



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۳۰۸

چاپ اول

اسفند ۱۳۹۲

INSO

17308

1st.Edition

Mar.2014

بتن - مقاومت سایشی سطوح افقی - روش  
آزمون

Concrete - Abrasion Resistance of  
Horizontal Surfaces- Test Method

ICS:91.100.30

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

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

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

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

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

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

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

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

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

### «بتن - مقاومت سایشی سطوح افقی - روش آزمون»

#### سمت و/یا نمایندگی

استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهدیشهر

#### رئیس:

بیرقی، حمید  
(دکتری عمران سازه)

#### دبیر:

رئیس گروه صنایع ساختمانی اداره کل  
استاندارد استان سمنان

طیبان، محمدرضا  
(کارشناس مهندسی عمران)

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

کارشناس اداره کل استاندارد استان سمنان

ابراهیمیان، امین  
(کارشناس شیمی)

مدیر آزمایشگاه شرکت سیمان سنگسر

بی‌باکیان سنگسر، حسین  
(کارشناس ارشد مهندسی معدن)

مدیر تولید شرکت سیمان سنگسر

حامدی، بهزاد  
(کارشناس مهندسی معدن)

کارشناس اداره کل استاندارد استان سمنان

حسینی، سید محمد  
(کارشناس زمین شناسی)

رئیس اداره اندازه شناسی، اوزان و مقیاس  
های اداره کل استاندارد استان سمنان

خدام عباسی، روح ا...  
(کارشناس فیزیک)

سرپرست اداره گرمسار

سلمانی، حسین  
(کارشناس مهندسی عمران)

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان  
سمنان

صالحیان، امید  
(کارشناس مهندسی عمران)

کارشناس اداره کل نوسازی، توسعه و تجهیز  
مدارس استان سمنان

طاهری، آزاده السادات  
(کارشناس ارشد برنامه ریزی شهری)

مدیر فنی آزمایشگاه شرکت سمیراب

علیان نژادی، محمد تقی  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

کارشناس اداره استاندارد شاهرود

گوهری، علی  
(کارشناس مهندسی عمران)

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان  
سمنان

نجاتی، حسین  
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

مدیر فنی آزمایشگاه جهاد دانشگاهی

مهدوی فر، حمید  
( کارشناس مهندسی عمران )

کارشناس اداره کل استاندارد استان سمنان

یغمایی، فرزاد  
(کارشناس مهندسی عمران)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش‌گفتار
و	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۴	۲ مراجع الزامی
۵	۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۴ روش الف-دیسک چرخان
۶	۵ نمونه آزمون
۶	۶ روش
۷	۷ تفسیر نتایج
۷	۸ گزارش
۸	۹ روش ب-چرخ ساینده
۹	۱۰ نمونه آزمون
۹	۱۱ روش آزمون
۹	۱۲ تفسیر نتایج
۱۰	۱۳ گزارش
۱۰	۱۴ روش ج-بلبرینگ‌ها
۱۱	۱۵ نمونه آزمون
۱۱	۱۶ روش آزمون
۱۲	۱۷ تفسیر نتایج
۱۲	۱۸ نتایج
۱۲	۱۹ دقت و اریبی

## پیش‌گفتار

استاندارد «بتن - مقاومت سایشی سطوح افقی-روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در چهارصد و هشتاد و دومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۲/۱۲/۵ مورد تصویب قرار گرفته است، 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.

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

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

ASTM C779/C779M: 2012, Standard Test Method for Abrasion Resistance of Horizontal Concrete Surfaces.

## بتن - مقاومت سایشی سطوح افقی - روش آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش آزمونی است که شامل سه روش کار تعیین مقاومت نسبی سایشی سطوح افقی بتن است. روش کارها در نوع و درجه نیروی سایشی که اعمال می‌کنند متفاوت هستند و در تعیین تغییرات در ویژگی‌های سطح بتن که تحت تاثیر نسبت اختلاط، پرداخت و بهسازی سطح هستند کاربرد دارند. برای اندازه‌گیری کمی طول سرویسی که ممکن است از یک سطح انتظار رود کاربرد ندارد.

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

۲-۱ این سه روش آزمون شرایط سایشی مشابهی را فراهم می‌کنند، که می‌تواند برای ارزیابی اثرات مقاومت سایشی بتن، مواد بتن و روش‌های عمل‌آوری یا پرداخت بتن مورد استفاده قرارگیرد. همچنین می‌توان از آن‌ها برای پذیرش کیفیت محصولات و سطح در معرض سایش، استفاده کرد. آن‌ها برای به‌دست آوردن اندازه کمی درجه خدمت منظور نشده‌اند.

۳-۱ تجهیزات استفاده شده به وسیله هر کدام از این روش‌ها قابل حمل بوده و بنابراین هم برای آزمایشگاه و هم آزمون کارگاهی مناسب هستند. این سه روش، ساینده‌های نسبی سطوح بتن را به شرح زیر تعیین می‌کنند:

#### ۱-۳-۱ روش الف

ماشین دیسک چرخان به وسیله لغزیدن و خراش دادن دیسک‌های فولادی متصل به سمباده عمل می‌کند.

#### ۲-۳-۱ روش ب

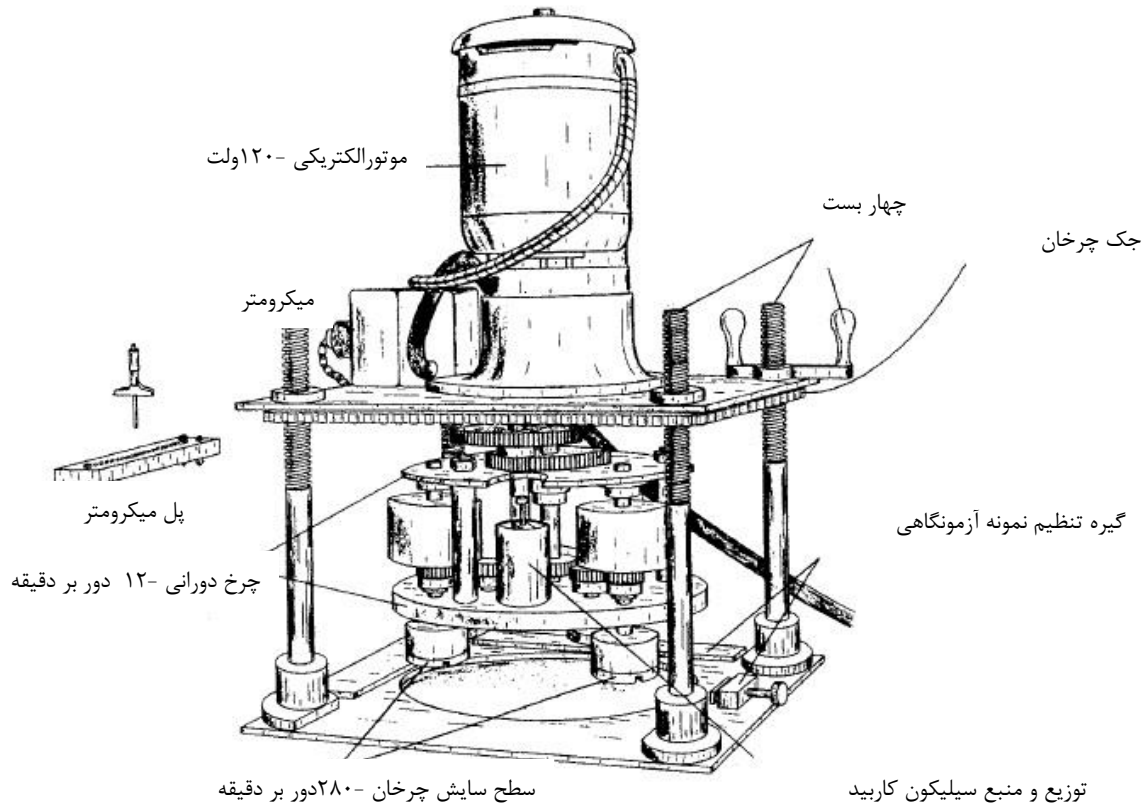
ماشین چرخ ساینده به وسیله ضربه و اصطکاک لغزشی چرخ‌های ساینده فلزی عمل می‌کند.

#### ۳-۳-۱ روش ج

ماشین بلب‌رینگ به وسیله فشارهای تماسی بالا، ضربه و اصطکاک لغزشی گوی‌های فلزی عمل می‌کند.

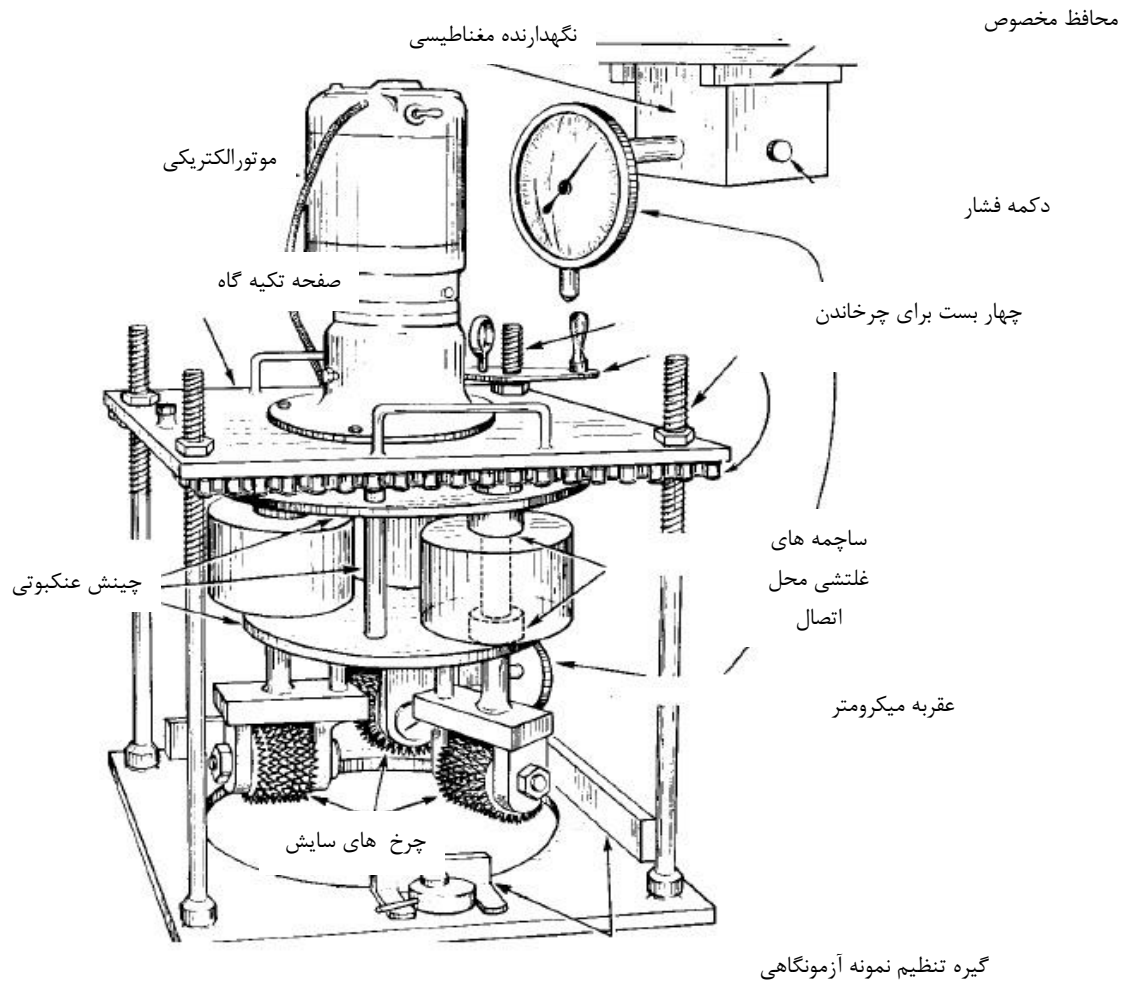
**یادآوری ۱** - علاوه بر سه روش موجود در این آزمون، روش‌های کار دیگری برای اندازه‌گیری مقاومت سایشی سطوح بتن وجود دارد. بهتر است برای روش‌های آزمون بند ۲-۴ و ۲-۲ دقت شود. بهتر است نزدیک‌ترین روش آزمون به شرایط ارایه سرویس به‌کار رود.

یادآوری ۲- نمودارهای این سه ماشین منطبق بر ویژگی‌های نشان داده شده در شکل ۱، شکل ۲ و شکل ۳ هستند.

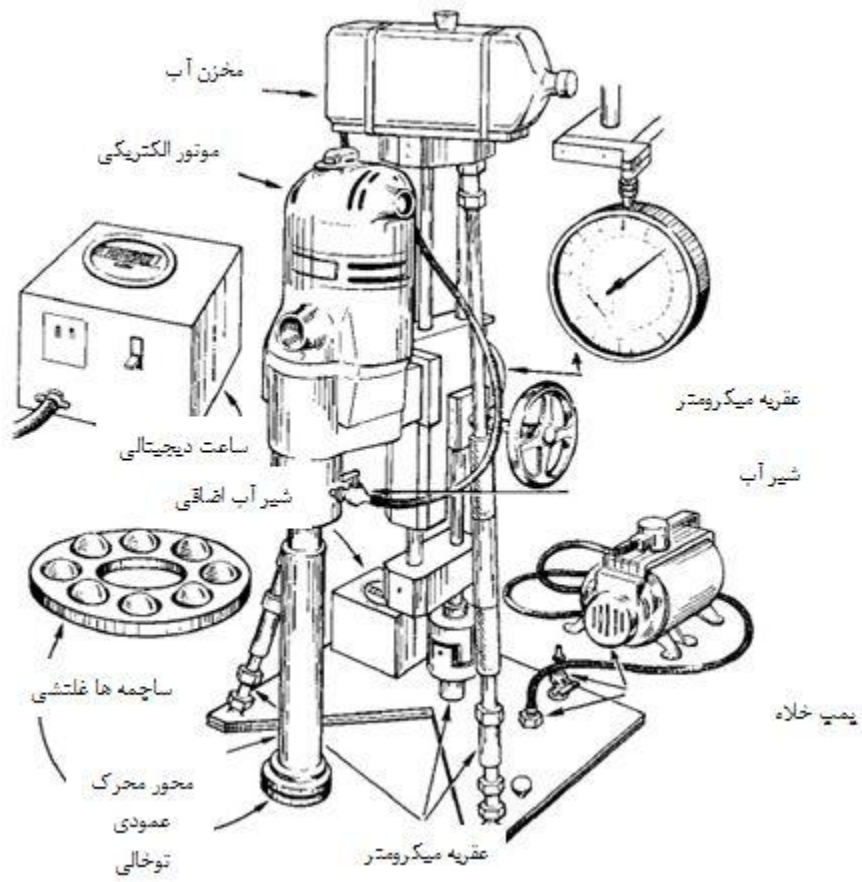


شکل ۱- دستگاه آزمون دیسک‌های ساینده چرخان





شکل ۲- دستگاه آزمون چرخ های ساینده



شکل ۳- دستگاه آزمون سایش ساچمه‌های غلتشی

## ۲ مراجع الزامی

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

**2-1** ASTM C125, Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates.

**2-2** ASTM C418, Test Method for Abrasion Resistance of Concrete by Sandblasting.

**2-3** ASTM C670, Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials.

**2-4** ASTM C944, Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method.

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد بند ۱-۲، در این استاندارد نیز به کار می‌رود.

### روش الف- دیسک‌های چرخان

## ۴ وسایل

۱-۴ عملکرد این وسایل به اثر سایش سه سطح تخت دیسک‌های چرخان فولادی نورد سرد با قطر ۶۰ میلی‌متر بستگی دارد، که هرکدام به محورهای عمودی موتور گرداننده که خود حول محور عمودی می‌چرخند متصل هستند. قطر داخلی مسیردابروی سایش به دست آمده باید تقریباً ۱۵۰ میلی‌متر و قطر خارجی آن ۲۷۵ میلی‌متر باشد. شکاف‌های متقاطع با زاویه ۹۰ درجه نسبت به یکدیگر و برش‌هایی با عمق ۵ میلی‌متر و عرض ۶ میلی‌متر به صورت متقارن در سطوح تخت ساینده قرار گرفته‌اند.

۲-۴ دیسک‌ها به اندازه‌ای آزادانه شناور هستند که به طور مستقل و متقاطع در طول یک مسیر دایره‌ای با سرعت ۱۲ دور بر دقیقه چرخانده شده در حالی که به‌طور تکی روی محور خودشان با سرعت ۲۸۰ دور بر دقیقه چرخند. ظرف‌های متصل شده در بالای محور هر دیسک باید با گلوله‌های سربی برای ایجاد یک بار نهایی یکنواخت ۲۲ نیوتن روی هر سطح دیسک ساینده، بارگذاری شود.

۳-۴ سمباده ساینده باید حاوی سیلیکون کاربید 250 میکرومتر (الک نمره ۶۰) باشد. این ساینده از یک ظرف ذخیره که روی صفحه گرد چرخان قرار داده شده، از طریق روزنه ۳ میلی‌متر در صفحه، تغذیه می‌شود. جریان ساینده باید به وسیله تنظیم یک سوزن مخروطی مستقر در روزنه برای سرعت (۴ تا ۶) گرم بر دقیقه کنترل شود. ساینده در وسط عرض مسیر مدور ساییده شده و وسط راه بین دو دیسک می‌ریزد.

۴-۴ پل میکرومتر، شامل یک میله فولادی مستطیلی ماشین پرداخت شده ۲۵ میلی‌متر در ۳۰۰ میلی‌متر و دهانه آزاد است؛ که در امتداد خط مرکزی آن ده سوراخ با قطر سه میلی‌متر و فاصله شش میلی‌متر ایجاد شده و به وسیله یک سه پایه نگه داشته می‌شود. ابزار اندازه گیری میکرومتر عمق سنج با یک سوزن با گستره عمق موثر (۲۵ تا ۵۰) میلی‌متر که با دقت حداقل ۰/۰۲۵ میلی‌متر درجه بندی شده است.

## ۵ آزمون

برای مقاصد آزمون آزمایشگاهی، ماشین تقریباً مطابق با نمونه‌های آزمون ۳۰۰ میلی‌متر در ۳۰۰ میلی‌متر طراحی شده است. دستگاه به یک دسته تنظیم کننده که به وسیله یک چرخ دنده و زنجیر چرخ به چهار میله عمودی با قطر ۲۵ میلی‌متر که کل اجزا ساینده چرخان را نگه می‌دارد، مجهز شده است. این قابلیت اجازه سایش پانل‌های آزمون تا ضخامت حدود ۱۰۰ میلی‌متر را می‌دهد. تنظیم صفر ارتفاع سامانه سایش نیز اجازه می‌دهد که از دستگاه به عنوان یک وسیله قابل حمل جهت اندازه‌گیری مقاومت سایش سطوح در محل مانند نمونه‌های آزمون استفاده شود.

## ۶ روش انجام آزمون

۶-۱ قبل از شروع آزمون، پیش شرط نمونه حذف بی‌نظمی‌های سطح و ترکیب عمل‌آوری شده با به راه انداختن ماشین سایش به مدت پنج دقیقه می‌باشد، بعد از آن باید اندازه گیری‌های اولیه انجام شود. اندازه گیری‌های اولیه را با دقت حداقل ۰/۰۲۵ میلی‌متر از سطح آزمون با گرفتن دو سری اندازه گیری ۲۰ تایی به دست آورید. لبه میکرومتر طوری قرار می‌گیرد که خط سری دوم از داده‌ها در زاویه سمت راست اندازه‌های سری اول قرار بگیرد. در به دست آوردن اندازه‌های بعدی در مدت سایش باید توجه شود که لبه میکرومتر با دقت در همان موقعیتی که اندازه‌های مرجع به دست آمده‌اند قرار داشته باشند. برای مطمئن شدن طرح کلی انتهاهای لبه میکرومتر قبل از به دست آمدن اندازه‌گیری‌های به دست آمده روی سطح قرار گرفته است.

۶-۲ یک دوره آزمون ۳۰ دقیقه ای معمولا روی اکثر سطوح بتن سایش قابل توجهی ایجاد می کند. اما توصیه شده است که در صورتی که اطلاعات در مورد مقاومت به سایش طولانی مدت مورد نظر باشد دوره آزمون را تا ۶۰ دقیقه ادامه بدهید.

۶-۳ در هنگام استفاده از دستگاه به عنوان یک ابزار قابل انتقال، در انتخاب مناطقی که باید آزمون بشوند دقت کنید. گرچه پایه این ابزار به لنت های لاستیکی مجهز شده است، نه تنها از خزیدن ابزار در مدت انجام سایش جلوگیری می کند بلکه همچنین اثر تغییرات جزئی را در سطح مناطق آزمون به حداقل می رساند. منطقه های آزمونی را با کمترین تغییرات در سطح انتخاب کنید تا اثر خزیدن از بین برود.

۶-۴ اندازه های عمق خراش را با لبه میکرومتر را همان گونه که در ۴-۴ گفته شد با دقت ۰/۰۲۵ میلی متر به دست آورید. قبل از هر سری اندازه گیری سطح نمونه را با پاک کردن ذرات کنده شده با دقت تمیز کنید. ۶-۵ سه آزمون روی سطوح بتن که قابل ارزیابی باشد انجام دهید. زمانی که سایش دیسک ها عمق شکافها را به کمتر از ۱/۵ میلی متر کاهش می دهد، آنها باید جایگزین شوند. صفحات دیسک جدید باید برای یک مدت زمان حداقل ۱۵ دقیقه استراحت داد.

## ۷ بیان نتایج

مقایسه اندازه های میانگین عمق سایش سطوح موجود در زمان های (۳۰ و ۶۰) دقیقه در معرض سایش، مقاومت نسبی به سایش را در این سطوح نشان خواهد داد.

## ۸ گزارش آزمون

گزارش آزمون حداقل باید شامل موارد زیر باشد:

۸-۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۸-۲ گزارش دادن عمق خراش هر سطح آزمون و همچنین میانگین به دست آمده از تکرار بر روی سطح؛

۸-۳ نسبت اختلاط (شامل مقدار سیمان و نسبت آب به سیمان)، وزن مخصوص و دانه بندی مصالح ریزدانه و درشت دانه، نتایج آزمون سایش لس آنجلس، نوع و مقدار مواد افزودنی به سطح بتن تازه ریخته شده، نوع و وسعت ماله کشی، جزئیات عمل آوری و سن بتن در زمان انجام آزمون.

## روش ب- چرخ‌های ساینده

### ۹ وسایل

۱-۹ عملکرد وسایل به عمل سایش سه سری از چرخ‌های ساینده فلزی در حال گردش در یک مسیر مدور بر روی سطح افقی بتن بستگی دارد. چرخ‌های ساینده در هر کدام از این سه سری از چرخ‌ها به شکل آزاد در روی محور افقی در زیر یک محور فلزی عمودی سنگین و شناور قرار دارند.

۲-۹ هر کدام از این سه محور که شامل هفت چرخ ساینده است فاصله‌ای به عرض تقریباً ۲۰ میلی‌متر از هم دیگر دارند. ماشین یک مسیر مدور سایش به قطر داخلی ۱۴۰ میلی‌متر و قطر خارجی ۲۲۰ میلی‌متر ایجاد می‌کند.

۳-۹ این ابزار شامل یک موتور که باید روی یک صفحه افقی به کمک چهارچک پیچی که به موتور اجازه بالا پایین شدن را می‌دهند نصب شوند. طناب باید از محور عمودی موتور آویخته شده باشد. سه محور عمودی باید بر اساس ترتیب طناب نصب شده باشند به گونه‌ای که آن‌ها همراه با طناب بچرخند و آزادانه به سمت بالا و پایین حرکت کنند و مستقل از پیچ‌های متحمل فشار باشند.

۴-۹ این سه محور بایستی با یک میله عریض در داخل جای‌گیری شده باشند به گونه‌ای که هر سری هفت تایی از چرخ‌های ساینده روی یک محور افقی قرار بگیرند. جرم یک گروه کامل از چرخ‌های ساینده که بر روی سطح بتن وارد می‌شود باید ۷٫۵ کیلوگرم باشد.

۵-۹ چرخ‌های ساینده باید دارای یک قطر خارجی ۶۰ میلی‌متر وضخامت ۳ میلی‌متر باشند و باید دارای ۱۸ نوک مسطح با ابعاد ۳ میلی‌متر در ۲ میلی‌متر باشند. چرخ‌های ساینده باید در روی محور در تناوب با واشرهای فلزی قرار گرفته باشند. کل پهنای هفت چرخ ساینده همراه با هشت واشر تقریباً باید ۴۰ میلی‌متر باشد. چرخ‌ها باید به اندازه کافی جهت چرخش آزادانه و مستقل شل باشند.

۶-۹ وسیله اندازه‌گیری باید یک میکرومتر مدرج قابل خواندن با دقت حداقل ۰٫۰۲۵ میلی‌متر با یک دامنه حداقل ۱۰ میلی‌متر باشد. در پایان تماس دسته میکرومتر باید دارای یک سطح کروی با قطر ۹٫۵ میلی‌متر باشد. تکانه واقع در زیر طناب میکرومتر را به شکل مغناطیسی تقریباً در مرکز مسیر چرخ‌های ساینده نگه می‌دارد.

## ۱۰ آزمون

یک نمونه تقریباً ۳۰۰ میلی‌متر در ۳۰۰ میلی‌متر با ضخامت ۱۰۰ میلی‌متر داخل دستگاه قرار دارد، و آن را در محل با گیره‌های موجود قفل کنید. تا زمانی که آزمون کامل انجام نشده است نمونه را بر ندارید. سه نمونه مشابه و یکسان را آزمون کنید.

## ۱۱ روش انجام آزمون

۱-۱۱ دستگاه سایش را روی سطحی که قابل آزمون است قرار دهید. بالشتک پلاستیکی موجود در زیر ماشین، ماشین را در محل نگه می‌دارد. دسته محور پیچ را تا زمانی که کل وزن هر محور چرخ ساییده روی سطح بتن قرار بگیرد، بپیچانید. طناب را تا آن جایی که امکان دارد بدون اعمال هیچ گونه فشاری از طرف خود طناب بر روی این سه محور پایین بیاورید. اجازه دهید که یک فضای ۱۵ میلی‌متر جهت جابجایی عمودی چرخ‌های ساییده برقرار باشد. دسته محور پیچ را جهت جلوگیری از هرگونه تغییر در حرکت عمودی طناب در مدت آزمون قفل کنید.

۲-۱۱ یک اندازه‌گیری اولیه را با دقت حداقل ۰٫۲۵ میلی‌متر روی منطقه آزمون با میکرومتر مدرج انجام دهید. این داده‌ها را به عنوان داده‌های اولیه منظور کنید و سپس میکرومتر را بردارید. ماشین را روشن کرده و اجازه دهید به مدت سی دقیقه کار کند. مواد اضافی را پاک کنید، میکرومتر مدرج را اضافه کرده و میانگین داده‌های بدست آمده را دوباره ثبت کنید. اگر داده‌ها به صورت منطقی یکنواخت نباشد چندین داده را که از محیط سطح ساییده شده که احتمالاً از میانگین داده‌ها به دست آمده اند را ثبت کنید. اختلاف بین داده مرجع و داده پس از سی دقیقه، نشان‌دهنده عمق خراش و سایش می‌باشد.

۳-۱۱ سه آزمون روی سطوح بتن که قابل ارزیابی باشد را انجام دهید. بعد از هر آزمون سوم، چرخ‌های ساییده جدید نصب کنید.

۴-۱۱ یک آزمون سی دقیقه‌ای معمولاً روی اکثر سطوح بتن، سایش قابل توجهی ایجاد می‌کند. اما اگر سایش خیلی بیشتری مورد نظر باشد توصیه می‌شود آزمون را به مدت ۶۰ دقیقه ادامه دهید. داده‌های مربوط به عمق خراش در فواصل ۱۵ دقیقه‌ای را با دقت حداقل ۰٫۲۵ میلی‌متر جهت بدست آوردن منحنی زمان در مقابل سایش را جمع‌آوری کنید.

## ۱۲ بیان نتایج

۱-۱۲ مقایسه میانگین اندازه‌های عمق سایش سطوح موجود در (۳۰ و ۶۰) دقیقه در معرض با سایش مقاوت نسبی در برابر سایش را در این سطوح نشان می‌دهد.

۱۲-۲ مقایسه منحنی‌ها نشان می‌دهد که آیا مقاومت در برابر سایش در ابتدا در سطح ایجاد می‌شود یا در یک عمق بیشتر.

### ۱۳ گزارش آزمون

گزارش آزمون حداقل باید شامل موارد زیر باشد:

۱۳-۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۱۳-۲ منحنی زمان در برابر عمق خراش آزمون‌های انجام شده در مدت زمان‌های (۳۰ و ۶۰) دقیقه ای روی سه سطح موجود یا سه نمونه را رسم کنید و خط میانگین را مشخص نمایید.

۱۳-۳ نسبت اختلاط (شامل مقدار سیمان و نسبت آب به سیمان)، وزن مخصوص و دانه بندی مصالح ریزدانه و درشت دانه، نتایج آزمون سایش لس آنجلس، نوع و مقدار مواد افزودنی به سطح بتن تازه ریخته شده، نوع و وسعت ماله کشی، جزئیات عمل آوری و سن بتن در زمان انجام آزمون را ثبت کنید.

### روش ج - بلبرینگ‌ها

### ۱۴ وسایل

۱۴-۱ عملکرد وسایل به عمل سایشی یک بلبرینگ که به سرعت می‌چرخد تحت تاثیر فشار روی سطح آزمون یک بتن خیس بستگی دارد. از آب جهت از بین بردن ذرات کنده شده از مسیر آزمون ناشی از تماس یاطاقان‌ها با ذرات شن و ماسه‌ای که هنوز به سطح بتن متصل مانده‌اند استفاده می‌شود. بنابراین اصطکاک لغزشی و همچنین فشردگی حاصل می‌شود.

۱۴-۲ وسایل باید شامل یک محرک موتور، محور عمودی تو خالی باشد.

۱۴-۳ یک ساعت رقومی باید به صورت الکتریکی به موتور محرک متصل شود به طوری که موتور محرک و ساعت به صورت خودکار شروع به کار کند. ساعت باید در ثانیه تا ۹۹۹ ثانیه خوانده شود.

۱۴-۴ وسیله سایش باید از هشت توپ فلزی به قطر ۱۸ میلی‌متر که با فاصله‌های مساوی از همدیگر در حلقه نکه دارنده قرار گرفته‌اند تشکیل شود. قطر چرخه توپ باید ۶۰ میلی‌متر باشد. وسیله سایش زمانی که قطر توپ فلزی به ۱۷/۸ میلی‌متر کاهش یافت باید دور انداخته شود.

یادآوری - در این مدت قطر بزرگ توپ‌های فلزی به آرامی منسوج و از بین می‌رود.

۱۴-۵ شفت محرک عمودی تو خالی.

۱۴-۶ شاخص شماره گیر باید دارای یک مسافت 15 میلی‌متر با دقت حداقل ۰/۰۲۵ میلی‌متر باشد.



۱۴-۷ مخزن پلاستیکی ۴ لیتری که روی پایه موتور نصب شده آبی را که به وسیله نیروی ثقل از طریق محور محرک توخالی و سوراخ موجود در صفحه لبه دار روی سطح بتن جریان پیدا می کند را نگه می دارد.  
۱۴-۸ پایه ماشین با یک وسیله مخفی در پایین که دارای سه نقطه نگه دارنده است باید آماده شود.

## ۱۵ آزمون

۱۵-۱ زمانی که آزمون‌ها روی نمونه‌های بتنی به جای یک ورقه بتن در محل اجرا می شود، نمونه‌ها را باید با دقت به گونه‌ای نصب کرد که دارای یک سختی تقریبی معادل یک ورقه در محل باشد. این اتفاق می تواند با استفاده از عوامل اتصال دهنده یا یک فضای خالی جهت نگه داشتن نمونه آزمون بر روی سطح افقی که در ماشین نصب شده است عملی شود.

۱۵-۲ از آزمون‌های با اندازه‌های ۳۰۰ میلی متر در ۳۰۰ میلی متر در ضخامت ۱۹۰ میلی متر استفاده می شود. نسبت سایش بر اساس اندازه این نمونه چیزی حدود ۹۹ در صد نسبت سایش یک یک ورقه بتن در محل می باشد. اندازه آزمون روی نسبت سایش اندازه گیری شده به وسیله این روش آزمون تاثیر خواهد گذاشت.

## ۱۶ روش انجام آزمون

۱۶-۱ ماشین را به طور محکم و مطمئن روی سطح بتن با استفاده از یک وسیله پایین نگه دارنده خلاء نصب کنید.  
۱۶-۲ یک ورقه کاغذ بین سطح آزمون و یاطاقان های غلتکی تحت فشار موتور قرار دهید. محور محرک را چندین بار با دست بچرخانید. یک اثر دایره‌ای کامل تشکیل شده روی کاغذ نشان می دهد که محور محرک برای سطح طبیعی است. اگر یک شکل هلالی تشکیل شود، انحنای محور محرک را تنظیم می کنند و این روش را تا زمانی که یک دایره کامل به دست بیاید تکرار می کند.

۱۶-۳ دو دریچه در پایه موتور محرک باز می کنند، یکی از آنها به آب اجازه می دهد با محور محرک توخالی را پر کند و دیگری جهت تعیین این که محور توخالی پر شده است. سپس دریچه سرریز را می بندند. تانکر آب را تا نشانه مشخص شده برای اطمینان یک استاندارد اولیه اصلی پر می کنند.

۱۶-۴ یک شماره گیر متصل شده به محور نگه دارنده جهت ارتباط داشتن با دسته لغزنده موتور یا محور محرک بیاورید. ساعت رقومی را نیز روی صفر تنظیم کنید.

۱۶-۵ بلافاصله به دنبال حرکت آرام شماره گیر، درست بعد از اینکه موتور شروع بکار کرد داده های میکرومتری شماره گیر را به عنوان منبع اتخاذ کنید.

۱۶-۶ داده‌های میکرومتری شماره گیر را با دقت حداقل ۰/۰۲۵ میلی‌متر از عمق سایش را حداقل هر ۵۰ ثانیه یک بار از کل دوره ۱۲۰۰ ثانیه به‌دست آورید تا این‌که یک ماکسیمم عمق ۳ میلی‌متر به‌دست آید. یک میانگین داده از شماره گیر میکرومتری ضربان‌دار به‌دست آورید.

۱۶-۷ سه آزمون روی سطوح موجود از بتن جهت ارزیابی کردن انجام دهید.

## ۱۷ بیان نتایج

۱۷-۱ عمق سایش را برای هر آزمون تعیین کنید. مقایسه منحنی‌ها نشان دهنده یک نقطه از عمق سایش در مقابل زمان برای هر سری از سطوح بتن که آزمون شده اند می‌باشد که مقاومت نسبی در برابر سایش را در سطوح نشان خواهد داد.

۱۷-۲ یک موضوع که در مقاومت در برابر سایش یکنواخت است یک منحنی نیمه سهمی تقریباً مورب، سمت محور زمان می‌باشد. مقایسه منحنی‌ها نشان خواهد داد که مقاومت در برابر سایش از ابتدا در سطح است یا در عمق‌های بیش‌تر.

۱۷-۳ در زمان مقایسه نتایج آزمون سطوح بتن از یک دانه وسیع از مقاومت در برابر سایش، ثابت شد که برای هر عمق خاصی زمان مورد نیاز می‌باشد.

## ۱۸ گزارش آزمون

گزارش آزمون حداقل باید شامل موارد زیر باشد:

۱۸-۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۱۸-۲ محور زمان در مقابل عمق سایش آزمون‌های انجام شده روی سه سطح موجود از بتن را رسم کرده و خط میانگین را مشخص کنید.

۱۸-۳ نسبت اختلاط (شامل مقدار سیمان و نسبت آب به سیمان)، وزن مخصوص و دانه‌بندی مصالح ریزدانه و درشت دانه، نتایج آزمون سایش لس آنجلس، نوع و مقدار مواد افزودنی به سطح بتن تازه ریخته شده، نوع و وسعت ماله کشی، جزییات عمل آوری و سن بتن در زمان انجام آزمون را ثبت کنید.

## ۱۹ دقت و اریبی

۱۹-۱ دقت

معیار قضاوت در مورد پذیرش نتایج به دست آمده از آزمون مقاومت سایشی به وسیله این روش آزمون به شرح زیر می باشد:

جدول ۱- دقت آزمایشگاهی برای کاربر واحد

روش	ضریب متغییر، درصد معنی دار <sup>۱</sup>	دامنه قابل قبول دو نتیجه، درصد معنی دار <sup>۱</sup>
دیسک چرخان	۵/۵۱	۱۵/۶
چرخ ساینده	۱۱/۶۹	۳۳/۱
یاتاقان های غلتشی	۱۷/۷۴	۵۰/۲

یادآوری- اعداد نشان داده شده در جدول ۱ ستون ۲ ضریب تغییرات هستند که برای مواد و شرایط آزمایش مناسب می باشند.

#### ۱۹-۲ اریبی

از آن جایی که هیچ ماده مناسب به عنوان جهت تامین اریبی برای این روش در این آزمون وجود ندارد، هیچ گونه اظهار نظری بیان نشده است.

---

۱- در این بخش روی شکل متناوب بیان درصد، این اعداد به ترتیب محدوده های 1S% و d2S% مطابق بند ۳-۲ توصیف شده اند.