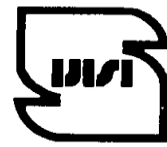




جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۶۵۱

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

18651

1st.Edition

2014

خاک- تعیین مقاومت فشاری محدودنشده  
خاک چسبنده- روش آزمون

**Soil-Determining Unconfined Compressive  
Strength of Cohesive soil - Test Method**

ICS:93.020

## 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

### " خاک- تعیین مقاومت فشاری محدود نشده خاک چسبنده- روش آزمون "

#### رئیس:

دهقان خلیلی ، حسام  
(دکترای مهندسی عمران)

#### سمت و / یا نمایندگی

مدیر فنی شرکت عمران ایستا

#### دبیر:

مصطفی زاده ، سیدحجت  
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مدیر موسسه تحقیقات و پژوهش‌های علمی  
بنیادین پایدار سازه آریا

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

افتخار ، محمدحسین  
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مدیر فنی انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه  
تهران

احمدی پور ، الهام  
(کارشناس ارشد شیمی - فیزیک)

کارشناس مهندسان مشاور صاداف

ترابی زاده ، محمدرضا  
(کارشناس مهندسی عمران)

کارشناس اداره کل استاندارد هرمزگان

ذاکری ، ایمان  
(دکترای مهندسی عمران)

مدیر عامل شرکت آزمونگاهی خاک بتن  
آزمای پارسه خلیج فارس

رهبان رنجی، احمد  
(دکترای مهندسی کشتی سازی)

دانشیار دانشگاه پلی تکنیک تهران،  
کارشناس حقیقی تدوین استانداردهای ملی  
ایران

طیپی ، سعیده  
( کارشناسی ارشد مهندسی عمران )

کارشناس موسسه تحقیقات و پژوهش‌های  
علمی بنیادین پایدار سازه آریا

ظهرایی ، مصطفی  
( کارشناس ارشد مهندسی عمران )

کارشناس حوزه معاونت فنی و عمرانی  
شهرداری شیراز

کارشناس فنی مهندسان مشاور صاداف

شایانمهر ، مریم  
( کارشناسی ارشد مهندسی زمین شناسی )

هیئت علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه  
آزاد اسلامی واحد بندرعباس

عذباشی ، فرهاد  
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

کارشناس فنی شرکت آزمونگاهی آزما سازه  
کاوان

مصطفی زاده ، سیدمحسن  
(کارشناس مهندسی عمران )

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
و	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ وسایل
۵	۵ آماده‌سازی آزمون‌ها
۶	۶ روش انجام آزمون
۷	۷ محاسبات
۸	۸ گزارش آزمون
۹	۹ دقت و اریبی
۱۲	۹ پیوست الف (اطلاعاتی) نمونه فرم اطلاعات

## پیش گفتار

استاندارد " خاک-تعیین مقاومت فشاری محدود نشده خاک چسبنده- روش آزمون " که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط موسسه تحقیقات و پژوهش های علمی بنیادین پایدار سازه آریا تهیه و تدوین شده است و در ۵۰۱ اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فراورده های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۰۲/۰۹ 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 می شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های 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 D2166:2000, Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil

## خاک- تعیین مقاومت فشاری محدودنشده خاک چسبنده- روش آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین مقاومت فشاری خاک چسبنده در شرایط دست‌نخورده، بازسازی شده یا تحکیم‌یافته، با استفاده از اعمال کرنش کنترل شده ناشی از بار محوری است.

۱-۲ این استاندارد، یک مقدار تقریبی از مقاومت خاک‌های چسبنده را بر حسب تنش‌های کلی، فراهم می‌آورد.

۱-۳ این استاندارد، تنها برای مواد چسبنده‌ای که در حین بارگذاری بخشی از آزمون که خروج آب وجود ندارد (آب خارج شده از خاک در نتیجه تغییرشکل یا تراکم) و برای موادی که پس از حذف فشار همه‌جانبه، مقاومت ذاتی باقی خواهد ماند، مانند رس‌ها یا خاک‌های سیمانی‌شده<sup>۱</sup>، کاربرد دارد. خاک‌های شکننده و خشک، مواد شکسته‌شده یا سال‌چینه‌شده (مواد وارونه)، سیلت‌ها، خاک‌های توری، و ماسه‌ها را برای بدست آوردن مقادیر مقاومت فشاری محدودنشده صحیح و قابل قبول، با این استاندارد، نمی‌توان آزمون کرد.

یادآوری - تغییرشکل مقاومت زهکشی‌نشده تحکیم‌نیافته خاک‌های چسبنده با محدودشدگی جانبی استاندارد بند ۲-۸، ارائه شده است.

۱-۴ این استاندارد، جایگزینی برای استاندارد بند ۲-۸، نیست.

۱-۵ اولین هدف از آزمون فشاری محدودنشده، تعیین سریع مقاومت فشاری تقریبی خاک‌هایی است که دارای چسبندگی کافی، و مجاز به انجام آزمون در حالت محدودنشده، است.

۱-۶ آزمون‌های خاک‌های دارای سطوح صیقل‌خورده یا ساختار شکافدار، آزمون‌های برخی از انواع رس لای‌دار، رس‌های خیلی سست، خاک‌های خردشونده و ترد و موادهای سال‌چینه‌ای<sup>۲</sup> (یک جفت لایه سیلت و رس با رنگ و بافت مختلف که نشان دهنده رسوب تابستان و زمستان است)، یا نمونه‌های دارای بخش‌های کافی از سیلت یا ماسه یا هردو (همه آنچه که معمولاً ارائه‌کننده خاصیت چسبندگی است)، در هنگامی که مطابق استاندارد بند ۲-۸، آزمون شدند، مقاومت‌های برشی بالاتری را ارائه کردند. همچنین خاک‌های غیراشباع، در هنگامی که مطابق استاندارد بند ۲-۸، آزمون شوند، مقاومت‌های برشی متفاوتی را ارائه خواهند کرد.

۱-۷ اگر هم یک آزمون دست‌نخورده و هم یک آزمون بازسازی‌شده، بر روی نمونه یکسانی انجام شود، حساسیت مواد را می‌توان تعیین کرد. این روش تعیین‌کننده حساسیت، تنها برای خاک‌هایی که می‌توانند شکل آزمون‌ه ثابتی را در حالت بازسازی، حفظ کنند، مناسب است.

---

1- Cemented soils  
2- Varved materials

**یادآوری ۱-** در خاک‌هایی که نمی‌توانند شکل آزمون ثابتی را در حالت بازسازی، حفظ کنند، یک آزمون برش پره یا استاندارد بند ۸-۲، را می‌توان برای تعیین حساسیت، استفاده کرد.

**یادآوری ۲-** کیفیت نتایج بدست آمده از این استاندارد، به کفایت پرسنل انجام دهنده آن و تناسب تجهیزات و تسهیلات استفاده شده، بستگی دارد. آزمایشگاه‌های که مطابق با معیارهای استاندارد بند ۲-۹، قابلیت شایستگی و عملی بودن انجام آزمون/ نمونه- برداری/ بازدید را ملاحظه کرده‌اند. به کاربران این استاندارد، تذکر داده شده است که مطلوبیت استاندارد بند ۲-۹، به خودی خود تامین‌کننده نتایج معتبر نیست. نتایج معتبر، بستگی به عوامل مختلفی دارد؛ استاندارد بند ۲-۹، میانگینی از ارزیابی این عوامل را فراهم کرده است.

**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 آنرا، مشخص کند.

## 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 :

- 1-2 ASTM D 422, Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
- 2-2 ASTM D 653, Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids<sup>2</sup>
- 3-2 ASTM D 854, Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer
- 4-2 ASTM D 1587, Practice for Thin-Walled Tube Sampling of Soils for Geotechnical Purposes<sup>2</sup>
- 2-5 ASTM D 2216, Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass<sup>2</sup>
- 2-6 ASTM D 2487, Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- 2-7 ASTM D 2488, Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)
- 2-8 ASTM D 2850, Test Method for Unconsolidated, Undrained Compressive Strength of Cohesive Soils in Triaxial Compression<sup>2</sup>
- 2-9 ASTM D 3740, Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in the Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design Construction
- 2-10 ASTM D 4220, Practices for Preserving and Transporting Soil Samples
- 2-11 ASTM D 4318, Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
- 2-12 ASTM D 6026, Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data
- 2-13 ASTM E 177, Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods<sup>4</sup>
- 2-14 ASTM E 691, Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method



### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد بند ۲-۲، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز بکار می‌رود:

#### ۳-۱ مقاومت فشاری محدودنشده ( $q_u$ )

تنش فشاری در یک آزمون استوانه‌ای خاک محدودنشده در یک آزمون فشاری ساده، عمل نخواهد کرد. در این استاندارد، مقاومت فشاری محدودنشده به عنوان بار بیشینه بدست آمده بر مساحت واحد یا بر مساحت واحد در ۱۵٪ کرنش محوری، هر کدام که در مدت زمان انجام آزمون، کاربردی است، تفسیر می‌شود.

#### ۳-۲ مقاومت برشی ( $S_u$ )

برای آزمون‌های آزمون مقاومت فشاری، مقاومت برشی محاسبه شده است تا همانطوری که در بند ۳-۱ تعریف شد،  $1/2$  تنش فشاری در لحظه گسیختگی باشد.

### ۴ وسایل

#### ۴-۱ دستگاه فشار

دستگاه فشار می‌تواند یک ترازوی وزن کننده سکویی<sup>۱</sup> مسطح مجهز به حلقه بار فعال شده با جک - پیچ<sup>۲</sup>، یک دستگاه بارگذاری هیدرولیک، یا هر ابزار بارگذاری دیگری با کنترل و ظرفیت کافی برای فراهم کردن سرعت بارگذاری شرح داده شده در بند ۶-۱. برای خاک‌هایی با مقاومت فشاری محدودنشده کمتر از ۱۰۰ کیلوپاسکال، دستگاه فشار باید قابلیت اندازه‌گیری تنش فشاری تا ۱ کیلوپاسکال را داشته باشد. برای خاک‌هایی با مقاومت فشاری محدودنشده ۱۰۰ کیلوپاسکال یا بیشتر، دستگاه فشار باید قابلیت اندازه‌گیری تنش فشاری تا تقریب ۵ کیلوپاسکال را داشته باشد.

#### ۴-۲ بیرون آور نمونه

قابلیت خارج کردن مغزه خاک از لوله نمونه برداری در همان جهتی که نمونه به لوله نمونه برداری وارد شده است، با همان سرعت و با دست‌خوردگی قابل اغماض نمونه. شرایط در زمان برداشتن نمونه، می‌تواند جهت برداشت را مشخص کند اما اهمیت اساسی، حفظ کردن درجه دست‌خوردگی قابل اغماض، است.

---

1- Platform weighing

2- Screw-jackactivated load yoke

#### ۳-۴ شاخص تغییرشکل

شاخص تغییرشکل باید یک شاخص مدرج، با درجه‌بندی تا  $0.3$  میلی‌متر یا بهتر از آن را داشته باشد و باید دارای محدوده حرکت حداقل  $20$  درصد طول آزمون باشد، یا هر وسایل اندازه‌گیری دیگری شامل یک دستگاه اندازه‌گیری تغییرشکل الکترونیکی مطابق با این الزامات، باشد.

#### ۴-۴ دستگاه اندازه‌گیری مدرج

یا دیگر ابزار مناسب، برای اندازه‌گیری ابعاد فیزیکی آزمون تا  $0.1$  درصد از بعد اندازه‌گیری شده.

یادآوری - کولیس‌های ورنیه<sup>۱</sup> برای آزمون‌های نرم، توصیه نمی‌شود، چون باعث تغییرشکل آزمون می‌شوند.

#### ۴-۵ زمان سنج

باید از یک ابزار زمان‌سنج برای نشان دادن زمان آزمون سپری شده تا تقریب ثانیه، استفاده شود برای اینکه نرخ کرنش اعمالی توصیف شده در بند ۶-۱، برقرار شود.

#### ۴-۶ ترازو

ترازوی استفاده شده برای وزن کردن آزمون‌ها باید تعیین کننده وزن آزمون تا  $0.1$  درصد از وزن کلی آن باشد.

#### ۴-۷ تجهیزات

مطابق با استاندارد بند ۲-۵، تعیین شده است.

#### ۴-۸ وسایل متفرقه

مانند ابزارهای برش آزمون، ابزار بازسازی، ظروف حذف محتوای آب، و فرم‌های اطلاعاتی، همانطوری که مورد نیاز است.

### ۵ آماده سازی آزمون‌ها

#### ۵-۱ اندازه آزمون

آزمونه‌ها باید حداقل قطر ۳۰ میلی‌متر داشته باشند و بزرگترین ذره موجود در آزمون باید کوچکتر از یک‌دهم قطر آزمون باشد. برای آزمون‌هایی که دارای قطر بیشتر از ۷۲ میلی‌متر یا بزرگتر هستند، اندازه بزرگترین دانه باید کوچکتر از یک ششم قطر آزمون باشد. اگر بعد از اتمام یک آزمون بر روی یک نمونه دست نخورده، بر اساس مشاهدات عینی، مشخص شود که ذرات بزرگتر از آنچه مجاز است، وجود دارند، این اطلاعات را در بند ملاحظات در گزارش اطلاعات آزمون، ارائه دهید (یادآوری زیر را ببینید). نسبت ارتفاع به قطر باید بین ۲ تا ۲٫۵ باشد. میانگین ارتفاع و قطر آزمون را با استفاده از وسایل تعیین‌شده در بند ۴-۴، بدست آورید. حداقل سه اندازه‌گیری ارتفاع (۱۲۰ درجه منفرد)، و حداقل سه اندازه‌گیری قطر در نقاط یک‌چهارم ارتفاع، انجام دهید.

**یادآوری** - اگر بعد از انجام آزمون، ذرات بزرگ خاک در آزمون پیدا شد، یک آنالیز دانه‌بندی مطابق استاندارد بند ۲-۱، می‌توان انجام داد تا تأیید کننده مشاهدات عینی و نتایج فراهم شده در گزارش آزمون باشد.

## ۵-۲ آزمون‌های دست‌نخورده

آزمون‌های دست‌نخورده را از آزمون‌های دست‌نخورده بزرگ یا از آزمون‌های معتبر و تحکیمی مطابق با استاندارد بند ۲-۴، آماده‌سازی کنید و مطابق با روش‌های استاندارد برای آزمون‌های گروه C، در استاندارد بند ۲-۱۰، نگهداری و انتقال دهید. آزمون‌های لوله نمونه‌برداری را می‌توان بدون برش زدن زوائد انجام داد، مگر اینکه شرایط آزمون، تعیین کند که انتهای آزمون باید صاف شود. آزمون‌ها را با دقت با دست حمل کنید تا از بهم‌ریختگی، تغییرات در سطح مقطع یا از دست رفتن محتوای آب، جلوگیری شود. اگر فشار یا هر نوع دست‌خوردگی قابل ملاحظه توسط ابزار خارجی بوجود می‌آید، لوله نمونه را از طول، به دو نیم تقسیم کنید یا به بخش‌های کوچکتر برش بزنید تا برداشتن بدون بهم‌ریختگی آزمون، تسهیل شود. آزمون‌های بریده شده را بدون بهم‌ریختگی و تا جایی که امکان دارد در اتاقی با رطوبت کنترل شده، آماده‌سازی کنید. هرگونه تلاشی که ممکن است، انجام دهید تا از تغییر در محتوای آب درون خاک جلوگیری شود. آزمون‌ها باید از سطح مقطع دایره‌ای یکسان که انتهایی عمود بر محور طولی آزمون دارد، باشند. در هنگام برش، هرگونه پولک کوچک یا پوسته وارد شده را بردارید. حفرات روی سطح آزمون را به دقت توسط خاک‌های بازسازی شده بدست آمده از برش، پر کنید. در هنگامی که پولک‌ها یا برش زدن، منجر به بی‌نظمی اضافی در دو انتها می‌شود، آزمون‌ها را با یک ضخامت حداقلی از گچ زنده یا مواد مشابه بپوشانید. در هنگامی که شرایط نمونه اجازه می‌دهد، یک ماشین تراش عمودی که با آزمون نهایی مطابقت دارد را می‌توان به عنوان یک کمک در برش آزمون تا قطر لازم، استفاده کرد. در جایی که جلوگیری از گسترش نیروهای مؤثر قابل ارزیابی (محسوس) مهم فرض می‌شوند، بلافاصله بعد از آماده‌سازی و در همه مدت انجام آزمون، آزمون را با یک غشاء لاستیکی، روکش پلاستیکی نازک یا پوششی از گریس یا پلاستیک، بپوشانید. جرم و ابعاد آزمون آزمون را تعیین کنید. اگر آزمون پوشش‌گذاری می‌شود، بهتر است که جرم و ابعاد را قبل از پوشش‌گذاری تعیین کنید. اگر از همه آزمون برای تعیین محتوای آب استفاده نمی‌شود، یک آزمون، حاصل از برش را برای این منظور انتخاب کنید و بلافاصله آن را در یک ظرف پوشش‌دار قرار دهید. تعیین محتوای آب، باید مطابق با استاندارد بند ۲-۵، انجام شود.

## ۵-۳ آزمون‌های بازسازی شده

آزمون‌ها را هم از آزمون دست‌نخورده خراب‌نشده و یا از نمونه دست‌خورده‌ای که از آزمون دست‌نخورده خراب‌شده، فراهم شده است، می‌توان آماده‌سازی کرد. در مورد آزمون دست‌نخورده خراب‌شده، مواد را در یک غشاء پلاستیکی نازک بپوشانید و با انگشتان به آزمون فشار وارد کنید تا مطمئن شوید که بطور کامل بازسازی شده است. از محبوس شدن هوا در آزمون، اجتناب کنید. مراقب باشید که چگالی یکسانی بدست آید و بازسازی تا نسبت حفره یکسانی با آزمون دست‌نخورده بدست آید و محتوای آب طبیعی خاک حفظ شود. مواد دست‌خورده را درون یک قالب با سطح مقطع دایره‌ای با ابعادی که متناسب با الزامات بند ۶-۱ است، شکل دهید. بعد از خارج کردن از قالب، جرم و ابعاد آزمون را تعیین کنید.

## ۵-۴ آزمون‌های تحکیم‌یافته

آزمون‌ها باید تا چگالی و محتوای آب از قبل تعیین شده‌ای که توسط شخص تعیین‌کننده آزمون، توصیف و تعریف شده است، آماده‌سازی شود (یادآوری زیر را ببینید). بعد از اینکه آزمون شکل گرفت، انتهای عمود بر محور طولی را مرتب کنید، و از قالب خارج کرده و جرم و ابعاد آزمون را تعیین کنید.

یادآوری - تجربه نشان می‌دهد که متراکم کردن، حمل کردن با دست و بدست آوردن نتایج مطلوب از آزمون‌هایی که درجه اشباع بیش از ۹۰ درصد دارند، کار مشکلی است.

## ۶ روش انجام آزمون

۶-۱ آزمون را در دستگاه بارگذاری قرار دهید تا جایی که بر روی صفحه پایینی متمرکز شود. دستگاه بارگذاری را به دقت تنظیم کنید تا جایی که تنها صفحه بالایی در تماس با آزمون باشد. شاخص تغییر شکل را بر صفر تنظیم کنید. بار را تا جایی بکار ببرید که یک کرنش محوری در یک سرعت نیم تا ۲ درصد بر دقیقه، ایجاد شود. مقادیر بار، تغییر شکل و زمان را در فواصل کافی ثبت کنید تا شکل منحنی تنش - کرنش، تعریف شود (معمولا ۱۰ نقطه تا ۱۵ نقطه کافی است). بهتر است که سرعت کرنش تا جایی انتخاب شود که زمان گسیختگی از حدود ۱۵ دقیقه تجاوز نکند (یادآوری زیر را ببینید). بارگذاری را ادامه دهید تا زمانی که مقادیر تنش با افزایش کرنش، کاهش یابد، یا تا زمانی که ۱۵ درصد از کرنش به دست آید. سرعت کرنش استفاده شده برای انجام آزمون آزمون‌های درزبندی شده را اگر برای نتایج بهتر آزمون، مطلوب فرض شود، می‌توان کاهش داد. سرعت کرنش را در گزارش داده‌های آزمون، همانطوری که در بند ۸-۷، لازم است، ارائه دهید. محتوای آب آزمون آزمونی را با استفاده از کل آزمون، تعیین کنید مگر اینکه مانند آزمون‌های دست‌نخورده، برش‌هایی برای این

منظور ارائه شده باشند. در گزارش آزمون مشخص کنید که آیا محتوای آب نمونه، همانطوری که در بند ۸-۲ لازم است، قبل یا بعد از آزمون برش بدست آمده است.

**یادآوری** - بهتر است مواد نرم‌تری که تغییرشکل بیشتری را در گسیختگی نشان می‌دهند، در سرعت بالاتری از کرنش، آزمون شوند. برعکس، بهتر است مواد خشک و شکننده که تغییر شکل کمتری را در گسیختگی نشان می‌دهند، در سرعت پایین‌تری از کرنش، آزمون شوند.

۶-۲ یک طرح بکشید یا یک عکس بگیرید از نمونه در گسیختگی که نشان‌دهنده زاویه شیب سطح گسیختگی است، اگر زاویه قابل اندازه‌گیری باشد.

۶-۳ مثالی از یک فرم اطلاعاتی در پیوست الف آورده شده است. هر گونه فرم دیگری که شامل همه اطلاعات ضروری باشد را می‌توان استفاده کرد.

## ۷ محاسبات

۷-۱ کرنش محوری،  $\epsilon_1$  تا تقریب ۰٫۱ درصد برای بار اعمالی را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$\epsilon_1 = \Delta L / L_0$$

که در آن:

$\Delta L$  تغییر طول آزمون که از روی شاخص تغییر شکل خوانده می‌شود، بر حسب میلی‌متر؛

$L_0$  طول اولیه آزمون، بر حسب میلی‌متر؛

۷-۲ میانگین مساحت سطح مقطع،  $A$ ، برای بار را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$A = A_0 / (1 - \epsilon_1)$$

که در آن:

$A_0$  میانگین مساحت سطح مقطع اولیه آزمون، بر حسب میلی‌متر مکعب؛

$\epsilon_1$  کرنش محوری برای بار کاربردی، بر حسب درصد؛

۷-۳ تنش فشاری،  $\sigma_c$ ، تا سه رقم معنی‌دار، یا تقریب ۱ کیلوپاسکال، برای یک بار اعمالی داده‌شده، را بصورت زیر محاسبه کنید:

$$\sigma_c = (P/A)$$

که در آن:

P بار اعمالی داده شده، بر حسب کیلوپاسکال؛

A میانگین مساحت سطح مقطع، بر حسب میلی متر مکعب؛

۴-۷ نمودار - اگر مطلوب است، یک نمودار که نشان دهنده روابط بین تنش فشاری (محور عرض‌ها) و کرنش محوری (محور طول‌ها) باشد را می‌توان رسم کرد. بیشترین مقدار تنش فشاری یا تنش فشاری در ۱۵ درصد از کرنش محوری، هر کدام که اول بدست آید را انتخاب کرده و به عنوان مقاومت فشاری محدود نشده،  $q_{II}$ ، گزارش کنید. در مواقع لزوم برای تفسیر بهتر، نمودار داده‌های تنش - کرنش را به عنوان بخشی از داده‌های گزارش شده، به حساب آورید.

۵-۷ اگر مقاومت‌های فشاری بازسازی شده دست‌نخورده، بازسازی شده‌اند، حساسیت،  $S_T$ ، را به صورت زیر تعیین کنید:

$$S_T = \frac{q_u \text{ (آزمونه دست‌نخورده)}}{q_u \text{ (آزمونه بازسازی شده)}}$$

## ۸ گزارش آزمون

بهتر است که گزارش شامل موارد زیر باشد:

۱-۸ تعیین هویت و توصیف چشمی آزمون، شامل طبقه‌بندی خاک، نماد و آیا اینکه آزمون دست‌نخورده، بازسازی شده، متراکم شده و غیره است. همچنین شامل اطلاعات تعریفی نظیر طرح، موقعیت، تعداد گمانه، تعداد نمونه، عمق و غیره است. توصیف چشمی باید مطابق با استاندارد بند ۲-۷، انجام شود،

۲-۸ چگالی خشک و محتوای آب اولیه (مشخص شود که محتوای آب آزمون، قبل از آزمون برش بدست آمده است یا بعد از آن، و اینکه آیا از کل آزمون بدست آمده است یا از قطعات بریده‌شده)،

۳-۸ درجه اشباع (یادآوری زیر را ببینید)، اگر محاسبه شده است،

یادآوری - وزن مخصوص تعیین شده مطابق با استاندارد بند ۲-۳، برای محاسبه درجه اشباع، لازم است.

۴-۸ مقاومت فشاری محدودنشده و مقاومت برشی؛

۵-۸ میانگین ارتفاع و قطر آزمون؛

۶-۸ نسبت ارتفاع به قطر؛

۷-۸ نرخ میانگین سرعت کرنش تا گسیختگی، درصد؛

۸-۸ کرنش در گسیختگی، درصد؛

۹-۸ حد خمیری و حد روانی را اگر مطابق با استاندارد بند ۲-۱۱، تعیین شده است؛

۱۰-۸ عکس یا شکل گسیختگی؛

۱۱-۸ نمودار تنش - کرنش، اگر آماده‌سازی شده است؛

۱۲-۸ حساسیت، اگر تعیین شده است؛

۱۳-۸ آنالیز اندازه دانه، اگر مطابق با استاندارد بند ۲-۱، تعیین شده است؛ و

۱۴-۸ ملاحظات، هرگونه شرایط غیرمعمولی یا داده‌های دیگری که برای تفسیر درست نتایج بدست آمده، لازم و ضروری است را ذکر کنید، مانند سطوح صیقلی<sup>۱</sup>، لایه‌بندی<sup>۲</sup>، پوسته‌ها<sup>۳</sup>، سنگ‌ریزه‌ها<sup>۴</sup>، ریشه‌ها<sup>۵</sup>، یا تردی و شکنندگی، نوع گسیختگی (که برش محدب یا قطری است).

## ۹ دقت و اریبی

۱-۹ دقت - معیارهای اندازه‌گیری پذیرش نتایج آزمون بدست آمده از این استاندارد، بر روی فوم پلی اورتان<sup>۶</sup> شکل ناپذیر (با چگالی حدود ۰/۰۹ گرم بر سانتی‌مترمربع) در جدول ۱، آورده شده است. این ارزیابی از دقت، بر اساس نتایج برنامه درون آزمایشگاهی است که توسط استانداردهای بند ۲-۱ تا ۲-۱۴ خاک‌ها و برنامه انجام آزمون، انجام شده است. ارزیابی دقت با نوع مواد و خاک مورد آزمون، متفاوت است. و در هنگام به‌کارگیری این ارزیابی‌ها برای خاک، آگاهی داشتن لازم است.

- 
- 1- Slickensides
  - 2- Stratification
  - 3- Shells
  - 4- Pebbles
  - 5- Roots
  - 6- Polyurethane foam

### جدول ۱ - خلاصه نتایج آزمون از هر آزمایشگاه

(داده‌های مقاومت فشاری بر روی فوم پلی اورتان شکل‌ناپذیر با چگالی حدود ۰/۰۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب)

(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)
تعداد آزمایشگاه‌های آزمون سه‌تایی	پارامتر آزمون <sup>۱</sup>	مقدار میانگین <sup>۲</sup>	انحراف معیار <sup>۳</sup>	محدوده قابل قبول از دو نتیجه <sup>۴</sup>
نتایج متصدی تنها (تکرارپذیری درون آزمایشگاهی)				
۲۲	مقاومت، kPa	۹۸۹	۴۲	۱۲۰
۲۲	کرنش، %	۴/۱۶	۰/۳۲	۰/۹
نتایج چند آزمایشگاهی (تکرارپذیری بین آزمایشگاهی)				
۲۲	مقاومت، kPa	۹۸۹	۵۳	۱۵۰
۲۲	کرنش، %	۴/۱۶	۰/۳۵	۱/۰
<p><sup>۱</sup> مقاومت - بیشینه تنش فشاری و کرنش - کرنش محوری در بیشینه تنش فشاری.</p> <p><sup>۲</sup> تعداد ارقام معنی‌دار و رقم‌های اعشاری ارائه شده، نشان‌دهنده داده‌های ورودی است، مطابق با استاندارد بند ۲-۱۲، انحراف معیار و محدوده قابل قبول نتایج، نمی‌تواند دارای مکان اعشاری بیشتر از داده ورودی باشد.</p> <p><sup>۳</sup> انحراف معیار مطابق با استاندارد بند ۲-۱۴، محاسبه شده است و اشاره به محدوده‌های ۱۵ دارد.</p> <p><sup>۴</sup> محدوده قابل قبول از دو نتیجه، اشاره دارد به حد d<sub>2s</sub>، که مطابق با استاندارد بند ۲-۱۳، تعریف شده است، به صورت ۱.۵√۲، ۱/۹۶۰۰، محاسبه شده است. اختلاف بین دو آزمون که بدرستی انجام شده‌اند، نباید از این حد بیشتر باشد. تعداد ارقام معنی‌دار/ مکان اعشاری موجود، مساوی است با آنچه که در این استاندارد یا استاندارد بند ۲-۱۲، توصیف شده است، بعلاوه، مقدار موجود می‌تواند تعداد یکسانی از مکان‌های اعشاری مانند انحراف معیار داشته باشد، حتی اگر آن نتایج دارای ارقام معنی‌دار بیشتری از انحراف معیار باشد.</p>				

۹-۱-۱ داده‌های جدول ۱، بر اساس سه آزمون تکراری انجام شده توسط هر آزمایشگاه است. انحراف معیار یک کاربر تنها و چند آزمایشگاهی، نشان داده شده در جدول ۱، ستون ۴، مطابق با استاندارد بند ۲-۱۴، بدست آمده‌اند. نتایج دو آزمون کاملاً هدایت شده‌ای که توسط یک کاربر با همان مواد و با استفاده از همان وسایل و در کوتاهترین زمان ممکن، انجام شده است، نباید بیش از محدوده‌های d<sub>2s</sub> کاربر تنها نشان داده شده در جدول ۱، ستون ۵، تفاوت داشته باشد. برای تعریف d<sub>2s</sub>، پاورقی ۴ در جدول ۱ را ببینید. نتایج دو آزمون کاملاً هدایت شده‌ای که توسط دو کاربر مختلف و در روزهای مختلف، انجام شده است، نباید بیش از محدوده‌های d<sub>2s</sub> چند آزمایشگاهی نشان داده شده در جدول ۱، ستون ۵، تفاوت داشته باشد.

۹-۲ اربیی، داده کافی برای بیان اربیی وجود ندارد.



## پیوست الف

(اطلاعاتی)

### نمونه فرم اطلاعاتی

#### آزمون فشاری محصورنشده

نام: \_\_\_\_\_ تاریخ: \_\_\_\_\_ شماره کار: \_\_\_\_\_  
 محل: \_\_\_\_\_  
 عمق نیمرخ: \_\_\_\_\_ شماره آزمون: \_\_\_\_\_ شماره گمانه: \_\_\_\_\_  
 شرح آزمون: \_\_\_\_\_  
 شماره وسایل: \_\_\_\_\_ شماره حلقه ثابت: \_\_\_\_\_

تعیین محتوای آب:

وزن خالص:

وزن خالص + Wt. آزمون مرطوب  
 وزن خالص + Wt. آزمون خشک  
 Wt. وزن خالص آب  
 Wt. وزن خالص  
 Wt. آزمون مرطوب  
 Wt. آزمون خشک

محتوای آب، درصد Wt. خشک

در ۱۰۵ درجه سلسیوس \_\_\_\_\_ %

چگالی آب  
 چگالی خشک

گرانش مخصوص:

D<sub>o</sub> قطر اولیه  
 A<sub>o</sub> مساحت اولیه  
 L<sub>o</sub> ارتفاع اولیه  
 V<sub>o</sub> حجم اولیه

بار  
 تنش = مساحت اصلاح شده

مساحت اصلاح شده =  $\frac{A_o}{A}$   
 کرنش واحد - ۱

داده آزمون:

$\frac{\Delta L}{L_o}$  کرنش واحد

$\frac{L}{D}$  = \_\_\_\_\_

تاریخ انقضاء - دقیقه	قرائت بار	کرنش اولیه	قرائت کرنش	کرنش کل	کرنش واحد	سطح مقطع اصلاح شده	تنش اولیه

نوع آزمون: \_\_\_\_\_ درصد کمیته

محل عکس یا طرح شماتیک آزمون پس از شکست

نرخ کرنش \_\_\_\_\_

توضیحات: \_\_\_\_\_