               | ۵۰  |
| ۲۰۰-۳۰۰               | ۷۴  |

روش آزمون بازبافت قیر باید مطابق ASTM D1856 و روش نمونه‌گیری مخلوط آسفالت و نگهداری آن تا موقع آزمون مطابق ASTM D2629 باشد.

#### ۴-۵-۵ مقاومت در مقابل تغییر شکل‌های شیاری

ضوابط و معیارهای فنی مقاومت مخلوط‌های آسفالت گرم در مقابل پدیده تغییر شکل‌های شیاری آسفالت، با توجه به شرایط خاص هر پروژه توسط مهندس مشاور طرح تعیین و در مشخصات فنی خصوصی قید می‌شود. روش این آزمون باید با مشخصات AASHTO T245 مطابقت داشته باشند.

جدول ۱۳- مشخصات فیزیکی و مقاومتی مخلوط‌های آسفالتی گرم با روش مارشال (AASHTO T245)

| ترافیک کم<br>$EAL \leq 10^4$ الف         |        | ترافیک متوسط<br>$10^4 < EAL < 10^7$ الف |        | ترافیک سنگین<br>$EAL \geq 10^7$ (۱) |        | شرح                               |
|--|--------|---|--------|-------------------------------------|--------|-----------------------------------|
| حداقل                                    | حداکثر | حداقل                                   | حداکثر | حداقل                               | حداکثر |                                   |
| ۳۵                                       | ۳۵     | ۵۰                                      | ۵۰     | ۷۵                                  | ۷۵     | ۱- تعداد ضربه‌ها در دو طرف نمونه  |
| -  | ۳۵۰    | -                                       | ۵۵۰    | -                                   | ۸۰۰    | ۲- مقاومت مخلوط برحسب کیلوگرم     |
| ۴/۵                                      | ۲      | ۴                                       | ۲      | ۳/۵                                 | ۲      | ۳- روانی برحسب میلی‌متر           |
| ۵  | ۳      | ۵                                       | ۳      | ۵                                   | ۳      | ۴- درصد فضای خالی آسفالت قشر رویه |
| ۶  | ۳      | ۶                                       | ۳      | ۶                                   | ۳      | ۵- درصد فضای خالی آسفالت آستر     |
| ۸  | ۳      | ۸                                       | ۳      | ۸                                   | ۳      | ۶- درصد فضای خالی اساس آسفالتی    |
| ۸۰                                       | ۷۰     | ۷۸                                      | ۶۵     | ۷۵                                  | ۶۰     | ۷- درصد فضای خالی پرشده با قیر    |
| به جدول ۱۵ مراجعه شود.                   |        |   |        |                                     |        | ۸- فضای خالی سنگدانه‌ها (VMA)     |
| الف- مجموع محورهای استاندارد در دوره طرح |        |   |        |                                     |        |                                   |

جدول ۱۴- مشخصات فیزیکی و مقاومتی مخلوط‌های آسفالتی گرم با روش مارشال اصلاح شده (ASTM D5581)

| ترافیک کم الف<br>$EAL \leq 10^4$         |        | ترافیک متوسط الف<br>$10^4 < EAL < 10^7$ |        | ترافیک سنگین<br>$EAL \geq 10^7$ |        | شرح                               |
|--|--------|---|--------|---------------------------------|--------|-----------------------------------|
| حداقل                                    | حداکثر | حداقل                                   | حداکثر | حداقل                           | حداکثر |                                   |
| ۵۳                                       |        | ۷۵                                      |        | ۱۱۲                             |        | ۱- تعداد ضربه‌ها در دو طرف نمونه  |
| -  | ۷۹۰    | -                                       | ۱۲۴۰   | -                               | ۱۸۰۰   | ۲- مقاومت مخلوط برحسب کیلوگرم     |
| ۶/۸                                      | ۳      | ۶                                       | ۳      | ۵/۳                             | ۳      | ۳- روانی برحسب میلی‌متر           |
| ۵  | ۳      | ۵                                       | ۳      | ۵                               | ۳      | ۴- درصد فضای خالی آسفالت قشر رویه |
| ۶  | ۳      | ۶                                       | ۳      | ۶                               | ۳      | ۵- درصد فضای خالی آسفالت آستر     |
| ۸  | ۳      | ۸                                       | ۳      | ۸                               | ۳      | ۶- درصد فضای خالی اساس آسفالتی    |
| ۸۰                                       | ۷۰     | ۷۸                                      | ۶۵     | ۷۵                              | ۶۰     | ۷- درصد فضای خالی پرشده با قیر    |
| به جدول ۱۵ مراجعه شود.                   |        |   |        |                                 |        | ۸- فضای خالی سنگدانه‌ها (VMA)     |
| الف- مجموع محورهای استاندارد در دوره طرح |        |   |        |                                 |        |                                   |

جدول ۱۵- حداقل درصد فضای خالی مصالح سنگی

| حداقل فضای خالی مصالح سنگی برای فضای خالی آسفالت معادل با: |        |        | حداکثر اندازه اسمی مصالح                 |
|--|--------|--------|--|
| 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 ۳۷/۵ میلی‌متر ( $1\frac{1}{2}$ اینچ) |
| ۱۳   | ۱۲     | ۱۱     | الک ۲۵ 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)         |

#### ۴-۵-۶ 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 با آزمون‌های استاندارد کنترل شود و نتایج مطابق مشخصات زیر باشد. این مشخصه‌ها باید در طرح آزمایشگاهی مخلوط‌های آسفالتی به عنوان ضوابط طراحی لحاظ شود.

الف- نسبت مقاومت فشاری اشباع به مقاومت فشاری خشک با روش ASTM D1075 نباید کمتر از ۷۵ درصد باشد.

ب- نسبت مقاومت کششی غیرمستقیم نمونه‌های اشباع به نمونه‌های خشک با روش AASHTO T283 کمتر از ۷۵ درصد نباشد.

پ- نسبت متوسط مقاومت سه نمونه آزمایشگاهی مارشال که ۲۴ ساعت در شرایط غوطه‌ور در داخل آب با دمای  $(\pm 1) 60$  درجه سلسیوس قرار گرفته باشد، به متوسط مقاومت سه نمونه دیگر که ۳۰ تا ۴۰ دقیقه در داخل آب  $(\pm 1) 60$  درجه سلسیوس یا ۲ ساعت در گرم‌خانه الکتریکی با دمای  $(\pm 1) 60$  درجه سلسیوس نگهداری شود، نباید کمتر از ۷۵ درصد باشد.



مصالح سنگی مصرفی در آسفالت که مستعد پدیده عریان شدگی می‌باشند (از جمله سنگ‌های سیلیسی و سیلیسی-قلیایی)، باید قبل از مصرف از نظر تأمین معیارهای الف تا پ فوق مورد آزمون قرار گیرند تا در صورت لزوم و تشخیص دستگاه نظارت از آهک شکفته، سیمان، فیلر مناسب و یا افزودنی‌های شیمیایی آلی از نوع فعال کننده‌های سطحی، استفاده شود.

#### ۷-۵-۴ نسبت وزنی فیلر به قیر موثر

نسبت درصد وزنی فیلر به درصد وزنی قیر موثر برای مخلوط‌های آسفالتی با دانه‌بندی پیوسته باید بین ۱٫۲-۰٫۶ باشد. درصد قیر مؤثر از رابطه ۱ بدست می‌آید.

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} P_s \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن:

$P_{be}$  درصد وزنی قیر مؤثر مخلوط آسفالتی؛

$P_b$  درصد وزنی قیر برحسب مخلوط آسفالتی؛

$P_{ba}$  درصد وزنی جذب قیر مصالح سنگی؛

$P_s$  درصد وزنی مصالح سنگی در مخلوط آسفالتی.

#### ۸-۵-۴ مشخصات ماسه آسفالت

در صورتی که این قشر آسفالتی در تراز بیش از ۱۰ سانتی‌متر نسبت به رویه نهایی قرارگیرد، مشخصات و معیارهای فنی آن براساس AASHTO T245 با اعمال ۵۰ ضربه در هر طرف نمونه‌ها بشرح جدول ۱۶ خواهد بود. در شرایطی که این آسفالت در تراز کمتر از ۱۰ سانتی‌متر قرار گیرد باید با ضوابط جدول ۱۳ مطابقت داشته باشد.

چنانچه ماسه آسفالت به عنوان قشر اساس آسفالتی مصرف شود، تجاوز از حد ۱۸ درصد فضای خالی بشرح جدول ۱۶ مشروط بر آنکه سایر ارزش‌های آن با مشخصات منطبق باشد، بلامانع است.

جدول ۱۶- مشخصات فنی ماسه آسفالت

|                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| حد اقل ۱۸۰ کیلوگرم     | (۱) مقاومت با ۵۰ ضربه    |
| حداکثر ۵               | (۲) نرمی برحسب میلی‌متر  |
| حد اقل ۳ و حداکثر ۱۸   | (۳) فضای خالی            |
| به جدول ۱۵ مراجعه شود. | (۴) فضای خالی مصالح سنگی |

#### ۴-۵-۹ رواداری‌ها

رواداری‌های دانه‌بندی و میزان قیر مخلوط‌های بتن آسفالتی گرم نسبت به دانه‌بندی کارگاهی طرح اختلاط و قیر بهینه طرح، باید مطابق جدول ۱۷ باشد.

جدول ۱۷- حدود رواداری دانه‌بندی کارگاهی و قیر

| درصد رواداری | اندازه الک‌ها و قیر   |
|--------------|---|
|              | الک‌ها:   |
| ± ۸          | ۱۲/۵ میلی‌متر ( $\frac{1}{4}$ اینچ ) و بزرگتر                 |
| ± ۷          | ۹/۵ میلی‌متر ( $\frac{3}{8}$ اینچ ) و ۴/۷۵ میلی‌متر (شماره ۴) |
| ± ۶          | ۲/۳۶ میلی‌متر (شماره ۸) و ۱/۱۸ میلی‌متر (شماره ۱۶)            |
| ± ۵          | ۰/۶ میلی‌متر (شماره ۳۰) و ۰/۳ میلی‌متر (شماره ۵۰)             |
| ± ۴          | ۰/۱۵ میلی‌متر (شماره ۱۰۰)                                     |
| ± ۳          | ۰/۰۷۵ میلی‌متر (شماره ۲۰۰)                                    |
|              | رواداری قیر نسبت به قیر بهینه:                                |
| ± ۰/۵        | اساس قیری   |
| ± ۰/۴        | آستر  |
| ± ۰/۳        | رویه  |

#### ۴-۶ طرح اختلاط آزمایشگاهی

قبل از شروع عملیات آسفالتی، طرح اختلاط آزمایشگاهی آسفالت مورد نظر با رعایت مراحل زیر توسط آزمایشگاه تهیه می‌شود.

#### ۴-۶-۱ انتخاب دانه‌بندی کارگاهی

دانه‌بندی کارگاهی، دانه‌بندی مشخصی است که با توجه به مصالح درشت، متوسط، ریز و فیلر آماده شده در کارگاه به نحوی توسط پیمانکار تهیه می‌شود که شرایط زیر را داشته باشد.

الف- در داخل دانه‌بندی مشخصات قرار گرفته و از الک شماره ۸ به پائین به موازات دو حد فوقانی و تحتانی دانه‌بندی مشخصات باشد.

ب- تا آنجا که ممکن است از نمودار معرف حداکثر چگالی 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 ۱۷ به دانه‌بندی پیشنهادی پیمانکار که "پوشش دانه‌بندی کنترل کارگاهی" نامیده می‌شود، داخل دانه‌بندی اصلی واقع شود.

ث- براساس کلیه نتایج قابل قبول حاصل از آزمون دانه‌بندی مصالح تفکیک شده در کارگاه محاسبه گردد.

ج- فرمول کارگاهی که براساس نتایج آزمون‌ها متغیر، منفرد و نمونه‌های غیر معرف اخذ شده از هر یک از مصالح محاسبه شود، قابل قبول نخواهد بود.

چ- نتایج دانه‌بندی جزء یا اجزا مصالح مورد استفاده در تعیین دانه‌بندی کارگاهی باید معرف بیش از ۲۵ درصد حجم کل مخلوط مصالح سنگی مورد نیاز برای هر یک از مخلوط‌های آسفالتی در پروژه باشد.

ح- پیمانکار موظف است ضمن پیشنهاد دانه‌بندی کارگاهی، دلایل توجیهی انتخاب آنرا به‌همراه کلیه نتایج آزمایشگاهی مصالح در طی تولید به دستگاه نظارت تسلیم نماید.

#### ۴-۶-۲ تهیه طرح اختلاط آسفالت

پس از آنکه سنگدانه‌های شکسته در کارگاه در قسمت‌های مجزا انبار شدند، کارخانه آسفالت راه‌اندازی شده و مصالح دانه درشت، دانه متوسط، دانه ریز و در صورت لزوم ماسه طبیعی بطور جداگانه به سیلوهای سرد کارخانه تغذیه می‌شود. وضعیت دريچه سيلوهای 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. فیلر و قیر نیز جداگانه توزین شده و به مخلوط مصالح در مخلوط کن اضافه می‌گردند.

برای تهیه طرح اختلاط آسفالت، از هر یک از مخازن گرم کارخانه آسفالت و همچنین از فیلر و قیر، یک نمونه برداشت شده و به همراه مشخصات فنی عمومی و خصوصی و دانه‌بندی کارگاهی پیشنهادی پیمانکار، به آزمایشگاه مورد تأیید ارسال می‌گردد. آزمایشگاه نتایج طرح اختلاط را به شرح زیر به کارفرما یا دستگاه نظارت ارائه می‌نماید.

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

ب- نتایج آزمون‌ها مصالح سنگی به شرح جدول‌های ۷ تا ۱۰ و قیر مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۵۰۵.

پ- درصد وزنی هر یک از سنگدانه‌های درشت، متوسط، ریز و فیلر مصرفی در طرح اختلاط و مقایسه دانه‌بندی حاصل با دانه‌بندی کارگاهی پیشنهادی پیمانکار به شرح بند ۴-۶-۱.

ت- مناسبترین درصد قیر نسبت به کل مخلوط.

ث- درصد فضای خالی آسفالت کوبیده شده.

ج- درصد فضای خالی سنگدانه‌ها ( $VMA$ ).

چ- درصد فضای خالی سنگدانه‌هایی که با قیر پر می‌شود ( $VFB$ ).

ح- استحکام مارشال.

خ- روانی مارشال.

د- میانگین وزن مخصوص حقیقی مخلوط مصالح سنگی.

ذ- درصد جذب قیر مصالح سنگی.

ر- سایر خصوصیات مخلوط آسفالتی طرح با قیر بهینه بشرح بندهای ۴-۵-۱ الی ۴-۵-۸ برحسب مورد.

#### ۴-۶-۳ کنترل نتایج طرح

دستگاه نظارت، طرح اختلاط فوق را جهت تهیه آسفالت آزمایشی به پیمانکار ابلاغ می‌نماید. پیمانکار به راه‌اندازی کارخانه آسفالت و تولید مخلوط آسفالتی براساس طرح و مصرف آن در قطعه یا قطعات آزمایشی و نمونه‌گیری از آسفالت این قطعات اقدام می‌کند و نهایتاً نتایج حاصل از آزمون این نمونه‌ها با داده‌های طرح اختلاط آزمایشگاهی مقایسه می‌شود.

چنانچه در این مقایسه، انطباق ویژگی‌های مخلوط آسفالتی آزمایشی با مشخصه‌های طرح اختلاط، ضمن رعایت رواداری‌های پیش‌بینی شده در مشخصات به تائید دستگاه نظارت برسد، طرح اختلاط برای اجرای عملیات آسفالتی به پیمانکار ابلاغ می‌شود. در غیر اینصورت نسبت به انجام اصلاحات لازم به منظور هماهنگی بین طرح و تولید، اقدام و فرمول کارگاهی اصلاح شده بعد از تائید دستگاه نظارت، مبنای عملیات اجرایی قرار می‌گیرد. چنانچه به هر دلیل محل معدن تغییر نماید و مشخصات مصالح نیز تغییر کند، فرمول کارگاهی جدید باید تهیه شود.

پیمانکار باید آسفالت را براساس مشخصات مخلوط آسفالتی پروژه ابلاغی دستگاه نظارت تهیه و اجرا کند. آسفالت‌های تهیه شده که خارج از مشخصات باشند، مورد قبول نخواهد بود.

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 دستگاه نظارت تشخیص دهد، از سنگدانه‌های مخازن گرم کارخانه آسفالت، نمونه‌برداری شده و جهت کنترل وزن مخصوص و میزان جذب قیر به آزمایشگاه مجاز ارسال می‌گردد.

در صورتی که نتایج جدید وزن مخصوص حقیقی مخلوط مصالح سنگی با نتایج قبلی، اختلافی بیش از ۰.۴ داشته باشد، باید نسبت به تهیه طرح اختلاط جدید اقدام شود.

#### ۴-۷ تهیه آسفالت گرم

براساس مشخصات مخلوط آسفالتی ابلاغ شده توسط دستگاه نظارت نسبت به تهیه آسفالت گرم در کارخانه آسفالت اقدام می‌شود. بطور کلی کارخانه آسفالت گرم باید با مشخصات AASHTO M 156 یا مشخصات ASTM D995 مطابقت داشته و کاملاً اتوماتیک و یا دیجیتالی باشد و مطابق با AASHTO T172 یا ASTM D290 مورد کنترل و بازرسی قرار گیرد. کارخانه‌های تهیه آسفالت در کشور، اغلب از نوع منقطع یا مرحله‌ای و یا انواع دیگر می‌باشند که لازم است موارد زیر برای آنها رعایت شود.

#### ۴-۷-۱ موقعیت و ظرفیت کارخانه آسفالت

کارخانه آسفالت باید در مسیر حمل سنگدانه‌ها از معدن به محل مصرف آسفالت نصب شود تا فاصله حمل حداقل شده و حمل مضاعف صورت نگیرد. محل نصب کارخانه آسفالت باید به تائید دستگاه نظارت برسد. ظرفیت کارخانه آسفالت متناسب با آسفالت مورد نیاز و اهمیت پروژه تعیین می‌شود و باید در مشخصات خصوصی قید شود که از ۱۲۰ تا ۳۰۰ تن در ساعت متغیر خواهد بود.

#### ۴-۷-۲ سرندهای کارخانه آسفالت

کارخانه آسفالت باید به حداقل ۴ سرنده با قطر چشمه‌های مختلف مجهز بوده و این سرندها برحسب نیاز قابل تعویض باشند.

دستگاه نظارت باید دستور انتخاب قطر چشمه‌های مورد نیاز برای هر نوع دانه‌بندی را به پیمانکار صادر کند، بطوری که منحنی دانه‌بندی کارگاهی به سهولت با توزین مصالح مختلف دانه‌بندی شده از سیلوهای گرم حاصل شود.

#### ۴-۷-۳ سیلوهای گرم

مخلوط سنگدانه‌هایی که در کوره دوار کارخانه تا درجه حرارت‌های معین گرم شده است، توسط سرندهای مذکور سرنده شده و در سیلوهای گرم کارخانه به شکل زیر ذخیره می‌شوند.

- دانه درشت: سیلوی گرم شماره ۱، دانه‌بندی از ۱۲ تا ۲۵ میلی‌متر یا درشت‌تر؛
- دانه متوسط: سیلوی گرم شماره ۲، دانه‌بندی از ۶ تا ۱۲ میلی‌متر؛
- دانه ریز ۱: سیلوی گرم شماره ۳، دانه‌بندی از ۳ تا ۶ میلی‌متر؛
- دانه ریز ۲: سیلوی گرم شماره ۴، دانه‌بندی از صفر تا ۳ میلی‌متر.

چنانچه تعداد سیلوهای گرم کارخانه بیش از ۴ سیلو باشد، حذف آنها مجاز نیست. برای فیلر باید سیلوی جداگانه تهیه شود.

سپس براساس فرمول کارگاهی هر یک از مصالح مذکور به میزان معینی توسط باسکول کارخانه توزین و به مخلوط‌کن وارد می‌شود. در مخلوط‌کن، قیر و سپس فیلر به مقدار تعیین شده در فرمول کارگاهی اضافه می‌گردد.

ترازوی توزین فیلر و سیلوی آن نباید (با استناد به این که سنگدانه‌ها خود دارای فیلر می‌باشد) از کار انداخته و یا بدون استفاده شود.

فیلر نباید با سنگدانه‌ها مخلوط گردد، بلکه باید توسط دستگاه غبارگیر کارخانه جمع‌آوری و در سیلوی جداگانه ذخیره شود و جداگانه توزین و وارد مخلوط‌کن آسفالت شود.

هر یک از مخازن گرم کارخانه آسفالت باید دارای حرارت سنج باشد تا بتوان درجه حرارت سنگدانه‌ها را کنترل نمود. دسترسی به مصالح گرم کارخانه نیز باید امکان‌پذیر باشد، بطوری‌که بتوان به سهولت نمونه‌برداری کرد.

دستگاه توزین باید از نوع دیجیتالی و یا عقربه‌ای و بدون فنر بوده و حساسیت آن حداکثر تا نیم درصد بیشترین باری که توزین می‌کند، باشد.

کارخانه آسفالت باید مجهز به دماسنج‌های مختلف برای تعیین و بررسی درجه حرارت مخلوط آسفالتی و قیر و سنگدانه‌ها باشد.

حساسیت دستگاه‌های توزین سنگدانه‌ها، قیر و فیلر باید هر ماه یکبار کنترل شود که چنانچه خطایی داشته باشد، مرتفع گردد تا در مشخصات آسفالت، خطایی رخ ندهد.

حساسیت حرارت سنج‌ها باید آنقدر باشد که در هر دقیقه تغییرات حداقل ۱۰ درجه سلسیوس را نشان دهد.

سنگدانه‌ها باید به آن مقدار حرارت داده شوند که هنگام تخلیه آسفالت از کارخانه، درجه حرارت مخلوط آسفالتی برحسب نوع دانه‌بندی با درجه حرارت تعیین شده در بند ۴-۵-۴ مطابقت داشته باشد. با توجه به مراتب فوق، نصب یک سیستم مرکزی تمام اتوماتیک کنترل کننده درجه حرارت سنگدانه‌ها، قیر و مخلوط آسفالت و مدت زمان اختلاط در اطاق فرمان کارخانه، الزامی است.

#### ۸-۴ زمان اختلاط

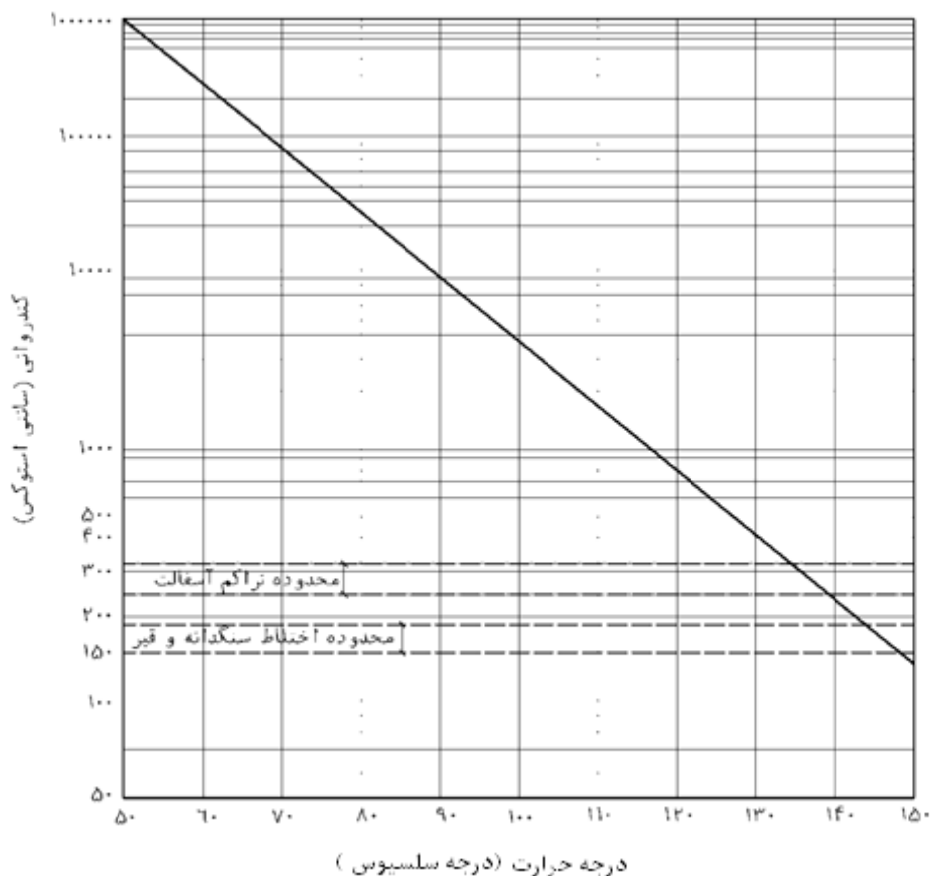
مدت زمان اختلاط سنگدانه‌ها، قیر و فیلر بستگی به مدل و ظرفیت کارخانه، نوع مصالح و دانه‌بندی و پوشش قیری سنگدانه‌ها دارد. معمولاً در دستورالعمل کارخانه سازنده، مدت زمان اختلاط تعیین می‌شود. دستگاه نظارت باید کنترل دقیق روی زمان اختلاط داشته باشد. عدم کنترل و عدم رعایت زمان لازم مذکور، سبب نواقص عمده در آسفالت می‌گردد. حداقل زمان اختلاط ۴۰ ثانیه می‌باشد.

#### ۹-۴ درجه حرارت اختلاط

هنگام تهیه و پخش آسفالت، کندروانی قیر باید به گونه‌ای باشد که مصالح خوب پوشش داده شده و به آسانی قابل پخش و کوبیدن باشد. چنانچه کندروانی قیر، هنگام اختلاط آسفالت بیش از حد باشد، مصالح بخوبی اندود نخواهند شد و در صورتی که کمتر از اندازه باشد، هنگام حمل از کارخانه تا محل مصرف قیر از سنگدانه‌ها جدا می‌شود. بمنظور حصول پوشش مناسب مصالح و جدانشدن قیر از سنگدانه‌ها هنگام تهیه و حمل و نقل آسفالت، لازم است کندروانی قیر در زمان اختلاط حدود  $(170 \pm 20)$  سانتی‌استکس باشد. بمنظور تعیین درجه حرارتی که قیر مورد مصرف به این کندروانی می‌رسد، لازم است نمودار تغییرات کندروانی قیر را در برابر درجه حرارت ترسیم نمود. شکل ۱ این نمودار را برای یک نمونه قیر نشان می‌دهد. با استفاده از این نمودار برای قیر مصرفی در عملیات آسفالتی، می‌توان محدوده درجه حرارت بهینه برای اختلاط قیر و سنگدانه‌ها و تراکم آسفالت را بعد از پخش تعیین نمود.

#### ۱۰-۴ کنترل کیفیت مخلوط آسفالتی

از آسفالت‌های اساس قیری، آستر و رویه تهیه شده در کارخانه آسفالت باید حداقل روزانه ۲ نمونه و در صورتی که تولید زیاد باشد، از هر ۳۵۰ تن آسفالت، یک نمونه از کامیون حامل آسفالت و یا آسفالت سطح راه قبل از کوبیده شدن برداشته و مورد آزمون قرار گیرد تا نتایج دانه‌بندی، درصد قیر، استحکام مارشال و روانی مارشال، فضای خالی، وزن مخصوص آسفالت و فضای خالی پر شده با قیر مشخص شود. مقادیر هر یک از نتایج اعلام شده با توجه به حدود نوسان‌های مجاز باید در داخل محدوده مشخصات ابلاغی باشد، در غیر این صورت فوراً باید اقدامات لازم جهت رفع نقص به عمل آید. چنانچه نتایج آزمون موارد مذکور در ۴ نوبت متوالی خارج از مشخصات اعلام گردد، باید عملیات آسفالتی متوقف و پس از رفع عیب مجدداً شروع گردد، بطوری که نتایج قابل قبول شود.



شکل ۱ - نمودار تغییرات کندروانی قیر بر حسب درجه حرارت و محدوده کندروانی آن برای اختلاط قیر و سنگدانه و تراکم آسفالت

#### ۱۱-۴ حمل آسفالت

حمل آسفالت از محل کارخانه تا محل پخش به وسیله کامیون انجام می‌گیرد. جدار داخلی کامیون و سطوحی که با آسفالت تماس دارد باید کاملا تمیز و عاری از هر گونه مواد خارجی باشد. بمنظور پیش‌گیری از چسبیدن آسفالت به کف و دیواره‌های اطاق کامیون، باید قبل از ریختن آسفالت، اطاق کامیون را در محل با آب آهک (یک حجم آهک و سه حجم آب) شستشو داده و تمیز نمود. شستشو با هر نوع روغن و گازوئیل ممنوع می‌باشد. هرگاه در مدت زمان حمل آسفالت، درجه حرارت آسفالت بیش از ۱۰ درجه سلسیوس افت کند، کامیون‌های حامل آسفالت باید با برزنت همراه عایق حرارتی پوشیده شود تا سطح آسفالت سرد نشده و خاصیت و یکنواختی خود را از دست ندهد. حداکثر زمان حمل آسفالت، ۴۵ دقیقه و حداکثر فاصله حمل با کامیون ۷۰ کیلومتر می‌باشد. افزایش زمان و درجه حرارت زیاد آسفالت در جریان حمل، موجب می‌گردد که مقداری از قیر مخلوط آسفالتی در کف کامیون جمع شده و آسفالت بالای کامیون، کم قیر و آسفالت کف کامیون، پرقیر شود. این جدایی قیر موجب می‌شود که در قسمت کم قیر، طول عمر آسفالت کوتاه و در قسمت پرقیر، قیرزدگی ایجاد شود.

#### ۴-۱۲ پخش آسفالت

آسفالت حمل شده از کارخانه در محل مصرف در فینیشر تخلیه می‌شود. نوع و مشخصات فینیشر باید به تائید دستگاه نظارت برسد. هرگاه اطو و یا دستگاه گرم‌کن آن و یا دستگاه ارتعاش دهنده یا دستگاه‌های تنظیم ضخامت، دارای نواقصی باشند، بطوری‌که آسفالت بطور کاملاً یکنواخت و با سطحی کاملاً هموار و یکسان پخش نگردد، دستگاه نظارت باید دستور اصلاح و یا تعویض فینیشر را صادر نماید.

#### ۴-۱۲-۱ ضخامت آسفالت

فینیشر، مخلوط آسفالتی را در عرض و ضخامتی که در مشخصات تعیین شده است و با شیب عرضی معین پخش می‌کند. ضخامت آسفالت پخش شده توسط فینیشر با توجه به وضع دانه‌بندی و میزان کوبیدگی محاسبه می‌شود. ضخامت آسفالت پخش شده معمولاً بین ۱٫۲۰ تا ۱٫۲۵ برابر ضخامت آسفالت کوبیده شده می‌باشد. این ضخامت بطور مرتب توسط تکنسین‌های ناظر محل پخش، اندازه‌گیری و در فرم‌های مخصوص ثبت می‌گردد. ضخامت آسفالت کوبیده شده نیز اندازه‌گیری و با مشخصات، تطبیق داده می‌شود. ضخامت هر لایه کوبیده شده آسفالت، ۲ تا ۳ برابر حداکثر اندازه سنگدانه می‌باشد و بیش از آن، با توجه به شرایط اجرائی و نوع غلتک‌ها تعیین می‌شود.

در روکش‌های آسفالتی و برای تصحیح ناهمواری سطوح آسفالت موجود و قدیمی و همچنین در نوسازی آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی، باید از فینیشر تمام اتوماتیک استفاده شود. اطوی فینیشر و دستگاه گرم‌کننده و ارتعاش دهنده آن باید به سهولت قابل تنظیم باشد، بطوری‌که قادر باشد لایه آسفالت را با مشخصات مذکور پخش نماید.

#### ۴-۱۲-۲ پخش آسفالت در خطوط و قشرهای مختلف

در صورتی‌که آسفالت در بیش از یک خط و بیش از یک قشر پخش شود، رعایت موارد زیر ضروری است. الف- بمنظور اتصال درز طولی آسفالت ترتیبی داده شود که در طول یک روز، خطوط آسفالت مجاور هم، پخش و تکمیل شود. از پخش آسفالت در یک خط عبور و در طول زیاد، بطوری‌که ادامه عملیات به روز یا روزهای بعد موکول گردد، باید خودداری شود.

ب- هنگامی‌که لایه‌ای پخش می‌شود، از آنجا که طرفین کناری لایه با غلتک‌زنی معمولی خوب کوبیده نمی‌شود، لازم است تمهیداتی اعمال شود تا در آینده این امر معضلی برای بروز درز طولی در راه ایجاد ننماید.

برخی اقدامات موثر بشرح زیر می‌باشند که برحسب نظر دستگاه نظارت، حداقل یکی از این روش‌ها باید اعمال شود.

ب-۱- بلافاصله پس از پخش و کوبیدگی اولیه آسفالت و هنگامی‌که هنوز آسفالت گرم است، قسمت کناری آن که خوب متراکم نشده بوسیله یک چرخ برش (حتی المقدور ماشینی) در حدود ۲ تا ۳ سانتی‌متر در طول راه بریده و برداشته شده و محل آن جاروب شود.



ب-۲- چنان که عملیات بند فوق هنگامی که آسفالت گرم است اجرا نشد، می‌توان این کار را در روزهای بعد و قبل از اجرای لایه مجاور انجام داد. اجرای کار می‌تواند توسط یک چرخ برش که روی غلتک نصب می‌شود توسط یک راننده مسلط صورت گیرد.

عدم رعایت حداقل یکی از روش‌های فوق، سبب بروز ترک طولی دوبندی در آسفالت در زمان بهره‌برداری خواهد شد. موارد فوق برای جلوگیری از بروز درزهای دوبندی عرضی و پله شدن آسفالت نیز صادق است که در این خصوص نیز باید تمهیدات لازم صورت گیرد.

پ- برای پخش آسفالت در قشرهای روی قشرهای قبلی، باید عرض پخش آسفالت در فینیشر تغییر داده شود، بطوری که درز اتصال طولی هر قشر با قشر زیرین حداقل ۱۵ سانتی‌متر فاصله داشته باشد تا درزهای طولی روی هم قرار نگیرد.

ت- برای پخش آخرین قشر رویه باید به گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که محل درز طولی یا دو بندی، دقیقاً در مجاور امتداد خط کشی جاده در زمان بهره‌برداری قرار گیرد تا عبور چرخ وسائط نقلیه از محل دو بندی‌ها به حداقل برسد.

#### ۴-۱۲-۳ محدودیت‌های درجه حرارت هوا هنگام پخش آسفالت گرم

پخش مخلوط‌های آسفالتی هنگامی مجاز است که شرایط جوی، دمای محیط و آمادگی سطح راه از هر نظر برای عملیات مناسب باشد. در مواقع بارندگی، روی سطوح یخ زده و مرطوب، و دمای محیط کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس، باید از پخش آسفالت خودداری شود. بطور کلی پیمانکار باید اجرای عملیات آسفالتی را به نحوی برنامه‌ریزی کند که آسفالت در فصول مناسب اجرا شده و به فصل سرما منتقل نشود. پخش آسفالت رویه یا هر قشر نهایی دیگر باید منحصراً در فصول مناسب و گرم سال که درجه حرارت سطح راه از ۲۵ درجه سلسیوس کمتر نباشد، اجرا گردد.

#### ۴-۱۳ کوبیدن آسفالت

پس از پخش آسفالت به وسیله فینیشر، اطوی اولیه قشر پخش شده، توسط فینیشر و اطوی ثانویه، توسط غلتک چرخ فلزی (ترجیحاً دو چرخ دو محور) انجام می‌شود. چرخ یا محور دارای نیروی محرکه غلتک اطو باید به سمت فینیشر باشد که از جمع شدن آسفالت کوبیده نشده جلوی غلتک در موقع حرکت بطرف فینیشر، جلوگیری گردد. کوبیدن نهایی قشر آسفالتی توسط دو غلتک چرخ لاستیکی با وزن مناسب (بسته به نوع دانه‌بندی و ضخامت قشر پخش شده آسفالت) تا حصول تراکم لازم انجام می‌شود. میزان تراکم برای قشرهای اساس آسفالتی، استر و رویه (توپکا) حداقل ۹۷ درصد وزن مخصوص نمونه‌های آزمایشگاهی مارشال، یا ۹۲ درصد وزن مخصوص نظری آسفالت که با روش AASHTO T209 تعیین می‌گردد، می‌باشد. وزن غلتک‌ها باید قابل تنظیم باشد. غلتک‌های چرخ لاستیکی برای حصول تراکم کافی و تنظیم بافت سطحی آسفالت، مناسب‌تر از غلتک‌های چرخ فلزی می‌باشد.

غلتک‌های مورد استفاده برای کوبیدن آسفالت باید مجهز به لوله‌های آب‌پاش برای تمیز نگه‌داشتن چرخ‌ها با مواد صابونی باشد و استفاده از روغن سوخته و یا گازوئیل برای تمیز کردن چرخ‌ها، به‌هیچ‌وجه مجاز نمی‌باشد.

همیشه یک غلتک چرخ فلزی و یک غلتک چرخ لاستیکی به عنوان ذخیره آماده کار باشد تا چنانچه به هر دلیل غلتک‌های مشغول کار، عیب و نقصی پیدا کرد بلافاصله جایگزین گردد و آسفالت در اثر کمبود غلتک معیوب نشود.

چنانچه سرعت فینیشر زیاد و بیش از ۵ متر در دقیقه باشد، تعداد غلتک‌های چرخ لاستیکی باید به تناسب سرعت فینیشر اضافه گردد. دمای محیط و شدت کاهش دمای مخلوط نیز در انتخاب تعداد غلتک‌ها موثر است. تعیین تعداد غلتک‌ها با نظر دستگاه نظارت انجام می‌شود. هنگام متراکم کردن آسفالت، چنانچه کندروانی قیر بیش از اندازه باشد، حصول تراکم لازم در کل ضخامت لایه پخش شده ممکن نخواهد شد و در صورتی که کمتر از اندازه باشد، آسفالت حالت روان پیدا کرده و جلوی غلتک فشرده شده و پس از اجرا، موج‌های متوالی ریز در راه ایجاد خواهد شد. محدوده دمای مناسب آسفالت هنگام تراکم در سطح راه، باتوجه به کندروانی بهینه قیر مصرفی، در شکل ۱ نشان داده شده است. کندروانی بهینه برای قیر هنگام تراکم آسفالت  $28.0 \pm 3.0$  سانتی‌استکس می‌باشد.

سرعت غلتک‌های چرخ فلزی باید یکنواخت و حدود ۴ کیلومتر در ساعت و سرعت غلتک‌های چرخ لاستیکی، حداکثر ۸ کیلومتر در ساعت باشد.

#### ۴-۱۴ کنترل یکنواختی رقوم و سطح آسفالت کوبیده شده

اختلاف مقادیر سطح تمام شده آسفالت قشرهای آستر و رویه با مقادیر مندرج در نقشه‌های طولی و عرضی، حداکثر تا ۵ میلی‌متر مجاز می‌باشد.

یکنواختی سطح آسفالت تمام شده با شمشه ۳ متری که در طول و عرض آسفالت قرار می‌گیرد، انجام می‌شود. مقادیر اندازه‌گیری شده برای اساس آسفالتی، قشر آستر و قشر رویه به ترتیب نباید از  $\pm 7$  میلی‌متر،  $\pm 6$  میلی‌متر، و  $\pm 5$  میلی‌متر تجاوز نماید.

برای کنترل همواری سطح روسازی، می‌توان از شاخص بین‌المللی ناهمواری<sup>۱</sup> (*IRI*) نیز استفاده نمود. مقادیر قابل پذیرش این شاخص باید با توجه به شرایط هر پروژه و با استناد به یکی از آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی در مشخصات فنی خصوصی مشخص شود.

---

1- International Roughness Index