



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۱۳۳۳۵-۱
تجدید نظر اول
۱۳۹۸

INSO
13335-1
1st Revision
2019

Identical with
ISO 12957-1:
2018

ژئوسینتتیک‌ها-
روش اندازه گیری خواص اصطکاکی-
قسمت ۱: آزمون برش مستقیم

Geosynthetics- Determination of friction
characteristics
Part 1: Direct shear test

ICS: 59.080.70

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۸۱۱۴-۳۲۸۰۸ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

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

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

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

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4-Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«ژئوسینتتیک ها - روش اندازه گیری خواص اصطکاکی - قسمت ۱: آزمون برش مستقیم»

(تجدید نظر اول)

رئیس:

نازکدست، حسین

(دکتری مهندسی پلیمر)

غیاثی نژاد، حسین

(دکتری مهندسی عمران)

دبیر:

پیغامی، فریبا

(کارشناسی فیزیک)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ابراهیم، الهام

(کارشناسی شیمی کاربردی)

پورا اکبری، حامد

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

پورقاسمی آستانه، رضا

(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

جعفرزاده، شهاب الدین

(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

حاجی علیان، محمد حسین

(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

حسین مقتدری، محمدرضا

(کارشناسی مهندسی پلیمر)

سمت و/یا محل اشتغال:

دانشگاه صنعتی امیرکبیر و رئیس کمیته متناظر

TC221

عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت و نایب رئیس

کمیته متناظر TC221

دبیر کمیته متناظر TC221

سازمان ملی استاندارد- پژوهشگاه استاندارد

شرکت صنایع ورق ایران

شرکت مهندسی آریانام

شرکت صنایع ورق ایران

شرکت فرنام بسپار

شرکت پلاستیک شاهین

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

رضائی چکان، الهام

(کارشناسی شیمی کاربردی)

سمنانی رهبر، روح اله

(دکتری مهندسی شیمی نساجی)

مستوفی، نیما

(دکتری مهندسی پلیمر)

مسعودی، معصومه

(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

میربلوک، علیرضا

(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

نوری، پرهام

(کارشناسی ارشد مهندسی برق)

ویراستار:

اطلسی، شهلا

(کارشناسی فیزیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد- پژوهشگاه استاندارد

شرکت نواندیشان تجارت

عضو مستقل

انجمن ژئوسینتتیک ایران

موسسه اندیشه برتر میران

شرکت مشاورین نیک تکس

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۴ اصول آزمون
۵	۵ تهیه آزمون
۵	۶ آماده‌سازی در شرایط محیطی استاندارد
۶	۷ وسایل
۱۱	۸ روش اجرای آزمون
۱۲	۹ روش محاسبه و بیان نتایج
۱۴	۱۰ گزارش آزمون
۱۵	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «ژئوسینتتیک‌ها- روش اندازه‌گیری خواص اصطکاکی- قسمت ۱: آزمون برش مستقیم» که نخستین بار در سال ۱۳۸۹ بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی شماره ۵ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در پانصد و پانزدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد پوشاک و فرآورده‌های نساجی و الیاف مورخ ۹۸/۱۰/۰۴ تصویب شد. 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 می‌شود.

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

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۳۳۵: سال ۱۳۸۹ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 12957-1:2018, Geosynthetics — Determination of friction characteristics- Part 1: Direct shear test

ژئوسینتتیک‌ها - روش اندازه‌گیری خواص اصطکاکی - قسمت ۱: آزمون برش^۱ مستقیم

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، توصیف آزمون شاخص برای اندازه‌گیری خواص اصطکاکی ژئوتکستایل و محصولات وابسته در تماس با ماسه استاندارد طبق استاندارد EN 196-1 (یعنی ماسه با چگالی و رطوبت موجود معین) تحت تنش عمودی با سرعت جابجایی ثابت با استفاده از دستگاه برش مستقیم می‌باشد.

این روش می‌تواند برای هر نوع خاک با چگالی و رطوبت موجود، که برای کارآیی مربوطه مناسب بوده یا با ژئوسینتتیک دیگر تحت تنش عمودی با سرعت جابجایی ثابت با استفاده از دستگاه برش مستقیم به کار رود.

این استاندارد هم چنین برای ژئوسینتتیک‌های آب‌بند^۲ نیز به کاربرد دارد.

۲ مراجع الزامی

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

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

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 9862, Geosynthetics — Sampling and preparation of test specimens.

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۷۴، ژئوسینتتیک‌ها - نمونه‌برداری و تهیه آزمون، با استفاده از منبع

ISO 9862:2005، تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف، سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO) و کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) داده‌های واژه‌نامه‌ها را در وبگاه‌های زیر در دسترس است:

– ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

1- Shear

2- Geosynthetic barriers

– IEC Electropedia: available at [http:// www.electropedia.org/](http://www.electropedia.org/)

۱-۳

جابجایی نسبی

s

relative displacement

جابجایی ماسه نسبت به آزمون در طول انجام برش است.
یادآوری- جابجایی نسبی بر حسب میلی متر (mm) بیان می شود.

۲-۳

نیروی عمودی

N

normal force

نیروی ثابت عمودی که به آزمون اعمال می شود.
یادآوری- نیروی عمودی بر حسب کیلو نیوتن (KN) بیان می شود.

۳-۳

نیروی برش

S

sheare force

نیروی افقی که در طول انجام برش در سرعت ثابت جابجایی اندازه گیری می شود.
یادآوری- نیروی برش بر حسب کیلو نیوتن (KN) بیان می شود.

۴-۳

تنش عمودی

σ

normal stress

حاصل تقسیم نیروی عمودی (طبق زیربند ۲-۳) به سطح تماس آزمون است.
یادآوری- تنش عمودی بر حسب کیلو پاسکال (KPa) بیان می شود.

۵-۳

تنش برشی

τ

shear stress

حاصل تقسیم نیروی برشی (طبق زیربند ۳-۳) در راستای وجه مشترک ماسه و ژئوتکستایل، بر سطح تماس آزمونه است.

یادآوری - تنش برشی بر حسب کیلو پاسکال (KPa) بیان می‌شود.

۶-۳

حداکثر تنش برشی

τ_{max}

maximum shear stress

بیشترین مقدار تنش برشی (طبق زیربند ۵-۳) ایجاد شده در آزمون برش^۱ است.

یادآوری - حداکثر تنش برشی بر حسب کیلو پاسکال (KPa) بیان می‌شود.

۷-۳ زاویه اصطکاک

ϕ

angle of friction

شیب بهترین خط راست رسم شده از نقاط حداکثر تنش برشی (طبق زیربند ۶-۳) است.

یادآوری ۱- زاویه اصطکاک بر حسب درجه بیان می‌شود.

یادآوری ۲- در این استاندارد زاویه اصطکاک بین ژئوسینتتیک و ماسه یا زاویه اصطکاک بین ژئوسینتتیک و خاک مخصوص

از نماد Φ_{sg} و برای زاویه اصطکاک بین ژئوسینتتیک و ژئوسینتتیک از نماد Φ_{gg} استفاده می‌شود.

۸-۳

پیوستگی ظاهری

c_{sg}

apparent cohesion

مقدار تنش برشی (طبق زیربند ۵-۳) در تنش عمودی صفر که نقطه تقاطع بهترین خط راست رسم شده معادل تنش عمودی (طبق زیربند ۴-۳) است.

یادآوری ۱- پیوستگی ظاهری بر حسب کیلو پاسکال (KPa) بیان می‌شود.

یادآوری ۲- پیوستگی ظاهری بین ژئوسینتتیک و ماسه یا بین ژئوسینتتیک و خاک مخصوص به کار می‌رود.

۹-۳

حداکثر تنش برشی ماسه یا خاک به تنهایی

$\tau_{max,s}$

maximum shear stress in sand or soil alone

حداکثر تنش برشی ایجاد شده در طی آزمون برش است که فقط بر روی ماسه یا خاک به تنهایی انجام می‌شود.

یادآوری- حداکثر تنش برشی ماسه یا خاک به تنهایی بر حسب کیلو پاسکال (KPa) بیان می‌شود.

۱۰-۳

حداکثر تنش برشی ماسه یا خاک / نگه‌دارنده

$\tau_{max,sup}$

maximum shear stress sand or soil/support

حداکثر تنش برشی ایجاد شده (طبق زیربند ۳-۶) در راستای وجه مشترک ماسه/ نگه‌دارنده (بدون ژئوسینتتیک) در طول آزمون برش است.

یادآوری- حداکثر تنش برشی ماسه یا خاک/نگه‌دارنده بر حسب کیلو پاسکال (KPa) بیان می‌شود.

۱۱-۳

نسبت اصطکاک

$f_g (\sigma)$

friction ratio

نسبت تنش برشی حداکثر τ_{max} (طبق زیربند ۳-۶) به حداکثر تنش برشی ماسه یا خاک به تنهایی $\tau_{max,s}$ (طبق زیربند ۳-۹) تحت تنش عمودی σ (طبق زیربند ۳-۴) یکسان می‌باشد.

۱۲-۳

چسبندگی ظاهری

α_{gg}

apparent adhesion

از تنش برشی (طبق زیربند ۳-۵) که نقطه تقاطع بهترین خط راست رسم شده معادل تنش عمودی (طبق زیربند ۳-۴) است.

یادآوری ۱- چسبندگی ظاهری بر حسب کیلو پاسکال (KPa) بیان می‌شود.

یادآوری ۲- چسبندگی ظاهری بین ژئوسینتتیک و ژئوسینتتیک به کار می‌رود.

۴ اصول آزمون

ژئوسینتتیک در سطح تماس با ماسه استاندارد/خاک مخصوص/ژئوسینتتیک دیگر، در دستگاه برش یا دستگاه مشابه تحت برش مستقیم قرار می‌گیرد. زاویه اصطکاک وجه اشتراک ماسه و ژئوسینتتیک، خاک و ژئوسینتتیک یا ژئوسینتتیک و ژئوسینتتیک تعیین می‌شود.

در مواردی که ژئوگرید در تماس با خاک با نگهدارنده صلب آزمون می‌شود، نتایج وابسته به اصطکاک با نگهدارنده بستگی دارد و نتایج لزوماً واقع‌بینانه نیست. درستی آزمون باید توسط آزمون‌های کالیبراسیون ممیزی شود.

۵ تهیه نمونه

۱-۵ نمونه برداری

نمونه برداری باید طبق استاندارد ISO 9862 انجام شود.

۲-۵ تعداد و ابعاد آزمون‌ها

برای هر راستای مورد آزمون، چهار نمونه ببرید. اندازه آزمون‌ها باید مناسب با ابعاد دستگاه باشد. اگر دو روی نمونه با هم متفاوت است باید هر دو روی آن، آزمون شود. از هر روی نمونه باید چهار آزمون تهیه و آزمون شود.

۶ آماده سازی در شرایط محیطی استاندارد

آزمون‌ها را جهت آماده‌سازی و انجام آزمون در شرایط محیطی طبق استاندارد ISO 554 در دمای (20 ± 2) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (65 ± 5) درصد نگه‌دارید تا تغییر جرم بین دو توزین متوالی در فواصل زمانی حداقل دو ساعت، بیش از ۰٫۲۵ درصد جرم آزمون‌ها نباشد.

چنانچه آماده‌سازی/یا انجام آزمون در رطوبت نسبی تعیین شده در نتایج آزمون تأثیر گذار نباشد، آماده سازی و/یا انجام آزمون در شرایط محیطی استاندارد، می‌تواند حذف شود.

۷ وسایل

۱-۷ دستگاه برش مستقیم

۱-۱-۷ دستگاه برش با سطح تماس ثابت (شمای دستگاه طبق شکل ۱)، دستگاه برش باید به دو بخش بالایی و پایینی تقسیم شود. دستگاه باید در برابر نیروهای اعمال شده به اندازه کافی مقاوم بوده و تغییر شکل ندهد. بخش بالایی این جعبه باید قابلیت بالا رفتن از بخش پایینی را داشته باشد.

ابعاد داخلی بخش بالایی نباید کمتر از (۳۰۰ میلی‌متر × ۳۰۰ میلی‌متر) باشد. عرض هر دو جعبه نباید کمتر از ۵۰ درصد طول آن‌ها باشد. عمق جعبه باید به اندازه‌ای باشد که لایه ماسه و سیستم بارگذاری یا نگهدارنده صلب که ژئوسینتتیک در بخش بالایی آن تثبیت می‌شود، در آن به راحتی جای گیرد.

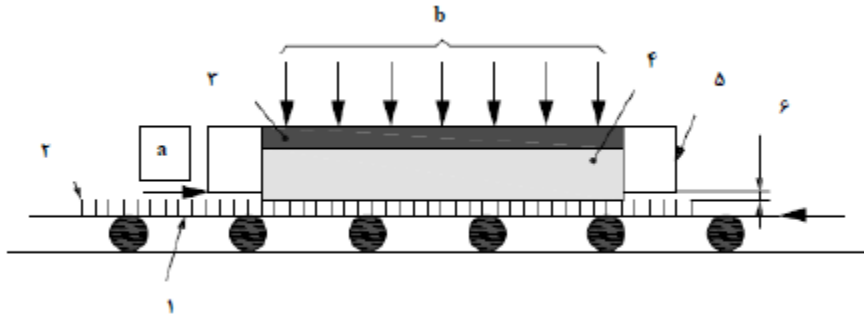
برای آزمون ژئوگرید حداقل ابعاد جعبه برش باید به اندازه‌ای باشد که آزمون با حداقل دو بازوی کامل نقاط اتصال در راستای طول و سه بازوی کامل نقاط اتصال در راستای عرض در بخش بالایی و پایینی، در طول انجام آزمون قرار گیرد.

بخش پایینی جعبه برش باید دارای نگه دارنده آزمون و گیره یا هر گونه تمهیداتی برای جلوگیری از لغزش آزمون در حین انجام آزمون باشد.

طول بخش پایینی جعبه برش باید به اندازه‌ای باشد که تماس بین آزمون و بخش باز در جابجایی برش نسبی، به میزان حداقل ۱۶/۵ درصد طول داخلی بخش بالایی، حفظ شود.

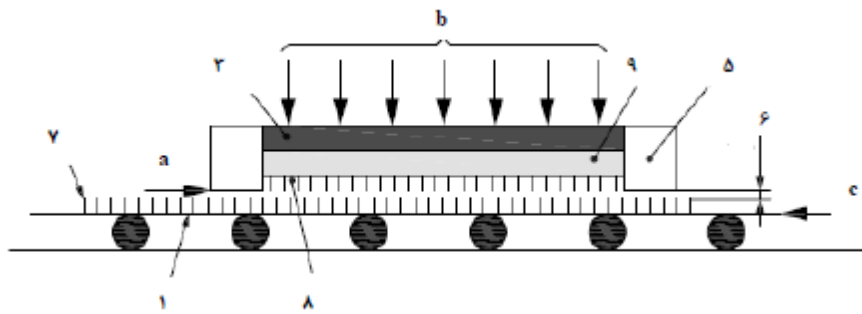
دستگاه برش با سطح تماس کاهنده (شمای دستگاه طبق شکل ۲)، جعبه استاندارد برش خاک با دو بخش که ابعاد بخش‌های بالا و پایین مساوی و حداقل (۳۰۰ میلی‌متر × ۳۰۰ میلی‌متر) می‌باشند.

۲-۷ نگه‌دارنده آزمون، آزمون باید بر روی نگه‌دارنده صلب در بخش پایینی دستگاه آزمون برش به صورت افقی قرار گیرد. آزمون باید به منظور جلوگیری از جابجایی نسبی آن بین آزمون و نگه‌دارنده تا حد امکان تثبیت شود. آزمون ژئوسینتتیک باید در بخش جلویی خارج از سطح برش به گیره متصل شود. داخل سطح اصطکاک باید توسط چسب و یا نگه‌دارنده اصطکاکی استاندارد به طور مثال کاغذ سمباده اکسید آلومینیم (نوع P80 طبق استاندارد ISO 6344-2) تثبیت شود.



الف) - آزمون برش مستقیم با سطح تماس ثابت (یک نمونه از ترتیب قرارگیری) برای ماسه/خاک

- سطح مشترک ژئوسینتتیک



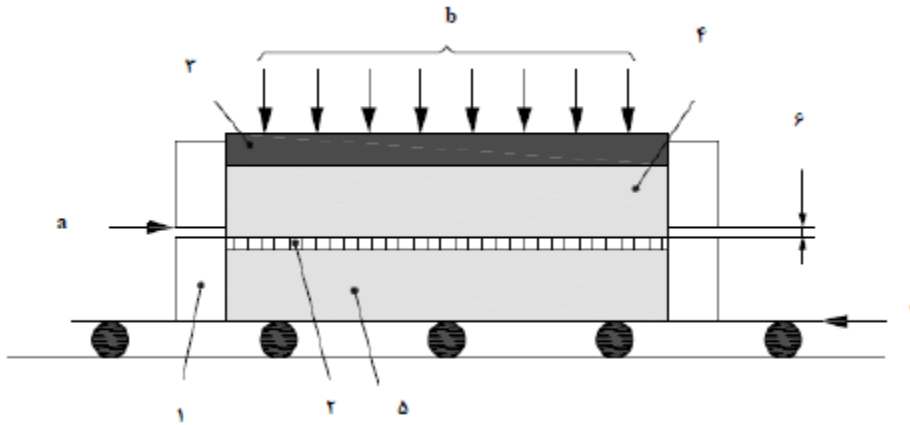
ب) - آزمون برش مستقیم با سطح تماس ثابت (یک نمونه از ترتیب قرارگیری) برای ژئوسینتتیک

- سطح مشترک ژئوسینتتیک

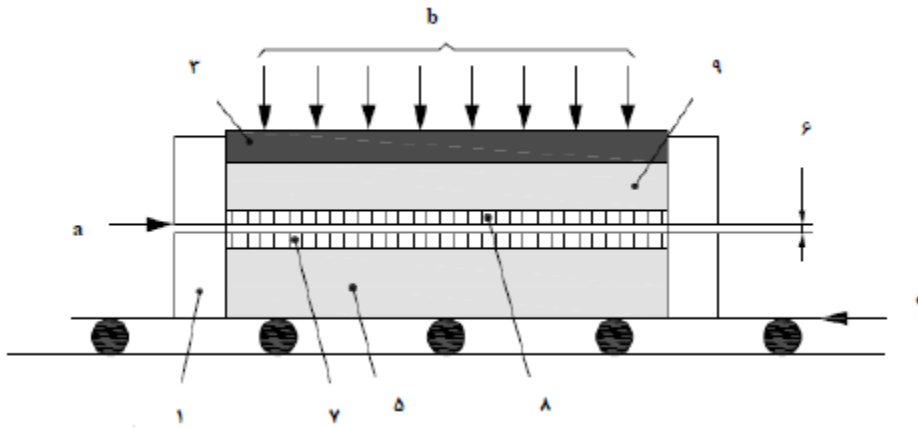
راهنما:

- | | |
|---|--------------------------|
| ۱ | پایه صلب |
| ۲ | آزمونه ژئوسینتتیک |
| ۳ | سیستم بارگذاری |
| ۴ | ماسه استاندارد/خاک مخصوص |
| ۵ | جعبه برش صلب |
| ۶ | فضای خالی مناسب |
| ۷ | ژئوسینتتیک نمونه ۱ |
| ۸ | ژئوسینتتیک نمونه ۲ |
| ۹ | نگهدارنده صلب آزمون |
| a | نیروی عکس‌العمل افقی |
| b | نیروی عمودی |
| c | نیروی افقی |

شکل ۱ - آزمون برش مستقیم با سطح تماس ثابت



الف) دستگاه برش با سطح تماس کاهنده (یک نمونه از ترتیب قرارگیری) برای ماسه/خاک - سطح مشترک ژئوسینتتیک



ب) دستگاه برش با سطح تماس کاهنده (یک نمونه از ترتیب قرارگیری) برای ژئوسینتتیک - سطح مشترک ژئوسینتتیک

راهنما:

نگهدارنده آزمون صلب بالایی	۹	دستگاه استاندارد برشی (۳۰۰ میلی‌متر × ۳۰۰ میلی‌متر)	۱
نیروی عکس‌العمل افقی	a	آزمون ژئوسینتتیک	۲
نیروی عمودی	b	سیستم بارگذاری	۳
نیروی افقی	c	ماسه استاندارد/خاک مخصوص	۴
		نگهدارنده صلب آزمون	۵
		فضای خالی مناسب	۶
		ژئوسینتتیک نمونه ۱	۷
		ژئوسینتتیک نمونه ۲	۸

شکل ۲ - دستگاه آزمون برش مستقیم با سطح تماس کاهنده

در صورت استفاده از صفحه صلب به عنوان نگه‌دارنده ژئوگرید (یا ژئوتکتایل) با درصد سوراخ زیاد، باید آزمون اصطکاک بین ماسه و نگه‌دارنده انجام شود و باید حداکثر تنش برشی ($\tau_{max,sup}$) برای هر تنش عمودی تعیین شود. برای ژئوگریدها با سوراخ بزرگ (بیش از ۱۵ میلی‌متر) و درصد بالای منافذ (بیش از ۵۰ درصد سطح کل آزمون) از نگه‌دارنده ماسه‌ای می‌توان استفاده کرد یعنی جعبه پایینی باید با ماسه استاندارد با چگالی معین پر شود.

۳-۷ حامل صلب، جعبه برش باید بر روی میز دستگاه و روی غلتک‌هایی با اصطکاک کم^۱ قرار گیرد. به طوری که قابلیت حرکت در راستای طول را با حداقل اصطکاک داشته باشد. پایه صلب دستگاه برش باید روی حامل صلب نگه‌داری می‌شود.

۴-۷ وسیله بارگذاری، وسیله بارگذاری باید قابلیت اعمال نیروی برشی افقی به جعبه برش با سرعت ثابت جابه‌جایی به میزان (1 ± 0.2) میلی‌متر بر دقیقه را داشته باشد.

وقتی آزمون باخاکی که نفوذپذیری کم (میلی‌متر $0.075 < d_1$) انجام شود، میزان سرعت برش باید اطمینان حاصل کرد که آزمون در شرایط آبدگر^۲ باشد. به این منظور باید سرعت برش کم‌تر از ۱/۰ میلی‌متر بر دقیقه باشد (یعنی بین ۰/۰۵ تا ۱/۰ میلی‌متر بر دقیقه). وقتی از این سرعت برش استفاده شود، دقت باید $\pm 2\%$ درصد مقدار انتخاب شده باشد.

۵-۷ غشاء نرم پر شده با مایع، یا صفحه صلب که از اعمال نیروی عمودی یکنواخت روی کل سطح آزمون اطمینان حاصل شود.

۶-۷ دستگاه اندازه‌گیری نیروی برشی و جابجایی

۱-۶-۷ کلیات

نیروی برشی باید با دقت $\pm 2\%$ درصد اندازه‌گیری شود.

جابجائی نسبی باید با دقت $\pm 0.2\%$ میلی‌متر اندازه‌گیری شود.

طراحی دستگاه باید به نحوی باشد که امکان انبساط ماسه را بدهد یعنی باید فضای آزاد مناسب بین بخش بالایی و بخش پایینی وجود داشته باشد.

1- Low friction bearings

2- Drained

برای تعیین رطوبت موجود، کاهش جرم، دو ساعت بعد از قرارگیری در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس (باید کاهش جرم کمتر از ۰٫۲ درصد باشد) بر حسب درصد نسبت به جرم خشک نمونه بیان می‌شود. درجه‌بندی ماسه طبق جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱ - درجه‌بندی ماسه استاندارد

اندازه الک (میلی‌متر)	باقی مانده بر روی الک (درصد)
۲۰۰	۰
۱۶۰	۷ ± ۵
۱۰۰	۳۳ ± ۵
۰٫۵۰	۶۷ ± ۵
۰٫۱۶	۸۷ ± ۵
۰٫۰۸	۹۹ ± ۱

در صورت مشاهده کاهش ذرات ریز در حین انجام آزمون، باید قبل از استفاده مجدد، درجه‌بندی ماسه کنترل شود. جرم ماسه‌های از بین رفته باید با توزین مجدد آزمون تعیین و گزارش شود.

کنترل چشمی برای تأثیر تغییر درجه‌بندی می‌تواند کافی باشد. برای جلوگیری از جدا شدن دانه‌های ماسه ممکن است به آن‌ها آب اضافه شود، به شرطی که افزودن آب، بیش از ۲ درصد رطوبت موجود را افزایش ندهد.

زاویه داخلی اصطکاک ماسه توسط دستگاه متداول برش مستقیم اندازه‌گیری می‌شود. همان وسیله برای آزمون اصطکاک می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد به شرطی که الزامات دستگاه معمول برشی مستقیم را برآورد سازد.

اگر آزمون با انواع مختلف خاک انجام شود، منحنی اندازه ذرات خاک و زاویه داخلی اصطکاک خاک باید توسط دستگاه متداول برش مستقیم اندازه‌گیری شود.

۷-۶-۲ سیستم توقف قابل انعطاف، در مواردی که آزمون با ماسه یا خاک انجام گرفته، قالب بخش بالایی دستگاه باید طوری باشد که از عبور ذرات محبوس شده بین بخش بالای دستگاه و نگهدارنده ژئوتکستایل یا ژئوگرید جلوگیری کند.

۷-۶-۳ ماسه سیلیسی طبیعی، ماسه در تماس با آزمون، باید ماسه سیلیسی طبیعی بوده و ترجیحاً دارای ذرات مدور و حاوی حداقل ۹۸ درصد سیلیس باشد.

۸ روش اجرای آزمون

آزمونه‌ها باید به صورت صاف و عاری از تا و چروک باشد.

آزمونه را بر روی سیستم نگه‌دارنده تثبیت کنید. در دستگاه با سطح تماس کاهنده، سطح بالایی آزمونه باید با بخش پایینی جعبه برش، تراز باشد. بخش بالایی دستگاه را در جای خود قرار دهید.

تا حد امکان ایجاد اصطکاک بین دو نیمه دستگاه اجتناب کرد میزان اصطکاک اولیه با انجام آزمون سری اول بدون مواد در سطح مشترک اندازه‌گیری می‌شود. و این مقدار از تمام نتایج به‌دست آمده در انجام آزمون کسر می‌شود.

وقتی سطح مشترک ژئوسینتتیک/خاک آزمون می‌شود، بخش بالایی دستگاه را با ماسه یا خاک مخصوص پر کنید.

ضخامت لایه ماسه باید حداقل ۵ برابر قطر بزرگترین ذره موجود در ماسه یا ۲۵ میلی‌متر باشد (هر کدام که بزرگ‌تر است).

ماسه باید با چگالی خشک به میزان ۷۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب (۵ درصد) فشرده شود، خاک مخصوص باید با آب موجود در آن و چگالی تعیین شده فشرده شود. بخش بالای دستگاه باید از قبل توزین شود (جرم ماسه پر شده در آن محاسبه شود) وقتی مواد برای رسیدن به چگالی مورد نظر فشرده شوند حجم مورد نیاز را اشغال کنند حجم مواد قابل محاسبه بوده که با استفاده از عدد جرم چگالی قابل محاسبه می‌باشد.

در مواردی که سطح مشترک ژئوسینتتیک با ژئوسینتتیک آزمون می‌شود، ژئوسینتتیک بالایی روی نگهدارنده صلب تثبیت می‌شود، (با کیسه آب یا کیسه هوا یا لایه خاک) سپس نگه‌دارنده و ژئوسینتتیک را در بخش بالایی دستگاه وارد کرده به طوری که آزمونه رو به پایین باشد.

وسیله بارگذاری و اندازه‌گیری جابه‌جایی (سلول بار یا سنجه عقربه‌ای) را در جای خود قرار دهید. نیروی عمودی را اعمال کنید تا یکی از فشارهای ۵۰، ۱۰۰ یا ۱۵۰ کیلو پاسکال را در زمان آزمون با ماسه استاندارد یا فشار مورد نیاز برای آزمون‌های دیگر خاک دیگر یا سطح مشترک ژئوسینتتیک/ژئوسینتتیک تامین کند.

نیروی برشی را به طور پیوسته و / یا در فواصل معادل با جابجایی ۰٫۲ میلی‌متر و یا فواصل زمانی ۱۲ ثانیه اندازه‌گیری کنید. جابجایی نسبی واقعی باید در همان زمان ثبت شود. بالا رفتن و چرخش صفحه (مورد استفاده برای اعمال نیروی عمودی) در انتهای آزمون اندازه‌گیری می‌شود.

پایان آزمون زمانی است که جابجایی نسبی به ۵۰ میلی‌متر برای طول سطح برش ۳۰۰ میلی‌متر (یا ۱۶٫۵ درصد طول سطح برش در موارد دیگر) برسد.

دستگاه را خالی کنید و به‌دقت ماسه یا خاک یا نگهدارنده بالای که ژئوسینتتیک روی آن نصب شده را خارج کرده و آزمون را بازرسی کرده و هر گونه کش‌آمدگی، چروک و آسیب دیدگی را ثبت کنید.

برای تنش عمودی ۱۰۰ کیلو پاسکال آزمون را دو بار برای روی آزمون (در صورت نیاز) یا هر یک از جهات مختلف آزمون تکرار کنید. برای هر آزمون از آزمون جدید استفاده کنید.

وقتی آزمون با خاک غیر استاندارد یا ماسه با مشخصات متفاوت با جدول ۱ انجام شود، شرایط آزمون باید برای به‌دست آوردن نتایج معنادار تعدیل شود. به این منظور می‌توان تغییراتی در روش فشردگی و تثبیت، کنترل محتویات آب، سرعت برش، تنش عمودی و حداقل جابجایی نسبی ایجاد کرد.

۹ روش محاسبه و بیان نتایج

تنش عمودی (σ) برای هر سری خوانش را از فرمول (۱) محاسبه کنید:

$$\sigma = \frac{N}{A} \quad (1)$$

که در آن:

σ تنش عمودی بر حسب کیلو پاسکال؛

N نیروی عمودی بر حسب کیلو نیوتن؛

A سطح تماس بر حسب متر مربع که در صورت استفاده از دستگاه کاهش سطح، در هر محاسبه، سطح را تصحیح کنید.

تنش برش (τ) را برای هر سری خوانش از فرمول (۲) محاسبه کنید:

$$\tau = \frac{S}{A} \quad (2)$$

که در آن:

τ تنش برش بر حسب کیلو پاسکال؛

S نیروی برش بر حسب کیلو نیوتن؛

A سطح تماس آزمون بر حسب مترمربع.

با استفاده از نتایج آزمون، نمودار تنش برشی بر حسب جابجایی نسبی را رسم کنید. حداکثر تنش برشی را با استفاده از تعریف زیر بند ۳-۶ تعیین نمایید.

نقاط حداکثر تنش برشی را به ازای تنش عمودی برای هر چهار آزمون به دست آورید. نزدیک ترین خط مستقیم به نقاط به دست آمده را رسم کنید. بهترین زاویه بین این خط با محور افقی را ϕ بنامید. بیشترین زاویه اصطکاک بین ژئوسینتتیک و ماسه یا خاک مخصوص (ϕ_{sg}) و بیشترین بین دو ژئوسینتتیک (ϕ_{gg}) می باشد. به محل تقاطع این خط با محور عمودی برای آزمون ژئوسینتتیک و ماسه یا خاک مخصوص یا ژئوسینتتیک با ژئوسینتتیک پیوستگی ظاهری گفته می شود که برای ژئوسینتتیک و ماسه خاک با نماد c_{sg} و برای ژئوسینتتیک با نماد a_{gg} نشان داده می شود.

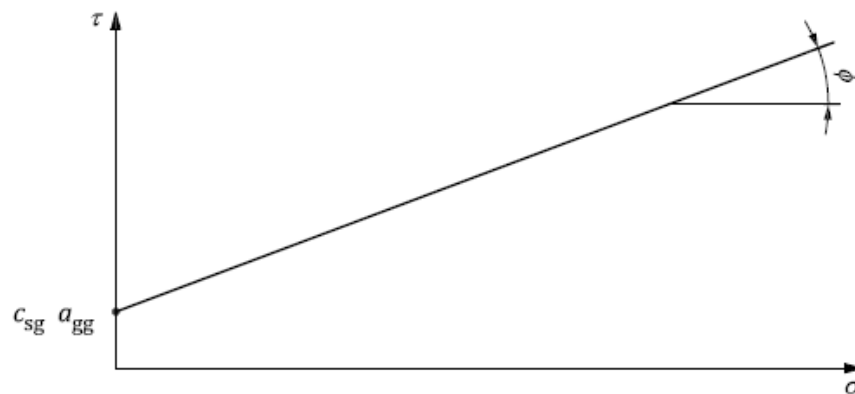
نسبت اصطکاک ($f_g(\sigma)$) برای جابجایی در دامنه صفر درصد تا ۱۰ درصد طول سطح برش برای هر یک از چهار آزمون از فرمول (۳) محاسبه می شود:

$$f_g(\sigma) = \frac{\tau_{\max}(\sigma)}{\tau_{\max,s}(\sigma)} \quad (3)$$

که در آن:

$\tau_{\max}(\sigma)$ حداکثر تنش برش تحت تنش عمودی (σ) در آزمون برش مستقیم روی ماسه/ژئوسینتتیک طبق تعریف زیر بند ۳-۶؛

$\tau_{\max,s}(\sigma)$ حداکثر تنش برش تحت تنش عمودی (σ) در آزمون برش مستقیم روی ماسه به تنهایی طبق تعریف زیر بند ۳-۹.



راهنما:

τ	تنش برشی بر حسب کیلوپاسکال
c_{sg}	پیوستگی ظاهری بر حسب کیلوپاسکال
ϕ	زاویه اصطکاک بر حسب درجه
σ	تنش عمودی بر حسب کیلوپاسکال
a_{gg}	چسبندگی ظاهری بر حسب کیلوپاسکال

۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید دارای آگاهی‌های زیر باشد:

- ۱-۱۰ روش آزمون طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۳۳۵؛
 - ۲-۱۰ مشخصات نمونه، تاریخ دریافت و تاریخ انجام آزمون؛
 - ۳-۱۰ شرایط محیطی
 - ۴-۱۰ دمای محیطی در هنگام انجام آزمون؛
 - ۵-۱۰ وضعیت آزمون (در راستای طول، عرض، سطح بالا و پائین آزمون)؛
 - ۶-۱۰ نمودار تنش برشی به ازای جابجایی و نمایش حداکثر تنش برشی مورد استفاده در محاسبه؛
 - ۷-۱۰ نمودار حداکثر تنش برشی به ازای تنش عمودی؛
 - ۸-۱۰ نمودار حداکثر تنش برشی به ازای جابجایی در آزمون برش مستقیم انجام شده بر روی ماسه؛
 - ۹-۱۰ نمودار حداکثر تنش برشی $\tau_{max}(\sigma)$ به ازای تنش عمودی σ برای آزمون برش مستقیم انجام شده بر روی ماسه در شرایط مشابه (چگالی، رطوبت و تنش عمودی)؛
 - ۱۰-۱۰ نمودار نسبت اصطکاک $f_g(\sigma)$ به ازای تنش عمودی؛
 - ۱۱-۱۰ زاویه اصطکاک را ϕ_{sg} یا ϕ_{gg} و پیوستگی ظاهری C_{sg} برای سطح مشترک ماسه / ژئوسینتتیک یا سطح مشترک خاک مخصوص / ژئوسینتتیک یا چسبندگی ظاهری a_{gg} برای سطح مشترک ژئوسینتتیک / ژئوسینتتیک؛
 - ۱۲-۱۰ زاویه اصطکاک داخلی Φ برای ماسه یا خاک مخصوص مورد استفاده؛
 - ۱۳-۱۰ نمودار حداکثر تنش برشی τ_{max} بر حسب تنش عمودی σ برای ماسه یا خاک دیگر به ازای اصطکاک نگه‌دارنده (در صورت نیاز طبق زیربند ۷-۲)؛
 - ۱۴-۱۰ مشاهده هر گونه صدمه بر روی آزمون و یا رفتار غیر معمول در حین انجام آزمون؛
 - ۱۵-۱۰ توصیف مقادیر حداکثر در هر آزمون (به طور مثال تنش برشی ثابت، سخت شدن و نرم شدن در اثر کرنش^۱)؛
 - ۱۶-۱۰ ذکر هر گونه انحراف از این روش آزمون.
- نمودار بندهای ۶-۱۰، ۷-۱۰، ۸-۱۰، ۹-۱۰ و ۱۰-۱۰ باید برای هر روی آزمون و هر راستا رسم شود. یعنی حداکثر پنج نمودار برای هر نمونه رسم شود.

کتابنامه

[1] ISO 554, Standard atmospheres for conditioning and/or testing — Specifications

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۴۰: سال ۱۳۸۳، نساجی- شرایط محیطی استاندارد برای آماده‌سازی و انجام آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 554: 1976، تدوین شده است.

[2] ISO 6344-2, Coated abrasives — Grain size analysis — Part 2: Determination of grain size distribution of macrogrits P12 to P220

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۲۸۷۷: سال ۱۳۸۹، مواد ساینده روکش‌دار- تحلیل در اندازه دانه- قسمت ۲- تعیین پراکندگی اندازه شن‌های درشت دانه P12 تا P220، با استفاده از استاندارد ISO 6344-2: 1998، تدوین شده است.

[3] EN 196-1, Methods of testing cement — Part 1: Determination of strength

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۸۸۰۷: سال ۱۳۹۳، سیمان- تعیین مقاومت- روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 196-1: 2005، تدوین شده است.