



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran



استاندارد ملی ایران

INSO

21075

1st.Edition

2016

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

۲۱۰۷۵

چاپ اول

۱۳۹۵

قیر و مواد قیری-
تعیین استحکام و روانی مارشال مخلوط‌های
آسفالتی-روش آزمون

**Bitumen and Bituminous Materials-
Marshall Stability and Flow of Bituminous
Mixtures-Test Method**

ICS:93.080.20

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۸۰۸۸۸۷۰۸ و ۸۰۳

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۰۲۶) ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸

دورنگار: (۰۲۶) ۳۲۸۰۸۱۱۴

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد 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 سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجم 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 وارد-کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها 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، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکترونیک (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.

سازمان ملی استاندارد 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 کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیستمحیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسائل سنجش، سازمان ملی استاندارد این گونه 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 ناظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یک‌ها، واسنجی وسائل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبهای 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Métrologie Legale)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«قیر و مواد قیری - تعیین استحکام و روانی مارشال مخلوط های آسفالتی - روش آزمون»

سمت و / یا محل اشتغال

رئیس:

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

اسماعیلی طاهری، محسن
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

دبیر:

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

زمانی فر، الهام
(دکترای شیمی معدنی)

اعضاء: (سامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

اسماعیلی، علی محمد
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

اسماعیلی، رضا
(کارشناس ارشد راه و ترابری)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آقاجانی، علی اکبر
(کارشناس مهندسی عمران)

سندیکای شرکت‌های ساختمانی ایران

برادران توکلی، مهدی
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

شرکت پرشیا قیر توس

پرویزی، سعید
(کارشناس ارشد راه و ترابری)

سندیکای شرکت‌های ساختمانی ایران

پورشیرازی، محمدعلی
(کارشناس ارشد راه و ساختمان)

قیران پخش ستاره ایرانیان

پورعبدالله، هادی
(کارشناس شیمی کاربردی)

سمت و / يا محل اشتغال

اعضاء: (اسمی به ترتیب حروف الفبا)

جامعه مهندسان مشاور

جودی، محمدصادق
(کارشناس ارشد راه و ترابری)

شرکت نفت پاسارگاد

حسینی زارچ، سید جواد
(کارشناس فیزیک- الکترو مکانیک)

دانشگاه یزد

خانی سانیج، حامد
(دکترای راه و ترابری)

انجمان شرکت‌های راهسازی ایران

خدابرنگ، بهرنگ
(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت نفت پاسارگاد

راهی، محمد
(کارشناس ارشد پلیمر)

شرکت نفت پاسارگاد

سیفزاده، حمیدرضا
(کارشناس ارشد مهندسی صنایع)

مهندسان مشاور ایران استن

شیرازیان، شهرام
(دکترای زمین‌شناسی)

شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت

صادقی، فاطمه
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

وزارت راه و شهرسازی-معاونت راه روستایی

علیرضایی، موید
(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت فومن شیمی گستر

فروتن، سارا
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

سازمان ملی استاندارد ایران

فرشاد، فرناز
(کارشناس شیمی)

سمت و / یا محل اشتغال

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت آذر بام

کریمیان خسروشاهی، فریبا
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

شرکت نفت پاسارگاد

محمدنیا، امیر رضا
(کارشناس مهندسی مکانیک)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

محمودی نیا، نادر
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

دانشگاه صنعتی شریف

معتمد، آرش
(دکتری مهندسی عمران)

مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

منصوریان، احمد
(دکترای مهندسی عمران)

شرکت نفت پاسارگاد

منیعی، سحر
(کارشناس ارشد شیمی)

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

مهرداد، سمیه
(کارشناس مترجمی زبان انگلیسی)

مرکز مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح شهرداری

نوروز زاده، حسن
(کارشناس شیمی)

ویراستار

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

اسماعیلی طاهری، محسن
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

فهرست مندرجات

صفحه		عنوان
۷	پیش‌گفتار	
۱	هدف	۱
۱	دامنه کاربرد	۲
۴	مراجع الزامی	۳
۵	اصطلاحات و تعاریف	۴
۵	اختلاط و تراکم آزمایشگاهی مخلوط آسفالتی	۱-۴
۶	اختلاط کارخانه‌ای و تراکم آزمایشگاهی مخلوط آسفالتی	۲-۴
۶	اختلاط کارخانه‌ای و تراکم آزمایشگاهی مخلوط آسفالتی دوباره گرم شده	۳-۴
۶	وسایل	۵
۶	فك شکست	۱-۵
۸	دستگاه بارگذاری فشاری	۲-۵
۸	ابزار اندازه‌گیری بار وارد	۳-۵
۹	روانی سنج	۴-۵
۱۰	حمام آب	۵-۵
۱۰	گرمخانه	۶-۵
۱۰	حمام هوا	۷-۵
۱۱	دماسنچ‌ها	۸-۵
۱۱	دماسنچ‌های واسنجی شده	۹-۵
۱۱	روش اجرای آزمون	۶
۱۳	روش محاسبه	۷
۱۵	گزارش آزمون	۸
۱۵	دقت	۹
۱۵	استحکام مارشال	۱-۹
۱۶	روانی مارشال	۲-۹

پیش‌گفتار

استاندارد «قیر و مواد قیری - تعیین استحکام و روانی مارشال مخلوط‌های آسفالتی - روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در ششصد و هفتادمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۵/۳/۳۱ تصویب شد، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارایه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

ASTM D6927:2015, Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures

قیر و مواد قیری - تعیین استحکام و روانی مارشال مخلوط‌های آسفالتی - روش آزمون

هشدار - این استاندارد تمام مواردایمنیمربوط به کاربر داینروش را بیان نمی‌کند. بنابراین نظیفه کار برای استاندارد است که هموار دایمنیو اصول بهداشتی را عایتگر ده و قبل از استفاده محدودیت‌ها یا جرایی آنرا مشخص کند.

۱ هدف

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین مقاومت در برابر تغییر شکل خمیری آزمونهای استوانه‌ای ۱۰۲ میلی‌متری مخلوط آسفالتی روسازیدر حالتی که در جهت عمود بر محور استوانه با دستگاه مارشال تحت بارگذاری قرار می‌گیرد، است. این روش آزمون برای مخلوط‌های آسفالتی با دانه‌بندی پیوسته که با قیر خالص (اصلاح شده و اصلاح نشده)، قیر محلول، قیر قطرانی و قیر قطران لاستیکی^۱ و مصالح سنگی تا حد اکثر اندازه ۲۵ میلی‌متر (عبوری از الک ۲۵ میلی‌متر) ساخته شده است، کاربرد دارد.

۲ دامنه کاربرد

۱-۲ مقادیر استحکام و روانی مارشال همراه با چگالی، درصد فضای خالی مخلوط، درصد فضای خالی مصالح سنگی و درصد فضای خالی مصالح سنگی پر شده با قیر برای طرح اختلاط آزمایشگاهی و ارزیابی مخلوط‌های آسفالتی به کار می‌روند. علاوه بر این از استحکام و روانی مارشال می‌تواند برای پایش فرآیند تولید کارخانه‌ای مخلوط آسفالتی استفاده کرد. همچنین استحکام و روانی مارشال ممکن است برای ارزیابی نسبی مخلوط‌های مختلف و بررسی تاثیرات عمل آوری مانند عمل آوری با آب به کار رود.

۱-۱ استحکام و روانی مارشال از مشخصه‌های مخلوط آسفالتی است که با انجام آزمون روی آزمونهای متراکم شده با هندسه مشخص تعیین می‌شود. آزمون مارشال می‌تواند با دو نوع تجهیزات مختلف انجام شود: روش الف: با استفاده از قاب بارگذاری با یک حلقه بار و یک گیج مدرج سنجش تغییر شکل یا روانی (روش سنتی^۳).

روش ب: با استفاده از ثبات بار-تغییر شکل که به یک لود سل و مبدل تفاضلی متغیر خطی (LVDT) یا دیگر تجهیزات خودکار ثبات متصل است (روش خودکار).

۲-۱ استحکام مارشال، حد اکثر بار مقاومی است که حین بارگذاری پیوسته با نرخ ثابت به دست می‌آید. بسته به ترکیب و رفتار مخلوط، معمولاً یکیاز انواع گسیختگی نشان داده شده در شکل ۱ مشاهده می‌شود. به عنوان یک روش جایگزین، استحکام مارشال می‌تواند به عنوان بار به دست آمده هنگامی که نرخ افزایش بارگذاری شروع

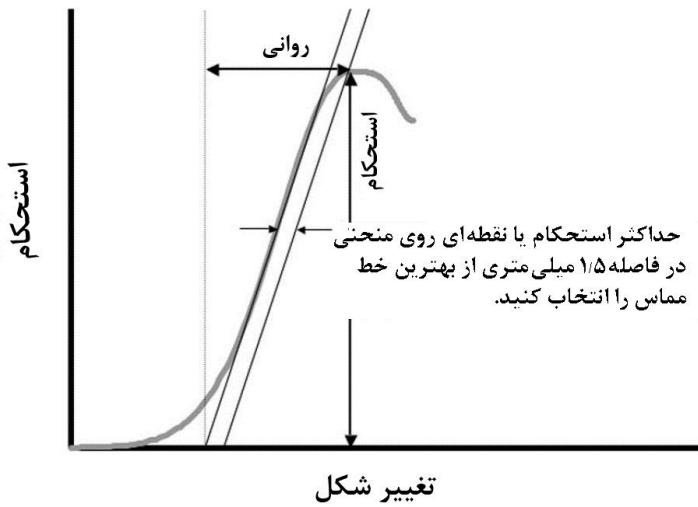
1-Tar-Rubber

2-Monitoring

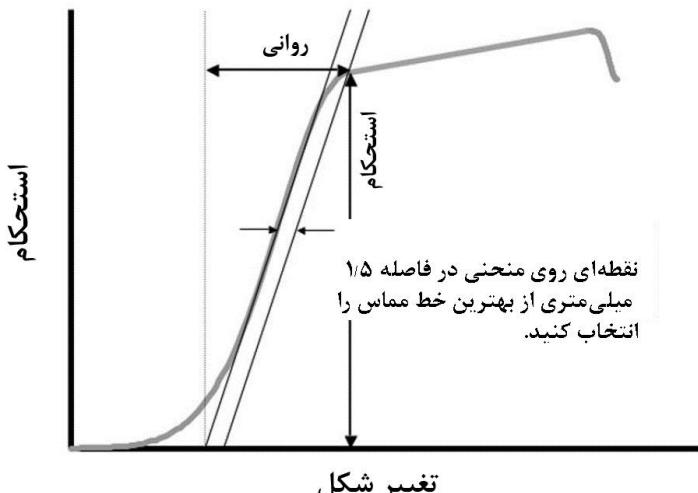
3-Traditional Method

به کاهش می‌کند، تعریف شود. به‌گونه‌ای که منحنی شروع به افقی شدن می‌کند، که این حالت در پایین نمودار شکل ۱ نشان داده شده است. مقدار استحکام مارشال با نوع سنگدانه، دانه‌بندی، نوع قیر، درجه و میزان قیر تغییر می‌کند.

۳-۱-۲ روانی مارشال، تغییرشکل (مجموع تغییر شکل ارتجاعی^۱ و خمیری^۲) مخلوط آسفالتی است که در حین انعام آزمون استحکام تعیین می‌شود. در هر دو نوع گسیختگی، روانی مارشال تغییرشکل کل نمونه است که فاصله نقطه تقاطع مماس‌رسم شده در بخش خطی منحنی و محور x ها (محور تغییرشکل‌ها) تا نقطه‌ای که در آن منحنی شروع به افقی شدن می‌کند، می‌باشد. همان‌طور که در شکل (۱-الف) نشان داده شده است، نقطه دوم معمولاً با نقطه حداقل استحکام منطبق است. به هر حال، به عنوان یک روش جایگزین هنگامی که حالت گسیختگی به‌وضوح قابل تعریف نباشدشکل (۱-ب)، می‌تواند نقطه‌ای بر روی منحنی در فاصله ۱/۵ میلی‌متری سمت راست خط مماس ترسیمی، انتخاب شود. هرچند مقدار ایده‌آلی برای روانی مارشال وجود ندارد، اما محدوده‌های قابل قبول برای آن توصیه شده است. اگر میزان روانی در درصد قیر بهینه انتخابی بیش از حد بالایی باشد مخلوط، بسیار خمیری یا ناپایدار و اگر کمتر از حد پایینی باشد بسیار ترد و شکننده در نظر گرفته می‌شود.



شکل(۱-الف)-حالت گسیختگی به وضوح قابل تعریف است



شکل(۱-ب)-حالت گسیختگی به وضوح قابل تعریف نیست

شكل ۱-تعیین روانی مارشال برای دو نوع گسیختگی آزمونه

۴-۱-۲ نتایج آزمون روانی و استحکام مارشال برای مخلوطهای آسفالتی با دانه‌بندی پیوسته با حداکثر اندازه سنگدانه تا ۲۵ میلی‌متر به کار برد می‌شود. برای طرح اختلاط، نتایج آزمون استحکام و روانی مارشال شامل میانگین حداقل سه آزمونه در هر مقدار قیر می‌باشد، که در هر مرحله میزان ۵٪ درصد قیر به قیر قبلی افزوده می‌شود. محدوده درصد قیر معمولاً بر اساس تجربه، داده‌های آزمون قبلی و سعی و خطا انتخاب می‌شود تا بازه خواص مطلوب مخلوط به دست آید. معمولاً مخلوطهایی با دانه‌بندی پیوسته در محدوده مقادیر قیر آزمون، یک مقدار حداکثر استحکام را نشان می‌دهند. استحکام، روانی، چگالی، درصد فضای خالی و درصد فضای خالی پر شده با قیر ممکن است در مقابل درصد قیر ترسیم شود تا انتخاب درصد قیر بهینه مخلوط میسر شود. ممکن است به هر یک از ویژگی‌های فوق وزن‌های متفاوتی داده شود تا فلسفه یک طرح اختلاط خاص را منعکس کند.

به علاوه، طرح مخلوط، بسته به حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌ها، باید حداقل درصد فضای خالی بین سنگدانه‌ها را برآورده کند.

۵-۱-۲ ممکن است مقادیر استحکام و روانی مارشال آزمایشگاه کارگاه که بر روی آزمونه‌های ساخته شده با مخلوط کارخانه‌ای انجام می‌شود با مقادیر طرح اختلاط آزمایشگاهی بهدلیل تفاوت‌هایی در اختلاط کارخانه‌ای نسبت به نحوه اختلاط آزمایشگاهی، اختلاف قابل ملاحظه‌ای داشته باشد. این اختلاف ناشی از نحوه مخلوط کردن و پیرشدگی است.

۶-۱-۲ اختلاف معنی‌دار بین استحکام و روانی مارشال از یک مجموعه آزمون با مجموعه‌ای دیگر یا میانگین مجموعه‌های مختلفی از داده‌ها یا آزمونه‌هایی که از مخلوط تولید شده کارخانه ساخته شده، ممکن است نشان دهنده نمونه‌گیری نامناسب، روش آزمون نادرست، تغییر دانه‌بندی، تغییر درصد قیر یا نقص فنی در فرآیند کارخانه آسفالت باشد. علت تفاوت‌ها باید مشخص و مشکلات موجود اصلاح شود.

۷-۱-۲ آزمونه‌ها اغلب طبق استاندارد ملی ایران شماره آماده می‌شوند. اما ممکن است با استفاده از روش‌های تراکم دیگری نیز آماده شوند مشروط بر اینکه الزامات هندسی آزمونه‌ها برآورده شود. دیگر روش‌های تراکم ممکن است سبب تفاوت ویژگی‌های تنفس و کرنش این آزمونه‌ها با آزمونه‌های مترکم شده به روش تراکم مارشال شود. همچنین ممکن است تعیین استحکام و روانی مارشال برای دستیابی به اطلاعات یا ارزیابی مخلوط‌های آسفالتی بر روی آزمونه‌های مغزه‌گیری شده میدانی از روسازی انجام شوند. نتایج بدست آمده از مغزه‌ها با نتایج آزمونه‌های مخلوط آسفالتی مخلوط و مترکم شده در آزمایشگاه (LMC)، مخلوط شده در کارخانه و مترکم شده در آزمایشگاه (PMLC) یا دوباره گرم شده (RPMLC) قابل مقایسه نیست و نباید برای تطابق با مشخصات و پذیرش استفاده شوند. یکی از خطاهایی که در آزمون مغزه‌های میدانی رخ می‌دهد هنگامی است که سطوح جانبی مغزه صاف یا عمود بر دوسر مغزه نباشد. چنین شرایطی می‌تواند سبب ایجاد تمرکز تنفس در اثر بارگذاری شده و در نتیجه آن، مقادیر استحکام مارشال، کمبودست می‌آید.

۳ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن ضوابط جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۳-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۰۷۶، قیر و مواد قیری-آماده‌سازی آزمونه‌های آسفالتی با استفاده از دستگاه مارشال-روش آزمون

- 3-2 ASTM C670, Practice for Preparing Precision and Bias Statementsfor Test Methods for Construction Materials**
- 3-3 ASTM D1188, Test Method for Bulk Specific Gravity and Density ofCompacted Bituminous Mixtures Using Coated Samples**
- 3-4 ASTM D2726, Test Method for Bulk Specific Gravity and Densityof Non-Absorptive Compacted Bituminous Mixtures**
- 3-5ASTM D3549, Test Method for Thickness or Height of Compacted Bituminous Paving Mixture Specimens**
- 3-6ASTM D3666 Specification for Minimum Requirements for Agencies Testing and Inspecting Road and Paving Materials**
- 3-7ASTM D6752 Test Method for Bulk Specific Gravity and Densityof Compacted Bituminous Mixtures Using Automatic Vacuum Sealing Method**
- 3-8ASTM E2251 Specification for Liquid-in-Glass ASTM Thermometers with Low-Hazard Precision Liquids**

۴ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می رود:

۱-۴

اختلاط و تراکم آزمایشگاهی مخلوط آسفالتی

Lab mix lab compacted (LMC) asphalt mixture

نمونه های مخلوط آسفالتی که در آزمایشگاه با توزین و اختلاط اجزای تشکیل دهنده تهیه و سپس با استفاده از دستگاه تراکم آزمایشگاهی متراکم می شوند.

۱-۴-۱-امعمولاً نمونه های مخلوط آسفالتی مخلوط و متراکم شده در آزمایشگاه (LMC) در مرحله طراحی مخلوط آسفالتی تهیه می شوند. از ابزارهای تراکم آزمایشگاهی مانند، تراکم ژیراتوری رویه ممتاز^۱، چکش مارشال یا سایر ابزارهای تراکم آزمایشگاهی می توان استفاده کرد.

۲-۴

اختلاط کارخانه ای و تراکم آزمایشگاهی مخلوط آسفالتی

Plant mix laboratory compacted (PMLC) asphalt mixture

نمونه های مخلوط آسفالتی که در کارخانه تولید آسفالت تهیه و قبل از تراکم، نمونه برداری شده و بلا فاصله با استفاده از دستگاه تراکم آزمایشگاهی متراکم می شوند.

1- Superpave Gyratory Compactor

۴-۲-۱-اگلباً آزمونهای مخلوط آسفالتی تهیه شده در کارخانه و متراکم شده در آزمایشگاه (PMLC) برای آزمون کنترل کیفیت استفاده می‌شوند. مجاز نیست که مخلوط آسفالتی به‌طور قابل ملاحظه‌ای سرد شود و ممکن است برای رسیدن دمای مخلوط به دمای تراکم، قبل از قالب‌گیری لازم باشد مخلوط در گرمخانه آزمایشگاهی قرار داده شود. از ابزارهای تراکم آزمایشگاهی مانند، تراکم ژیراتوری رویه ممتاز، چکش مارشال یا سایر ابزارهای تراکم آزمایشگاهی می‌توان استفاده کرد.

۳-۴

اختلاط کارخانه‌ای و تراکم آزمایشگاهی مخلوط آسفالتی دوباره گرم شده

Reheated plant mix lab compacted (RPMLC) asphalt mixture

نمونه‌های مخلوط آسفالتی که در کارخانه تولید آسفالت تهیه و قبل از تراکم نمونه‌برداری شده و اجازه داده می‌شود تا دمای محیط سرد شوند، سپس در گرمخانه آزمایشگاهی دوباره گرم شده و با استفاده از دستگاه تراکم آزمایشگاهی متراکم می‌شوند.

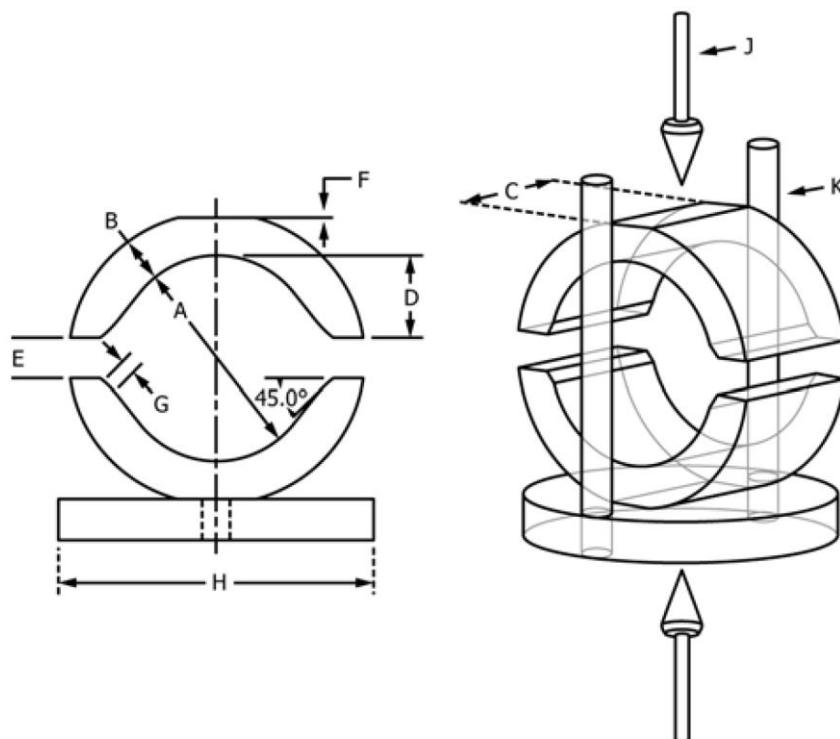
۴-۳-۱-اگلباً نمونه‌های مخلوط آسفالتی دوباره گرم شده (RPMLC) برای آزمون پذیرش کیفیت و تایید استفاده می‌شوند. مدت زمان دوباره گرم کردن برای اجتناب از پیرشدگی مصنوعی (ساختگی) آزمونهای باید تا حد امکان کوتاه بوده و باید دما یکنواخت باشد. شرایط مخلوط آسفالتی، دمای دوباره گرم کردن و مدت زمان دوباره گرم کردن باید در مشخصات اجرایی، معین شده باشد. از ابزارهای تراکم آزمایشگاهی مانند، تراکم ژیراتوری رویه ممتاز، چکش مارشال یا سایر ابزارهای تراکم آزمایشگاهی می‌توان استفاده کرد.

۵ وسائل

۱-۵ فک شکست

فک آزمون (شکل ۲ را ببینید) باید شامل قطعات استوانه‌ای بالایی و پایینی از جنس چدن، آهن شکل‌پذیر^۱، فولاد ریخته‌گری، یا لوله‌های فولادی سخت شده باشد. قطعه پایینی باید روی سطحی که دارای دو میله هادی عمودی یا پایه‌هایی (قطر حداقل ۱۲۵ میلی‌متر) که به سمت بالا امتداد دارند، نصب شود. سوراخ‌های هدایت گر بخش بالایی باید به نحوی باشند که دو بخش را مستقیم و بدون اتصال گیردار (با اصطکاک ناچیز) یا حرکت شل روی میله‌های هادی قرار دهد. دستگاه‌هایی که فک دایره‌ای با انحنای داخلی غیر از آنچه در شکل ۲ نشان داده شده است، دارند؛ نتایج متفاوتی با نتایج آزمون انجام شده با فک استاندارد آزمون ارایه می‌دهند.

ابعاد بر حسب میلی‌متر



راهنما:

۱۰۱,۷ تا ۱۰۱,۵	A
۲۱,۷	B
۷۶,۲	C
۴۱,۴۰ تا ۴۱,۱۵	D
۱۹,۱۸ تا ۱۸,۹۲	E
۲,۰	F
۹,۰۹ تا ۸,۸۹	G
۱۰۱,۳	H
	J
	K

نیرو از طریق یک سطح کروی و یک سطح مسطح منتقل می‌شود.
هنده سیستم هادی باید فاقد لقی محسوس و چسبندگی باشد. برای کنترل
چسبندگی فک را با غلاف هادی بالا و پایین ببرید.

شكل ۲-ابعاد فک آزمون

۲-۵ دستگاه بارگذاری فشاری

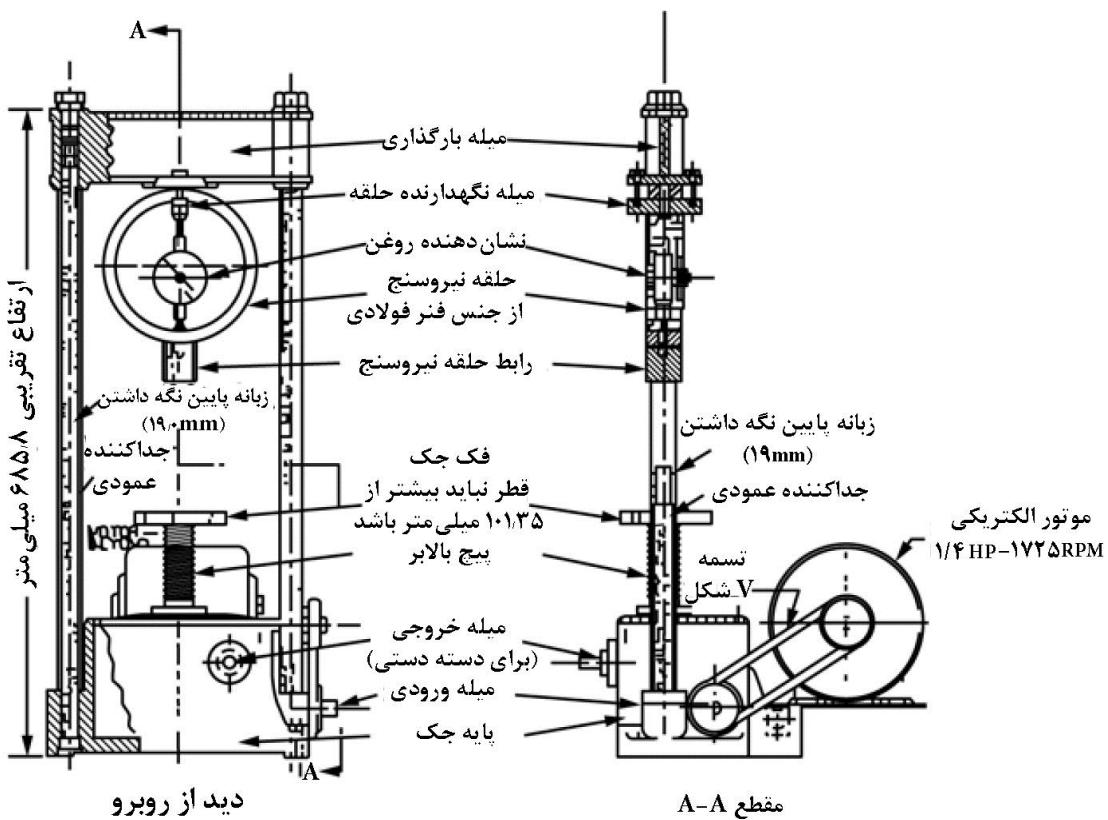
دستگاه بارگذاری فشاری (شکل ۳ را ببینید) شامل یک جک پیچی نصب شده در قاب آزمون است و به گونه‌ای طراحی شده است که بتواند با حرکت یکناخت قائم به میزان (۵۰ ± ۵) میلی‌متر در دقیقه بارگذاری کند. طرح شکل ۳ نیروی فراهم شده توسط یک موتور الکتریکی را نشان می‌دهد. همچنین ممکن است از دستگاه فشاری

هیدرولیکی یا مکانیکی استفاده شود به شرط اینکه بتواند نرخ بارگذاری را در محدوده (50 ± 5) میلی‌متر در دقیقه حفظ کند.

۳-۵ ابزار اندازه‌گیری بار وارد

حداقل یک حلقه نیروسنجد واسنجی شده ۲۰ کیلونیوتونی (شکل ۳)، مجهز به شاخص مدرج برای اندازه‌گیری تغییر شکل حلقه در اثر اعمال بار ضروری است. حلقه ۲۰ کیلونیوتونی باید حداقل حساسیتی به میزان ۵۰ نیوتون داشته باشد. شاخص مدرج بهتر است با تقسیمات ۰.۰۲۵ میلی‌متری یا کوچک‌تر مدرج شده باشد. حلقه نیروسنجد به قاب آزمون متصل (میله نگهدارنده حلقه را در شکل ۳ ببینید) و یک رابط (رابط حلقه نیروسنجد را در شکل ۳ ببینید) برای انتقال بار به فک شکست تدارک دیده می‌شود. مجموعه حلقه نیروسنجد می‌تواند با یک لود سل متصل به ثبات بار-تغییر شکل یا کامپیوتر، جایگزین شود؛ مشروط بر اینکه ظرفیت و حساسیت مورد نیاز بیان شده را دارا باشد.

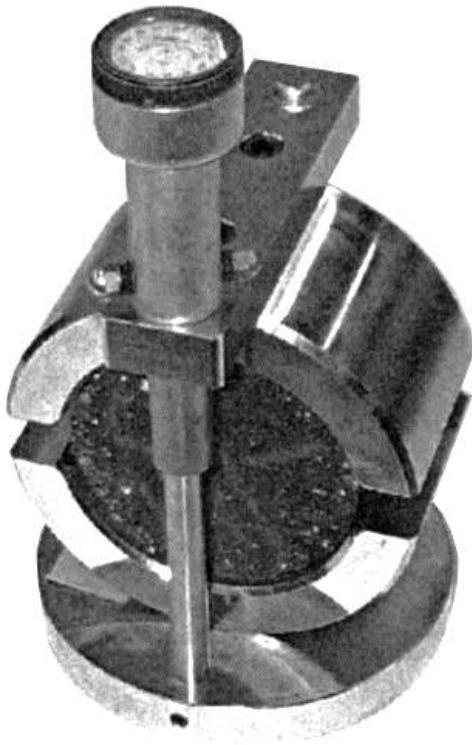
یادآوری - حلقه نیروسنجد با ظرفیت بیشتر ممکن است برای مخلوط‌هایی با استحکام بالاتر مورد نیاز باشد. این مخلوط‌های آسفالتی حاوی سنگدانه‌های زبر، شکسته و دانه‌بندی پیوسته و همچنین مخلوط‌های آسفالتی ساخته شده با قیرهای خیلی سفت را شامل می‌شوند.



شکل ۳-دستگاه تراکم

۴-۵ روانی سنج

روانی سنج^۱ مارشال شامل غلاف هادی و گیج عقربه‌ای (شکل ۴ را ببینید) است. پین متحرک اندازه‌سنج، باید داخل سوراخ غلاف هادی که مقاومت اصطکاکی ناچیزی دارد، قرار گیرد. سوراخ غلاف هادی باید به راحتی بالای میله راهنمای فک بلغزد (شکل ۴ را ببینید). مقاومت اصطکاکی این نقاط باید قبل از آزمون بازرسی شوند. درجه‌بندی تقسیمات اندازه‌سنج باید ۰/۲۵ میلی‌متری یا کوچک‌تر باشد. به جای روانی سنج می‌تواند از ابزارهای دیگری مانند شاخص مدرج یا مبدل تفاضلی متغیر خطی (LVDT) متصل به ثبات بار-تغییر شکل یا کامپیوتر استفاده شود. این ابزارهای جایگزین باید قابلیت نشان دادن یا نمایش روانی (تغییر شکل) با حساسیت مورد نیاز را داشته باشند. این ابزارها باید به گونه‌ای طراحی شوند که حرکات نسبی بین نوک میله هادی و قطعه پایینی فک شکست را اندازه‌گیری و ثبت کنند.



شکل ۴- نمونه‌ای از روانی سنج (استفاده شده در روش آزمون الف)

۵-۵ حمام آب

حمام آب باید به اندازه کافی عمیق باشد تا سطح آب را حداقل ۳۰ میلی‌متر بالای سطح فوقانی آزمونه نگه دارد. دمای حمام باید با ترمومتر کنترل شود به طوری که دما را در تمام نقاط داخل مخزن در محدوده 1 ± 1 درجه

سلسیوس دمای معین شده آزمون، ثابت نگه دارد. مخزن باید دارای صفحه مشبک یا یک قفسه برای نگه داری آزمونهای به اندازه ۵۰ میلی متر بالاتر از کف حمام و همچنین به دستگاه مکانیکی گردش آب مجهز باشد.

۶-۵ گرم خانه

گرم خانه‌ای که قابلیت ثابت نگه داشتن دما را در محدوده $1 \pm$ درجه سلسیوس دمای معین شده آزمون، داشته باشد.

۷-۵ حمام هوا

حمام هوا برای مخلوط‌های آسفالتی ساخته شده با قیر محلول باید با ترموستات کنترل شده و دمای هوا را در محدوده (1 ± 25) درجه سلسیوس ثابت نگه دارد.

۸-۵ دماسنجد

ابزارهای اندازه‌گیری دما برای تنظیم دمای اختلاط و تراکم باید قابلیت خوانش تا ۱ درجه سلسیوس را داشته باشند.

۹-۵ دماسنجد های واسنجی شده

از دماسنجد های مایع در شیشه واسنجی شده با محدوده مناسب و تقسیم‌بندی های $0/1$ درجه سلسیوس طبق استاندارد ASTM E2251 باید استفاده شود. به عنوان جایگزین می‌توان از سایر دماسنجد های الکترونیکی مانند دماسنجد مقاومتی (IPRT، PRT، RTD) با همان دقیقیت یا بهتر استفاده کرد.

۶ روش اجرای آزمون

۱-۶ باید حداقل سه آزمونه از یک مخلوط معین، آزمون شود. آزمونهای باید نوع، کیفیت و دانه‌بندی سنگدانه یکسانی داشته باشند. نوع و میزان فیلر مصالح، همچنین منبع، درجه و میزان قیر آنها یکسان باشد. علاوه بر این، آماده‌سازی آزمونهای باید از نظر دما، نحوه خنک کردن و تراکم یکسان باشد.

۲-۶ آزمونهای باید پس از تراکم تا دمای اتاق خنک شوند. در حین فرآیند خنک شدن، آنها باید روی یک سطح صاف و تخت قرار داده شوند. وزن مخصوص حقیقی^۱ هر آزمونه باید طبق استانداردهای ASTM D1188، ASTM D2726 یا ASTM D6752 تعیین شود. وزن مخصوص حقیقی (توده‌ای) آزمونهای مشابه برای یک میزان قیر باید در محدوده $۰/۰۲ \pm ۰/۰۰$ از میانگین (طبق استاندارد بند ۱-۲) قرار داشته باشد.

۳-۶ ضخامت آزمونهای استاندارد ASTM D3549 را طبق استاندارد ۴۹ اندازه‌گیری کنید.

۶-۳ آزمونهای می‌توانند بلافاصله پس از رسیدن به دمای محیط عملآوری شوند. آزمون باید در مدت ۲۴ ساعت پس از تراکم تکمیل شود. آزمونهای آماده شده با قیر خالص، قطرانی یا قطرانی لاستیکی را با غوطه‌وری در حمام آب به مدت ۳۰ دقیقه تا ۴۰ دقیقه یا قرار دادن در گرمخانه به مدت ۱۲۰ دقیقه به دمای معین شده برسانید. دمای گرمخانه یا حمام آب باید برای آزمونهای ساخته شده با قیر خالص در دمای (1 ± 60) درجه سلسیوس، برای آزمونهای ساخته شده با قیر قطرانی لاستیکی در دمای (1 ± 49) درجه سلسیوس و برای آزمونهای ساخته شده با قیر قطرانی در دمای (1 ± 38) درجه سلسیوس، ثابت نگهداشته شود. آزمونهای آماده شده با قیر محلول را با قرار دادن در حمام هوا به مدت ۱۲۰ دقیقه تا ۱۳۰ دقیقه به دمای معین شده برسانید. حمام هوا را در دمای (1 ± 25) درجه سلسیوس ثابت نگهدازید.

یادآوری - تغییرات دما بر نتایج آزمون تأثیر می‌گذارد. برای پایش دما می‌توان از آزمونهای کنترلی^۱ همراه با یک ترموموپل استفاده کرد.

۶-۳-۱ قبل از انجام آزمون میله‌های هادی و سطوح داخلی قطعات فک‌های آزمون را کاملاً تمیز کرده، میله‌های هادی را روغنکاری کنید، به طوری که فک بالایی آزمون به راحتی روی آنها بلغزد. دمای فک آزمون باید بین ۲۰ درجه سلسیوس تا ۴۰ درجه سلسیوس باشد. اگر از حمام آب استفاده می‌شود، آب اضافی را از قطعات داخلی فک آزمون پاک کنید.

۶-۳-۲ آزمون را از حمام آب، گرمخانه یا حمام عملآوری هوا خارج کرده (در صورت استفاده از حمام آب، آب اضافی را با یک حolle پاک کنید)، در قطعه پایینی فک آزمون قرار دهید. قطعه بالایی فک آزمون را روی آزمونه قرار داده، مجموعه کامل را در موقعیت خود در دستگاه بارگذاری، قرار دهید. در صورت استفاده از روانی‌سنجد، آن را در محل خود روی یکی از میله‌های هادی قرار داده، در حالی که غلاف آن محکم بر روی قطعه بالایی فک شکست قرار گرفته، روانی‌سنجد را روی صفر تنظیم کنید. هنگام اعمال بار آزمون، غلاف روانی‌سنجد را محکم بر روی قطعه بالایی فک شکست، نگهدازید.

۶-۴ زمان سپری شده از هنگام خارج کردن آزمونه از حمام آب تا تعیین بار نهایی باید از ۳۰ ثانیه بیشتر شود. باری با نرخ ثابت حرکت (5 ± 50) میلی‌متر در دقیقه، توسط جک بارگذاری یا فک دستگاه بارگذاری به آزمونه اعمال کنید تا عقربه گیج آزاد شود یا بار شروع به کاهش کند.

۶-۵ در روش (الف)، لحظه‌ای که بار کاهش می‌یابد، غلاف روانی‌سنجد را آزاد کرده یا عدد عقربه میکرومتر (ریزسنجد) را یادداشت کنید. در روش (ب)، هنگامی که نرخ بارگذاری افزایشی لود سل، ناشی از نرخ ثابت تغییر شکل شروع به کاهش می‌کند، آزمون را متوقف کنید. روانی مارشال، تغییر شکل کل آزمونه از نقطه‌ای که مماس ترسیم شده در بخش خطی منحنی، محور x ها (محور تغییر شکل‌ها) را قطع کرده تا نقطه‌ای که منحنی شروع به افقی شدن می‌کند، می‌باشد. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، نقطه پایانی روانی معمولاً متناظر با حداقل استحکام است. هرچند به عنوان روش جایگزین، هنگامی که حالت گسیختگی بهوضوح قابل تعریف نباشد، نقطه‌ای بر روی منحنی در فاصله $1,5$ میلی‌متری سمت راست خط مماس ترسیمی انتخاب می‌شود.

استحکام مارشال به عنوان بار متناظر با این میزان روانی تعریف می‌شود. مقدار روانی معمولاً بر حسب واحد ۰.۲۵ میلی‌متر یادداشت می‌شود. به عنوان مثال، ۳۰۰ میلی‌متر به عنوان روانی ۱۲ یادداشت می‌شود. این فرآیند برای انجام آزمون و یادداشت داده‌ها بسته به نوع تجهیزات آزمون و ترتیب شاخص‌های قابل قرائت، ممکن است به دو نفر نیاز داشته باشد. بسته به سرعت ترسیم نمودار، روانی مارشال را می‌توان مستقیماً از نمودار بار-تغییر شکل قرائت کرد یا پس از تبدیل مقدارهای خوانده شده از روی نمودار با ضریب مناسب، تعیین کرد.



شکل ۵- نمونه‌ای از دستگاه بارگذاری با LVDT و ترسیم کننده نمودار (نمونه روش ب)

۷ روش محاسبه

۱-۷ آزمونهای قالب‌گیری شده در آزمایشگاه باید الزامات ضخامت (63.5 ± 2.5) میلی‌متر را برآورده کنند. آزمونهای در محدوده رواداری ضخامت، می‌توانند بر اساس حجم یا ضخامت آزمونه تصحیح شوند. استحکام‌های تعیین شده برای مغزه‌های میدانی با تغییرات بزرگ در حجم یا ضخامت آزمونه نیز باید تصحیح شوند. هر چند نتایج حاصل از تصحیح‌های بزرگ‌تر باید با احتیاط به کار برده شوند. ضرایب تصحیح در جدول ۱ ارائه شده است. ضرایب تصحیح به روش زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

A=B × C

(۱)

که در آن:

A استحکام تصحیح شده؛

B استحکام (بار) اندازه‌گیری شده؛

C ضریب تصحیح از جدول ۱.

جدول ۱- ضرایب تصحیح استحکام الف

ضریب تصحیح	ضخامت آزمونه ^۱ (mm)	حجم آزمونه ^۲ (cm ³)	ضریب تصحیح	ضخامت آزمونه ^۱ (mm)	حجم آزمونه ^۲ (cm ³)
۱,۳۹	۵۲,۴	۴۳۱ تا ۴۲۱	۵,۵۶	۲۵,۴	۲۱۳ تا ۲۰۰
۱,۳۲	۵۴,۰	۴۴۳ تا ۴۳۲	۵,۰۰	۲۷,۰	۲۲۵ تا ۲۱۴
۱,۲۵	۵۵,۶	۴۵۶ تا ۴۴۴	۴,۵۵	۲۸,۶	۲۳۷ تا ۲۲۶
۱,۱۹	۵۷,۲	۴۷۰ تا ۴۵۷	۴,۱۷	۳۰,۲	۲۵۰ تا ۲۳۸
۱,۱۴	۵۸,۷	۴۸۲ تا ۴۷۱	۳,۸۵	۳۱,۸	۲۶۴ تا ۲۵۱
۱,۰۹	۶۰,۳	۴۹۵ تا ۴۸۳	۳,۵۷	۳۳,۳	۲۷۶ تا ۲۶۵
۱,۰۴	۶۱,۹	۵۰۸ تا ۴۹۶	۳,۳۳	۳۴,۹	۲۸۹ تا ۲۷۷
۱,۰۰	۶۳,۵	۵۲۲ تا ۵۰۹	۳,۰۳	۳۶,۵	۳۰۱ تا ۲۹۰
۰,۹۶	۶۵,۱	۵۳۵ تا ۵۲۳	۲,۷۸	۳۸,۱	۳۱۶ تا ۳۰۲
۰,۹۳	۶۶,۷	۵۴۶ تا ۵۳۶	۲,۵۰	۳۹,۷	۳۲۸ تا ۳۱۷
۰,۸۹	۶۸,۳	۵۵۹ تا ۵۴۷	۲,۲۷	۴۱,۳	۳۴۰ تا ۳۲۹
۰,۸۶	۶۹,۸	۵۷۳ تا ۵۶۰	۲,۰۸	۴۲,۹	۳۵۳ تا ۳۴۱
۰,۸۳	۷۱,۴	۵۸۵ تا ۵۷۴	۱,۹۲	۴۴,۴	۳۶۷ تا ۳۵۴
۰,۸۱	۷۳,۰	۵۹۸ تا ۵۸۶	۱,۷۹	۴۶,۰	۳۷۹ تا ۳۶۸
۰,۷۸	۷۴,۶	۶۱۰ تا ۵۹۹	۱,۶۷	۴۷,۶	۳۹۲ تا ۳۸۰
۰,۷۶	۷۶,۲	۶۲۶ تا ۶۱۱	۱,۵۶	۴۹,۲	۴۰۵ تا ۳۹۳
			۱,۴۷	۵۰,۸	۴۲۰ تا ۴۰۶

الف- استحکام اندازه‌گیری شده یک آزمونه ضرب در ضریب تصحیح ضخامت آزمونه، مساوی است با استحکام تصحیح شده برای آزمونه ۶۳,۵ میلی‌متری.

ب- رابطه حجم-ضخامت بر اساس آزمونه‌ای با قطر ۱۰,۱/۶ میلی‌متر است.

۸ گزارش آزمون

- گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:
- ۱-۸ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛
 - ۲-۸ نوع آزمونه (نمونه مخلوط شده آزمایشگاهی، نمونه مخلوط شده کارخانه یا آزمونه مغزه‌گیری شده از روسازی)؛
 - ۳-۸ ماهیت مخلوط آسفالتی شامل نوع مصالح سنگی و دانه‌بندی آن، نوع، درجه و درصد قیر، چنانچه در دسترس باشد؛
 - ۴-۸ وزن مخصوص حقیقی هر آزمونه به تنها یی و میانگین‌شان؛
 - ۵-۸ ارتفاع هر آزمونه به میلی‌متر تا نزدیک‌ترین ۰/۲۵ میلی‌متر؛
 - ۶-۸ مقادیر استحکام مارشال هر آزمونه به تنها یی و میانگین‌شان (تصحیح نشده و تصحیح شده در صورت لزوم) تا نزدیک‌ترین ۰/۵ نیوتون؛
 - ۷-۸ مقدار روانی مارشال به تنها یی و میانگین‌شان بر حسب ۰/۲۵ میلی‌متر یا مستقیماً بر حسب میلی‌متر، هنگام گزارش روانی بر حسب میلی‌متر عدد قرائت شده (بر حسب ۰/۰۱ اینچ) را به عدد چهار تقسیم کنید. همچنین روشی که برای تعیین روانی استفاده شده (روش حداکثر استحکام یا ترسیم مماس)؛
 - ۹-۸ دمای آزمون به نزدیک‌ترین ۰/۲ درجه سلسیوس.

۹ دقت

معیار قضاوت در مورد قابل قبول بودن نتایج آزمون استحکام و روانی مارشال با استفاده از این روش آزمون به شرح زیر می‌باشد:

۱-۹ استحکام مارشال

معیار قضاوت در مورد پذیرش نتایج آزمون استحکام مارشال به دست آمده با استفاده از این روش آزمون در جدول ۲ ارایه شده است. میانگین آزمون‌ها بر روی سه آزمونه به عنوان نتیجه یک آزمون در نظر گرفته می‌شود. محدوده بزرگ قابل قبول بودن نتایج دو آزمون بین آزمایشگاهی نشان می‌دهد که این روش آزمون نباید برای برنامه‌های پذیرش که نتایج بین آزمایشگاهی را مقایسه می‌کند، استفاده شود.

جدول ۲- معیار قضاوت در مورد قابل قبول بودن نتایج آزمون استحکام مارشال

محدوده قابل قبول بودن دو نتیجه (درصد میانگین) ^۱	ضریب تغییرات (درصد میانگین) ^۱	آزمون و نوع شاخص
۱۶	۶	دقت درون آزمایشگاهی
۴۳	۱۶	دقت بین آزمایشگاهی

۱- این اعداد به ترتیب محدوده‌های (1s%) و (D2s%) تشریح شده در استاندارد بند ۲-۲ را نشان می‌دهند.

۲-۹ روانی مارشال

معیار قضاوت در مورد پذیرش نتایج آزمون روانی مارشال به دست آمده با استفاده از این روش آزمون در جدول ۳ ارایه شده است. میانگین نتایج آزمون‌ها بر روی سه آزمونه به عنوان نتیجه یک آزمون در نظر گرفته می‌شود. محدوده بزرگ قابل قبول بودن نتایج دو آزمون بین آزمایشگاهی نشان می‌دهد که این روش آزمون نباید برای برنامه‌های پذیرش که نتایج بین آزمایشگاهی را مقایسه می‌کند، استفاده شود.

جدول ۳- معیار قضاوت در مورد پذیرش نتایج آزمون روانی مارشال

محدوده قابل قبول بودن دو نتیجه (درصد میانگین) ^۱	ضریب تغییرات (درصد میانگین) ^۱	آزمون و نوع شاخص
۲۶	۹	دقت درون آزمایشگاهی
۵۸	۲۰	دقت بین آزمایشگاهی

۱- این اعداد به ترتیب محدوده‌های (1s%) و (D2s%) تشریح شده در استاندارد بند ۲-۲ را نشان می‌دهند.

۳-۹ دقتهای فوق برای آزمونهای متراکم شده با چکش‌های دستی یا مکانیکی می‌باشند. آن‌ها همچنین توصیف کننده مخلوط‌های آسفالتی با دانه‌بندی پیوسته ساخته شده از سنگ آهک و سنگدانه‌های رودخانه‌ای (قلوه سنگ‌های رودخانه‌ای) هستند که استحکام و روانی آنها با استفاده از روش حداقل استحکام تعیین شده است. قیرهای متفاوتی نیز استفاده شده است. این نتایج شامل محدودیت‌های چگالی در روش استاندارد بند ۱-۲ نیست.

یادآوری -داده‌ها برای بیان دقته از برنامه آزمایشگاه مرجع مصالح فراهم شده است. داده‌های استفاده شده از نمونه‌های تخصصی ۲۹ تا ۳۶ طرح اختلاط آسفالت گرم گرفته شده است. ضریب تغییرات و محدوده پذیرش دو نتیجه حاصل میانگین چهار مجموعه از نمونه‌های تخصصی است. این داده‌ها، نتایج آزمون از بین ۳۱۳ و ۴۳۶ آزمون آزمایشگاهی روی آزمونهایی به قطر ۱۰۲ میلی‌متر متراکم شده با ۷۵ ضربه مارشال و میزان فضای خالی ۳ درصد تا ۵ درصد است. این نتایج بر حسب درصد بیان می‌شود. بنابر این برای سطوح متفاوت استحکام و روانی مارشال قابل کاربرد است.