



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۱۴۹۸

چاپ جدید

اسفند ماه ۱۳۸۷

ISIRI

11498

1st. edition

Mar. 2009

قیر و مواد قیری - دوام مخلوط آسفالتی گرم
متراکم شده در برابر خرابی‌های ناشی از
رطوبت - روش آزمون

**Bitumen and bituminous materials-
Resistance of compacted hot mix asphalt
(HMA) to moisture-induced damage -
Test method**

ICS: 93.080.20

به نام خدا

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. به‌دین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی 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. مؤسسه می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این‌گونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- 1- International organization for Standardization
- 2 - International Electro technical Commission
- 3 - International Organization of Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
- 4 - Contact point
- 5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" قیر و مواد قیری - دوام مخلوط آسفالتی گرم متراکم شده در برابر خرابی‌های ناشی از رطوبت -
روش آزمون "

(جدید)

رئیس:

اسماعیلی طاهری، محسن
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

سمت و / یا نمایندگی

مدیر کل دفتر پژوهش و تحقیقات علمی
شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

دبیران:

اسدی مهماندوستی، الهام
(کارشناس ارشد زمین شناسی)

کارشناس دفتر پژوهش و تحقیقات علمی
شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

محمودی نیا، نادر

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

کارشناس آزمایشگاه مقاومت مصالح
شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

اعضاء (اسامی به ترتیب حروف الفبا):

پور شیرازی، محمدعلی
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

انجمن شرکت‌های ساختمانی

خانی، حامد

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری

شرقی، عبدالعلی

(دکترای مهندسی عمران)

عضو هیئت علمی
دانشگاه شهید بهشتی

کارگر، محمدحسن

(کارشناس ارشد زمین شناسی)

کارشناس دفتر امور فنی
شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

مدرس، امیر

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

دانشگاه تربیت مدرس

میر حسینی، سید محسن

(کارشناس مدیریت)

سازمان حمایت مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان

ولاشجردی فراهانی، ملیحه

(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

شرکت نفت پاسارگاد

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با مؤسسه استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصول آزمون
۳	۴ وسایل
۳	۵ تهیه آزمون‌های متراکم آزمایشگاهی از مخلوط آزمایشگاهی
۴	۶ تهیه آزمون‌های متراکم آزمایشگاهی از مخلوط میدانی
۵	۷ تهیه آزمون‌های متراکم میدانی (مغزه‌ها) از مخلوط میدانی
۵	۸ ارزیابی و گروه‌بندی آزمون‌ها
۶	۹ پیش‌عمل‌آوری آزمون‌ها
۸	۱۰ آزمون
۸	۱۱ محاسبات
۹	۱۲ بیان نتایج
۹	۱۳ گزارش آزمون

پیش‌گفتار

استاندارد "قیر و مواد قیری - دوام مخلوط آسفالتی گرم متراکم شده در برابر خرابی‌های ناشی از رطوبت - روش آزمون" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک (سهامی خاص) تهیه و تدوین شده و در ۲۱۹ اجلاس کمیته ملی مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۸۷/۱۲/۲۴ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان 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 استاندارد ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

AASHTO T283, 2007: Standard Method of Test for Resistance of Compacted Hot Mix Asphalt (HMA) to Moisture-Induced Damage.

قیر و مواد قیری - دوام مخلوط آسفالتی گرم متراکم شده در برابر خرابی‌های ناشی از

رطوبت - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد تهیه آزمون‌های آسفالتی و اندازه‌گیری تغییرات مقاومت کششی قطری آنها در اثر اشباع نسبی و عمل‌آوری تسریع‌شده در آب با یک دوره یخ‌زدگی - ذوب برای مخلوط‌های آسفالتی گرم متراکم شده می‌باشد. نتایج آزمون را می‌توان برای پیش‌بینی حساسیت دراز مدت عریان‌شدگی مخلوط‌های آسفالتی گرم و ارزیابی اثر افزودنی‌های ضد عریان‌شدگی مایع که به قیر اضافه می‌شوند و یا ذرات جامد پودری از قبیل آهک هیدراته یا سیمان پرتلند که به مصالح سنگی معدنی اضافه می‌شوند، به کار برد.

هشدار- این استاندارد تمام موارد ایمنی مربوط به کاربرد این روش را بیان نمی‌کند. بنابراین وظیفه کاربر این استاندارد است که موارد ایمنی و اصول بهداشتی را رعایت و قبل از استفاده محدودیت‌های اجرایی آنرا مشخص کند.

۲-۱ این روش برای ارزیابی اثرات اشباع نسبی و عمل‌آوری در آب تسریع‌شده با یک دوره یخ‌زدگی - ذوب برای مخلوط آسفالتی گرم متراکم‌شده مطلوب می‌باشد. این روش را می‌توان به منظور آزمون الف) مخلوط‌های آسفالتی مربوط به طرح اختلاط آسفالت (مخلوط آزمایشگاهی، متراکم‌شده آزمایشگاهی)، ب) مخلوط‌های آسفالتی تهیه شده در کارخانه آسفالت، ج) مغزه‌های مخلوط آسفالتی گرم اخذ شده از روسازی- های کامل شده با هر سنی (مخلوط میدانی، متراکم‌شده میدانی)، به کار برد.

۳-۱ شاخص‌های کمی مشخصات مقاومت کششی غیرمستقیم، از طریق مقایسه ویژگی آزمون‌های آزمایشگاهی اشباع‌شده عمل‌آوری شده طی دوره یخ‌زدگی - ذوب با آزمون‌های خشک دارای ویژگی‌های مشابه به دست می‌آید.

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 می‌شوند.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۸۸: سال ۱۳۸۶، آسفالت - نمونه‌گیری از آسفالت جاده - آیین کار.

- 2-2** AASHTO T166-07: Standard Method of Test for Bulk Specific Gravity of Compacted Hot Mix Asphalt Using Saturated Surface-Dry Specimens.
- 2-3** AASHTO T167-05: Standard Method of Test for Compressive Strength of Hot Mix Asphalt.
- 2-4** AASHTO T209-05: Standard Method of Test for Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Hot Mix Asphalt Paving Mixtures.
- 2-5** AASHTO T245-97 (2004): Standard Method of Test for Resistance to Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus.
- 2-6** AASHTO T247-02 (2006): Standard Method of Test for Preparation of Test Specimens of Bituminous Mixtures by Means of California Kneading Compactor.
- 2-7** AASHTO T269-97 (2007): Standard Method of Test for Percent Air Voids in Compacted Dense and Open Asphalt Mixtures.
- 2-8** AASHTO T312-04: Standard Method of Test for Preparing and Determining the Density of Hot Mix Asphalt (HMA) Specimens by Means of the Superpave Gyratory Compactor.
- 2-9** AASHTO T328-05: Standard Method of Test for Reducing Samples of Hot Mix Asphalt to Testing Size.
- 2-10** ASTM D2041-03: Standard Test Method for Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures.
- 2-11** ASTM D3387-83 (2003): Standard Test Method for Compaction and Shear Properties of Bituminous Mixtures by Means of the U.S. Corps of Engineers Gyratory Testing Machine (GTM).
- 2-12** ASTM D3549-03: Standard Test Method for Thickness or Height of Compacted Bituminous Paving Mixture Specimens.

۳ اصول آزمون

۳-۱ آزمون‌های آزمون برای هر مجموعه از ترکیب‌های مخلوط، از قبیل مخلوط تهیه شده با قیر اصلاح‌نشده، مخلوط تهیه شده از قیر اصلاح‌شده با عامل ضد عریان‌شدگی، یا مصالح سنگی اصلاح‌شده با آهک هیدراته، تهیه می‌شود. هر مجموعه از آزمون‌ها به دو زیر مجموعه تقسیم می‌شود. یک زیر مجموعه در حالت خشک تحت آزمون کشش غیرمستقیم قرار می‌گیرد. زیر مجموعه دیگر، قبل از انجام آزمون کشش غیرمستقیم، در معرض اشباع‌شدگی خلاء و دوره یخ‌زدگی و سپس یک دوره غرقاب در آب گرم قرار می‌گیرد. شاخص‌های کمی مشخصات مقاومت کششی غیرمستقیم با استفاده از نتایج آزمون حاصله از دو زیر مجموعه خشک و اشباع محاسبه می‌شود.

۴ وسایل

- ۴-۱ وسایل لازم برای تهیه و تراکم آزمون‌ها (مطابق یکی از روش‌های استاندارد بندهای ۲-۵، ۲-۶، ۲-۲، ۸ یا ۲-۱۱).
- ۴-۲ وسایل تعیین حداکثر وزن مخصوص تئوری^۱ (G_{mm}) مخلوط آسفالتی گرم (مطابق استاندارد بند ۲-۴ یا ۲-۱۰).
- ۴-۳ ترازو و حمام آب مطابق استاندارد (بند ۲-۲).
- ۴-۴ حمام آب با توانایی حفظ دمای (60 ± 1) درجه سلسیوس.

1 -Theoretical maximum specific gravity

- ۴-۵ یخزن^۱ با توانایی حفظ دما در (-18 ± 3) درجه سلسیوس.
- ۴-۶ ورق نازک پلاستیکی برای پوشاندن نمونه‌ها، کیسه‌های پلاستیکی ضد نشت آب برای نگهداری نمونه‌های اشباع شده و نوار چسب کاغذی.
- ۴-۷ استوانه مدرج ۱۰ میلی‌لیتری.
- ۴-۸ تشتک‌هایی (لاوک‌هایی) با مساحت کف ۴۸۴۰۰ میلی‌متر مربع تا ۱۲۹۰۰۰ میلی‌متر مربع و عمق تقریبی ۲۵ میلی‌متر.
- ۴-۹ گرم‌خانه با جریان همرفتی و کنترل ترموستاتیکی، با قابلیت حفظ هر دمای مطلوب، از دمای محیط تا دمای (176 ± 3) درجه سلسیوس.
- ۴-۱۰ جک بارگذاری و حلقه مطابق استاندارد بند ۲-۵ یا یک دستگاه آزمون مکانیکی یا هیدرولیکی مطابق با استاندارد ۲-۳ که قادر به اعمال تغییرشکل عمودی کنترل شده با سرعت $50/8$ میلی‌متر در دقیقه باشد.
- ۴-۱۱ نوارهای بارگذاری فولادی که سطح مقعر و شعاع انحنای برابر با شعاع اسمی نمونه داشته باشد. برای نمونه‌های با قطر ۱۰۰ میلی‌متر، عرض نوار بارگذاری بایستی $12/7$ میلی‌متر و برای نمونه‌های با قطر ۱۵۰ میلی‌متر، عرض نوار بارگذاری بایستی $19/05$ میلی‌متر باشد. طول نوار بارگذاری باید از ضخامت نمونه بیشتر باشد و لبه‌های نوار بارگذاری باید تا شعاع انحنای مناسب با سمباده‌زدن گردشده باشد.

۵ تهیه نمونه‌های متراکم آزمایشگاهی از مخلوط آزمایشگاهی

- ۵-۱ برای انجام هر آزمون حداقل شش نمونه ساخته می‌شود که نیمی از نمونه‌ها در حالت خشک و نیمی دیگر از نمونه‌ها بعد از اشباع نسبی و عمل‌آوری رطوبتی با یک دوره یخ‌زدگی - ذوب، مورد آزمون قرار می‌گیرند.
- یادآوری - پیشنهاد می‌شود برای هر مجموعه شش تایی، دو نمونه اضافی نیز تهیه شود. این نمونه‌ها را می‌توان برای تعیین میزان تراکم مطابق بند ۵-۵ یا ۴-۶ و نیز برای بررسی روش اشباع کردن در حلال مطابق بند ۹-۳، به کار برد.
- ۵-۲ نمونه‌هایی با قطر ۱۰۰ میلی‌متر و ضخامت $(63/5 \pm 2/5)$ میلی‌متر یا قطر ۱۵۰ میلی‌متر و ضخامت (95 ± 5) میلی‌متر مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر مصالح سنگی بزرگ‌تر از ۲۵ میلی‌متر در مخلوط وجود داشته باشد، بایستی از نمونه‌هایی با قطر ۱۵۰ میلی‌متر و ضخامت (95 ± 5) میلی‌متر استفاده شود.
- ۵-۳ مخلوط آسفالتی را در اندازه‌های کافی برای ساخت سه نمونه و یا به اندازه کافی برای ساخت تنها یک نمونه تهیه کنید. اگر مخلوط آسفالتی را به اندازه چند نمونه تهیه می‌کنید، قبل از قرار دادن در گرم‌خانه، آن را به اندازه‌های مورد نیاز یک نمونه تقسیم کنید.
- ۵-۴ پس از اختلاط، مخلوط آسفالتی باید در تشتکی (لاوکی) با مساحت کف ۴۸۴۰۰ میلی‌متر مربع تا ۱۲۹۰۰۰ میلی‌متر مربع و عمق تقریبی ۲۵ میلی‌متر ریخته شود و به مدت $(2 \pm 0/5)$ ساعت در دمای محیط خنک شود. سپس مخلوط آسفالتی را باید جهت عمل‌آوری، به مدت (16 ± 1) ساعت درون گرم‌خانه با دمای

1- Freezer

۳ ± ۶۰) درجه سلسیوس قرار دهید. اگر طبقات گرم‌خانه سوراخ دار نباشد، ظروف حاوی مخلوط آسفالتی می‌بایست بر روی فاصله‌دهنده قرار گیرند تا اجازه گردش هوای گرم به زیر ظروف حاوی نمونه داده شود.

۵-۵ پس از عمل‌آوری و قبل از متراکم کردن، مخلوط را در یک گرم‌خانه به مدت دقیقه ۱۰ ± ساعت ۲ در دمای تراکم $3 \pm$ درجه سلسیوس قرار دهید. نمونه‌ها را مطابق یکی از روش‌های استاندارد بند ۲-۵، ۲-۶، ۲-۸ یا ۲-۱۱ متراکم کنید. مخلوط آسفالتی بایستی به نحوی متراکم شود که درصد فضای خالی آن برابر (0.5 ± 0.7) باشد. با تنظیم تعداد ضربات چکش مطابق استاندارد بند ۲-۵، تغییر میزان فشار، تعداد ضربات و یا ترکیبی از این موارد در روش استاندارد بند ۲-۶ یا تغییر تعداد چرخش تراکم در روش‌های استاندارد بند ۲-۸ یا ۲-۱۱ می‌توان به این مقدار فضای خالی دست یافت. فرآیند تراکم برای هر مخلوط دقیقاً بایستی قبل از تراکم نمونه‌های آزمایشی هر مجموعه شش تایی، با انجام آزمون‌های لازم تعیین شود.

یادآوری- به دلیل فضای خالی بیشتر و ناپایداری نمونه‌های آسفالتی متراکم، قبل از خارج کردن نمونه‌ها از درون قالب اطمینان حاصل شود که هر نمونه به اندازه کافی خنک و سفت شده است.

۵-۶ پس از خارج کردن نمونه‌ها از قالب، باید آن‌ها را به مدت (3 ± 24) ساعت در دمای محیط نگهداری کرد.

۶ تهیه نمونه‌های متراکم آزمایشگاهی از مخلوط میدانی

۶-۱ برای انجام هر آزمون حداقل شش نمونه ساخته می‌شود که نیمی از نمونه‌ها در حالت خشک و نیمی دیگر از نمونه‌ها بعد از اشباع نسبی و عمل‌آوری رطوبتی با یک دوره یخ‌زدگی - ذوب، مورد آزمون قرار می‌گیرند (یادآوری بند ۵-۱).

۶-۲ از نمونه‌هایی با قطر ۱۰۰ میلی‌متر و ضخامت (2.5 ± 6.3) میلی‌متر یا قطر ۱۵۰ میلی‌متر و ضخامت

(5 ± 9.5) میلی‌متر مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر مصالح سنگی بزرگ‌تر از ۲۵ میلی‌متر در مخلوط وجود داشته باشد، بایستی از نمونه‌های به قطر ۱۵۰ میلی‌متر و ضخامت (5 ± 9.5) میلی‌متر استفاده شود.

۶-۳ از مخلوط‌های آسفالتی میدانی مطابق روش استاندارد بند ۲-۱ نمونه‌گیری شود.

۶-۴ هیچ‌گونه عمل‌آوری دمایی بر روی مخلوط متراکم نشده، که در بند ۵-۴ شرح داده شد، بر روی نمونه‌های اخذ شده میدانی صورت نمی‌گیرد. پس از نمونه‌گیری مخلوط آسفالتی، آنرا مطابق استاندارد بند ۲-۹ به اندازه‌های مناسب تقسیم کنید. مخلوط آسفالتی را تا رسیدن به دمای تراکم $3 \pm$ درجه سلسیوس درون یک گرم‌خانه قرار دهید. سپس آنرا را مطابق یکی از روش‌های استاندارد طبق بند ۲-۵، ۲-۶، ۲-۸ یا ۲-۱۱ متراکم کنید. مخلوط آسفالتی بایستی به نحوی متراکم شود که درصد فضای خالی آن برابر (0.5 ± 0.7) باشد. با تنظیم تعداد ضربات چکش در روش استاندارد طبق بند ۲-۵، تغییر میزان فشار، تعداد ضربه‌ها و یا ترکیبی از این موارد در روش استاندارد طبق بند ۲-۶ یا تغییر تعداد چرخش تراکم در روش‌های استاندارد طبق بند ۲-۸ یا ۲-۱۱ می‌توان به این مقدار فضای خالی دست یافت. فرآیند تراکم برای هر

مخلوط دقیقاً بایستی قبل از تراکم آزمون‌های آزمایشی هر مجموعه شش تایی، با انجام آزمون‌های لازم تعیین شود (یادآوری بند ۵-۵).

۵-۶ پس از خارج کردن آزمون‌ها از قالب، بایستی آن‌ها را به مدت (24 ± 3) ساعت در دمای محیط نگهداری کرد.

۷ تهیه آزمون‌های متراکم میدانی (مغزه‌ها) از مخلوط میدانی

۱-۷ بر روی روسازی، نقاطی را جهت نمونه‌گیری و گرفتن مغزه‌ها انتخاب کنید. زمانی که لایه‌های روسازی با ضخامت برابر و یا کمتر از $63/5$ میلی‌متر مورد آزمون قرار می‌گیرد، از مغزه‌های به قطر 100 میلی‌متر استفاده شود. در غیر این صورت می‌توان از مغزه‌های به قطر 100 میلی‌متر یا 150 میلی‌متر استفاده کرد. برای هر یک از شرایط اختلاط، حداقل شش مغزه لازم است.

۲-۷ در صورت نیاز لایه‌های آسفالتی مغزه را با اره یا هر وسیله مناسب دیگر جدا کرده، آن‌ها را تا زمان خشک شدن، در دمای آزمایشگاه نگهداری کنید.

۳-۷ بر روی آزمون‌های مخلوط و متراکم‌شده میدانی (مغزه‌ها) نباید هیچ‌گونه عمل‌آوری دمایی مخلوط غیرمتراکم، که در بند ۴-۵ شرح داده شد و عمل‌آوری مخلوط متراکم، که در بند ۵-۶ شرح داده شد، صورت گیرد.

۸ ارزیابی و گروه‌بندی آزمون‌ها

۱-۸ پس از عمل‌آوری و گرمادهی آزمون‌های مخلوط آسفالتی برای آزمون تعیین حداکثر وزن مخصوص تئوری (G_{mm}) مطابق آنچه در بندهای ۴-۵، ۵-۵ و ۴-۶ شرح داده شد، مقدار حداکثر وزن مخصوص تئوری (G_{mm}) آنها را مطابق استاندارد بند ۲-۴ یا ۲-۱۰ تعیین کنید.

۲-۸ ضخامت هر آزمون (t) را مطابق استاندارد بند ۲-۱۲ تعیین کنید.

۳-۸ قطر هر آزمون (D) را طبق بندهای ۲-۵، ۲-۶ یا ۱-۷، در صورت لزوم ثبت کنید.

۴-۸ وزن مخصوص حقیقی آزمون‌ها (G_{mb}) را مطابق روش الف استاندارد بند ۲-۲ تعیین کنید. حجم آزمون‌ها (E) یا جرم اشباع با سطح خشک منهای جرم در آب آزمون‌ها را برحسب سانتی‌متر مکعب بیان کنید.

۵-۸ درصد فضای خالی (P_a) را مطابق روش استاندارد بند ۲-۷ محاسبه کنید.

۶-۸ آزمون‌ها را به دو زیرمجموعه حداقل سه‌تایی به نحوی تقسیم کنید که میانگین فضای خالی دو زیرمجموعه تقریباً برابر باشد. برای آزمون‌هایی که می‌بایست در معرض اشباع‌شدگی خلاء، دوره یخ‌زدگی و دوره غرقاب در آب گرم قرار گیرند، با استفاده از معادله زیر، مقدار حجم فضای خالی (V_a) را برحسب سانتی‌متر مکعب محاسبه کنید.

$$V_a = \frac{P_a E}{100} \quad (1)$$

که در آن:

V_a حجم فضای خالی برحسب سانتی متر مکعب؛

P_a فضای خالی برحسب درصد؛

E حجم آزمون برحسب سانتی متر مکعب.

یادآوری - نمونه کاربرگ داده‌ها که مناسب استفاده در این روش می‌باشد، در جدول ۱ نشان داده شده است.

۹ پیش عمل آوری آزمونه‌ها

۱-۹ یک زیرمجموعه از آزمونه‌ها در حالت خشک آزمون می‌شود و زیرمجموعه دیگر قبل از انجام آزمون، در معرض اشباع‌شدگی تحت خلاء، دوره یخ‌زدگی و غرقاب در آب گرم قرار می‌گیرد.

۲-۹ آزمونه‌های حالت خشک، طبق بند ۵-۶ یا ۶-۵، در دمای آزمایشگاه نگهداری می‌شوند. پس از پایان دوره عمل‌آوری مطابق بند ۵-۶ یا ۶-۵، در صورت لزوم، این آزمونه‌ها باید توسط ورقه‌های پلاستیکی پوشانده شود و یا در کیسه‌های پلاستیکی ضخیم در بسته قرار گیرند. سپس این آزمونه‌ها باید به مدت دقیقه 10 ± 2 ساعت در حمام آب (25 ± 0.5) درجه سلسیوس قرار داده شوند، به نحوی که سطح آب، حداقل ۲۵ میلی‌متر بالاتر از سطح آزمونه‌ها باشد. سپس آزمونه‌ها را مطابق بند ۱۰ آزمون کنید.

۳-۹ زیرمجموعه دیگر بایستی مطابق مراحل زیر عمل‌آوری شود:

۱-۳-۹ آزمونه را در ظرف خلاء به نحوی قرار دهید که توسط یک فاصله‌دهنده مشبک، از کف ظرف به میزان حداقل ۲۵ میلی‌متر فاصله داشته باشد. ظرف را با آب شرب با دمای محیط به نحوی پر کنید که سطح آب به میزان حداقل ۲۵ میلی‌متر از سطح آزمونه بالاتر باشد. خلاء را با فشار مطلق ۱۳ کیلوپاسکال تا ۶۷ کیلوپاسکال برای مدت کوتاهی (تقریباً پنج دقیقه تا ۱۰ دقیقه) اعمال کرده و سپس قطع کنید. آزمونه را برای مدت کوتاهی (تقریباً پنج دقیقه تا ۱۰ دقیقه) درون آب رها کنید.

۲-۳-۹ جرم آزمونه اشباع با سطح خشک را پس از اشباع نسبی تحت خلاء (B')، مطابق روش الف استاندارد بند ۲-۲ تعیین کنید.

۳-۳-۹ حجم آب جذب شده (J') را برحسب سانتی متر مکعب با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید.

$$J' = B' - A$$

(۲)

که در آن:

J' حجم آب جذب شده بر حسب سانتی متر مکعب؛

B' جرم آزمون اشباع با سطح خشک پس از اشباع نسبی تحت خلاء بر حسب گرم؛

A جرم آزمون خشک در هوا (بند ۸-۴) بر حسب گرم.

۹-۳-۴ درجه اشباع شدگی (S') را با مقایسه حجم آب جذب شده (J') و حجم فضای خالی (V_a) به دست آمده در بند ۸-۶ و با استفاده از معادله زیر تعیین کنید.

$$S' = \frac{100J'}{V_a} \quad (3)$$

که در آن:

S' درجه اشباع شدگی بر حسب درصد است.

۹-۳-۵ اگر درجه اشباع شدگی بین ۷۰ درصد تا ۸۰ درصد باشد، مطابق بند ۹-۳-۷ عمل کنید.

۹-۳-۶ اگر درجه اشباع شدگی کمتر از ۷۰ درصد باشد، فرآیند را از بند ۹-۳-۱ با افزایش میزان خلاء و یا زمان آن تکرار کنید. اگر درجه اشباع شدگی بیشتر از ۸۰ درصد باشد، آزمون مردود بوده و بایستی کنار گذاشته شود. در این صورت مراحل را بر روی آزمون بعدی از بند ۹-۳-۱ با کاهش میزان خلاء و یا زمان آن تکرار کنید.

۹-۳-۷ هر یک از آزمون‌های خلاء زایی شده اشباع را به خوبی با ورقه نازک پلاستیکی پوشانیده، سپس آن را درون کیسه پلاستیکی حاوی (10 ± 0.5) میلی لیتر آب قرار داده و درب کیسه را محکم ببندید. کیسه‌های حاوی آزمون‌ها را حداقل به مدت ۱۶ ساعت در یخزن با دمای (3 ± 18 -) درجه سلسیوس قرار دهید. سپس آزمون‌ها را از یخزن خارج کنید.

۹-۳-۸ آزمون‌ها را به مدت (1 ± 24) ساعت درون حمام آب شرب با دمای (1 ± 60) درجه سلسیوس، قرار دهید. سطح آب بایستی حداقل ۲۵ میلی متر بالاتر از سطح آزمون‌ها باشد. پس از قرار دادن آزمون‌ها در حمام، به سرعت کیسه پلاستیکی و ورقه نازک پلاستیکی روی آزمون‌ها را بردارید.

۹-۳-۹ سپس آزمون را که به مدت (1 ± 24) ساعت درون حمام آب با دمای (1 ± 60) درجه سلسیوس، قرار گرفته از حمام خارج کرده و به مدت دقیقه 10 ± 2 ساعت در حمام آب (0.5 ± 25) درجه سلسیوس قرار دهید. سطح آب بایستی حداقل ۲۵ میلی متر بالاتر از سطح آزمون‌ها باشد. ممکن است لازم باشد یخ به آب اضافه شود تا جلوی افزایش دمای آب از ۲۵ درجه سلسیوس را بگیرد. در این حالت زمان لازم برای رسیدن دمای حمام آب به ۲۵ درجه سلسیوس نباید بیش از ۱۵ دقیقه باشد. آزمون‌ها را از حمام آب خارج و مطابق بند ۱۰ آزمون کنید.

۱۰ آزمون

۱-۱۰ مقاومت کششی غیرمستقیم آزمون‌های خشک و عمل‌آوری شده را در دمای (0.5 ± 25) درجه سلسیوس تعیین کنید.

۱۰-۲ آزمون را از حمام آب (۲۵ ± ۰/۵) درجه سلسیوس خارج کرده، ضخامت (t) آن را مطابق روش استاندارد بند ۲-۱۲ تعیین کنید. آزمون را بین نوارهای بارگذاری فولادی قرار داده، سپس آزمون و نوارهای بارگذاری را بین صفحات بارگذاری دستگاه آزمون قرار دهید. توجه شود که نیروی وارده در طول قطر آزمون اعمال شود. بار را از طریق جابجایی صفحه بارگذاری دستگاه آزمون، با سرعت ثابت ۵۰/۸ میلی‌متر در دقیقه به آزمون اعمال کنید.

۱۰-۳ حداکثر بار فشاری نشان داده شده بر روی دستگاه آزمون را ثبت کنید و بارگذاری را ادامه دهید تا یک ترک قائم در آزمون ظاهر شود. آزمون را از دستگاه بردارید و از محل ترک آن را دو نیم کنید. سطح داخلی آزمون را برای رسیدن به شواهدی از مصالح سنگی ترک خورده یا شکسته بازرسی کنید. میزان تقریبی خرابی رطوبتی را در مقیاس صفر تا پنج تخمین بزنید (که عدد پنج بیانگر بیشترین خرابی است) و مشاهدات را در جدول ۱ یادداشت کنید.

۱۱ محاسبات

۱۱-۱ مقاومت کششی را با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید:

$$S_t = \frac{2000P}{\pi tD} \quad (3)$$

که در آن:

S_t مقاومت کششی برحسب کیلوپاسکال؛

P حداکثر بار برحسب نیوتن؛

t ضخامت آزمون برحسب میلی‌متر؛

D قطر آزمون برحسب میلی‌متر.

۱۱-۲ شاخص کمی مقاومت مخلوط آسفالتی گرم در برابر اثر مخرب آب، به صورت نسبت مقاومت کششی پس از عمل‌آوری رطوبتی و ذوب و انجماد به مقاومت کششی اولیه، بیان شود. نسبت مقاومت کششی را تا دو رقم اعشار با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید:

$$\text{(TSR)} = \frac{S_2}{S_1} \quad (4)$$

که در آن:

S_1 میانگین مقاومت کششی آزمون‌های زیرمجموعه خشک؛

S_2 میانگین مقاومت کششی آزمون‌های زیرمجموعه اشباع.

۱۲ بیان نتایج

نتایج آزمون شامل اطلاعات زیر است:

۱۲-۱ تعداد آزمون‌های هر زیرمجموعه؛

۱۲-۲ میانگین فضای خالی هر زیرمجموعه؛

۱۲-۳ مقاومت کششی هر آزمون در هر زیرمجموعه؛

۱۲-۴ نسبت مقاومت کششی؛

۱۲-۵ نتایج مشاهدات عینی خرابی رطوبتی پس از شکستن آزمون؛

۱۲-۶ نتایج مشاهدات مصالح سنگی ترک خورده یا شکسته؛

۱۳ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

۱۳-۱ انجام آزمون طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۹۸؛

۱۳-۲ تاریخ تحویل نمونه به آزمایشگاه؛

۱۳-۳ تاریخ انجام آزمون؛

۱۳-۴ شناسنامه محصول (شامل: نام تولیدکننده، تاریخ تولید، محل تولید و...)

۱۳-۵ محل انجام آزمون؛

۱۳-۶ ذکر هرگونه موارد مغایر با این استاندارد؛

۱۳-۷ نام، نام خانوادگی و امضای آزمایشگر؛

۱۳-۸ نام، نام خانوادگی و امضای تاییدکننده.

جدول ۱ - نمونه کاربرگ داده‌های آزمایشگاهی خرابی رطوبتی (اطلاعات غیر الزامی)

..... پروژه.....					
..... مقدار افزودنی افزودنی		
..... تلاش تراکم روش تراکم		
..... آزمایشگر تاریخ آزمون		
شناسه نمونه					
				D	قطر، برحسب میلی‌متر
				t	ضخامت، برحسب میلی‌متر
				A	جرم خشک در هوا، برحسب گرم
				B	جرم آزمون اشباع با سطح خشک، برحسب گرم
				C	جرم آزمون در آب، برحسب گرم
				E	حجم آزمون (B-C)، برحسب سانتی‌متر مکعب
				G_{mb}	وزن مخصوص حقیقی (A/E)
				G_{mm}	حداکثر وزن مخصوص تئوری
				ρ_a	درصد فضای خالی $[100(G_{mm}-G_{mb})/G_{mm}]$
				V_a	حجم فضای خالی $(P_a E/100)$ ، برحسب سانتی‌متر مکعب
				ρ	مقدار بار، برحسب نیوتن
اشباع شده به مدت دقیقه با فشار کیلوپاسکال					
				t'	ضخامت، برحسب میلی‌متر
				B'	جرم آزمون اشباع با سطح خشک، برحسب گرم
				J'	حجم آب جذب شده (B'-A)، برحسب سانتی‌متر مکعب
				S'	درجه اشباع شدگی $(100J'/V_a)$ برحسب درصد
				ρ'	مقدار بار، برحسب نیوتن
				S_1	مقاومت خشک $(tD \pi 2000P/)$ ، برحسب کیلوپاسکال
				S_2	مقاومت تر $(t'D \pi 2000P/)$ ، برحسب کیلوپاسکال
بررسی خرابی رطوبتی نظری (با درجه صفر تا ۵)					
وضعیت ترک خوردگی و شکستگی مصالح سنگی					
نسبت مقاومت کششی $TSR (S_1/S_2)$					