



جمهوری اسلامی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

شماره استاندارد ایران

6976_



کاشتنی های جراحی - سیمانهای رزین اکریلیک
ویژگیها و روشهای آزمون

چاپ اول

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) میباشد. تدوین استاندارد در رشته های مختلف توسط کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت میگیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت

مطلوبیت ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمانهای دولتی باشد. پیش نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال میشود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمانهای علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره ((۵)) تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل میگردد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد میباشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی استفاده می نماید.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون به منظور حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آنها اجباری نماید.

همچنین بمنظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی کنندگان سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و کالیبره کنندگان وسایل

سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می نماید. ترویج سیستم بین المللی یکاها ، کالیبراسیون وسایل سنجش تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می باشد.

کمیسیون استاندارد «کاشتنی های جراحی - سیمان های رزین اکریلیک» ویژگیها و روشهای آزمون

رئیس	نماینده
ضیائی موید، علی اکبر (دکترای مهندسی مواد)	دانشگاه صنعتی شریف
اعضاء	
درّی، ماهرخ (فوق لیسانس مهندسی پزشکی)	دانشگاه صنعتی امیر کبیر
رفیعی نیا، محمد (فوق لیسانس مهندسی پزشکی)	دانشگاه صنعتی امیر کبیر
زمانیان، علی (فوق لیسانس مهندسی پزشکی)	پژوهشگاه مواد و انرژی
مضطرزاده، فتح الله (دکترای مهندسی مواد)	پژوهشگاه مواد و انرژی
دبیران	
حق بین نظریاک، معصومه (فوق لیسانس مهندسی پزشکی)	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
سلامتی، بیژن (لیسانس فیزیوتراپی)	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مقدمه

سیمان رزین اکریلیک يك سیستم مایع - پودر می باشد که امروزه به منظور تثبیت پروتزهای ارتوپدی و ترمیم نقایص استخوانی به کار می رود.

به دلیل اهمیت بالایی این سیمانها در جراحیهای مهم نظیر جایگذاری کامل استخوان ران، این سیمانها باید دارای خواص گیرش معین و نیز خواص فیزیکی مناسبی باشند.

آزمونهای تعیین زمان گیرش و زمان خمیری شدن به منظور اطمینان از مناسب بودن سیمانها و جایگذاری در زمان مناسب حین فرآیند جراحی می باشد و تأیید می کند سیمان زودتر یا دیرتر از زمان مورد نظر گیرش نمی یابد. آزمون تعیین دمای بیثینه به جهت اطمینان از عدم افزایش دمای سیمان حین گیرش می باشد زیرا ممکن است در اثر افزایش بیش از حد دما بافت بیمار دچار تخریب شود.

تعیین ویسکوزیته ماده به منظور اطمینان از جاری شدن در شکافهای استخوانی و اطراف پروتز می باشد که سبب قفل شدن مکانیکی سیمانها حین گیرش می گردد.

آزمون تعیین استحکام خمشی به منظور تضمین استحکام کافی ماده در کاربردهای کلینیکی می باشد. در نهایت اگر در سیمانها توزیع اندازه ذرات پودر، نسبت مایع به پودر، ترکیب شیمیایی پودر و مایع، مقدار

کاتالیست و توزیع آن حین فرآیند تولید به خوبی تعیین گردد، زمان گیرش، زمان خمیری شدن، دمای بیشینه و سایر خواص سیمانها در حد استاندارد خواهد بود.

فهرست مندرجات

صفحه

پیشگفتار	ب				
مقدمه	پ				
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱				
۲ مراجع الزامی	۱				
۳ اصطلاحات و تعاریف	۲				
۴ ویژگیها	۳				
۵ بسته‌بندی	۶				
۶ نشانه گذاری	۷				
۷ مدارك همراه	۸				
پیوست الف	۱۰				
پیوست ب	۱۲				
پیوست پ	۱۵				
پیوست ت	۲۱				
پیوست ث	۲۴				
پیوست ج	۳۰				
		۵	۴	۳	۲
		۵	۴	۳	۲
		۵	۴	۳	۲
		۵	۴	۳	۲
				ب	الف
				ب	الف
				ب	الف
		۶۰ϕ	۹۰	۱۰۰	۷۶ϕ
		۱۰۰	۵۹ϕ	۴۰ϕ	۴۰±۱ϕ/۱۰۵

پیش گفتار

استاندارد «کاشتتهای جراحی - سیمان رزین اکریلیکی - ویژگیها و روشهای آزمون» که توسط کمیسیون های مربوط تهیه و تدوین شده و در شصت و سومین جلسه کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۸۲/۸/۲۱ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ بعنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استاندارد های ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر گونه پیشنهادی که برای اصلاح یا

تکمیل این استاندارد ها ارائه شود ، در هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابر این برای مراجعه به استاندارد های ایران باید همواره از آخرین تجدید نظر 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 استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود .

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

۱- بررسی نتایج آزمایشگاهی دانشکده مهندسی و علم مواد دانشگاه صنعتی شریف سال ۱۳۷۳ توسط آقای دکتر علی اکبر ضیایی مؤید

2- ISO 5833:2002, *Implants for surgery-Acrylic resin cements*

3- ASTM F451-95 : *Standard Specification for Acrylic Bone Cement*

کاشتنی های جراحی^۱ - سیمان های رزین اکریلیک - ویژگیها و روشهای آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین ویژگیهای فیزیکی، مکانیکی، بسته بندی و نشانه گذاری سیمانهای رزین پلیمریزه شده کدر به اشعه^۲ و شفاف به اشعه^۳ بر پایه پلی استرهای اسید متاکریلیک می باشد. یادآوری ۱- این سیمانها به دو صورت رفیق قابل استفاده با سرنگ یا به شکل خمیری مورد استفاده قرار می گیرند.

یادآوری ۲- این سیمانها از واحدهایی شامل مقادیر اندازه گیری شده پودر سترون و مایع سترون به شکلهای مناسب جهت مخلوط کردن در زمان کارگذاری کاشتنی تشکیل شده اند و به منظور تثبیت پروتزهای ارتوپدی و ترمیم نقایص استخوانی مورد استفاده قرار می گیرند.

یادآوری ۳- بررسی مطابقت کلیه الزامات و انجام کلیه آزمونها باید بر روی محصول نهایی سترون شده باشند.

یادآوری ۴- این استاندارد در برگیرنده نکات فنی در رابطه با سیمان بوده و خطرات ناشی از استفاده سیمان روی بیمار و یا کاربر را شامل نمی شود.

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 می شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و/ یا تجدید نظر، اصلاحیه ها و تجدید نظر های بعدی این مدارک مورد نظر نیست . معهذاً بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد ، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها و تجدید نظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و/ یا تجدید نظر، آخرین چاپ و/ یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است .

1- *Implants for surgery*

2- *Radio Opaque*

3- *Non-Radio Opaque*

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است :

۱-۲ استاندارد ملی ایران ۳۰۰۱ سال ۱۳۷۷: سترونی وسایل پزشکی – آزمونهایی سترونی - قسمت اول روش کشت مستقیم.

۲-۲ استاندارد ملی ایران ۳۰۰۱ سال ۱۳۷۷: سترونی وسایل پزشکی – آزمونهایی سترونی - قسمت دوم روش صافی غشایی.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و/ یا واژه ها با تعاریف زیر به کار می روند :

۱-۳ واحد سیمان

منظور از یک واحد سیمان یک بسته پودر سترون شده (با مقدار معین) و یک بسته مایع سترون شده (با مقدار معین) می باشد.

یادآوری - برای سیمانهایی که عامل کدر به اشعه آنها جداگانه می باشد، واحد سیمان شامل بسته پودر کدر به اشعه با مقدار معین نیز می باشد.

۲-۳ مدت زمان خمیری ماندن^۱

زمان پس از شروع مخلوط کردن است که پس از آن دیگر مخلوط به پروب استاندارد^۲ (بعنوان مثال سطح دستکش لاتکس بدون پودر) نمی چسبد.

۳-۳ دمایی پیشینه

بیشترین دمایی مخلوط است که حین گیرش سیمان در قالب حاصل می شود.

۴-۳ زمان سفت شدن (گیرش)^۳

زمان پس از شروع مخلوط کردن است که در آن دمایی جرم سفت شده برابر میانگین دمایی محیط و دمایی پیشینه می باشد.

۵-۳ فروروندگی^۴

فاصله جاری شدن مخلوط تحت بار معین به داخل قالب می باشد.

۴ ویژگیها

۱-۴ ویژگیهای مایع

۱-۱-۴ وضعیت ظاهری

هنگام مشاهده با دید طبیعی یا دید اصلاح شده، مایع باید عاری از هرگونه ذرات خارجی یا آلودگی باشد.

۲-۱-۴ پایداری

1- Doughing time
2- Standard probe
3- Setting time
4- Intrusion

زمان جاري شدن نمونه هاي مایع طبق روش آزمون مندرج در پیوست الف این استاندارد نباید بیش از ۱۰ درصد افزایش یابد.

۳-۱-۴ سترون بودن

مایع باید پس از آزمون طبق استاندارد ملي ایران به شماره ۳۰۰۱ سال ۱۳۷۷ قسمت هاي اول و دوم سترون باشد.

۴-۱-۴ میزان دقت محتویات

حجم مایع بر روي حداقل پنج واحد با دقت $\pm 0/1$ ميلي لیتر، باید مطابق مقدار گزارش شده روي بسته با رواداري ۵ درصد (طبق بند ۲-۱-۶) باشد.

۲-۴ ویژگیهاي پودر

۱-۲-۴ کلیات

پودر شامل ذرات پلیمری، شروع کننده ها^۱ و در صورت لزوم، عامل کدر به اشعه مي باشد. در بعضي موارد عامل کدر به اشعه بصورت جداگانه عرضه مي گردد.

۲-۲-۴ وضعیت ظاهري

هنگام مشاهده با دید طبیعی یا دید اصلاح شده، پودر باید عاري از هر گونه اجسام خارجي یا کلوخه^۲ باشد.

۳-۲-۴ سترون بودن

پودر باید پس از آزمون طبق استاندارد ملي ایران ۳۰۰۱ سال ۱۳۷۷ قسمت هاي اول و دوم سترون باشد.

۴-۲-۴ میزان دقت محتویات

جرم پودر بر روي حداقل پنج واحد با دقت $\pm 0/1$ گرم باید مطابق مقدار گزارش شده روي بسته با رواداري ۵ درصد (طبق بند ۲-۱-۶) باشد.

اجزاء سیمان مادامي که تغییرات جرم و حجم نداشته باشند و سایر ویژگیهاي ذکر شده در بندهاي ۱-۴ و ۲-۴ را دارا باشند، مي توانند براي سایر آزمونهاي مندرج در این استاندارد بکار روند.

۳-۴ ویژگی مخلوط پودر و مایع

۱-۳-۴ مخلوط پودر و مایع به منظور استفاده در سرنگ

وقتي که خواص آماده سازي و خواص سیمان سفت شده بوسیله روشهایی که در جدولهاي شماره ۱ و ۲ ارائه شده است تعیین مي گردد، نتایج باید با مقادیر ارائه شده در جدول هاي شماره ۱ و ۲ مطابقت داشته باشد.

۲-۳-۴ مخلوط پودر و مایع به منظور استفاده در حالت خميري

۱-۲-۳-۴ خواص گیرش (ویژگیها و روشهاي آزمون)

وقتي خواص گيرش و خواص سيمان گيرش يافته طبق روشهاي مندرج در پيوستهاي ب، پ، ت، ث و ج اين استاندارد تعيين مي گردد، نتايج بايد با مقادير ارائه شده در جدولهاي شماره ۱ و ۲ مطابقت داشته باشد.

۴-۲-۳-۴ فروروندي

ميانگين فروروندي حداقل يك نمونه طبق پيوست ت اين استاندارد نبايد کمتر از ۲ ميلي متر باشد.

۴-۴ ويژگيهاي سيمان گيرش يافته و پليمريزه شده

ويژگيها و روشهاي آزمون سيمان گيرش يافته و پليمريزه شده بايد مطابق با جدول شماره ۲ باشد.

جدول ۱- ويژگيها و روشهاي آزمون خواص گيرش مخلوط پودر - مایع

مخلوط	زمان خميري شدن		زمان گيرش		بيشترين دما	
	ميانگين (دقيقه)	حداكثر انحراف از ميانگين (دقيقه)	روش آزمون	ميانگين (دقيقه)	روش	حداكثر انحراف از ميانگين (°C)
کاربرد در سرنگ (بند ۳-۴-۱)	-	-	طبق پيوست پ	۶/۵ تا ۱۵	روش آزمون	۹۰ ±۵
کاربرد در حالت خميري (بند ۳-۴-۲)	≤ ۵	۱/۵	طبق پيوست ب	۳ تا ۱۵	روش آزمون	۹۰ ±۵

جدول ۲- ويژگيها و روشهاي آزمون براي سيمان گيرش يافته و پليمريزه شده

ميانگين استحکام فشاري		مدول خمشي		استحکام خمشي	
روش آزمون	MPa	روش آزمون	MPa	روش آزمون	MPa
طبق پيوست ث	≥ ۷۰	طبق پيوست ج	≥ ۱۸۰۰	طبق پيوست ج	≥ ۵۰

۵ بسته بندي

هر جزء سيمان بايد با يك روش مناسب بطور جداگانه بسته بندي و سترون گردد. مواد بسته بايد عاري از هر گونه آلودگي بوده و اجازه آلودگي به محتويات را ندهد. بسته بندي بايد از آسيب يا نشست محتويات در طي حمل و نقل و يا انبار کردن جلوگیری نماید و به گونه اي طراحي گردد که به راحتی باز شده و امکان دسترسي بدون آلودگي به محتويات را فراهم نماید.

۱-۵ بسته بندي اوليه

مایع بايد قبل از قرار گيري در محفظه سترون به وسيله اولترافيلتراسيون سترون گردد، هر جزء سيمان بايد در يك پوشش دولايه درزگيري شده و بسته بندي گردد.

۲-۵ بسته بندی ثانویه

اجزاء يك واحد سيمان بايد در يك بسته شامل مدارك همراه بر طبق بند ۶ دوباره بسته بندي گرديده و آگاهيهاي ارائه شده بايد طبق بند ۱-۶ باشد.

هر جزء سيمان بايد در يك پوشش دولايه درزگيري شده بسته بندي و سترون گردد و سپس در يك بسته ثانويه كه شامل مدارك همراه باشد بسته بندي گردد.

۳-۵ هنگامي كه دو واحد سيمان در يك بسته عرضه مي شود شرايط بايد طبق بند ۱-۵ باشد.

۶ نشانه گذاري

۱-۶ واحد بسته بندي شده

روي هر واحد بسته بندي شده بايد آگاهيهاي زير درج شده باشد:

- ۱-۱-۶ ارجاع به اين استاندارد ملي
- ۲-۱-۶ توصيف محتويات شامل جرم پودر و جرم يا حجم مايع و نامهاي عمومي آنها
- ۳-۱-۶ نام و نشاني توليد كننده و توزيع كننده (اگر توليد كننده و توزيع كننده متفاوت باشند).
- ۴-۱-۶ ذكر جمله هشدار دهنده «بسته محتوي مايع قابل اشتعال مي باشد».
- ۵-۱-۶ درج عبارت «محتويات بسته سترون مي باشند» و هشداري مبني بر عدم استفاده از بسته آسيب ديده يا باز شده.
- ۶-۱-۶ درج عبارت «بسته در دماي زير ۲۵ درجه سليسيوس و دور از نور شديد نگهداري شود».
- ۷-۱-۶ شماره سري ساخت يا سريال اجزاء مايع و پودر.
- ۸-۱-۶ تاريخ توليد به سال و ماه
- ۹-۱-۶ تاريخ انقضاء يا سپري شدن قابليت مصرف به سال و ماه

۷ مدارك همراه

حداقل آگاهيهاي زير بايد طبق بند ۵ در مدارك همراه ذكر گردد

- ۱-۷ دستورالعمل هاي بكارگيري اجزاء و آماده سازي سيمان جهت استفاده، شامل جزئيات تجهيزات مورد نياز و دستورالعمل مخلوط كردن تمام محتويات اجزاء بسته بندي سيمان. اين دستورالعملها بايد بر اهميت حداقل هواي محبوس شده تاكيد نمايند.
- ۲-۷ دستورالعملها و توصيه هايي براي كاربرد سيمان، شامل احتياطاتي ضروري و توجه به تاريخ انقضاء قابليت مصرف درج شده روي بسته.
- ۳-۷ عبارتي كه توجه شخص را به خواص سمّي، خطرناك و حساسيت هنگام دست زدن حين استفاده از اجزاء سيمان جلب كند.
- ۴-۷ عبارتي كه بيان نمايد دماي بالاي اجزاء يا محيط اطراف سبب کاهش زمان خميري شدن، كار كردن و سفت شدن سيمان مي شود و بالعكس دماي پايين اجزاء يا محيط اطراف سبب افزايش زمان خميري شدن، كار كردن و سفت شدن سيمان مي شود.
- ۵-۷ استفاده سيمان با سرنگ يا در حالت خميري مشخص شده باشد.
- ۶-۷ نسبت اجزاء مايع و پودر بر حسب درصد جزء وزني يا جزء حجمي.
- ۷-۷ هشدار درباره عدم سترون سازي مجدد اجزاء پودر و مايع.

۸-۷ ذکر عبارت «يك بسته باز شده باید کاملاً مصرف شده یا معدوم گردد و باقیمانده مجدداً مورد استفاده قرار نگیرد».

یادآوری - ارائه نمودار تاثیر دما روی طول فازهای گیرش سیمان از روی داده های آزمایشگاهی نوع مشخص سیمان توصیه می گردد.

پیوست الف

روش تعیین میزان پایداری مایع (الزامی)

الف-۱ روش آزمون

افزایش زمان جاری شدن مایع، بعد از کهنگی^۱ تشدید شده به وسیله اعمال حرارت تعیین می گردد دو واحد مایع سیمان مورد آزمون قرار می گیرند.

الف-۲ وسایل لازم

الف-۲-۱ ویسکومتر لوله ای U شکل شیشه ای تمیز.

الف-۲-۲ زمان سنج با دقت ± 0.1 ثانیه

الف-۲-۳ وسایل جهت گرمایش نمونه های آزمون

الف-۳ شرایط محیط آزمون

حداقل يك ساعت قبل از شروع آزمون ویسکومتر و نمونه های آزمون را در دمایی (23 ± 1) درجه سلیسیوس نگهداری کنید و اندازه گیری ویسکوزیته را در همین دما انجام دهید.

الف-۴ روش اجرای آزمون

الف-۴-۱ ویسکومتر را از مایع پر کنید.

الف-۴-۲ زمان جاری شدن برای افت سطح هلالی مایع تا رسیدن به حالت تعادل (زمان t_a) را ثبت کنید.

الف-۴-۳ مقدار مشخصی از جزء مایع را در دمایی (60 ± 2) درجه سلیسیوس به مدت (48 ± 2) ساعت در يك محفظه تاریک در بسته گرم کرده و سپس اجازه دهید به دمایی (23 ± 1) درجه سلیسیوس برسد و بمدت حداقل يك ساعت در این دما نگهداری کنید.

الف-۴-۴ مراحل بندهای الف-۴-۱ و الف-۴-۲ را تکرار و زمان جاری شدن (زمان t_b) را ثبت کنید.

الف-۴-۵ مراحل بندهای الف-۴-۱ تا الف-۴-۲ را برای جزء مایع واحد دوم سیمان تکرار کنید.

الف-۵ بیان نتایج و گزارش آزمون

الف-۵-۱ (Δt) درصد تغییرات زمان جاری شدن هر واحد سیمان با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\Delta t = \frac{t_b - t_a}{t_a} \times 100\%$$

الف-۵-۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد :

الف-۵-۲-۱ ارجاع به این استاندارد ملی

الف-۵-۲-۲ مشخصه مایع (شامل شماره سری ساخت و یا شماره سریال)

الف-۵-۲-۳ زمانهای جاری شدن قبل و بعد از کهنگی

الف-۵-۲-۴ درصد تغییرات زمان جاری شدن برای هر واحد سیمان

پیوست ب

روش تعیین مدت زمان خمیری ماندن مخلوط پودر - مایع سیمان

به منظور استفاده در حالت خمیری

(الزامی)

ب-۱ روش آزمون

اجزاء سیمان را مخلوط کرده و زمان مخلوط کردن را تا زمانی که مخلوط به طور کامل از انگشت دستکش جدا شود ثبت کنید . دو یا چهار واحد سیمان مورد آزمون قرار می‌گیرند.

ب-۲ وسایل لازم

ب-۲-۱ زمان سنج با دقت ± 1 ثانیه

ب-۲-۲ دستکش جراحی لاتکس بدون پودر

ب-۲-۳ وسیله ای جهت مخلوط کردن سیمان مطابق توصیه تولید کننده

ب-۳ شرایط محیط آزمون

دستگاه مخلوط کن و محتویات واحدهای سیمان را حداقل به مدت دو ساعت قبل از شروع آزمون در دمای (1 ± 23) درجه سلیسیوس و رطوبت نسبی^۱ حداقل ۴۰ درصد نگهداری کنید. آزمون را در دمای (1 ± 23) درجه سلیسیوس و رطوبت نسبی حداقل ۴۰ درصد انجام دهید.

ب-۴ روش اجرای آزمون

ب-۴-۱ تمام اجزاء یک واحد سیمان را طبق دستورالعمل تولید کننده مخلوط کنید. زمان سنج را همزمان با اضافه کردن مایع به پودر به کار اندازید.

ب-۴-۲ بعد از حدود يك دقیقه به آرامي سطح مخلوط را با انگشت دستکش بدون پودر (دستکش جراحی لاتکس خشک) لمس کنید. اگر با بلند کردن انگشت از سطح سیمان، الیافی بین سیمان و دستکش مشاهده شد، دستکش را از تمام مواد چسبیده پاک نمایید.

ب-۴-۳ فرآیند تماس انگشت با سیمان را هر ۱۵ ثانیه یکبار تکرار کنید و سیمان را به آرامي طوري مخلوط کنید که هر بار با سطح جدیدی از سیمان در تماس باشد تا اینکه انگشت دستکش کاملاً از سیمان جدا شود.

زمانی که برای اولین بار انگشت از سطح سیمان جدا می شود را به عنوان مدت زمان خمیري مانند مخلوط ثبت کنید.

ب-۴-۴ مراحل بندهای ب-۴-۱ تا ب-۴-۳ را برای واحد دوم سیمان تکرار کنید.

ب-۴-۵ اگر دو مدت زمان خمیري مانند بیش از ۳۰ ثانیه اختلاف داشته باشند، مراحل بندهای ب-۴-۱ تا ب-۴-۳ را برای دو واحد دیگر سیمان تکرار کنید.

ب-۵ بیان نتایج و گزارش آزمون

ب-۵-۱ میانگین مدت زمان خمیري مانند دو یا چهار عدد بدست آمده را محاسبه کنید. نتیجه را با تقریب ۱۵ ثانیه گرد کرده، این عدد را به عنوان میانگین مدت زمان خمیري مانند ثبت کنید.

ب-۵-۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

ب-۵-۲-۱ ارجاع به این استاندارد ملی

ب-۵-۲-۲ مشخصات سیمان (شامل شماره سری ساخت و/ یا شماره سریال)

ب-۵-۲-۳ میانگین مدت زمان خمیري مانند

ب-۵-۲-۴ کمینه و بیشینه مدت زمان خمیري مانند

پیوست پ

روش تعیین دمای بیشینه و زمان سفت شدن مخلوط پودر و مایع

(الزامی)

پ-۱ روش آزمون

بیشترین دمای بدست آمده از توده در واکنش گرمایی که هنگام اختلاط جزء پودر و مایع ایجاد می شود را اندازه گیری و ثبت کنید. دو یا چهار واحد سیمان مورد آزمون قرار می گیرند.

پ-۲ وسایل لازم

- پ-۲-۱ قالب و پیستون^۱ با ابعادی مطابق شکل پ-۱ که از جنس پلی تترافلور و اتیلن، پلی اتیلن ترفتالات، پلی اکسی متیلن یا پلی اتیلن با دانسیته بالا می باشند و با سیم ترموکوپلی با قطر تقریبی ۰/۵ میلیمتر مجهز شده و نوک سیم ترموکوپل در (۳/۵ ± ۰) میلی متر بالایی سطح داخلی قاعده قالب قرار می گیرد.
- پ-۲-۲ وسیله ای که قادر به تبدیل سیگنال خروجی ترموکوپل به عدد و ثبت مداوم دما باشد. ترموکوپل و وسیله مبدل باید دقتی معادل ۰/۵ ± ۰ درجه سلیسیوس داشته باشند.
- پ-۲-۳ گیره C شکل یا هر وسیله دیگری جهت محکم قرار دادن قالب و پیستون در کنار یکدیگر.
- پ-۲-۴ زمان سنج با دقتی معادل ۰/۱ ± ثانیه.
- پ-۲-۵ وسیله ای برای مخلوط کردن سیمان مطابق توصیه تولید کننده.

پ-۳ شرایط محیطی آزمون

تجهیزات آزمون و مخلوط کن و محتویات واحد سیمان را حداقل دو ساعت قبل از شروع آزمون در دمای (۲۳ ± ۱) درجه سلیسیوس و رطوبت نسبی حداقل ۴۰ درصد نگهداری کنید. آزمون را در دمای (۲۳ ± ۱) درجه سلیسیوس و رطوبت نسبی حداقل ۴۰ درصد انجام دهید.

پ-۴ روش اجرای آزمون

- پ-۴-۱ دمای محیط داخل قالب را با ترموکوپل داخل قالب ثبت کنید.
- پ-۴-۲ تمام اجزاء یک واحد سیمان را طبق دستورالعمل تولید کننده مخلوط کنید.
- پ-۴-۳ زمان سنج را به محض تماس پودر و مایع بکار اندازید.
- پ-۴-۴ بلافاصله پس از مخلوط کردن، مقدار تقریبی ۲۵ گرم سیمان را به داخل قالب بریزید. پیستون و قالب را با گیره C شکل کنار هم قرار دهید تا حجم ثابت گردد.
- می توان صفحه پلیمر تقویت کننده را زیر قالب قرار داد تا از پیچیده شدن قالب در طی پلیمریزاسیون و انبساط سیمان جلوگیری شود. سیمان های خارج شده از قالب را پاک کنید.
- پ-۴-۵ اندازه گیری دما را تا کمی بعد از شروع کاهش دما ادامه دهید.
- پ-۴-۶ بندهای پ-۴-۲ تا پ-۴-۵ را برای واحد دوم سیمان تکرار کنید.
- پ-۴-۷ اگر دو دمای پیشینه (طبق بند پ-۵-۱) بیشتر از ۱۰ درجه سلیسیوس یا زمان سفت شدن (طبق بند پ-۵-۲) بیشتر از یک دقیقه اختلاف داشته باشند مراحل بندهای پ-۴-۱ تا پ-۴-۵ را برای دو واحد دیگر سیمان تکرار نمایید.

پ-۵ بیان نتایج و گزارش آزمون

- پ-۵-۱ دمای پیشینه
- پ-۵-۱-۱ برای هر واحد سیمان منحنی دما - زمان را رسم کنید و بالاترین دما را با تقریب یک درجه سلیسیوس بعنوان دمای پیشینه نمونه ثبت کنید.

در شکل پ-۲ يك نمونه منحنی نشان داده شده است.

پ-۱-۵ مقدار میانگین دو یا چهار عدد را محاسبه نمایید و نتیجه را با تقریب يك درجه سلیسیوس (برای مقادیر گرد شده نیم درجه سلیسیوس و بیشتر) گرد کنید و این دما را بعنوان دمای بیشینه ثبت کنید.

پ-۵-۲ زمان سفت شدن

پ-۱-۲ برای هر واحد سیمان، زمان سفت شدن، t_{set} ، را از رسم منحنی طبق بند پ-۵-۱ تعیین نمایید. این زمان، زمان اندازه گیری شده از ابتدای مخلوط کردن تا رسیدن به دمای جرم پلیمریزه (T_{set}) می باشد.

$$T_{set} = \frac{T_{max} + T_{amb}}{2}$$

که در آن :

T_{amb} دمای اولیه محیط قالب (طبق بند پ-۴-۱)

T_{max} دمای بیشینه بدست آمده

می باشد.

پ-۲-۵ مقدار t_{set} با تقریب ۵ ثانیه ثبت گردد. میانگین t_{set} را برای دو یا چهار عدد بدست آورید و نتیجه را با تقریب ۱۵ ثانیه گرد کرده، به عنوان زمان سفت شدن ثبت کنید.

پ-۳-۵ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

پ-۱-۳-۵ ارجاع به این استاندارد ملی

پ-۲-۳-۵ مشخصات سیمان (شامل شماره سری ساخت و/یا سریال)

پ-۳-۳-۵ میانگین دمای بیشینه

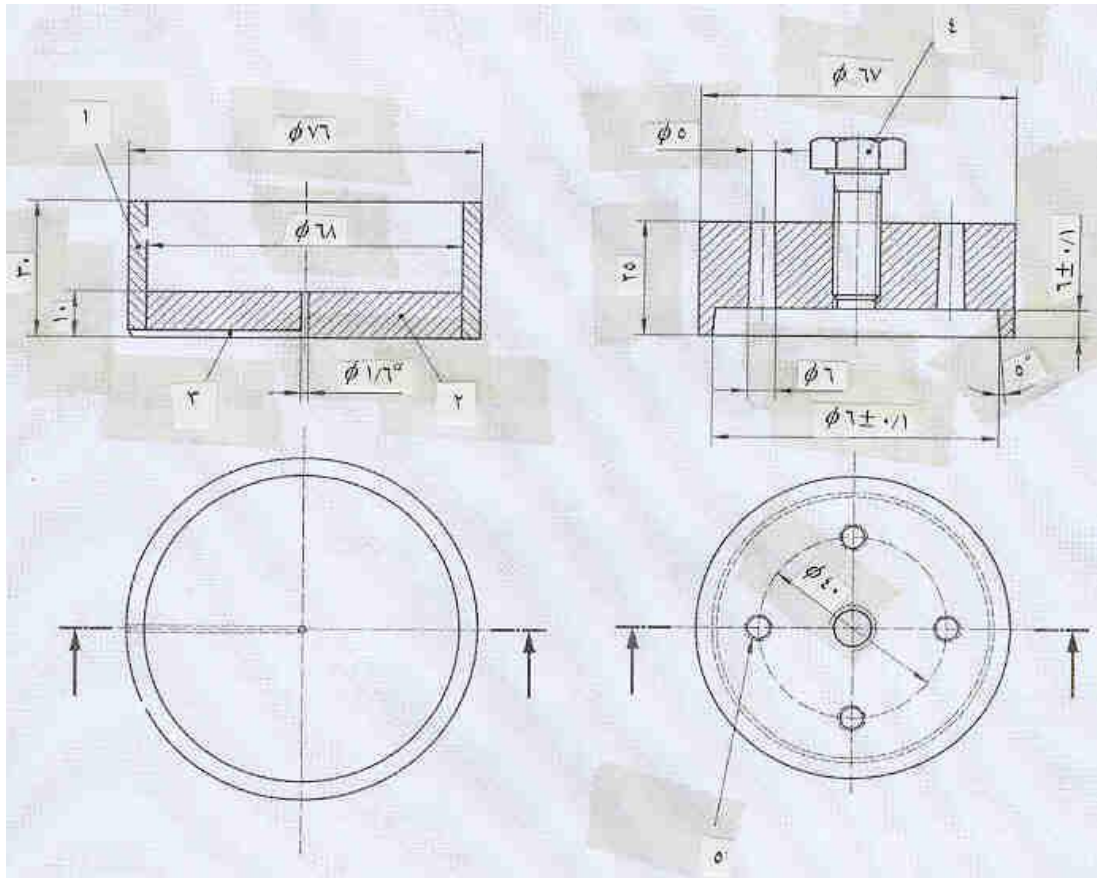
پ-۴-۳-۵ دمای بیشینه هر مورد

پ-۵-۳-۵ میانگین زمان سفت شدن

پ-۶-۳-۵ زمانهای سفت شدن هر مورد

ابعاد بر حسب میلیمتر است

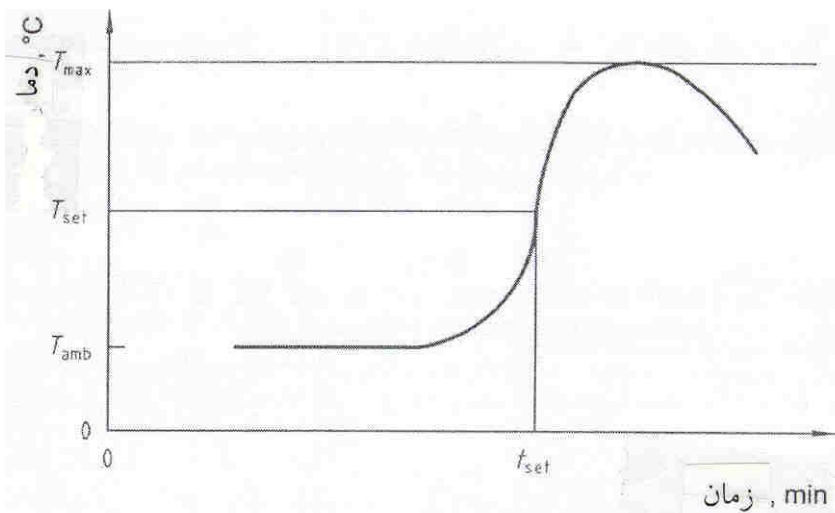
حد رواداری ± 0.2 میلیمتر می باشد در غیر اینصورت تعیین و نوشته شده است.



الف- قالب

ب- پیستون

- ۱- حلقه بیرونی
 - ۲- انتها
 - ۳- کانال بمنظور قرارگیری ترموکوپل
 - ۴- پیچ پلیمری در اندازه های مناسب برای کمک به بیرون انداختن نمونه آزمون
 - ۵- چهار سوراخ باریک بمنظور بیرون راندن مواد اضافی
- الف- قطر سوراخ قرارگیری ترموکوپل
- شکل پ- ۱ قالب بمنظور تعیین دمایی بیشینه و زمان سفت شدن



شکل پ-۲ يك نمونه منحنی برای تعیین دمای بیشینه و زمان سفت شدن

پیوست ت

روش تعیین میزان فروروندگی مخلوط پودر و مایع سیمان بمنظور استفاده در حالت خمیری (الزامی)

ت-۱ روش آزمون

سیمان مخلوط شده و در يك قالب با سطح تحتانی متخلخل، فشرده می شود. بعد از این که سیمان سفت شد، میزان فروروندگی سیمان به سوراخها اندازه گیری می شود. يك یا دو واحد سیمان مورد آزمون قرار می گیرند.

ت-۲ وسایل لازم

ت-۲-۱ قالب و پیستون با ابعاد مطابق شکل ت-۱، که از جنس پلی تترا فلورو اتیلن، پلی اتیلن ترفتالات، پلی اکسی متیلن یا پلی اتیلن با دانسیته بالا ساخته شده باشد.

ت-۲-۲ وسیله اعمال نیروی فشاری به قالب

ت-۲-۳ وسیله اندازه گیری میزان فروروندگی با دقت $0.5 \pm$ میلی متر

ت-۲-۴ وسیله ای برای مخلوط کردن سیمان مطابق توصیه تولید کننده

ت-۳ شرایط محیط آزمون

تجهیزات آزمون و مخلوط کن و محتویات واحدهای سیمان را حداقل به مدت دو ساعت قبل از شروع آزمون در دمای (23 ± 1) درجه سلیسیوس نگهداری کنید و آزمون را در دمای (23 ± 1) درجه سلیسیوس انجام دهید.

ت-۴ روش اجرای آزمون

- ت-۴-۱ تمام اجزاء يك واحد سیمان را طبق دستورالعمل تولید کننده مخلوط کنید.
- ت-۴-۲ به وسیله روش ذکر شده در بندهای ب-۴-۲ و ب-۴-۳ مدت زمان خمیری ماندن مخلوط را تعیین کنید و بلافاصله مخلوط را به آرامی به داخل قالب ریخته و پیستون را وارد کنید.
- ت-۴-۳ پس از گذشت يك دقیقه (با رواداری ± 10 ثانیه) از مدت زمان خمیری ماندن، نیروی (۱ ± 49) نیوتن را به مدت يك دقیقه (با رواداری ± 2 ثانیه) به پیستون اعمال کنید. سپس نیرو را برداشته و به سیمان اجازه سفت شدن دهید.
- ت-۴-۴ سیمان سفت شده را از قالب بیرون آورید و میزان فروروندگی سیمان را در هر يك از چهار سوراخ قالب اندازه گیری نمایید. میانگین این چهار مقدار را با تقریب $0/5$ میلی متر محاسبه کنید.
- ت-۴-۵ اگر میانگین فروروندگی کمتر از ۲ میلی متر بود، مراحل بند های ت-۴-۱ تا ت-۴-۴ برای واحد دوم سیمان تکرار نمایید.

ت-۵ بیان نتایج و گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

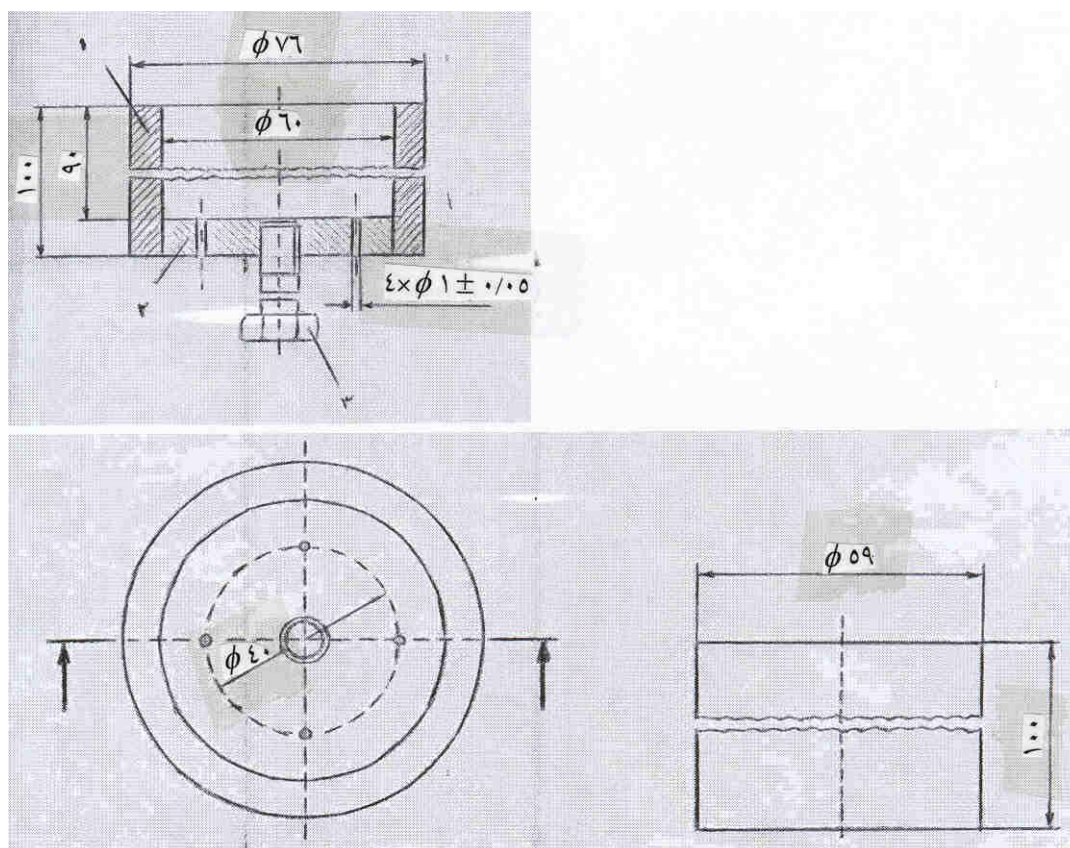
- ت-۵-۱ ارجاع به این استاندارد ملی
- ت-۵-۲ مشخصات سیمان (شامل شماره سری ساخت و/یا سریال)
- ت-۵-۳ میانگین میزان فروروندگی برای هر نمونه آزمون شده
- ابعاد بر حسب میلیمتر است.
- حد رواداری 0 ± 2 میلیمتر می باشد در غیر اینصورت تعیین و نوشته شده است.

۱- حلقه بیرونی

۲- انتها

۳- پیچ پلیمری در اندازه مناسب بمنظور

کمک به بیرون انداختن نمونه آزمون



شکل ت-۱ قالب برای تعیین میزان فروروندگی

پیوست ث

روش تعیین استحکام فشاری سیمان پلیمریزه شده (الزامی)

۱-۱- روش آزمون

سیمان مخلوط شده را بصورت استوانه هایی ریخته گری نموده و سپس استحکام فشاری استوانه ها را تعیین نمایید. پنج نمونه بدست آمده از یک واحد سیمان مورد آزمون قرار می گیرند.

۲-۱- وسایل لازم

۱-۲- قالب، صفحات انتهایی و میله بیرون انداز با ابعادی مطابق شکل ت-۱ که از جنس فولاد زنگ نزن یا وسیله دیگری جهت تولید استوانه های سیمانی با ابعاد مناسب باشد.

۲-۲- گیره C شکل یا هر وسیله دیگری جهت محکم قرار دادن قالب و صفحات انتهایی درکنار یکدیگر.

۳-۲- سمباده کاربید سیلیسیم بامش ۲۴ و یک صفحه مسطح.

- ث-۲-۴ عامل رها کننده قالب (در صورت لزوم)
- ث-۲-۵ وسیله ای جهت مخلوط کردن سیمان مطابق توصیه تولید کننده.
- ث-۲-۶ ماشین آزمون که قادر به اعمال و اندازه گیری نیروی فشاری حداقل ۴ کیلونیوتن، مجهز به ثبت کننده منحنی بار اعمالی در مقابل تغییر مکان باشد.

ث-۳ شرایط محیط آزمون

تجهیزات آزمون و مخلوط کن را حداقل دو ساعت قبل از شروع آزمون در دمای (23 ± 1) درجه سلیسیوس نگهداری کنید و آزمون را در دمای (23 ± 1) درجه سلیسیوس انجام دهید.

ث-۴ روش اجرای آزمون

ث-۴-۱ در صورت لزوم، جدار داخلی قالب و طرف داخل صفحات انتهایی را به آرامی با عامل رها کننده قالب پوشش دهید.

ث-۴-۲ قالب را روی صفحه انتهایی قرار دهید.

ث-۴-۳ تمام اجزاء یک واحد سیمان را مطابق دستورالعمل تولید کننده مخلوط نمایید.

ث-۴-۴ در مورد سیمانتهایی که در حالت خمیری بکار می روند، آزمون پس از اندازه گیری مدت زمان خمیری ماندن طبق بندهای ب-۴-۲ و ب-۴-۳ صورت می گیرد. یک دقیقه بعد، هر یک از حفرات قالب را به آرامی با مخلوط لبریز کرده و دومین صفحه انتهایی را روی قالب قرار دهید. برای سیمانتهایی که به وسیله سرنگ استفاده می شوند، حفرات را با سرنگ از مخلوط پر نمایید و ادامه مراحل آزمون را مشابه سیمانتهایی قابل استفاده در حالت خمیری انجام دهید.

ث-۴-۵ صفحات انتهایی و قالب را کنار یکدیگر محکم قرار دهید و به سیمان اجازه سفت شدن دهید. یک ساعت بعد گیره و صفحات انتهایی را بردارید.

ث-۴-۶ اگر از قالبی که در شکل ث-۱ نشان داده شده است استفاده می شود، هر دو انتهای استوانه های سیمان در حالیکه در قالب قرار دارند را با مالش روی یک صفحه سمباده کاربید سلیسیم خیس سنگ زنی نموده و هم سطح نمایید. استوانه های سیمان را به وسیله میله های بیرون انداز از قالب خارج نمایید.

ث-۴-۷ اگر از نوع دیگری قالب استفاده می شود، استوانه های سیمان با سنگ زدن طوری هم سطح می گردند که استوانه های مناسبی به طول $(12/1 \pm 0)$ میلی متر و قطر $(6/1 \pm 0)$ میلی متر بدست آید.

ث-۴-۸ استوانه ها را در دمای (23 ± 1) درجه سلیسیوس نگهداری کنید.

ث-۴-۹ مدت (24 ± 2) ساعت پس از شروع مخلوط کردن سیمان، میانگین قطر هر یک از قطعات آزمون را اندازه گیری کنید. اندازه گیری باید حداقل در دو جهت عمود بر هم و حداقل دو مقطع انجام گیرد.

یک استوانه در ماشین آزمون قرار داده می شود بدون اینکه هیچ بالشتکی بین استوانه و صفحه ماشین آزمون قرار گیرد. ماشین آزمون بکار انداخته شود بطوریکه منحنی بار اعمالی بر حسب تغییر مکان

($mm-N$) بدست آید. سرعت اعمال بار در محدوده $19/8$ میلیمتر بر دقیقه تا $25/6$ میلیمتر بر دقیقه بطور ثابت استفاده می شود. وقتی که استوانه شکسته شد یا از نقطه تسلیم بالایی عبور کرد ماشین را متوقف نمایید.

یادآوری - مثالی از منحنی باراعمالی - تغییر مکان در شکل ث-۲ نشان داده شده است.

ث-۴-۱۰ مرحله ث-۴-۹ را برای هر یک از استوانه ها تکرار نمایید.

ث-۵ بیان نتایج و گزارش آزمون

ث-۵-۱ برای هر استوانه نیرویی را که منجر به شکست و یا دو درصد بار خمیدگی^۱ یا عبور از نقطه تسلیم بالایی می شود، هر کدام که اول روی داد، ثبت کنید. این بار به سطح مقطع اولیه استوانه (بر حسب میلی متر مربع) تقسیم و خارج قسمت به عنوان استحکام فشاری بر حسب مگاپاسکال بیان می گردد. میانگین استحکام فشاری پنج استوانه را محاسبه نمایید.

ث-۵-۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

ث-۵-۲-۱ ارجاع به این استاندارد ملی

ث-۵-۲-۲ مشخصات سیمان (شامل شماره سری ساخت و/یا شماره سریال)

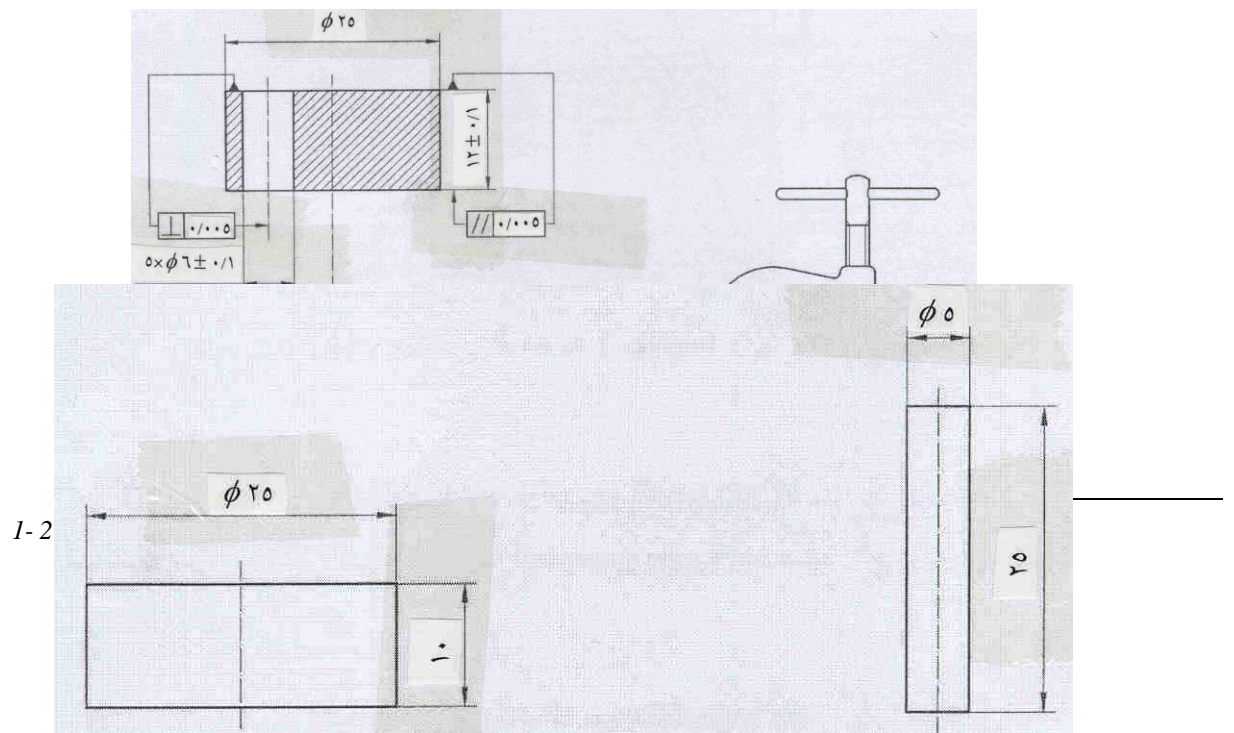
ث-۵-۲-۳ میانگین استحکام فشاری بر حسب مگاپاسکال و انحراف استاندارد.

ابعاد بر حسب میلیمتر است

حد رواداری 0 ± 2 میلی متر می باشد در غیر اینصورت تعیین و نوشته شده است.

الف- صفحه سوراخ دار

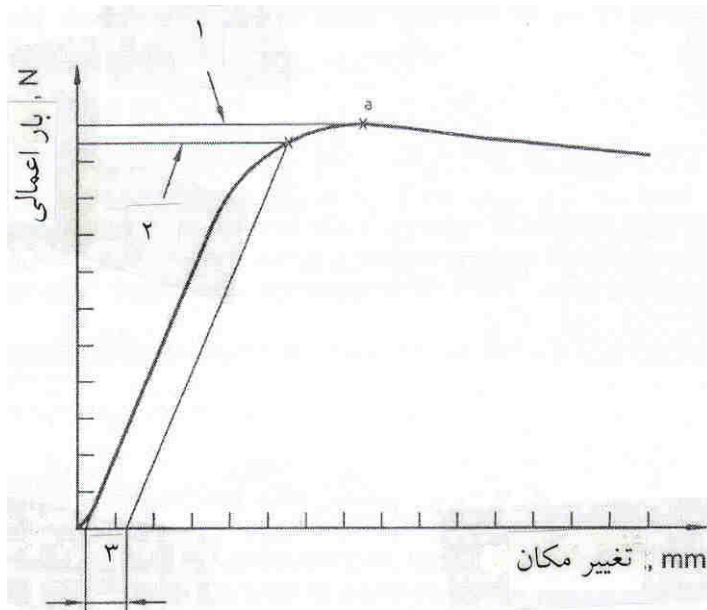
ب- قالب و صفحات درگیره



ت- میله بیرون انداز

پ- صفحه انتهایی (x۲)

شکل ث- ۱ اجزاء قالب برای آماده سازی نمونه های آزمون استحکام فشاری



- ۱- بار نهایی اعمال شده
 - ۲- بار تسلیم
 - ۳- ۲ درصد بار خمیدگی (off set)
- الف : نقطه تسلیم بالایی

شکل ث- ۲ - منحنی ایده آل برای بار اعمالی - تغییر مکان در سیمان

پیوست ج

روش تعیین مدول خمشی و استحکام خمشی سیمان پلیمریزه شده
(الزامی)

ج- ۱ روش آزمون

از سیمان مخلوط شده نوارهای مستطیلی جهت آزمون تهیه می شوند. مدول و استحکام خمشی نوارها به وسیله آزمون خمش چهار نقطه ای تعیین می گردد. پنج نمونه از هر واحد سیمان مورد آزمون قرار می گیرند.

ج-۲ وسایل لازم

ج-۲-۱ ماشین آزمون خمشی که دارای سرعت (1 ± 0) میلی متر بر دقیقه و قادر به اندازه گیری و ثبت خیز^۱ نمونه با دقت $0.05 \pm$ میلی متر باشد.

ج-۲-۲ گیره آزمون خمش چهار نقطه ای^۲ با ابعادی مطابق شکل ج-۱، با وسیله ای که از انحراف راستای نمونه آزمون در محل خود جلوگیری کند. نقاط تحت بار باید از نوع میله ای باشند و قطری مناسب برای حداقل رساندن تغییر شکل موضعی نمونه حین اعمال بار داشته باشند. گیره آزمون باید طوری باشد که بار مساوی به نقاط تحت بار اعمال گردد.

ج-۲-۳ قالبهای ساخته شده از جنس ماده مناسب برای تولید پنج نمونه به طول تقریبی ۷۵ میلی متر و عرض ۱۰ میلی متر و ارتفاع $3/3$ میلی متر باشند. ترجیحاً یک قالب به عرض ۹۰ میلی متر بکار می رود و نمونه ها از آن بریده می شوند.

یادآوری - پلی تترافلورواتیلن، پلی اتیلن ترفنالات، پلی اکسی متیلن، پلی اتیلن با دانسیته بالا و آلیاژهای آلومینیوم مواد مناسب می باشند.

ج-۲-۴ صفحات مسطح هموار (برای هر قالب دو عدد) که از جنس مواد مناسب و دارای ابعاد مناسب برای پوشاندن کامل سطوح بالایی و پایینی قالبها (طبق بند ج-۲-۳ و یادآوری آن) باشد.

ج-۲-۵ فیلم پلی استر

ج-۲-۶ گیره های C شکل یا وسیله دیگری برای محکم قرار دادن قالب بین صفحات فوقانی و تحتانی .

ج-۲-۷ وسیله ای جهت مخلوط کردن سیمان مطابق توصیه تولید کننده.

ج-۳ شرایط محیط آزمون

حداقل بمدت دو ساعت قبل از ریخته گری نوارهای آزمون، قالبها، صفحات، وسیله مخلوط کن و اجزاء واحد سیمان را در دمای (23 ± 1) درجه سلیسیوس نگهداری کنید. نوارهای آزمون را در دمای (23 ± 1) درجه سلیسیوس ریخته گری کنید.

ج-۴ روش اجرای آزمون

ج-۴-۱ انتهای صفحات و قالبها را با فیلم پلی استر بپوشانید و قالبها را روی صفحات قرار دهید.

ج-۴-۲ تمام اجزاء یک واحد سیمان را طبق دستورالعمل سازنده مخلوط کنید.

1- Deflection

2- Four point bend rig

ج-۴-۳ برای سیمانهای بمنظور استفاده در حالت خمیری، مدت زمان خمیری ماندن طبق روش بندهای ب-۴-۲ و ب-۴-۳ تعیین گردد. در عرض یک دقیقه، مخلوط به آرامی در قالب فشرده شود و یک لایه فیلم پلی استر قرار داده و صفحات بالایی قرار داده شود. صفحات فوقانی و قالب را به وسیله گیره در کنار هم محکم قرار دهید. برای سیمانهای به منظور استفاده در سرنگ، قالبها بوسیله سرنگ پر شده و مشابه حالت خمیری عمل گردد.

ج-۴-۴ پس از حدود یک ساعت، گیره، صفحات فوقانی و تحتانی و فیلم پلی استر را بردارید.
ج-۴-۵ مراقب باشید که نمونه ها بیش از اندازه گرم نشوند. لبه ها و سطوح فوقانی نمونه ها با بکارگیری کاغذ سمباده ۴۰۰ تا دستیابی به عمق و ضخامت لازم به طریقه خیس سنگ زنی شوند. توجه داشته باشید که سطح زیرین نمونه که حین خمش تحت کشش قرار دارد، نباید سنگ زده شود. اگر یک نمونه آزمون از حفرات مختلف قالب بدست آمده نمونه ها از قالبهاشان جدا شوند. نمونه های مستطیلی تهیه شده دارای طول (175 ± 0) میلی متر و عرض (10 ± 1) میلی متر و ضخامت (3 ± 0.3) میلی متر می باشند.

نمونه ها را به مدت (2 ± 24) ساعت قبل از آزمون در دمای (23 ± 1) درجه سلیسیوس نگهداری کنید.
ج-۴-۶ ضخامت و عرض حداقل سه مقطع نمونه را با دقت 1 ± 0 میلی متر اندازه گیری کنید. سپس به طور متقارن داخل گیره آزمون خمش چهار نقطه ای قرار دهید.
ج-۴-۷ به وسیله ماشین آزمون خمشی، نیرو با سرعت (1 ± 0.5) میلیمتر بر دقیقه در نقاط مرکزی اعمال گردد. خیز نوار را به عنوان تابعی از نیروی اعمالی ثبت نمایید. افزایش نیرو را تا شکستن نوارهای آزمون ادامه دهید.

ج-۴-۸ میزان خیز در نیروهای اعمالی ۱۵ نیوتن و ۵۰ نیوتن را با دقت 0.05 میلی متر ثبت کنید. نیروی منجر به شکست را با دقت 0.5 نیوتن ثبت کنید.
ج-۴-۹ مراحل بند های ج-۴-۶ تا ج-۴-۸ را برای هر یک از چهار نوار آزمون باقیمانده تکرار نمایید.

ج-۵ بیان نتایج و گزارش آزمون

ج-۵-۱ مدول خمشی

برای هر نوار آزمون مدول خمشی، E ، بر حسب مگاپاسکال از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$E = \frac{\Delta F \cdot a}{4fbh^3} (3l^2 - 4a^2)$$

که در آن :

f : اختلاف بین مقادیر خیزها تحت بارهای ۱۵ و ۵۰ نیوتن بر حسب میلی متر

b : میانگین عرض نوار اندازه گیری شده بر حسب میلی متر

h : میانگین ضخامت نوار اندازه گیری شده بر حسب میلی متر

L : فاصله بین دو نقطه دورتر اعمال بار (۶۰ میلی متر)

ΔF : محدوده بار ($30N=10N-50N$)

a : فاصله بين دو نقطه نزديکتر اعمال بار (۲۰ ميلي متر)
ميانگين مقادير مدول خمشي پنج نمونه آزمون را بدست آورده و بر حسب مگا پاسکال بيان
کنيد و انحراف استاندارد را محاسبه کنيد.

ج-۵-۲ استحکام خمشي

براي هر نوار آزمون، استحکام خمشي، B ، بر حسب مگاپاسکال از رابطه زير بدست مي آيد :

$$B = \frac{3Fa}{bh^2}$$

که در آن:

F : نيروي شکست بر حسب نيوتن

b : ميانگين عرض نوار اندازه گيري شده بر حسب ميلي متر

h : ميانگين ضخامت نوار اندازه گيري شده بر حسب ميلي متر

a : فاصله بين دو نقطه نزديکتر اعمال بار (۲۰ ميلي متر)

ميانگين مقادير استحکام خمشي پنج نمونه آزمون را محاسبه و بر حسب مگاپاسکال بيان
نماييد و انحراف استاندارد را محاسبه کنيد.

ج-۵-۳ گزارش آزمون

گزارش آزمون بايد حداقل داراي اطلاعات زير باشد :

ج-۵-۳-۱ ارجاع به اين استاندارد ملي

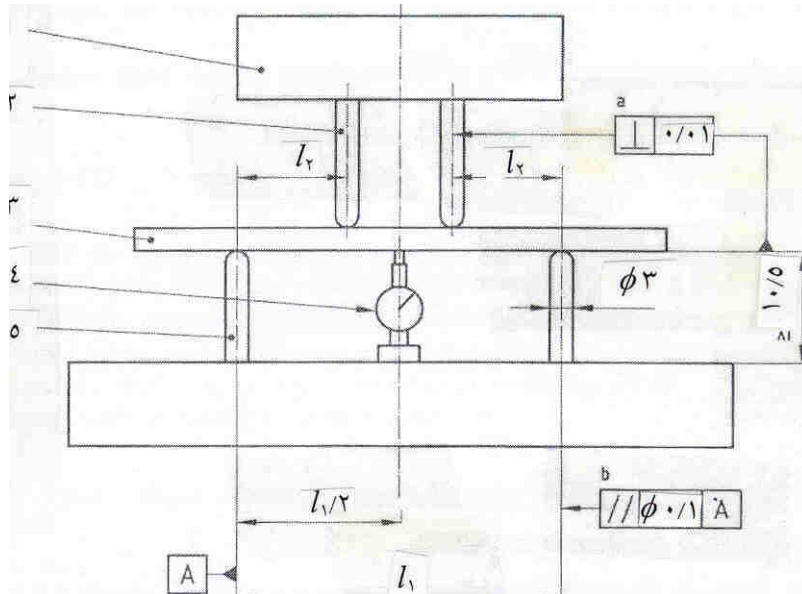
ج-۵-۳-۲ مشخصات سيمان (شامل شماره سري ساخت و/يا شماره سريال)

ج-۵-۳-۳ ميانگين مقادير مدول خمشي پنج نمونه آزمون بر حسب مگاپاسکال و انحراف استاندارد آن

ج-۵-۳-۴ ميانگين مقادير استحکام خمشي پنج نمونه آزمون بر حسب مگاپاسکال و انحراف استاندارد

آن

ابعاد بر حسب ميلي متر است



- ۱- پیستون مرکزی اعمال نیرو
 - ۲- دو نقطه نزدیکتر اعمال بار (نقاط اعمال بار مرکزی)
 - ۳- نمونه آزمون
 - ۴- وسیله اندازه گیری خیز (صفحه مدرج یا وسیله دیگر)
 - ۵- دو نقطه دورتر اعمال بار
- F : نیرو
 l_1 : فاصله بین دو نقطه دورتر بارگذاری (1 ± 60 میلی متر)
 l_2 : فاصله بین دو نقطه دورتر و نزدیکتر بارگذاری (1 ± 20 میلی متر)
الف: تمام نقاط بارگذاری
ب: بین هر دو نقطه بارگذاری

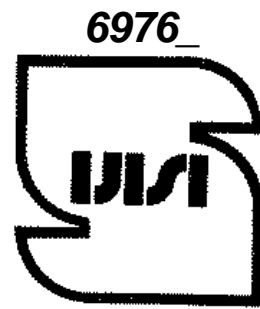
شکل ج-۱ گیره آزمون خمش چهار نقطه ای



ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN

Institute of Standards and Industrial Research of Iran

ISIRI NUMBER



**Implants for surgery-Acrylic resin cements -
Specification and test methods**

—
1st. Revision