

ISIRI	جمهوری اسلامی ایران Islamic Republic of Iran	استاندارد ملی ایران
393	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران	۳۹۳
2 St- Revision	Institute of Standards and Industrial Research of Iran	تجدید نظر دوم
	سیمان – تعیین مقاومت فشاری و خمشی روش آزمون Cement – Determination of flexural and compressive strengths- Test method	

صفحه

فهرست مندرجات

ب	پیشگفتار	
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۱	مراجع الزامی	۲
۲	کلیات	۳
۲	آزمایشگاه و تجهیزات مورد نیاز	۴
۱۷	مواد تشکیل دهنده ملات	۵
۱۷	آماده سازی ملات	۶
۱۹	آماده سازی آزمون ها	۷
۲۰	شرایط آزمون ها	۸
۲۲	روش آزمون	۹
۲۴	نتایج	۱۰
۲۷	آزمون تأییدیه ماسه مرجع و ابزارهای تراکمی جایگزین	۱۱
۳۶	پیوست الف	

پیش گفتار

استاندارد “ سیمان - تعیین مقاومت فشاری و خمشی - روش آزمون ” نخستین بار در سال ۱۳۴۶ تهیه شد. این استاندارد براساس پیشنهادهای رسیده و بررسی و تأیید کمیسیونهای مربوط برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در یکصد و هفتمین جلسه کمیته ملی استاندارد ساختمان و مصالح ساختمانی مورخ ۸۳/۹/۳ مورد تأیید قرار گرفته است، اینک این استاندارد 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 می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استاندارد ارائه شود در تجدیدنظر بعدی مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ملی ایران باید همواره از آخرین تجدیدنظر آنها استفاده کرد.

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استانداردهای بین المللی و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

منابع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است :

استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۳ سال ۱۳۷۵ با عنوان روش آزمون تاب فشاری و خمشی ملات خمیر سیمان .
ISO 679 : 1989 , Methods of testing cement – Determination of strength .
PrEN ISO 679 : 2002 , Methods of testing cement – Determination of strength.

کمیسیون استاندارد “ سیمان - تعیین مقاومت فشاری و خمشی - روش

آزمون”(تجدید نظر)

رئیس	سمت یا نمایندگی
تدین ، محسن (دکتری عمران)	دانشگاه بوعلی سینا
اعضا	
امیرشکاری ، سیامک (فوق لیسانس مهندسی شیمی)	سیمان کرمان
بهتاش ، نادر (لیسانس مهندسی شیمی)	سیمان کارون
جباری ، علی (لیسانس مهندسی صنایع)	سیمان آبیگ
جعفرپور ، فاطمه (لیسانس شیمی)	مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
سازور ، رسول (لیسانس شیمی)	انجمن صنفی سیمان
ساعد ، سیروس (فوق دیپلم عمران)	شرکت نیکان سینا
مرادی ، قدرت (لیسانس شیمی)	سیمان تهران
میرزاده ، علی (فوق لیسانس شیمی)	مرکز تحقیقات آبیگ
نوری ، نگین (لیسانس شیمی)	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
دبیر	
مجتبوی ، سی (لیسانس مهندسی مواد - سر امیک) دعلیرضا	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

سیمان - تعیین مقاومت فشاری و خمشی - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

- ۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد تعیین مقاومت فشاری و خمشی ملات سیمان می‌باشد.
- ۲-۱ این روش برای سیمانهای متداول و سایر سیمانها و یا موادی که در استاندارد ویژگی‌های آنها به این روش ارجاع داده‌اند، استفاده می‌گردد.
- ۳-۱ این روش آزمون برای سیمانهایی که زمان گیرش اولیه بسیار کوتاهی دارند، کاربرد ندارد.
- ۴-۱ در این روش برای تعیین مقاومت فشاری سیمان از ماسه استاندارد مطابق با بند ۱-۲ و همچنین سایر تجهیزات تراکم نیز استفاده می‌گردد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و / یا تجدیدنظر، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معیذاً بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و / یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و / یا تجدیدنظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده موردنظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است :

۱-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰ سال ۱۳۸۳ با عنوان ماسه مرجع مورد مصرف در تعیین مقاومت خمشی و فشاری سیمان

2-2 ISO 1101 : 1983 , *Technical drawings – geometrical – Tolerancing of orientation , location and run-out-generalities , definitions , symbols , indications on drawings.*

2-3 ISO 1302 : 1992 , *Technical drawing – method of indicating surface texture.*

2-5 ISO 4200 : 1992 , *Plain end steel tubes , welded and seamless – General tables of dimensions and masses per unit length .*

۳ کلیات

در این روش ، مقاومت (تاب) فشاری و خمشی سیمان براساس اندازه‌گیری تاب فشاری و خمشی آزمون‌های منشوری به ابعاد ۴۰×۴۰×۱۶۰ میلی متر تعیین می‌گردد. این نمونه‌ها با استفاده از یک مخلوط خمیری، شامل یک قسمت وزنی سیمان ، سه قسمت وزنی ماسه استاندارد و نصف قسمت وزنی آب (نسبت آب به سیمان ۰/۵) قالب

گیری می‌شوند. ماسه استاندارد ممکن است از منابع داخلی و یا خارجی فراهم شوند که باید ویژگی‌های آنها با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰ مطابقت داشته باشد. پس از انتخاب مصالح، به کمک همزن مکانیکی با هم مخلوط و سپس بوسیله دستگاه تراکم^۱ که دارای حرکت ضربه‌ای بالا و پایین باشد متراکم می‌گردند. در این قسمت می‌توان از دستگاه تراکم به مانند آنچه که در ضمیمه آمده است استفاده نمود به شرط آنکه نتایج آزمون نمونه‌های آنها با نمونه اصلی تفاوت چندانی نداشته باشند.

پس از قالب گیری، آزمون‌ها در محیط مرطوب به مدت ۲۴ ساعت نگهداری می‌گردند و بعد از این مدت نمونه‌ها را از قالب خارج و در ظرف آب با دمای ثابت، تا رسیدن به زمان آزمون مقاومت نگهداری می‌نمایند. سپس درس‌ن مورد نظر آزمون‌ها از آب خارج گشته و توسط دستگاه مقاومت خمشی و یا تحت نیروی خمشی به دو نیم شده و هر کدام از آن نیمه‌ها برای مقاومت فشاری مورد آزمون قرار می‌گیرند.

۱۴ آزمایشگاه و تجهیزات مورد نیاز

۱-۱۴ آزمایشگاه

آزمایشگاهی که برای آماده سازی آزمون‌ها در نظر گرفته می‌شود باید دمایی معادل 20 ± 2 درجه سانتی گراد و رطوبتی بالاتر از ۵۰ درصد داشته باشد. رطوبت و دمای اطاق یا محفظه مرطوب که قالبها در آنجا نگهداری می‌شوند باید دارای دمای 20 ± 1 درجه سانتی گراد و رطوبتی بیش از ۹۰ درصد باشند. ظرف نگهداری باید به صفحات مشبک برای عمل آوری^۲ آزمون در آب مجهز شده باشد. جنس این صفحات باید بگونه‌ای باشد تا با سیمان واکنش ندهد. دمای آب باید 20 ± 1 درجه سانتی گراد باشد. دما و میزان رطوبت هوا در آزمایشگاه و همچنین دمای آب ظرف نگهداری بایستی حداقل روزی یکبار در طول کار ثبت گردد، همچنین دما و میزان رطوبت اطاق یا محفظه مرطوب بایستی حداقل هر ۴ ساعت یکبار ثبت شود. سیمان، ماسه، آب و کلیه تجهیزات آزمون باید دمایی حدود 20 ± 2 درجه سانتی گراد داشته باشند و در صورت استفاده از مهارگر دما، میانگین دمای ۲۰ درجه سانتی گراد روی آن تنظیم گردد.

۲-۱۴ الزامات کلی برای تجهیزات

رواداری‌های نشان داده شده در شکل‌های شماره ۱ تا ۵ مهم بوده و در روش آزمون به منظور عملکرد صحیح دستگاه، باید اعمال گردد.

هنگامی که در اندازه‌گیرهای کنترلی این حدود بدست نیاید، باید دستگاه مورد نظر مرجوع، تعمیر و یا تنظیم گردد. ثبت این کنترل‌ها باید در کلیه موارد صورت پذیرد. اندازه‌گیرهای پذیرش دستگاه‌های جدید شامل، وزن، حجم و ابعاد باید مطابق با حدود مجاز درج شده در این استاندارد بوده و مورد توجه خاص قرار گیرد. در ساخت این دستگاه‌ها نباید از موادی استفاده نمود که بر روی نتایج تأثیر بگذارد.

۱- Jolting

۲- Curing

حدود ابعاد نشان داده شده در شکل‌ها می‌تواند راهنمای سازنده دستگاه قرار گیرد. این ابعاد شامل حدود رواداری مورد قبول نیز می‌باشد.

۳-۴ مفلوط کن

مخلوط کن اساساً شامل :

۱-۳-۴ کاسه مخلوط کن از جنس فولاد ضدزنگ با ظرفیت حدود ۵ لیتر، با شکل و ابعاد مشخصی که در شکل شماره ۱ نشان داده شده، می‌باشد. این کاسه باید مجهز به قسمت یا وسیله‌ای باشد که به پایه دستگاه همزن محکم شده تا در هنگام اختلاط تکان نخورد، همچنین ارتفاع کاسه باید متناسب با ارتفاع تیغه باشد به نحوی که ، فاصله بین بدنه کاسه و تیغه در تنظیم نهایی حفظ شود.

۲-۳-۴ تیغه مخلوط کن از جنس فولاد ضد زنگ مطابق با شکل شماره ۱ که شامل محور اصلی بوده بطوری که تیغه در یک صفحه حول این محور حرکت کند و این حرکت بوسیله یک الکتروموتور با سرعتهای کنترل شده انجام می‌گیرد. دو جهت چرخش، باید مخالف همدیگر که سرعت آنها اختلافی بیش از یک دور در دقیقه با هم ندارند، باشد.

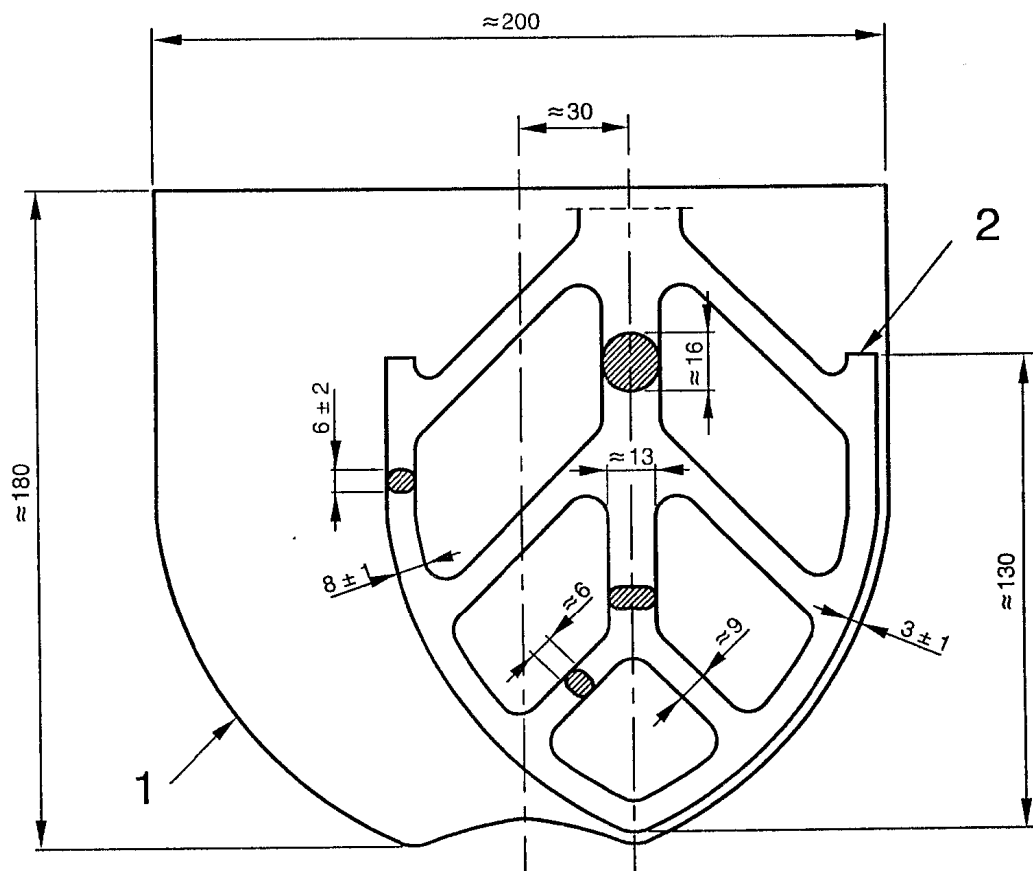
هنگامی که بیش از یک همزن استفاده می‌شود، تیغه‌ها و کاسه‌های مورد استفاده باید با یکدیگر قابل انطباق و تنظیم باشند.

فاصله بین تیغه و کاسه که در شکل شماره ۱ نشان داده شده باید با دقت کنترل شود. هنگامی که تیغه در کاسه خالی و در نزدیکترین فاصله ممکن با دیواره قرار می‌گیرد، اندازه این فاصله 3 ± 1 میلی‌متر، می‌باشد. در مواقعی که اندازه‌گیری مشکل باشد، می‌توان از فیلرهای اندازه‌گیری، استفاده نمود.

مخلوط کن در هنگام تهیه ملات باید با سرعتهای مندرج در جدول شماره ۱ ، بچرخد.

جدول شماره ۱- سرعتهای مفلوط کن

سرعتهای مفلوط کن	مرکت پرمشی (دور در دقیقه)	مرکت مداری (دور در دقیقه)
سرعت کم	140 ± 5	62 ± 5
سرعت زیاد	285 ± 10	125 ± 10



شکل شماره ۱- کاسه و تیغه

راهنمای شکل :

۱- کاسه ۲- تیغه

ابعاد همگی براساس میلی متر

۴-۴ قالبها

قالب شامل سه خانه (قسمت) افقی می باشد بطوریکه سه آزمون منشوری با ابعاد مقطع ۴۰×۴۰ میلی متر و طول ۱۶۰ میلی متر را می تواند بطور همزمان آماده نماید. شکل شماره ۲، یک قالب را نشان می دهد. قالب بایستی از فولاد به ضخامت حداقل ۱۰ میلی متر ساخته شود. هر یک از سطوح داخلی قالب باید دارای سختی حداقل معادل $200HV^1$ باشد.

۱- سختی و یکرز

یادآوری ۱- توصیه می‌شود سختی بدنه حداقل $40 \pm HV$ باشد.

ساخت قالب باید به نحوی باشد که آزمون‌ها در هنگام جابجایی و تخلیه، دچار صدمه و آسیب نشوند. کف قالبها باید از فولاد ماشین کاری شده و یا چدن تهیه شده باشد. موقعی که قالب بسته می‌شود باید کلیه صفحات قالب کاملاً به یکدیگر و صفحه کف بسته شوند و هیچگونه کجی و یا نشتی قابل مشاهده حین آزمون نداشته باشد. صفحه کف باید بتواند به قدر کافی به نشیمنگاه میز تراکم محکم شود تا هیچگونه لرزش ثانویه‌ای ناشی از لقی را تولید ننماید.

یادآوری ۲- قالب و دستگاه تراکم، ممکن است از دو سازنده متفاوت خریداری شده باشد که

احتمال اختلاف در ابعاد آنها وجود دارد، این مسئله باید از طرف خریدار مورد توجه قرار گیرد.

هر یک از قطعات قالب باید با علائم مشخص ممهور شده باشند تا هنگام بستن قالب مشکلی بوجود نیاید و همچنین قطعات قالب با یکدیگر عوض نشوند. قالب باید الزامات زیر را برآورده سازد:

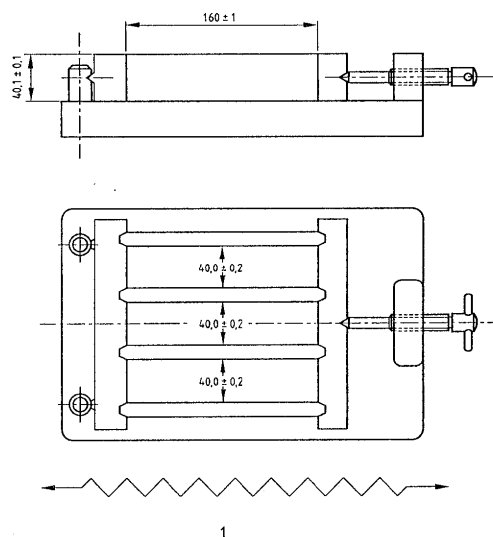
الف - ابعاد داخلی و رواداری هر قالب به صورت زیر باشد:

طول: 160 ± 1 میلی متر

پهنا: 40 ± 0.2 میلی متر

عمق: 40 ± 0.1 میلی متر

- ب - ناهمواری کلیه سطوح داخلی نباید بیشتر از $0.3/0$ میلی متر باشد (به بند ۲-۱۴ استاندارد بند ۲-۲ مراجعه کنید).
- ج - رواداری گونیا بودن کلیه سطوح عمود نسبت به سطح کف قالب و سطوح داخلی مجاور که به عنوان مرجع می‌باشند، نباید بیشتر از $0.2/0$ میلی متر باشد. (به بند ۸-۱۴ استاندارد بند ۲-۲ مراجعه کنید).
- د - بافت سطحی هر یک از سطوح داخلی طبق استاندارد بند ۳-۲ نباید زبرتر از N_8 باشد.
- در صورتی که هر یک از موارد فوق از حدود مجاز افزایش پیدا کردند قالب باید تعویض گردد.



1

شکل شماره ۲- قالب

راهنمای شکل:

۱- جهت برداشتن ملات اضافی به صورت حرکت اره‌ای

ابعاد برحسب میلی متر

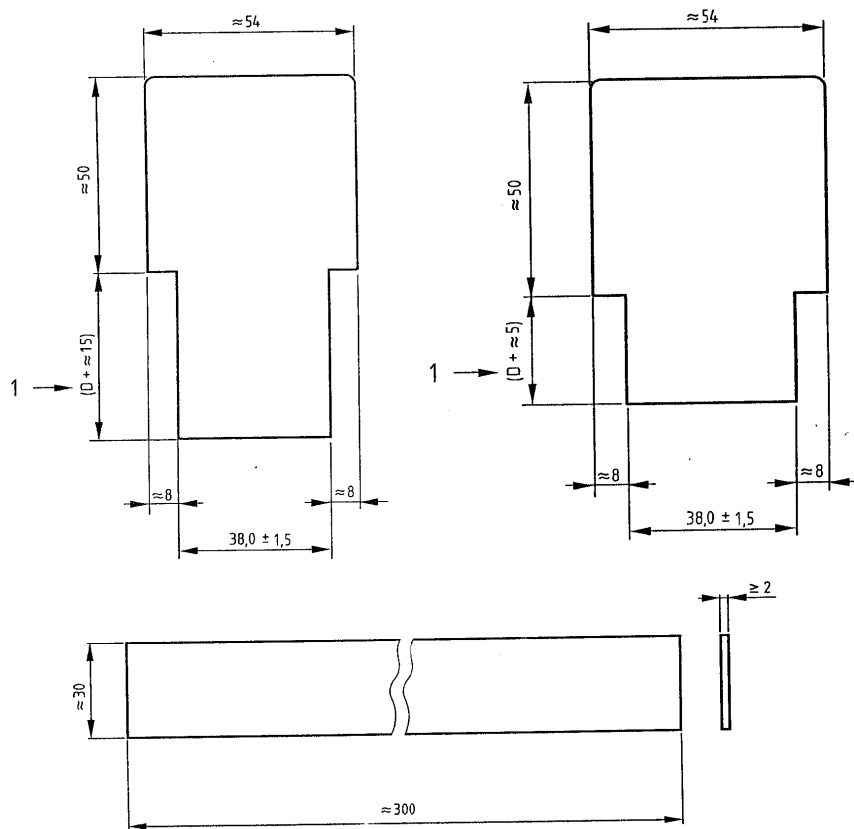
وزن قالب باید با نیازمندیهای مندرج در بند ۴-۶ مطابقت داشته باشد. هنگام بستن قالب تمیز شده و آماده برای استفاده، با یک ماده درزگیر مناسب محل اتصال قالب‌ها را از بیرون پوشش دهید. سطوح داخلی قالب را با یک لایه نازک از روغن بپوشانید.

یادآوری ۱- بعضی روغن‌ها روی گیرش سیمان تأثیر می‌گذارند، به همین دلیل برای این کار بهتر

است از روغن‌های پایه معدنی مخصوص قالب استفاده شود.

به منظور تسهیل در پرکردن قالب‌ها می‌توان از قیف فلزی با دیواره قائم به ارتفاع ۲۰ تا ۴۰ میلی متر استفاده نمود. دقت کنید که دیواره‌های قیف با دیواره‌های قالب بیشتر از یک میلی متر همپوشانی نداشته باشند. دیواره‌های خارجی قیف باید درست بالای قالب و در موقعیت صحیح واقع شوند.

به منظور پخش و هم سطحی مخلوط سیمان، دو پخش کننده و یک خط کش سرزن، از نوعی که در شکل شماره ۳ نشان داده شده، باید به کار رود.



شکل شماره ۳- پخش کننده‌ها و خط کش سرزن

۴-۵ دستگاه تراکم از نوع ضربه زن^۱ (تقه زن)

این دستگاه مشابه آنچه در شکل شماره ۴ نشان داده شده، با الزامات زیر می باشد:

دستگاه دارای یک میز مستطیلی که به دو بازوی سبک به یک محور که به فاصله ۸۰۰ میلی متر از مرکز میز قرار دارد محکم بسته شده است. میز در مرکز قسمت پایینی از طریق یک محور گرد برآمده، که در شکل نشان داده شده با دستگاه ارتباط پیدا کرده است. زیر محور گرد برآمده یک پایه نشیمنگاه با سطح بالایی مسطح قرار داده شده است. در حالت سکون نقطه تماس محور گرد برآمده با پایه توقفگاه بصورت عمودی خواهد بود. وقتی محور روی نشیمنگاه بحالت سکون قرار گیرد، قسمت بالایی میز باید افقی، بطوریکه سطح هر یک از چهار گوشه میز نباید بیش از ۱ میلی متر انحراف داشته باشد. ابعاد میز باید مساوی و یا بزرگتر از صفحه پایه دستگاه باشد و همچنین گیره‌هایی برای اتصال محکم قالب به میز پیش بینی شده شود.

وزن کل مجموعه، اعم از میز، بازوها، قالب خالی، قیف و گیره‌ها باید حدود 20 ± 0.5 کیلوگرم باشد. بازوهایی که مجموعه میز را به محور نوک تیز وصل می کنند باید محکم و بصورت لوله‌ای با قطر خارجی حدود ۱۷ تا ۲۲ میلی متر و از جنس فلز مطابق استاندارد بند ۵-۲ ساخته شده باشند.

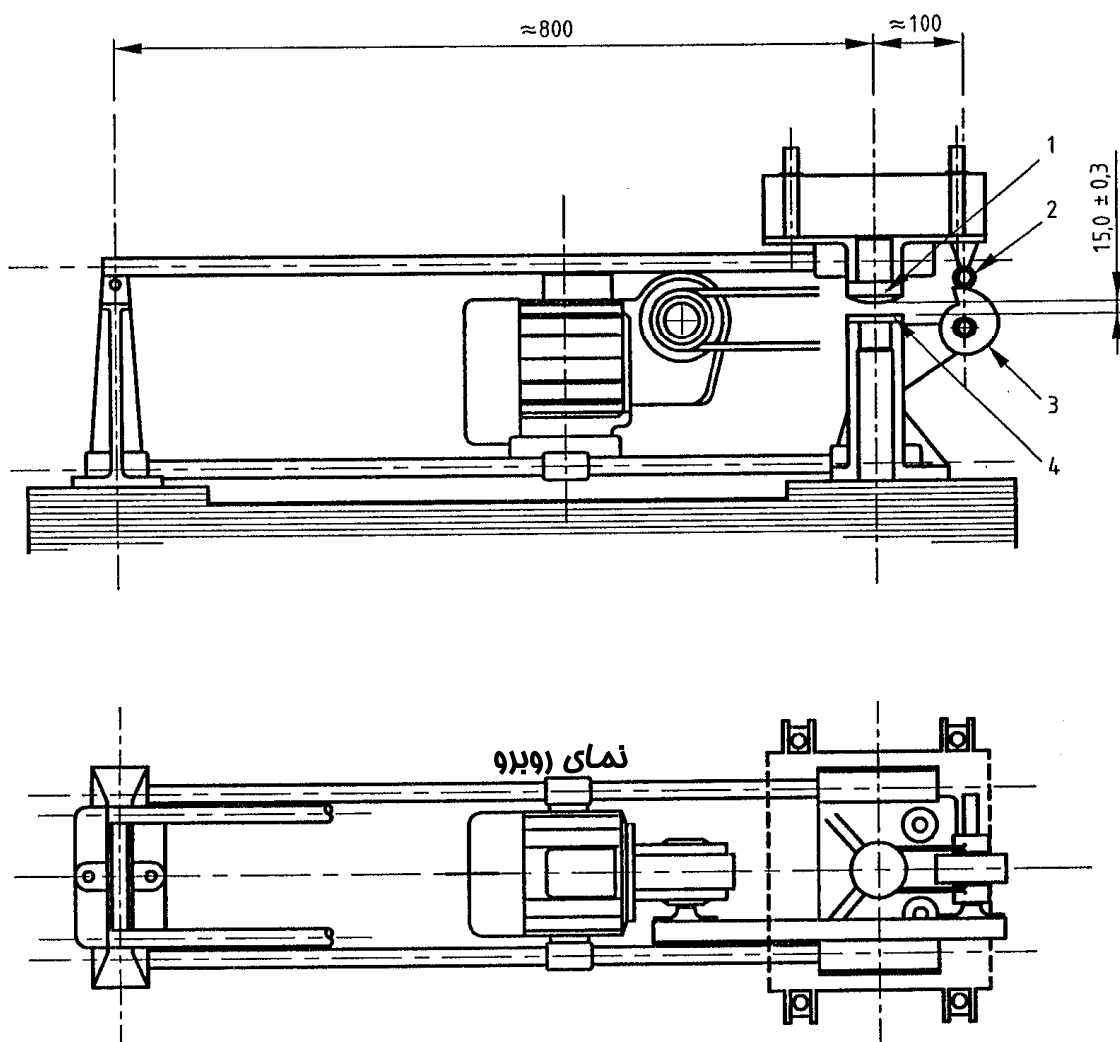
کل وزن بازوها باید حدود $2/25 \pm 0.25$ کیلوگرم باشد. بلبرینگهای محور، بایستی از نوع توپی یا غلطکی بوده و دارای صفحه پوششی جهت جلوگیری از ورود ذرات گرد و غبار و سایر ذرات ریز دیگر باشد. جابجایی افقی مرکز میز که باعث بازی کردن محور خواهد شد نباید از یک میلی متر تجاوز کند. محور گرد برآمده و نشیمنگاه باید از جنس فولاد سخت با حداقل سختی $500HV$ ساخته شده باشد. انحنای محور گرد برآمده باید به ازای هر میلی متر 0.1 میلی متر باشد.

در هنگام کار دستگاه، میز بوسیله یک بادامک، بلند شده و سپس اجازه می‌دهد که بصورت آزاد از ارتفاع 15 ± 0.3 میلی متر قبل از برخورد محور گرد برآمده با نشیمنگاه سقوط کند. بادامک از جنس فولاد سخت با حداقل سختی $400HV$ می‌باشد و میل بادامک باید در داخل بلبرینگ آنچنان تعبیه شده باشد که همیشه سقوط آزادی معادل 15 ± 0.3 میلی متر داشته باشد. بادامک باید بوسیله یک الکتروموتور ۲۵۰ واتی که بوسیله یک چرخ دنده کاهنده به منظور رسیدن به دور یکنواخت یک دور در ثانیه به حرکت درآید. دستگاه باید دارای یک ساز و کار کنترلی یا شماره انداز با قابلیت تنظیم 60 ± 3 ضربه را داشته باشد و دقیقاً روی ۶۰ ضربه تنظیم گردد.

موقعیت قالب روی میز باید طوری باشد که امتداد ابعاد اجزاء تشکیل دهنده دستگاه در جهت امتداد بازوها و عمود بر محور چرخش بادامک باشد. علائم مرجع مناسب برای تسهیل در محل قرارگیری قالب باید فراهم شود بطوریکه مرکز تشکیلات مرکزی دستگاه دقیقاً بالای نقطه برخورد قرار داده شود.

دستگاه باید روی یک سکو بتنی باوزن حدود ۶۰۰ کیلوگرم قرار داده شود و حجم سکو باید حدود 0.25 متر مکعب باشد. همچنین ابعاد و ارتفاع داده شده جهت عملیات مناسب برای قالب رعایت شود. تمام سکوی بتنی باید روی یک صفحه کشسان مثل لاستیک طبیعی قرار گیرد تا جداسازی مناسبی برای جلوگیری از تأثیر گذاری لرزش‌های احتمالی بیرونی باشد.

پایه دستگاه باید بطور هم سطح به سکوی بتنی بوسیله میل مهار پیچدار محکم و یک لایه نازک از ملات بین پایه دستگاه و سکوی بتنی قرار داده شود تا از عدم انتقال لرزش به دستگاه اطمینان حاصل گردد.



نمای بالا

شکل شماره ۴- دستگاه تراکم ضربه زن

راهنمای شکل :

۱- محور گرد برآمده

۲- دنباله رو بادامک

۳- بادامک

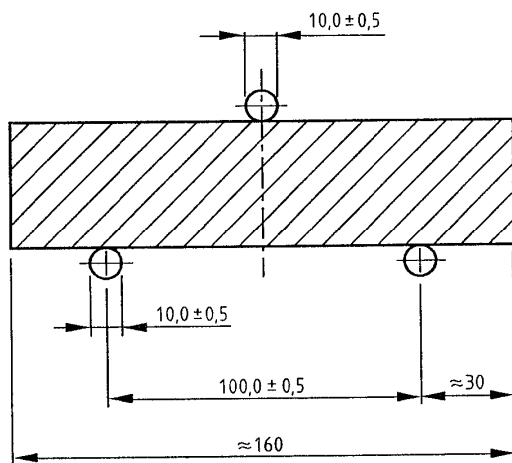
۴- نشیمنگاه یا توقفگاه

ابعاد بر حسب میلی متر

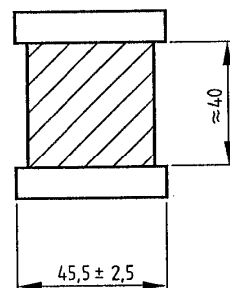
۴-۶ دستگاه آزمون تعیین مقاومت خمشی (تاب خمشی)

مقاومت خمشی را می‌توان با یک دستگاه مخصوص این آزمون یا وسیله مناسبی که در دستگاه مقاومت فشاری به کار می‌رود اندازه‌گیری نمود. دستگاه باید به ابزار و یا قسمت‌های زیرمجهز باشد :

- دستگاه باید قابلیت بارگذاری تا ۱۰ کیلونیوتن با دقت $\pm 1\%$ درصد نیروی ثبت شده در بیش از $\frac{4}{5}$ مقادیر بالای محدوده بار داده شده و همچنین سرعت بارگذاری معادل 10 ± 5 نیوتن بر ثانیه را داشته باشد. دستگاه باید مجهز به تجهیزات خمش ، مشتمل بر دو غلطک تکیه گاهی فولادی با قطر 10 ± 0.5 میلی متر که دهانه محور تا محور دو غلطک 100 ± 0.5 میلی متر همچنین غلطک سوم بارگذاری فولادی با همان ابعاد که در وسط دو غلطک دیگر تعبیه شده، باشد. طول این غلطکها بین ۴۵ تا ۵۰ میلی‌متر است. ترتیب بارگذاری در شکل شماره ۵ نشان داده است.



نمای روبرو



نمای جانبی

شکل شماره ۵- ترتیب بارگذاری برای تعیین مقاومت خمشی

ابعاد برحسب میلی متر

سه صفحه عمودی از بین محورهای سه غلطک بطور موازی عبور داده شده تا آنها را با فواصل یکسان از یکدیگر و در جهت نمونه‌های تحت آزمون بصورت موازی باقی نگه دارد. یکی از غلطکهای تکیه گاهی و غلطک بارگذاری باید بتواند کمی حرکت کند تا امکان توزیع یکنواخت بار بر روی عرض آزمون بدون هرگونه اعمال تنش و پیچش فراهم گردد.

یادآوری - در صورتی که فقط اندازه‌گیری نیروی فشاری یا مقاومت فشاری مدنظر باشد، تهیه و

تدارک این دستگاه اختیاری است و به منظور دو نیم کردن منشور آزمون ، طبق بند ۹-۱ که

شرح داده شده عمل نمایند.

۷-۴ دستگاه آزمون تعیین مقاومت فشاری

دستگاه آزمون باید ظرفیت مناسبی برای آزمون داشته باشد. این دستگاه باید دقتی معادل $\pm 1\%$ درصد بار ثبت شده در بالای $\frac{4}{5}$ محدوده نیروی استفاده شده و همچنین سرعت بارگذاری معادل 200 ± 2400 نیوتن بر ثانیه را داشته باشد. این دستگاه باید مجهز به وسایلی باشد که بتوان نیروی گسیختگی را پس از اتمام بارگذاری ثبت نمود. محور عمودی سمبه یا پیستون باید با محور عمودی دستگاه منطبق بوده و در زمان بارگذاری جهت حرکت سمبه یا پیستون در طول محور عمودی دستگاه قرار گرفته باشد، بنابراین برآیند نیروها درست از مرکز نمونه عبور می‌کند. سطح استوانه پایینی دستگاه باید نسبت به محور آن عمود بوده و در حین بارگذاری نیز عمود باقی بماند. مرکز نشیمنگاه کروی فک بالایی باید در نقطه برخورد محور عمودی دستگاه با سطح پایینی فک بالایی دارای رواداری ± 1 میلی متر باشد.

فک بالایی برای تنظیم تماس با نمونه باید بصورت آزاد باشد، اما در زمان بارگذاری وضعیت نسبی فک‌های بالا و پایین ثابت باقی می‌ماند.

دستگاه آزمون باید مجهز به فک‌هایی از جنس تنگستن کاربید یا فولاد سخت شده با سختی حداقل $600HV$ باشد. این فکها باید حداقل ۱۰ میلی متر ضخامت، 40 ± 0.1 میلی متر پهنا و 40 ± 0.1 میلی متر طول داشته باشند. همواری سطح آنها نیز مطابق بند ۲-۱۴ استاندارد بند ۲-۲ در بالای پهنای سطح نمونه نباید از 0.01 میلی متر تجاوز نماید. بافت سطحی آنها نیز طبق استاندارد *ISO 1302* نباید نرمتر از N_3 و زبرتر از N_6 باشد.

یادآوری ۱- دو صفحه کمکی از جنس کاربید تنگستن و یا فولاد سخت با سختی حداقل $600HV$ و ضخامت حداقل ۱۰ میلی متر و مطابق الزامات صفحات موردنظر می‌تواند جایگزین شود. باید شرایطی فراهم شود تا تطابق مرکز صفحات کمکی نسبت به محور سیستم بارگذاری با دقت ± 0.5 میلی متر ایجاد گردد. همچنین تطابق مرکز صفحات کمکی باید با رواداری ± 0.5 میلی متر رعایت شود. در صورتیکه نشیمنگاه کروی در دستگاه آزمون وجود نداشت و یا قطر نشیمنگاه کروی بزرگتر از ۱۲۰ میلی متر بود باید از وسیله مطابق با بند ۴-۹ استفاده نمود.

یادآوری ۲- دستگاه آزمون ممکن است با دو محدوده نیروسنجی یا بیشتر تجهیز شده باشد. بیشترین مقدار عدد دستگاه اندازه‌گیر با محدوده کوچکتر باید تقریباً $\frac{1}{5}$ بیشترین مقدار درج شده بر روی دستگاه اندازه‌گیر با محدوده بزرگتر باشد.

یادآوری ۳- دستگاه آزمون بهتر است قابلیت تنظیم نرخ بارگذاری خودکار و ثبت نتایج را داشته باشد.

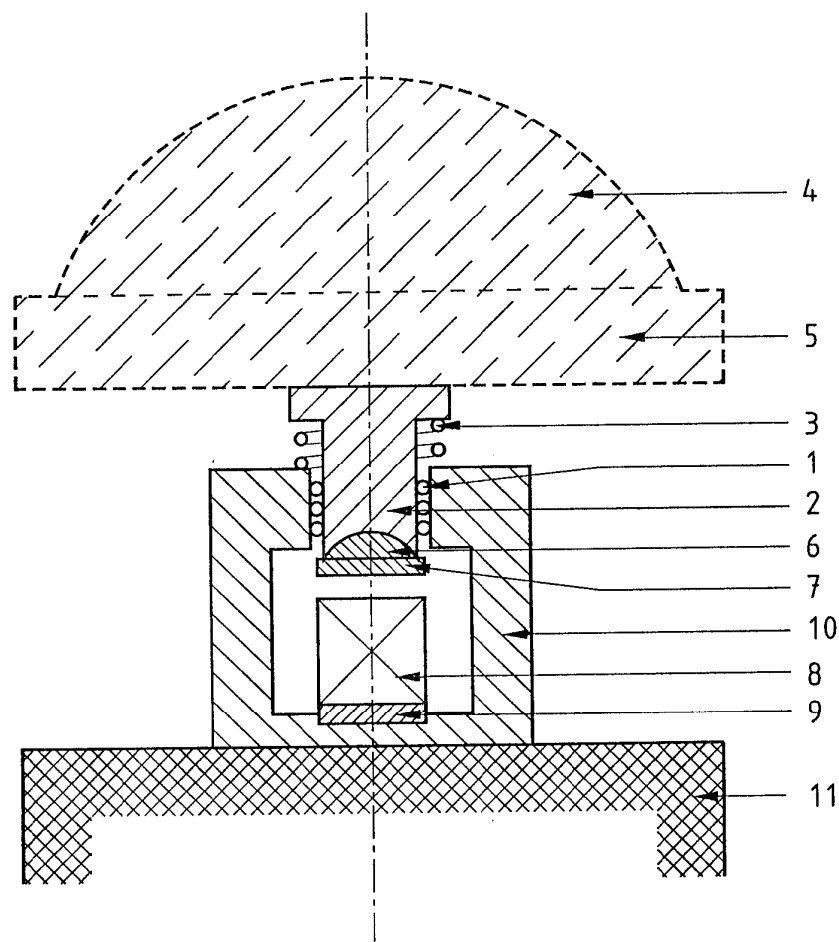
یادآوری ۴- نشیمنگاه کروی دستگاه ممکن است جهت راحتی تنظیم در تماس با نمونه روغنکاری شود، ولی این عمل باید طوری انجام گردد که در هنگام آزمون، فک بارگذاری نتواند در زیر بار جابجا شود. از روغنهایی که در زیر فشار خواص خود را از دست می‌دهند حتی الامکان استفاده نگردد.

۸-۴ وسیله مخصوص اندازه‌گیری^۱ مقاومت فشاری

هنگامی که در بند ۴-۸ استفاده از وسیله مخصوص مورد نیاز باشد (شکل شماره ۶ را ببینید) آن را بین فکهای دستگاه جهت انتقال بار به سطوح آزمون قرار دهید. صفحه پایینی وسیله مخصوص اندازه‌گیری مقاومت فشاری می‌تواند همراه فک پایینی دستگاه فشار یک‌جا باشد. فک بالایی وسیله مخصوص اندازه‌گیری بار وارده را از طریق یک نشیمنگاه کروی از فک بالایی دستگاه فشار دریافت می‌کند. این صفحات به نحوی ساخته شده که امکان حرکت آرام در جهت عمودی را بدون اصطکاک امکان‌پذیر می‌کند. وسیله مخصوص اندازه‌گیری مقاومت فشاری باید تمیز نگه داشته شود و نشیمنگاه کروی بصورت آزاد حرکت نماید و در جهتی که فک در شروع کار با سطح آزمون منطبق باشد، قرار داده شود و سپس در طول آزمون ثابت باقی بماند. سایر الزامات بیان شده در بند ۴-۸ برای استفاده از وسیله مخصوص آزمون مقاومت فشاری باید به کار گرفته شود.

یادآوری ۱- نشیمنگاه کروی وسیله مخصوص اندازه‌گیری مقاومت فشاری می‌تواند روغنکاری شود، اما این روغنکاری نباید به میزانی باشد که باعث جابجایی فک در حین بارگذاری گردد. روغنهایی که در فشار زیاد خواص خود را از دست می‌دهند مناسب نیستند.

یادآوری ۲- پس از اتمام آزمون (شکست نمونه)، مجموعه باید به جای اولیه خود بازگردانده شود.



شکل شماره ۶- وسیله مخصوص اندازه‌گیری برای آزمون مقاومت فشاری

راهنمای شکل :

- | | |
|---|---|
| ۱- بلب‌ینگها | ۷- فک بالایی وسیله مخصوص اندازه‌گیری مقاومت فشاری |
| ۲- مجموعه کشویی | ۸- آزمون |
| ۳- فنر برگشتی | ۹- فک پایینی وسیله مخصوص اندازه‌گیری مقاومت فشاری |
| ۴- نشیمنگاه کروی | ۱۰- وسیله مخصوص اندازه‌گیری مقاومت فشاری |
| ۵- فک بالایی دستگاه | ۱۱- فک پایینی دستگاه مقاومت فشاری |
| ۶- نشیمنگاه کروی وسیله مخصوص اندازه‌گیری مقاومت فشاری | |

۹-۴ ترازو

ترازو با دقت ± 1 گرم

۵ مواد تشکیل دهنده ملات

۱-۵ ماسه

این ماسه باید با الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰ مطابقت داشته باشد.

۲-۵ سیمان

سیمان آزمون باید در حداقل زمان ممکن در شرایط محیط قرار گیرد. وقتی فاصله زمانی بین نمونه برداری و انجام آزمون بیش از ۲۴ ساعت باشد، سیمان را باید در ظروف هوابندی شده کاملاً پر نمود. جنس ظرف نگهداری باید طوری باشد که با سیمان واکنش ندهد. قبل از اخذ نمونه کوچکتر سیمان جهت ساخت آزمون‌ها، باید با وسیله مکانیکی یا سایر وسایل ممکن آنرا همگن نمود. بدیهی است ذرات ریز و غبار چسبیده به بدنه ظرف با وسیله همگن سازی باید با سایر ذرات سیمان مخلوط شود.

۳-۵ آب

برای آزمون تأییدیه، باید از آب مقطر یا آب یون زدایی شده استفاده نموده و در سایر آزمون‌ها می‌توان از آب آشامیدنی استفاده کرد. در موارد حل اختلاف و داوری نیز باید از آب مقطر و یا آب یون زدایی شده استفاده نمود.

۶ آماده سازی ملات

۱-۶ اجزاء تشکیل دهنده ملات سیمانی

نسبت وزنی اجزاء عبارتند از : ۱ قسمت سیمان ، ۳ قسمت ماسه و $\frac{1}{2}$ قسمت آب می‌باشد (نسبت وزنی آب به سیمان ۰/۵).

هر نوبت اختلاط که برای ساخت ۳ منشور آزمون به کار می‌رود شامل 450 ± 2 گرم سیمان ، 1350 ± 5 گرم ماسه و 225 ± 1 گرم آب می‌باشد.

۲-۶ اختلاط ملات

سیمان و آب را بوسیله ترازو ، توزین نمایید. هنگامی که آب به صورت حجمی به مخلوط اضافه می‌شود باید با دقت ± 1 میلی متر اندازه گیری گردد. رواداری زمان مراحل مختلف اختلاط با توجه به زمان روشن و خاموش کردن مخلوط کن، حدود ± 2 ثانیه می‌باشد.

مراحل مختلف عمل اختلاط به شرح زیر است :

الف - آب و سیمان را در کاسه مخلوط کن ریخته و دقت نمایید که وزن آنها کاهش نیابد.

ب - فوراً مخلوط کن را با سرعت کم روشن کنید (به جدول شماره ۲ نگاه کنید).

مراحل اختلاط را دنبال نمایید. به علاوه زمان را با تقریب دقیقه ثبت کنید و آن را به عنوان زمان صفر در نظر بگیرید. بعد از ۳۰ ثانیه اختلاط ، ماسه را در حین اختلاط در مدت ۳۰ ثانیه به مخلوط اضافه کنید. سپس سرعت مخلوط کن را زیاد کرده (به جدول شماره ۲ نگاه کنید) و عمل اختلاط را به مدت ۳۰ ثانیه دیگر ادامه دهید.

یادآوری ۱- زمان صفر مبنای محاسبه سن آزمون‌ها برای انجام آزمون مقاومتی می‌باشد.

ج - مخلوط کن را برای ۹۰ ثانیه متوقف کنید. در اولین ۳۰ ثانیه توقف ملات را با تیغه و یا کاردک لاستیکی یا پلاستیکی از کناره‌های ظرف جمع آوری و ذرات چسبیده به دیواره‌ها و ته ظرف را پاک و در وسط ظرف جمع کنید.

د - مخلوط کن را با سرعت بالا به مدت ۶۰ ثانیه مجدداً روشن کنید.

یادآوری ۲- معمولاً این فرآیند اختلاط به صورت خودکار صورت می‌گیرد، ولی می‌توان ، با کنترل

دستی این فرآیند را پیش برد.

۷ آماده سازی آزمون‌ها

۱-۷ اندازه آزمون‌ها

آزمون‌ها باید بصورت منشوری و به ابعاد $160 \times 40 \times 40$ میلی متر باشند.

۲-۷ قالبگیری آزمون‌ها

قالبگیری آزمون‌ها باید فوراً بعد از تهیه ملات انجام شود. با اتصال محکم قالب و قیف روی آن به میز ضربه زن و با استفاده از سرتاس و یا وسیله مناسب طی یک یا چند مرحله اولین لایه ملات (حدود ۳۰۰ گرم) را مستقیماً از داخل کاسه مخلوط کن به درون خانه‌های قالب بریزید.

لایه را به صورت یکنواخت با پخش کننده بزرگ پخش کنید. پخش‌کن‌ها را تقریباً به صورت عمودی در تماس با قسمت بالایی قیف نگه دارید و در هر لایه ملات، یکبار به عقب و جلو بکشید. سپس اولین لایه ملات را با ۶۰ ضربه توسط دستگاه ضربه زن ، متراکم نمایید. در مرحله بعد دومین لایه ملات را نیز طبق روال لایه قبلی اضافه نموده و مجدداً این لایه را نیز با ۶۰ ضربه دیگر متراکم کنید. سپس قالب را به آرامی از روی میز دستگاه برداشته و قیف را از آن جدا کنید و ملات اضافی روی قالب را با استفاده از خط کش سرزن فلزی صاف و تراز کنید (شکل شماره ۲). خط کش سرزن را نزدیک به حالت عمودی و کمی مایل در جهت برداشتن ملات اضافی نگه دارید و به آرامی با یک حرکت اره‌ای در یک جهت حرکت دهید. دوباره عمل صاف کردن سطح ملات را با خط کش سرزن فلزی به نحوی انجام دهید که سطح قالب هموار و صاف شود.

یادآوری ۱- تعداد حرکات اره‌ای و زاویه خط کش سرزن بستگی به روانی ملات دارد. ملاتهای سفت‌تر نیاز به حرکت اره‌ای، بیشتر و زاویه بیشتر دارند. برای ملاتهای نرم، نیاز به حرکات کمتری می‌باشد.

بعد از صاف کردن سطح ملات، اطراف قالب باید تمیز شود و قالب جهت ردیابی و تشخیص، علامت‌گذاری گردد.

۸ شرایط آزمون‌ها

۸-۱ ممل و نقل و نگهداری قبل از خارج کردن ملات از قالب

یک صفحه شیشه‌ای یا فولادی و یا سایر مواد نفوذ ناپذیر که با سیمان واکنش ندهد روی قالب قرار دهید. این صفحه می‌تواند ابعادی در حدود $۲۱۰ \times ۱۸۵ \times ۶$ میلی متر داشته باشد. قالب پوشیده شده را بدون تأخیر روی یک کف افقی در محیط مرطوب یا محفظه مرطوب (به بند ۴-۱ نگاه کنید) قرار دهید. هوای مرطوب باید در تمام وجوه قالب وجود داشته باشد. قالبها را به هیچ وجه روی یکدیگر نگذارید. هر یک از قالبها را باید در زمان در نظر گرفته شده از محفظه یا اطاق مرطوب جهت باز کردن قالب بیرون آورید.

یادآوری ۱- اگر صفحه شیشه‌ای استفاده می‌کنید، جهت حفظ ایمنی دقت نمائید لبه‌های آن صاف و سمباده زده باشد.

۸-۲ خارج کردن آزمون‌ها از قالب

باز کردن قالبها را طوری انجام دهید که صدمه‌ای به آزمون‌ها وارد نشود. چکش پلاستیکی یا لاستیکی یا هر وسیله مناسب دیگری می‌تواند جهت خارج کردن آزمون‌ها از داخل قالب مورد استفاده قرار گیرد. آزمون‌ها را بعد از ۲۴ ساعت از قالب خارج نمائید. اگر زمان آزمون ۲۴ ساعته (یک روزه) باشد، فاصله زمانی خروج آزمون‌ها از قالب و آزمون مقاومت فشاری و خمشی نباید بیش از ۲۰ دقیقه باشد، اما در صورتی که انجام آزمون در سن دیگری مورد نظر باشد خروج آزمون‌ها می‌تواند بین ۲۰ تا ۲۴ ساعت از زمان صفر انجام شود.

یادآوری ۱- در صورتی که ملات به اندازه کافی در ۲۴ ساعت سفت نشده باشد، زمان خروج آزمون‌ها باید به تأخیر افتد به نحوی که خطر خرابی آنها را تهدید ننماید. هر میزان تأخیر در خارج کردن آزمون‌ها از داخل قالب باید در گزارش آزمون ثبت گردد.

آزمونه خارج شده از قالب برای آزمون ۲۴ ساعته (یا ۴۸ ساعت برای نمونه‌هایی که با تأخیر سفت می‌شوند) تا هنگام آزمون باید بوسیله یک پارچه مرطوب و نمناک پوشانده شوند. آزمونه‌هایی که در آب عمل آوری می‌شوند را باید برای مشخص شدن شماره یا اسم و همچنین سن آزمون توسط یک وسیله مناسب مثل جوهر ضدآب و یا مداد رنگی، علامتگذاری نمود.

یادآوری ۲- برای کنترل عملیات اختلاط و تراکم آزمونه‌ها و درصد هوای موجود در ملات، توزین هر آزمونه در این حالت توصیه می‌گردد.

۳-۸ عمل آوری (نگهداری) آزمونه‌ها در آب

بعد از علامتگذاری، آزمونه‌ها را بدون تأخیر بصورت افقی یا عمودی در آب با دمای 20 ± 1 درجه سانتی گراد غوطه ور نمایید. آزمونه‌ها را روی شبکه توری (به بند ۴-۱ نگاه کنید) گذاشته و آنها را با فاصله از یکدیگر به نحوی قرار دهید که آب به تمام وجوه آزمونه برسد. هیچ وقت آب روی آزمونه‌ها و فاصله بین آنها کمتر از ۵ میلی متر نباشد. ملاتهای دارای سیمانهای مختلف را می‌توان در یک مخزن آب نگهداری نمود مگر آنکه مشخص شود که ترکیب سیمان مورد آزمون تأثیری بر روی سایر سیمانهای تحت آزمون دارد. همچنین برای سیمانهایی که مقدار یون کلراید آنها بیشتر از ۰/۱ درصد باشد باید محفظه نگهداری جداگانه در نظر گرفت. برای پرکردن مخزن از آب آشامیدنی استفاده کرده و هر چند وقت یکبار به آن آب اضافه نمایید تا سطح آب تغییر نکند. در طی نگهداری آزمونه‌ها نباید بیشتر از ۵۰ درصد آب رادر هر نوبت جایگزین نمود. دمای آب باید در تمام مخزن یکنواخت باشد که در این مورد می‌توان از یک سیستم گردش آرام آب که هیچگونه تلاطمی ایجاد نکند استفاده نمود.

آزمونه‌ها را باید در زمانهای موردنظر از آب خارج کرد. این عمل حداکثر باید ۱۵ دقیقه قبل از انجام آزمون صورت گیرد. مواد یا ذرات چسبیده به وجوه آزمونه را پاک کنید و آنها را با یک پارچه مرطوب تا زمان انجام آزمون بپوشانید.

۴-۸ سن آزمونه‌ها برای انجام آزمون مقاومت

سن آزمونه‌ها را از زمان صفر حساب کنید (به بند ۶-۲ نگاه کنید)، آزمون مقاومت را در سنین موردنظر، مطابق جدول شماره ۱ انجام دهید.

جدول شماره ۱- سنین موردنظر آزمون و رواداری آنها

سن آزمون	رواداری ($\pm$)
۲۴ ساعته	۱۵ دقیقه
۴۸ ساعته	۳۰ دقیقه
۷۲ ساعته	۴۵ دقیقه
۷ روزه	۲ ساعت
۲۸ روزه و یا بیشتر	۸ ساعت

۹ روش آزمون

۱-۹ مقاومت خمشی

برای تعیین مقاومت خمشی از دستگاه بارگذاری سه نقطه ای مشابه آنچه که در بند ۴-۷ شرح داده شد استفاده می گردد.

منشور آزمونه را داخل دستگاه قرار داده و یک وجه آن را که وجه مقابل آن هم در تماس با سطوح قالب بوده را روی غلطکهای تکیه گاه قرار دهید. سپس بار را به صورت عمودی با سرعت 10 ± 5 نیوتن بر ثانیه توسط غلطک بالایی به وجه مخالف منشور وارد کنید تا زمانی که نمونه شکسته شود. سپس دو نیمه منشور را تا زمان انجام آزمون مقاومت فشاری با پارچه مرطوب بپوشانید.

مقاومت خمشی R_f را از رابطه زیر محاسبه می شود :

$$R_f = \frac{1/\sqrt{3} F_f \times L}{b^3}$$

که در اینجا :

R_f : مقاومت خمشی برحسب مگاپاسکال

b : ابعاد مقطع مربعی منشور برحسب میلی متر

F_f : بار اعمال شده بر روی منشور در زمان شکست برحسب نیوتن

L : فاصله مرکز تا مرکز غلطکهای تکیه گاه یا دهانه بارگذاری برحسب میلی متر

۲-۹ مقاومت فشاری (تاب فشاری)

آزمون را روی نیمه های منشور حاصل از آزمون بند ۹-۱ انجام دهید. در صورتی که آزمون خمشی انجام نگیرد با استفاده از وسیله مناسب دیگر بطوریکه نیمه های منشور تحت تأثیر تنش های مضر قرار نگیرد منشور را به دو نیم

کنید آزمون فشاری بر روی هر یک از نیمه‌های منشور با اعمال بار از طرف وجوه در تماس با قالب توسط دستگاه مندرج در بند ۴-۸ و ۴-۹ انجام می‌گیرد.

هر یک از نیمه‌های منشور را به نحوی قرار دهید که فکهای بارگذاری در جهت عرضی بیش از ± 0.5 میلی متر از لبه آزمون فاصله نداشته باشد و فاصله آن در جهت طولی از انتهای منشور در حدود ۱۰ میلی متر باشد. بار را به آرامی و با سرعت 20 ± 2400 نیوتن بر ثانیه بر روی نمونه اعمال کنید تا تمام نیروی مورد نیاز برای شکستن وارد گردد.

وقتی افزایش بار با دست تنظیم می‌شود، دقت کنید تا سرعت اعمال بار در نزدیکی بار گسیختگی کاهش یابد زیرا این امر تأثیر زیادی در نتایج بدست آمده دارد.

مقاومت فشاری برحسب مگاپاسکال از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$R_c = \frac{F_c}{1600}$$

که در اینجا:

R_c : مقاومت فشاری برحسب مگاپاسکال

F_c : بیشینه بار در هنگام شکست برحسب نیوتن

۱۶۰۰: سطح فک بارگذاری یا سطح صفحات کمکی (40×40 میلی متر) برحسب میلی متر مربع

۱۰ نتایج

۱-۱۰ مقاومت خمشی (تاب خمشی)

۱-۱-۱۰ مماسبات و ارائه نتایج آزمون

نتایج آزمون مقاومت خمشی را به صورت میانگین عددی ۳ نتیجه منفرد محاسبه کنید. مقاومت خمشی هر آزمون با تقریب ۰/۱ مگاپاسکال و میانگین عددی نتایج ۳ آزمون با تقریب ۰/۱ مگاپاسکال گزارش می‌گردد.

۱-۱-۲ گزارش نتایج

کلیه نتایج منفرد و میانگین عددی آنها را گزارش کنید.

۲-۱۰ مقاومت فشاری (تاب فشاری)

۱-۲-۱۰ مماسبه و ارائه نتایج آزمون

میانگین عددی نتایج منفرد بدست آمده را برای مقاومت فشاری محاسبه کنید. هر کدام از نتایج با تقریب ۰/۱ مگاپاسکال ارائه می‌شود که با انجام ۶ آزمون مقاومت فشاری بر روی ۳ منشور شکسته شده بدست آمده است. در صورتی که هر یک از ۶ نتیجه منفرد بیش از $\pm 10\%$ درصد نسبت به میانگین، تفاوت داشته باشد، این نتیجه را حذف و میانگین ۵ نتیجه باقی مانده را محاسبه و منظور نمائید در صورتی یکی از ۵ نتیجه باقی مانده نیز بیشتر از $\pm 10\%$ درصد با میانگین عددی اختلاف داشته باشد کلیه نتایج حذف و آزمون باید مجدداً تکرار شود.

۲-۲-۱۰ گزارش نتایج

کلیه نتایج منفرد و میانگین عددی آنها را ثبت کنید در صورت حذف هر نتیجه، آن را نیز گزارش نمایید.

۳-۲-۱۰ ترمین دقت آزمون برای مقاومت فشاری

۱-۳-۲-۱۰ تکرارپذیری کوتاه مدت

تکرارپذیری کوتاه مدت آزمون مقاومت فشاری، نزدیکی توافقی نتایج بدست آمده در مورد نمونه های سیمان مشابه، با استفاده از همان ماسه مرجع در همان آزمایشگاه و بوسیله همان آزمایشگر و همان ابزار در فاصله زمانی کوتاه می باشد.

در مورد مقاومت فشاری ۲۸ روزه، تکرارپذیری کوتاه مدت با شرایط مذکور بایستی کمتر از ۲ درصد باشد که بصورت ضریب تغییرات بیان می شود.

یادآوری ۱- تجربه نشان داده است که آزمایشگاه هایی با عملکرد خوب وجود دارند که مقدار تکرارپذیری کوتاه مدت آنها ۱٪ می باشد. تکرارپذیری کوتاه مدت یک معیار دقت روش آزمون تأییدیه برای ماسه مرجع و ابزار تراکم جایگزین می باشد.

۲-۳-۲-۱۰ تکرارپذیری بلند مدت

تکرارپذیری بلند مدت آزمون مقاومت فشاری، نزدیکی توافقی نتایج بدست آمده از آزمونهای متوالی نمونه های مختلف اخذ شده از همان نمونه سیمان همگن، در همان آزمایشگاه و تحت شرایط زیر می باشد :

احتمال انجام آزمون با آزمایشگرهای مختلف، ابزار مختلف و با همان ماسه مرجع و دوره های طولانی مدت (بالای یکسال).

در مورد مقاومت فشاری ۲۸ روزه، تکرارپذیری بلند مدت با عملکرد معمولی و یا شرایط فوق الذکر باید کمتر از ۳/۵ درصد باشد که بصورت ضریب تغییرات بیان می شود.

یادآوری ۲- تجربه نشان داده است که آزمایشگاه هایی با عملکرد خوب وجود دارند که مقدار تکرارپذیری بلند مدت آنها ۲/۵٪ می باشد.

تکرارپذیری بلند مدت یک معیار دقت روش آزمون برای آزمون کنترل خودکار سیمان یا آزمون تأییدیه ماهیانه ماسه و ارزیابی حفظ دقت کار آزمایشگاه در طول زمان می باشد.

۳-۳-۲-۱۰ تجدیدپذیری

تجدید پذیری روش آزمون مقاومت فشاری، نزدیکی توافقی نتایج بدست آمده بر روی نمونه های مشابه سیمان در آزمایشگاه های مختلف تحت شرایط زیر می باشد :

- آزمایشگرهای مختلف، - دستگاه های مختلف، - احتمال متفاوت بودن ماسه های مرجع و احتمال متفاوت بودن زمان انجام آنها

در مورد مقاومت فشاری ۲۸ روزه ، تجدیدپذیری بین آزمایشگاه‌هایی با عملکرد معمولی تحت شرایط فوق الذکر باید کمتر از ۴٪ باشد که به صورت ضریب تغییرات بیان می‌شود.

یادآوری ۱- تجربه نشان داده آزمایشگاه‌هایی با عملکرد خوب وجود دارند که مقدار ضریب تغییرات تجدیدپذیری آنها کمتر از ۳٪ می‌باشد.

تجدیدپذیری معیار دقت روش آزمون برای ارزیابی یکنواختی ماسه مراجع و یا سیمان می‌باشد.

۱۱ آزمون تأییدیه ماسه مرجع و ابزارهای تراکمی جایگزین

۱-۱۱ کلیات

ماسه‌ای مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰ با ابزارهای تراکمی جایگزین طبق بند ۳ می‌تواند به کار رود، مشروط بر آنکه نشان داده شود، نتایج مقاومت فشاری ملات آن، تفاوت چشمگیری با مقاومت ملات ساخته شده با ماسه مرجع (۵-۱) و ابزار تراکم ضربه زن (۴-۵) نداشته باشد. این بند شرایطی را که ماسه و ابزار تراکمی جایگزین تأیید می‌نماید را تشریح می‌کند.

تأییدیه باید توسط مرجع صدور گواهی و براساس آزمون‌هایی صورت گیرد که در آزمایشگاه مورد تأیید مرجع ذی صلاح انجام شود.

روشهای آزمون که برای مقایسه مقاومت‌های فشاری تشریح می‌گردد باید در سن ۲۸ روزه انجام گیرد.

۲-۱۱ آزمون تأییدیه ماسه

۱-۲-۱۱ اصول

آزمون تأییدیه ماسه استاندارد موارد زیر را دربر می‌گیرد :

الف - آزمون گواهی تحت نظارت مرجع صدور گواهی

ب - آزمون بازرسی توسط تولید کننده ماسه

آزمون گواهی ماسه در بند ۱۱-۲-۲ تشریح شده است. که شامل یک آزمون گواهی اولیه (۱۱-۲-۲-۱) و آزمون تطبیقی سالیانه (۱۱-۲-۲-۲) می‌باشد. در صورتی که الزامات بند ۱۱-۲-۳-۳ برآورده شود، مرجع صدور گواهی ، گواهی یکنواختی را طبق این استاندارد پس از آزمون گواهی اولیه صادر می‌کند و تمدید گواهی پس از آزمون تطبیقی سالیانه صورت خواهد گرفت.

ماسه تأیید شده، جانشین ماسه مرجع با مشخصات استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰ می‌باشد.

۲-۲-۱۱ آزمون گواهی ماسه

۱-۲-۲-۱۱ آزمون گواهی اولیه

تولید کننده ماسه قبل از انجام آزمون گواهی اولیه ، کارگاه تولید ماسه را به مرجع صدور گواهی نشان می‌دهد.

در طی یک دوره تولید سه ماهه یا بیشتر ، ۳ نمونه جداگانه از ماسه تحت نظارت مرجع صدور گواهی دهنده از انتهای خط تولید (محل ترخیص) اخذ می‌شود. تعداد کیسه‌ها در هر نوبت از نمونه‌گیری باید بقدری باشد که بتوان آزمون گواهی را طبق بند ۱۱-۲-۳-۱ به انجام رساند. همچنین اندازه هر یک از سه نمونه باید بقدری باشد که بتوان طبق بند ۱۱-۲-۵-۱ آزمون بازرسی را در طی دوره حداقل یکساله انجام داد. به این منظور، این نمونه باید تحت نظارت مرجع صدور گواهی تقسیم و هر بخش از آن برای آزمون بازرسی توسط تولید کننده نگهداری شود. هر یک از سه نمونه اخذ شده باید مورد آزمون موضوع بند ۱۱-۲-۳ با استفاده از یک نمونه سیمان مشابه همزمان با ماسه مرجع قرار گیرد. لازم است این آزمون با سیمانهای از سه رده مقاومتی گوناگون با انتخاب مرجع صدور گواهی به کمک سه نمونه موجود انجام گیرد. آزمونها در یک آزمایشگاه مورد تأیید صورت می‌پذیرد (بند ۱۱-۱-۱ را ببینید).

وقتی هر یک از نتایج حاصله از سه نمونه موجود طبق بند ۱۱-۲-۳-۲ الزامات بند ۱۱-۲-۳-۳ را برآورده نماید ماسه تأیید خواهد شد و مرجع صدور گواهی، گواهی یکنواختی را صادر خواهد نمود (بند ۱۱-۲-۱ را ببینید).

۱۱-۲-۲ آزمون مطابقت سالیانه

تمدید گواهی صادره برای تولید کننده ماسه با انجام موارد زیر توسط مرجع صدور گواهی به مرحله اجرا درخواهد آمد.

الف - بررسی نتایج آزمون بازرسی انجام شده توسط تولید کننده ماسه، مطابق با بند ۱۱-۲-۴ به شرطی که الزامات بند ۱۱-۳-۵ و ۱۱-۲-۵-۳ را برآورده سازد.

ب - آزمون توسط آزمایشگاه تأیید صلاحیت شده (بند ۱۱-۱ را ببینید) بر روی نمونه تصادفی اخذ شده در مقایسه با ماسه مرجع با بکارگیری روش مشروح در بند ۱۱-۲-۳ و سیمانی منطبق با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۸۹ با انتخاب و نظارت مرجع صدور گواهی .

نمونه تصادفی ماسه باید از انتهای خط تولید (محل ترخیص) تحت نظارت مرجع صدور گواهی اخذ شود. تعداد کیسه‌هایی که اخذ می‌گردد باید به نحوی باشد که مقدار ماسه کافی را برای روش آزمون صدور گواهی طبق بند ۱۱-۲-۳-۱ و روش آزمون بازرسی طبق بند ۱۱-۲-۵-۱ در طی یک دوره یکساله یا بیشتر فراهم نماید. به منظور تأمین این هدف، نمونه باید تحت نظارت مرجع صدور گواهی، تقسیم شود و هر بخش از نمونه باید توسط تولید کننده ماسه، جهت انجام آزمون بازرسی نگهداری گردد.

وقتی نتایج آزمون بازرسی، موارد زیر را برآورده سازد، ماسه مورد تأیید قرار خواهد گرفت و مرجع صدور گواهی، تمدید گواهی یکنواختی را صادر خواهد نمود (بند ۱۱-۲-۱ را ببینید) :

الف - الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰ و ۱۱-۲-۵-۳ و الزامات آزمون صدور گواهی

ب - الزامات بند ۱۱-۲-۳-۳

۱۱-۲-۳ روش آزمون گواهی

۱۱-۲-۳-۱ نمونه انجام آزمون

۲۰ جفت بهر^۱ ملات با استفاده از یک نمونه سیمان انتخابی آماده نمایید (بند ۱۱-۲-۲-۱ و ۱۱-۲-۲-۲ را ببینید). از

ماسه‌ای که می‌خواهید مورد تأیید قرار گیرد در یک بهر ملات و از ماسه مرجع در بهر دیگر استفاده شود تا یک جفت ملات حاصل گردد. در ساخت هر جفت از ملات‌ها، بصورت تصادفی یکی از ملات‌های موردنظر را در ابتدا و ملات دیگر را در پی آن تهیه نمایید.

آزمونه‌های منشوری را بعد از ۲۸ روز تحت آزمون مقاومت فشاری قرار دهید و نتایج هر یک را بصورت جداگانه ثبت نمایید.

۲-۳-۲-۱۱ محاسبه و گزارش نتایج

برای هر جفت بهر ملات، نتایج مقاومت فشاری را طبق بند ۱-۲-۱۰ محاسبه و بند ۲-۲-۱۰ گزارش نمایید. نتایج حاصله از ماسه موردنظر را با x و نتایج حاصله از ماسه مرجع را با y نشان دهید. ضریب تغییرات را برای هر یک از دو مجموعه نتایج محاسبه کنید و با الزامات تکرارپذیری کوتاه مدت بند ۲-۱۰-۳ مقایسه، تا از برآورده شدن آن اطمینان حاصل نمایید. اگر دو مجموعه از نتایج، این الزامات را برآورده نسازد، همه نتایج را حذف و آزمایش را تکرار نمایید.

اگر یکی از مجموعه‌ها این الزامات را برآورده نکرد طبق روال زیر عمل نمایید :

الف) میانگین ۲۰ نتیجه را به صورت $\bar{x}$ یا $\bar{y}$ محاسبه نمایید.

ب) انحراف معیار ۲۰ نتیجه را محاسبه و با S نشان دهید.

ج) تفاضل عددی بین هر نتیجه و میانگین را بدون درنظر گرفتن علامت جبری آن محاسبه کنید.

د) اگر یکی از این تفاضلهای بزرگتر از $3S$ باشد نتیجه متناظر آن را حذف نمایید و میانگین ۱۹ نتیجه باقی مانده را حساب کنید. اگر تعداد بیشتری از این تفاضلهای بزرگتر از $3S$ بود همه نتایج را حذف و کل آزمون را تکرار نمایید. اگر هیچیک از این تفاضلهای بزرگتر از $3S$ نبود همه ۲۰ نتیجه را حفظ نمایید.

معیار تأیید را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید :

$$D = \frac{100 \times (\bar{x} - \bar{y})}{\bar{y}}$$

که در اینجا :

D = معیار تأییدیه برحسب درصد

$\bar{x}$ = میانگین نتایج بدست آمده مربوط به ماسه مورد تأیید برحسب مگاپاسکال

$\bar{y}$ = میانگین نتایج بدست آمده مربوط به ماسه مرجع برحسب مگاپاسکال

D را با تقریب ۰/۱ درصد بدون درنظر گرفتن علامت جبری آن گزارش نمایید.

۳-۳-۲-۱۱ الزامات

برای ماسه‌ای که باید تأیید شود طبق آزمون صدور گواهی اولیه (بند ۱-۲-۲-۱۱ را ببینید) هر یک از سه معیار تأییدیه یعنی D که براساس بند ۲-۳-۲-۱۱، محاسبه و گزارش می‌شود باید کمتر از ۵/۰ درصد باشد. اگر حتی فقط یکی از مقادیر محاسبه شده D ، معادل یا بزرگتر از ۵ درصد باشد ماسه تأیید نخواهد شد.

برای ماسه‌ای که طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰ باید مورد تأیید قرار گیرد در ارتباط با آزمون انطباق سالیانه (۲-۲-۲-۱۱)، مقدار معیار تأییدیه D طبق بند ۲-۳-۲-۱۱ محاسبه و گزارش می‌شود که باید کمتر از ۵/۰

درصد باشد. اگر مقدار D بزرگتر یا مساوی $5/0$ درصد باشد، ماسه موردنظر تأیید نمی‌گردد و آزمون صدور گواهی اولیه باید مجدداً انجام گیرد (بند ۱۱-۲-۲-۱).

۱۱-۲-۴ آزمون بازرسی ماسه

برای نشان دادن استمرار یکنواختی ماسه طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰، تولید کننده ماسه یک آزمون خود کنترلی مستمر را انجام خواهد داد که شامل موارد زیر می‌باشد:

الف - آزمون دانه‌بندی و درصد رطوبت ماسه به صورت روزانه طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴۰
ب - آزمون ماهیانه مطابق بند ۱۱-۲-۵ برای مقایسه ماسه تولیدی و نمونه ماسه اخذ شده تحت نظر مرجع صدور گواهی (بند ۱۱-۲-۲-۱ و ۱-۲-۲-۱).

بدین منظور نمونه‌ها باید توسط تولید کننده در انتهای خط تولید (محل ترخیص) هر روز برای آزمون روزانه و ماهی یکبار برای آزمون ماهیانه اخذ گردد.

تولید کننده ماسه باید الزامات بند ۱-۵-۳ و ۱۱-۲-۵-۳ را کنترل نماید و موارد مربوط به نتایج غیریکنواختی رابه مرجع صدور گواهی اعلام نماید.

تمامی نتایج حاصله باید ثبت و برای حداقل به مدت ۳ سال نگهداری گردد و در هنگام درخواست مرجع صدور گواهی جهت بازرسی ارائه شود.

۱۱-۲-۵ روش آزمون بازرسی ماسه

۱۱-۲-۵-۱ شرح آزمون

۱۰ حفت بهر ملات برای همراه با استفاده از یک نمونه سیمان انتخابی، تحت نظر مرجع صدور گواهی برای انجام آزمون توسط آزمایشگاه تأیید صلاحیت شده (۱۱-۲-۲-۲ ب) آماده می‌گردد. برای یک بهر ملات از نمونه ماسه‌ای که ماهیانه توسط تولید کننده اخذ شده استفاده کنید و بهر ملات دیگر را با ماسه‌ای بسازید که زیر نظر مرجع صدور گواهی یکبار در سال نمونه گیری شده است. به این ترتیب دو بهر ملات مربوط به یک حفت بهر ملات تهیه می‌شود (بند ۱۱-۲-۲-۱ و ۱۱-۲-۲-۲). در هر نوبت تهیه حفت بهر ملات به صورت تصادفی یکی از این ملاتها رادر ابتدا و دیگری را درپی آن بسازید.

آزمونه‌های منشوری را در سن ۲۸ روزه تحت آزمون مقاومت فشاری قرار دهید و نتایج را جداگانه ثبت نمایید.

۱۱-۲-۵-۲ محاسبه و گزارش نتایج

برای هر حفت بهر ملات، نتایج آزمون مقاومت فشاری را طبق بند ۱۰-۲-۱ محاسبه و طبق بند ۱۰-۲-۲ گزارش نمایید. نتایج حاصل از ماسه‌ای که ماهیانه توسط تولید کننده اخذ شده است را با x و نتایج حاصله از ماسه‌ای که یک نوبت در سال تحت نظر مرجع صدور گواهی، نمونه‌گیری شده را با y نشان دهید. ضریب تغییرات هر یک از دو مجموعه نتایج را محاسبه کنید و طبق بند ۱۱-۲-۳-۲ برای ۱۰ حفت بهر ملات عمل نمایید.

معیار تأییدیه D را طبق موارد مشروح در بند ۱۱-۲-۳-۲ محاسبه و گزارش نمایید.

۱۱-۲-۳ الزامات

برای یک مجموعه ۱۲ تایی متوالی ماهیانه، معیار تأییدیه D ، که مطابق بند ۱۱-۲-۵-۲ محاسبه شده نباید بیش از دو نوبت از ۲/۵ درصد تجاوز نماید؛ اگر بیش از دو مقدار D از مجموعه ۱۲ مقدار D بزرگتر از ۲/۵ درصد بود، مرجع صدور گواهی باید مطلع گردد و دلیل مربوطه مشخص و روند آزمون تأییدیه (بند ۱۱-۲-۲-۱) باید انجام پذیرد.

۱۱-۳ آزمون تأییدیه عملکرد ابزارهای تراکمی جایگزین

۱۱-۳-۱ الزامات کلی

هنگامی که آزمون تأییدیه عملکرد ابزارهای تراکمی جایگزین موردنظر است، مرجع صدور گواهی باید مستندات زیر را به کار گیرد:

الف - شرح کامل دستورالعمل تراکم

ب - شرح کامل ابزار تراکم (طراحی و ساخت)

ج - دستورالعمل‌های بهره‌برداری شامل بازرسی‌هایی برای اطمینان از درستی عملکرد

مرجع صدور گواهی باید سه دستگاه موجود تجاری از وسیله تراکمی را برای تأیید انتخاب نماید. سه دستگاه باید با دستگاه ضربه زن مرجع، مطابق با بند ۴-۵ مقایسه شود. این دستگاه‌ها باید در آزمایشگاه مورد تأیید مرجع صدور گواهی قرار داده شده باشند و تحت مسئولیت مرجع صدور گواهی آزمایشگاه مذکور باید مشخصات دستگاه را مطابق با دستورالعمل‌های بیان شده مورد تأیید قرار دهد. هنگامی که مطابقت یکی از دستگاه‌ها با دیگر دستگاه‌ها، مورد تأیید قرار گرفت، آزمایشگاه موردنظر باید سه آزمون مقایسه‌ای مطابق بند ۱۱-۳-۲ با استفاده از هر یک از دستگاه‌ها و سیمان‌های مختلف انجام دهد. برای این منظور باید سه نمونه سیمان از رده‌های مختلف مقاومتی، تحت نظر مرجع صدور گواهی انتخاب گردد.

هنگامی که نتایج هر یک از سه آزمون مقایسه‌ای، نیازهای بند ۱۱-۳-۲-۳ را برآورده کرد، مرجع صدور گواهی ابزار تراکمی جایگزین را تأیید خواهد نمود.

پیرو تأییدیه شرح فنی دستگاه دستورالعمل تراکم باید به ترتیب جایگزین بندهای ۴-۶ و ۷-۲ شود.

یادآوری - شرح فنی دستورالعمل ابزارهای تراکمی جایگزین که تأیید شده‌اند، در پیوست الف این استاندارد وجود دارد.

۱۱-۳-۲ روش آزمون ابزار تراکمی جایگزین

۱۱-۳-۲-۱ دستورالعمل

۲۰ بهر ملات را با استفاده از یک سیمان منتخب (بند ۱۱-۲-۱ را ببینید) و ماسه مرجع آماده کنید. به این ترتیب که هر جفت بهر ملات را بصورت اتفاقی یکی پس از دیگری طبق دستورال استاندارد بدون درنگ تهیه نمایید.

یک مجموعه بهر ملات را با استفاده از یک دستگاه تراکم جایگزین و مجموعه دیگر با استفاده از دستگاه ضربه‌زن تهیه نموده و بقیه مراحل را برای هر دو مجموعه مطابق استاندارد دنبال نمائید. نمونه‌های منشور را برای سن ۲۸ روزه تحت آزمون مقاومت فشاری قرار داده و کلیه نتایج را بصورت جداگانه ثبت کنید.

۱۱-۳-۲-۲ محاسبه و بیان نتایج

برای هر جفت از ملات‌ها نتایج مقاومت فشاری را محاسبه و برای ابزار تراکمی جایگزین آن را با x و برای دستگاه ضربه زن مرجع آن را با y گزارش نمائید (طبق بند ۱۰-۲-۲).

ضریب تغییرات هر یک از دو مجموعه جوابها را محاسبه و دقت کنید که نیازمندیهای قابلیت تکرار کوتاه مدت مندرج در بند (۱۰-۳-۲-۱) رعایت شود. در صورتی که دو مجموعه از نتایج، نیازهای فوق را برآورده نکنند، کلیه نتایج باید حذف و تمام روش آزمون از ابتدا انجام شود.

در صورتی که یک مجموعه از نتایج نیازهای فوق را برآورده نکرد طبق روش زیر عمل نمائید :

۱- میانگین عددی ۲۰ نتیجه را به عنوان $\bar{x}$ یا $\bar{y}$ محاسبه نمائید.

۲- انحراف از استاندارد ۲۰ نتیجه را محاسبه و با "S" نشان دهید.

۳- تفاوت عددی بین هر یک از نتایج و میانگین اعداد بدست آمده را با صرفنظر کردن از علامت جبری آن محاسبه کنید.

۴- هر گاه یکی از این تفاوتها بزرگتر از "۳S" بود، نتیجه مربوطه را حذف و میانگین عددی ۱۹ نتیجه باقی مانده را حساب کنید. هرگاه حداقل دو مورد از این تفاوتها بیشتر از ۳S بود کلیه نتایج حذف و کل آزمون باید مجدداً انجام گیرد. اگر هیچکدام از تفاوتها بزرگتر از ۳S نبود تمامی ۲۰ نتیجه محاسبه می‌شود. معیار تأیید D با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

$$D = 100 \frac{(\bar{x} - \bar{y})}{\bar{y}}$$

که در اینجا :

D : معیار تأیید برحسب درصد

$\bar{x}$: میانگین مقادیر بدست آمده از ابزار تراکم جایگزین برحسب مگاپاسکال

$\bar{y}$: میانگین مقادیر بدست آمده از دستگاه ضربه زن برحسب مگاپاسکال

مقدار بدست آمده D را با تقریب ۰/۱ درصد گزارش نمائید و علامت آن را در نظر نگیرید.

۱۱-۳-۲-۳ الزامات

سه معیار تأیید بدست آمده D باید طبق بند ۱۱-۳-۲-۲ گزارش شود. D برای هر یک از نتایج مربوط به یکی از سه دستگاه تراکمی جایگزین باید کمتر از ۵ درصد باشد. در صورتی که هر یک از مقادیر D مساوی یا بزرگتر از ۵ درصد بود، ابزار تراکم جایگزین نباید مورد تأیید قرار گیرد.

پیوست الف

(الزامی)

ابزار تراکمی لرزشی جایگزین^۱ و دستورالعمل‌های تأیید شده معادل

با ابزار تراکم مرجع (ضربه زن)

الف-۱ کلیات

دستگاه ضربه زن که در بند ۴-۵ شرح داده شده به عنوان دستگاه تراکمی مرجع می‌باشد ولی این استاندارد اجازه می‌دهد از ابزارهای جایگزین که طبق این استاندارد مورد تأیید قرار گرفته‌اند استفاده نمود. به این منظور برنامه آزمون تأییدیه بند ۱۱ دستور استاندارد برای میزهای جایگزین دستورالعمل تراکم آن ارائه شده است. برنامه آزمون تأییدیه با میزهای لرزشی و دستور تراکمی که بصورت انواع A و B در بندهای الف-۱-۱ و الف-۱-۲ مشخص شده‌اند. بنابراین آنها مثالهایی از ابزار تراکمی جایگزین تأیید شده می‌باشند. برطبق بندهای ۱۱-۳-۱، هر شرح فنی (به الف-۱-۱-۱ و الف-۱-۲-۱ نگاه کنید) به عنوان جایگزین تأیید شده بند ۴-۵ و هر دستورالعمل تراکم (به الف-۱-۱-۲ و الف-۱-۲-۲ نگاه کنید) به عنوان جایگزین تأیید شده بند ۷-۲ باید در نظر گرفته شود.

الف-۱-۱ میز لرزان نوع الف

الف-۱-۱-۱ شرح فنی

ممکن است میز لرزان نوع الف به عنوان ابزار تراکمی جایگزین استفاده شود، که دارای مشخصات زیر باشد :

۱- روش عملکرد : لرزنده الکترومغناطیسی با حرکت لرزاننده سینوسی اسمی

۲- منبع تغذیه الکتریکی :

۱-۲- ولتاژ : ۲۴۰ / ۲۳۰ ولت

۲-۲- تعداد فاز : تک فاز

۲-۳- شدت جریان : تقریباً ۶/۳ آمپر

۲-۴- توان : ۵۰ هرتز اسمی

۳- جرم لرزنده (شامل قالب خالی ، قیف و گیره ولی بدون لرزنده) : 35 ± 0.25 کیلوگرم

۴- دامنه نوسان عمودی : 0.75 ± 0.05 میلی متر

این دامنه نوسان در مرکز دیواره‌های جدا کننده و گوشه خارجی قالب خالی اندازه‌گیری می‌شود.

یادآوری ۱- میز لرزان فقط برای ایجاد نوسان عمودی تک محور طراحی شده است. دامنه عمودی نوسان بطور پیوسته نشان داده می‌شود.

یادآوری ۲- شتاب اندازه‌گیری شده در مرکز دیواره‌های جدا کننده و گوشه بیرونی، قالب خالی، می‌تواند یک ویژگی جایگزین برای تشریح عمل میز لرزان باشد. مقدار شتاب (26 ± 3) متر بر مجذور ثانیه متناظر با مقدار مشخص شده در بند الف-۱-۱-۴ می‌باشد.

۵- تواتر طبیعی جرم لرزان : $53 \pm 0 / 25$ هرتز.

۶- صفحه لرزان: سطح این صفحه باید ماشین‌کاری شده باشد و ابعاد آن حداقل 400×300 میلی متر بوده و شامل :
الف) یک صفحه تک لایه سخت از جنس فولاد ضدزنگ با تکیه گاه دندانه‌ای (شیاردار) یا
ب) یک صفحه دو لایه‌ای فلزی سخت (حداقل به ضخامت ۲۰ میلی متر) ، که لایه بالایی از جنس فولاد ضدزنگ به ضخامت حداقل ۲ میلی متر است که به لایه زیرین بصورت دائمی توسط یک اتصال اصطکاکی و قفل بست مناسب وصل می‌باشد.

یادآوری ۱- توصیه می‌شود مرکز ثقل جرم لرزان (شامل گیره‌ها، اما بدون قالب خالی و قیف) روی سطح کاری صفحه لرزان در محل تقاطع دو محور قائمه متعامد علامت گذاری شود.

۷- چنگک‌های قابل تنظیم (محکم کننده): سه چنگک قابل تنظیم تثبیت کننده که اجازه می‌دهد قالب پر شده روی صفحه لرزان و در مرکز ثقل آن که علامتگذاری شده منطبق قرار گیرد.

۸- گیره قالبها : برای اتصال قالبها با ابعاد $40 \times 40 \times 160$ میلی متر و قیف آن تعبیه شده است.

۹- جرم میز لرزان ، بیشتر از ۱۰۰ کیلوگرم

یادآوری ۲- در مواقعی که میز لرزننده در داخل قفسه و یا کابینت آزمایشگاه تعبیه شده باشد، توصیه می‌شود موتور الکترومغناطیسی لرزننده بر روی یک فونداسیون بتنی با جرم بیشتر از ۲۰۰ کیلوگرم مستقر و نصب شده باشد. در ضمن باید از مواد عایق لرزش نیز به منظور جلوگیری از انتقال ارتعاش به سایر دستگاهها در زیر این شالوده بتنی استفاده شود.

۱۰- پایه‌های ضد لرزش : فنرهای لاستیکی بین صفحه لرزننده و قاب پایه با مشخصات زیر قرار داده می‌شود.

۱-۱۰- سختی : ۴۵

۲-۱۰- میزان مقاومت فنر : ۱۴۵ مگاپاسکال

۳-۱۰- ابعاد : قطر ۵۰ میلی متر ، ارتفاع ۴۵ میلی متر

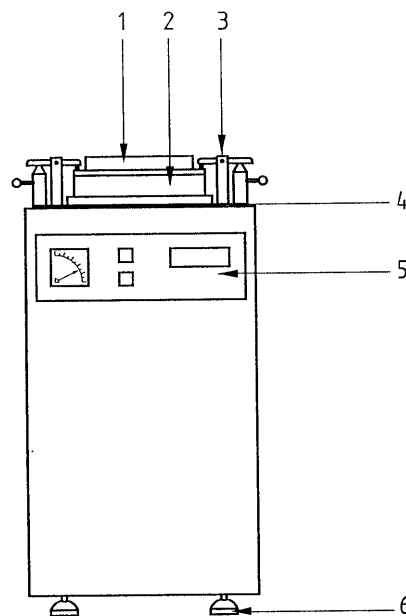
۱۱- تراز کردن میز لرزان : به کمک پیچهای تنظیم کننده (شکل الف-۱) را ببینید) که به سطح پایینی میز متصل شده طوری میز را تنظیم کنید که انحراف سطح کار صفحه لرزان سطح افق در طول ۱ متر بیش از یک میلی متر نباشد.

۱۲- زمان سنج خودکار : زمان سنج با قابلیت تنظیم در ۱۲۰ ثانیه و عملکرد زمانی با دقت ± 1 ثانیه

الف-۱-۲ روش کار تراکم با میز لرزان الف

بی درنگ بعد از تهیه ملات ، نمونه‌ها را قالب گیری کنید. قالب همراه با قیف را روی میز لرزان محکم ببندید. زمان سنج را روی ۱۲۰ ثانیه تنظیم کرده و دستگاه را روشن نمایید. قالب را در دو لایه ملات حداکثر در مدت ۴۵ ثانیه بصورت زیر پر کنید :

از یک انتها به طرف دیگر قالب ، اولین لایه ملات را با استفاده از یک سرتاس مناسب در حدود ۱۵ ثانیه بداخل مجموعه قالب ریخته بطوریکه تقریباً نیمی از حجم قالب پر شود.



شکل الف-۱- نمای از روبرو میز لرزان نوع الف

راهنمای شکل :

- ۱- قیف
- ۲- قالب
- ۳- گیره
- ۴- صفحه لرزان
- ۵- تابلوی کنترل با نشان دهنده تنظیم دامنه زمان
- سنج و کلید برق اصلی
- ۶- پیچهای تنظیم

بعد از یک فاصله زمانی ۱۵ ثانیه‌ای دومین لایه ملات را در مدت ۱۵ ثانیه دیگر بر روی لایه اول دوباره از یک طرف شروع و به طرف دیگر درست در جهتی که اولین لایه را ریخته‌اید به داخل قالب بریزید. از همه ملات استفاده نمایید. هنگامی که لرزنده بعد از زمان 120 ± 1 ثانیه متوقف شد قالب را به آرامی از روی میز برداشته و قیف را از آن جدا نمایید. سپس برای علامتگذاری قالبها موارد مندرج در بند ۷-۲ دنبال کنید.

الف-۱-۲ میز لرزان نوع ب

الف-۱-۲-۱ شرح فنی

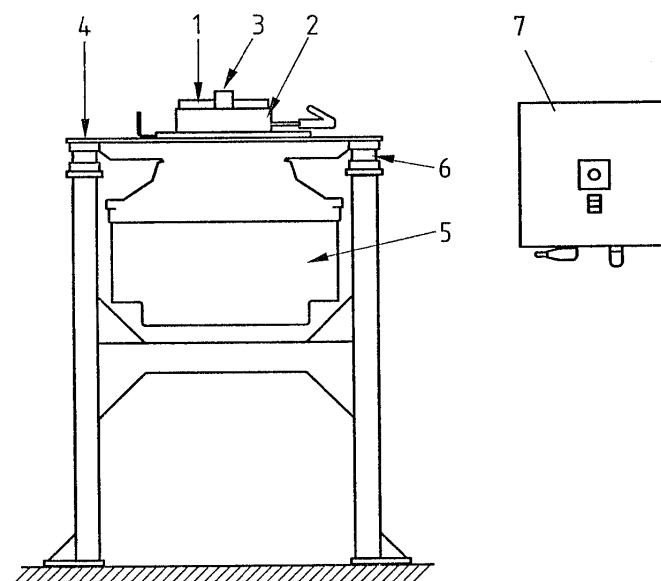
- میز لرزان نوع ب که ممکن است جایگزین دستگاه ضربه زن شود دارای مشخصات زیر می باشد :
- ۱- روش عملکرد : لرزنده الکترومغناطیسی با یک لرزشی سینوسی اسمی
 - ۲- منبع تغذیه الکتریکی : ولتاژ : ۲۴۰ / ۲۳۰ ولت
تعداد فاز : تک فاز
شدت جریان : حدود ۶/۳ آمپر
تواتر : اسمی ۵۰ هرتز
 - ۳- جرم لرزنده : (شامل قالب خالی و قیف) : 43 ± 2 کیلوگرم
 - ۴- شتاب عمودی : $(4/5 \pm 0/25)$ شتاب ثقل که در مرکز مجموعه قالب و در کف آن اندازه گیری می شود.

یادآوری ۱- در هر جهت افقی حداکثر مقدار شتاب $0/5$ ، شتاب ثقل می باشد.

- ۵- تواتر طبیعی جرم لرزنده $(55/5 \pm 0/25)$ هرتز
- ۶- صفحه لرزان : صفحه با سطح ماشین کاری شده و ابعاد اسمی حداقل 630×250 میلی متر که شامل موارد زیر می باشد :
الف - تک لایه سفت از جنس فولاد نرم با ضخامت 13 ± 2 میلی متر
ب - تکیه گاه دنده ای (شیاردار) و صفحه متحرک
- ۷- گیره برای قالبها : گیره های نوسانی چرخان مناسب برای قالبهای منشوری به ابعاد $40 \times 40 \times 16$ میلی متر شامل قیف مستقر بر روی آن .
- ۸- تراز کردن میز لرزان : میز و بیره باید بطور دائم بر روی کف ثابت شده و طوری تنظیم شود که انحراف سطح کاری صفحه لرزان از افق بیشتر از ۱ میلی متر در متر نداشته باشد.
- ۹- زمان سنج خودکار : زمان سنج با قابلیت تنظیم در ۱۲۰ ثانیه و دقت کارکرد ± 1 ثانیه

الف-۱-۲-۲ روش کار تراکم ، میز لرزان نوع ب

میز لرزان را بصورت افقی تنظیم و آن را تمیز کنید. مجموعه قالب را طبق بند ۴-۴ آماده نمایید ، مطمئن شوید سطح زیرین کف قالب صاف و تمیز باشد. قالب را به همراه قیف به میز لرزان با گیره متصل و محکم ببندید، زمان سنج را در 120 ± 1 ثانیه تنظیم و دستگاه را روشن کنید و بقیه عملیات به مانند بند الف-۱-۲-۲ میز لرزان نوع الف ادامه دهید.



شکل الف-۲- نمای از روبرو میز لرزان نوع ب

راهنمای شکل :

۱- قیف	۵- لرزاننده گر الکترومغناطیسی
۲- قالب	۶- پایه های ضد ارتعاش
۳- گیره پیچی دندانه ای	۷- تابلوی کنترل
۴- صفحه لرزان	

یادآوری - دستورالعمل جایگزین پیشنهادی برای میز لرزان نوع ب ، پرکردن قالب ها مطابق با روش کار با دستگاه ضربه زن می باشد.

در این روش با استفاده از یک سرتاس مناسب حدود نصف ظرفیت هر یک از قالبها را پر کنید. دستگاه را روشن کنید ، اولین لایه ملات را متراکم و لرزش را برای مدت 1 ± 60 ثانیه ادامه داده و سپس میز لرزاننده را خاموش کنید. دومین لایه ملات را بدخل هر یک از قالبها ریخته و باید ملات اضافی در سطح وجود داشته باشد، میز لرزان را روشن نموده و دومین لایه را نیز متراکم کرده و اجازه دهید دستگاه به مدت 1 ± 60 ثانیه کار کرده و سپس دستگاه را خاموش نمایید.