



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۳۳۳۵-۲

چاپ اول

ISIRI  
13335-2  
1<sup>st</sup>.Edition

ژئوسینتتیک‌ها - روش اندازه گیری خواص  
اصطکاکی -

قسمت ۲: آزمون سطح شیب دار

**Geosynthetics —  
Determination of friction characteristics  
Part 2:  
Inclined plane test**

**ICS:59.080.70**

## به نام خدا

### آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و الزامات 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 مؤسسه\* صاحب نظران 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 غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی 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.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 شاسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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 بین المللی بهره گیری می‌شود.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند 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. مؤسسه می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. هم چنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سا زمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه 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 بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

\* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1- International organization for Standardization

2- International Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد  
« ژئوسینتتیک‌ها – روش اندازه گیری خواص اصطکاکی –  
قسمت ۲: آزمون سطح شیب دار

رئیس:

سمت و/یا نمایندگی

شکوهی رازی ، محمد حسین

شرکت مشاورین کاردو تک

( لیسانس مهندسی نساجی )

دبیر:

پیغامی ، فریبا

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران – اداره نظارت بر

( لیسانس فیزیک )

اجرای استاندارد های نساجی و بسته بندی

قاراگوزلی ، مریم

انجمن صنایع سلولزی و بهداشتی ایران

( لیسانس شیمی )

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا )

آقایی آرائی، عطا الله

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

(دکترای عمران-خاک)

اطلسی مقدم ، شهلا

کارشناس رسمی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایرن

( لیسانس فیزیک )

بیگدلی ، لیدا

وزارت صنایع و معادن

( لیسانس مهندسی شیمی )

اداره کل نساجی و پوشاک

پور محمدی ، علیرضا

شرکت بافتینه

(دکترای نساجی )

جلادت ، رامین

نشریه نساجی موفق

( فوق لیسانس مهندسی نساجی )

حسینی ، مرجان

(لیسانس مهندسی نساجی )

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی

ایران - اداره نظارت بر اجرای استاندارد های نساجی و بسته

بندی

شرکت رایا بهرنگ

دانائی ، محمد

( لیسانس مهندسی نساجی )

گروه صنعتی نیکو

ستوده ، داریوش

( لیسانس مهندسی نساجی )

شرکت مشاورین نیک تکس

صمیمی فر ، مهدی

( لیسانس مهندسی نساجی )

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان مرکزی (اراک )

عرفانی تبار ، میترا

(فوق لیسانس مدیریت دولتی )

صنایع موکت همدان

نیک نژاد ، علیرضا

( لیسانس مهندسی نساجی )

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی

وحدانی ، ابراهیم

ایران - اداره نظارت بر اجرای استاندارد های نساجی و بسته

( فوق لیسانس مهندسی نساجی )

بندی

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش گفتار
۱	هدف و دامنه کاربرد
۱	مراجع الزامی
۲	اصطلاحات و تعاریف
۲	اصول آزمون
۲	آزمونه ها
۳	آماده سازی آزمون ها در شرایط محیطی استاندارد
۳	وسایل
۷	روش انجام آزمون
۸	روش محاسبه و بیان نتایج
۹	گزارش آزمون

## پیش‌گفتار

استاندارد " ژئوسینتتیک‌ها - روش اندازه‌گیری خواص اصطکاکی - قسمت ۲: آزمون سطح شیب دار" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و تدوین شده و در دویست و هشتاد و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد پوشاک و فرآورده‌های نساجی و الیاف مورخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۱ 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، 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 تجدیدنظر خواهد شد و هر 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 استفاده کرد.

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

ISO 12957-2: 2005, Geosynthetics — Determination of friction characteristics Part 2: Inclined plane test

## ژئوسینتتیک‌ها – روش اندازه گیری خواص اصطکاکی –

### قسمت ۲: آزمون سطح شیب دار

#### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش اندازه گیری خواص اصطکاکی ژئوسینتتیک‌ها ( ژئوتکستایل و محصولات وابسته و ژئوسینتتیک‌های حائل<sup>۱</sup> در تماس با خاک تحت تنش عمودی با استفاده از دستگاه با سطح شیب‌دار است.

این استاندارد اساساً به عنوان آزمون عملکرد با استفاده از خاک محل (سایت) در نظر گرفته شده است، ولی می‌تواند به صورت آزمون شاخص و با شن استاندارد مورد استفاده قرار گیرد. داده‌های به دست آمده برای ژئوگریدهای با نگهدارنده صلب، الزاماً واقعی نیست، زیرا نتایج بستگی به میزان اصطکاک نگهدارنده دارد.

#### 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 اصلاحیه بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع الزامی زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۴۰: سال ۱۳۸۳، شرایط محیطی برای آماده سازی و / یا انجام آزمون – ویژگی‌ها

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۷۴: سال ۱۳۸۷، ژئوسینتتیک‌ها – نمونه برداری و تهیه آزمون

3-2 ISO 6344-2, Coated abrasives – Grain size analysis – Part 2: Determination of grain size distribution of macro grits P 12 to P 220.

#### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

---

1 -geosynthetic barrier

۱-۳

تنش عمودی ( $\sigma_{n,0}$ )

حاصل تقسیم مقدار نیروی عمودی (N) بر سطح آزمون است و بر حسب کیلو پاسکال بیان می‌شود.  $\sigma_{n,0}$  نشان دهنده تنش عمودی با میزی با وضعیت افقی است و  $\sigma_{n,calc}$  نشان دهنده تنش عمودی در سطح گسیختگی با زاویه لغزش ( $\beta$ ) است.

۲-۳

زاویه اصطکاک ( $\phi_{gp}$ )

زاویه اصطکاک بین ژئوسینتتیک و خاک است و بر حسب درجه بیان می‌شود. این زاویه از میانگین نتایج ثبت شده در آزمون به دست می‌آید.

۳-۳

زاویه لغزش ( $\beta$ )

زاویه ای که تحت آن جا به جایی جعبه به ۵۰ میلی متر می‌رسد.

۴ اصول آزمون

زاویه اصطکاک سیستم خاک / ژئوسینتتیک با اندازه گیری زاویه جعبه پر شده از خاک (با وزن اضافی تا حد امکان) که بر روی سطح شیبدار پوشیده شده با ژئوسینتتیک با سرعت ثابت می‌لغزد، تعیین می‌گردد.

یادآوری - تغییرات اعمال شده در این استاندارد می‌تواند برای اندازه گیری خواص اصطکاکی ژئوسینتتیک‌ها در شرایط غیر استاندارد استفاده شود. این شرایط به طور مثال:

الف) لایه دوم ژئوسینتتیک می‌تواند در بخش رویی جعبه برش نصب شود تا اصطکاک ژئوسینتتیک بر ژئو ممبرین<sup>۱</sup> اندازه گیری شود.

ب) به منظور شبیه سازی شرایط واقعی مصرف، فشار عمودی متفاوت از مقدار استاندارد اعمال شود.

۵ آزمون‌ها

۱-۵ نمونه برداری

نمونه برداری باید طبق استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۷۴ انجام گیرد.

۲-۵ تعداد و ابعاد آزمون‌ها

در هر راستا سه آزمونه ببرید. اندازه آزمون‌ها باید مناسب با ابعاد دستگاه باشد.



اگر دو روی نمونه متفاوت باشد باید هر یک از دو روی آن مورد آزمون قرار گیرد. از هر روی نمونه سه آزمون تهیه و مورد آزمون قرار دهید.

## ۶ آماده سازی آزمون ها در شرایط محیطی استاندارد

آزمونها را جهت آماده سازی و انجام آزمون در شرایط محیطی  $(2 \pm 20)$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی  $(5 \pm 65)$  درصد طبق استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۷۴ قرار دهید تا تغییر جرم بین دو توزین متوالی در فواصل زمانی حداقل دو ساعت ، بیش از  $0.25$  درصد جرم آزمونها نباشد. **یاد آوری** - چنان چه رطوبت نسبی تعیین شده در نتایج آزمون تأثیر گذار نباشد آماده سازی و / یا انجام آزمون در شرایط محیطی استاندارد ، می تواند حذف شود.

## ۷ وسایل

### ۱-۷ کلیات

استفاده از دو نوع دستگاه امکان پذیر است. در یک نوع آن جعبه بالایی توسط غلتک ها نگه داری می شود و نوع دیگر فاقد نگه دارنده می باشد.

وسيله مناسب با تجهیزات لازم به صورت شماتیک در اشکال ۱، ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است. در شکل ۱ و ۲ شمای دستگاه با نگه دارنده صلب برای ژئوسینتتیک نمایش داده شده است . در شکل ۳ شمای دستگاهی که ژئوسینتتیک توسط جعبه پائینی پر از خاک ، نگه داشته شده ، نشان داده شده است . در شکل ۴ حداقل ابعاد جعبه بالایی که در هر دو روش بر روی آزمون می لغزد ، نشان داده شده است.

### ۲-۷ دستگاه با پایه صلب (مطابق با اشکال ۱ و ۲)

#### ۱-۲-۷ پایه صلب

این دستگاه با سطح شیبدار متشکل از صفحه صاف صلب است که در یک انتها دارای لولا (مفصل) است. این دستگاه مجهز به مکانیزمی است که اجازه بالا آمدن صفحه را به آرامی با سرعت  $(0.5 \pm 3)$  درجه بر دقیقه را می دهد.

دستگاه سطح شیبدار باید در ابتدای هر آزمون در تمامی جهات افقی باشد. به این منظور قبل از هر آزمون باید از تراز حباب دار برای کنترل وضعیت افقی دستگاه استفاده شود.

مکانیزم مورد استفاده برای بالا بردن سطح شیبدار باید به ؛کلید قطع و وصل<sup>۱</sup> متصل شود به طوری که به طور خودکار بالا رفتن میز را در زمانی که جا به جایی جعبه بالایی پر شده از خاک بیش از ۵۰ میلی متر شود، متوقف سازد.

دستگاه سطح شیبدار باید به سیستم اندازه گیری زاویه متصل باشد تا بتواند زاویه شیب صفحه را نسبت به سطح افق با دقت  $\pm 0.5$  درجه اندازه گیری نماید.

---

1 - trip-switch or limit switch

آزمونه ژئوسینتتیک باید بر روی سطح شیبدار دستگاه تثبیت شود تا هر گونه جا به جایی نسبی بین ژئوسینتتیک و سطح شیبدار به حداقل رسانده شود.

**یادآوری** – این هدف با یک از روش های زیر قابل حصول است:

- با دوخت زدن یا چسب زدن
  - استفاده از نگه دارنده زبر با اصطکاک بالا
  - بستن ژئوسینتتیک در خارج از سطح تماس
- نگه دارنده مورد استفاده برای ژئوتکستایل ها و ژئوگریدها با ساختار باز می تواند خاک یا کاغذ سمباده از جنس پا چه ای p100 طبق استاندارد ISO 6344-2 باشد (در حالتی که آزمون با نگه دارنده صلب انجام می شود).

#### ۲-۲-۷ جعبه خاک بالایی (طبق شکل ۴)

جعبه خاک بالایی باید دارای ساختار صلب با حداقل ابعاد داخلی به شرح زیر باشد:

- طول : ۳۰۰ میلی متر؛
  - عرض : ۳۰۰ میلی متر؛
  - عمق : عمق خاک  $H_s > 7 \times D_{max} > 50 \text{ mm}$  که در آن:
    - $H_s$  عمق خاک در جعبه بر حسب میلی متر؛
    - $D_{max}$  حداکثر اندازه ذرات خاک مورد استفاده در آزمون بر حسب میلی متر.
- در آزمون ژئوگریدها ، ابعاد دستگاه باید حداقل به اندازه ای باشد که سطح داخلی جعبه ، آزمون ای را با حداقل دو بازوی کامل نقاط اتصال در راستای طول و سه بازوی کامل نقاط اتصال در راستای عرض در طول جای دهد.
- به علاوه جعبه بالایی باید بتواند وزنه هایی را که برای اعمال بار عمودی به خاک مورد استفاده قرار می گیرد در خود جای دهد . وقتی دستگاه به صورت شیبدار قرار می گیرد (به طور مثال توسط گوه یا دیواره های مایل) وضعیت جعبه بالایی باید به نحوی باشد که راستای اعمال نیروی عمودی از مرکز ثقل آن عبور می کند. تنظیم استاندارد باید با زاویه ۲۷ درجه انجام شود.

**یادآوری** – برای ژئوسینتتیک هایی که زاویه لغزش آن به میزان قابل ملاحظه ای خارج از محدوده ۲۰ تا ۳۵ درجه باشد، می تواند زوایای دیگر مورد استفاده قرار گیرد.

جعبه بالایی ممکن است به غلتک هایی متصل باشد که بر روی بستر حرکت<sup>۱</sup> که بیرون از آزمون ژئوسینتتیک قرار گرفته ، حرکت کند . در این حالت درون جعبه بالایی باید با صفحه فولادی صاف یا سطحی با اصطکاک کم برای کاهش اصطکاک بین خاک و دیواره های جعبه پوشانده شود.

در حالتی که جعبه بالایی به غلتک متصل نباشد ، باید از صفحات نازک (شیم<sup>۲</sup>) برای پر کردن فضای آزاد بین ژئوسینتتیک و جعبه استفاده کرد. شیم ها باید قبل از شیبدار کردن دستگاه برداشته شوند. در صورت

1 - runner set  
2 - shims

استفاده از شیم ها ، اصطکاک بین خاک و جعبه بالایی باید به اندازه ای باشد تا از قرار گرفتن جعبه بالایی روی آزمون در طول انجام آزمون جلوگیری شود. فضای بین کف جعبه بالایی و ژئوسینتتیک باید قابل تنظیم بوده و یا به نحوی باشد که جعبه بالایی در تماس با آزمون نباشد. فضای آزاد باید بین ۰/۵ تا ۱/۵ میلی متر برای به حداقل رساندن از دست رفتن خاک ، در طول انجام آزمون باشد. اندازه گیری جا به جایی جعبه بالایی باید در طول انجام آزمون با دقت  $\pm 0.05$  میلی متر انجام شود. قرائت های انجام شده در فواصل زمانی حداکثر ۳۰ ثانیه انجام می شود.

#### ۳-۷ دستگاه با پایه پر شده از خاک (طبق شکل ۳)

##### ۱-۳-۷ جعبه خاک پایینی

جعبه پایینی باید صلب با حداقل ابعاد داخلی به شرح زیر باشد:

- طول : ۴۰۰ میلی متر؛
  - عرض : ۳۲۵ میلی متر؛
  - عمق : عمق خاک  $H_s > 7 \times D'_{max} > 50 \text{ mm}$  میلی متر، که در آن:
  - $H_s$  عمق خاک در جعبه بر حسب میلی متر؛
  - $D'_{max}$  حداکثر اندازه ذرات خاک مورد استفاده در آزمون بر حسب میلی متر.
- دستگاه سطح شیبدار باید متصل به سیستم اندازه گیری زاویه باشد تا امکان اندازه گیری زاویه شیب جعبه خاک پایینی را نسبت به سطح افقی دقت  $\pm 0.5$  درجه را بدهد.

##### ۲-۳-۷ جعبه خاک بالایی (طبق شکل ۴)

جعبه بالایی باید دارای ساختار صلب با حداقل ابعاد داخلی به شرح زیر باشد:

- طول ۳۰۰ میلی متر؛
  - عرض ۳۰۰ میلی متر؛
  - عمق  $H_s > 7 \times D'_{max} > 50 \text{ mm}$  عمق خاک که در آن است.
  - $H_s$  عمق خاک در جعبه بر حسب میلی متر؛
  - $D'_{max}$  حداکثر اندازه ذرات خاک مورد استفاده در آزمون بر حسب میلی متر.
- در آزمون ژئوگریدها حداقل ابعاد دستگاه باید به اندازه ای باشد که سطح داخلی جعبه ، آزمون ای را با حداقل دو بازوی کامل نقاط اتصال در راستای طول و سه بازوی کامل نقاط اتصال در راستای عرض را در خود جای دهد.

به علاوه جعبه بالایی باید بتواند وزنه هایی را که برای اعمال بار عمودی به خاک مورد استفاده قرار می گیرد ، در خود جای دهد. وقتی دستگاه به صورت شیبدار قرار می گیرد (به طور مثال توسط گوه یا دیواره های مایل) وضعیت جعبه بالایی باید به نحوی باشد که راستای اعمال نیروی عمودی از مرکز ثقل آن عبور می کند. تنظیم استاندارد باید با زاویه ۲۷ درجه انجام شود.

**یادآوری** - برای ژئوسینتتیک‌هایی که زاویه لغزش آن به میزان قابل ملاحظه‌ای خارج از محدوده ۲۰ تا ۳۵ درجه باشد، می‌تواند زوایای دیگر مورد استفاده قرار گیرد.

جعبه بالایی ممکن است به غلتک‌هایی متصل باشد که بر روی بستر حرکت<sup>۱</sup> که بیرون از آزمون ژئوسینتتیک قرار گرفته، حرکت کند. در این حالت درون جعبه بالایی باید با صفحه فولادی صاف یا سطحی با اصطکاک کم برای کاهش اصطکاک بین خاک و دیواره‌های جعبه پوشانده شود. در حالتی که جعبه بالایی به غلتک متصل نباشد، از برش‌های نازک (شیم) برای پر کردن فضای آزاد بین ژئوسینتتیک و جعبه باید استفاده کرد.

شیم‌ها قبل از شیب‌دار کردن استفاده باید خارج شود. وقتی شیم‌ها استفاده شود اصطکاک بین خاک و جعبه بالایی باید به اندازه‌ای باشد که در قرارگیری جعبه بالایی روی آزمون در طول انجام آزمون جلوگیری شود.

فضای بین کف جعبه بالایی و ژئوسینتتیک باید قابل تنظیم بوده و یا به نحوی باشد که جعبه بالایی در تماس با آزمون نباشد. فضای آزاد باید بین ۰/۵ تا ۱/۵ میلی‌متر برای به حداقل رساندن کاهش خاک در طول انجام آزمون باشد.

اندازه‌گیری جا به جایی جعبه بالایی باید در طول انجام آزمون با دقت  $\pm 0/05$  میلی‌متر انجام شود. قرائت‌های انجام شده در فواصل زمانی حداکثر ۳۰ ثانیه انجام می‌شود.

#### ۴-۷ اعمال نیروی عمودی (برای هر دو نوع دستگاه)

نیروی عمودی باید به روشی اعمال گردد که از توزیع یکنواخت فشار روی کل سطح آزمون اطمینان حاصل شود.

**یادآوری** - استفاده از یک صفحه فولادی صلب برای پوشاندن کل سطح یا غشا نرم پر شده از مایع راه حل مناسبی برای توزیع فشار یک نواخت می‌باشد.

اگر جعبه بالایی روی غلتک نگه‌داری نشود باید وزن جعبه بالایی و خاک در محاسبه تنش عمودی در نظر گرفته شود. باید از عدم تماس بین سطح نگه‌دارنده جعبه با پایه اطمینان حاصل شود.

اعمال نیروی عمودی باید به اندازه‌ای باشد که تنش عمودی معادل  $(\pm 0/1)$  کیلو پاسکال شود. دقت اندازه‌گیری تنش عمودی باید  $\pm 2$  درصد باشد.

#### ۵-۷ خاک

برای پر کردن دستگاه می‌توان از خاک محل (سایت) یا خاک دیگری که مورد توافق طرفین ذینفع باشد، استفاده نمود. آماده‌سازی و تراکم خاک باید قبل از انجام آزمون مورد توافق قرار گرفته باشد.

در مواقعی که آزمون با شن استاندارد انجام می‌شود باید از شن سیلیسی طبیعی و ترجیحاً دارای ذرات مدور و حاوی حداقل ۹۸ درصد سیلیس استفاده کرد.

رطوبت موجود به این ترتیب اندازه‌گیری شود که کاهش جرم دو ساعت بعد از قرارگیری در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس کمتر از ۰/۲ درصد بوده که بر حسب درصد نسبت به جرم خشک نمونه بیان می‌شود. درجه بندی شن طبق جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱ - درجه بندی شن استاندارد

اندازه الک (میلی متر)	باقی مانده بر روی الک (درصد)
۲/۰۰	۰
۱/۶۰	۷ ± ۵
۱/۰۰	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 ، درجه بندی مجددا کنترل شود. جرم ش‌های از بین رفته باید با توزین مجدد آزمون تعیین و گزارش گردد.

#### ۶-۷ کالیبراسیون دستگاه

وقتی از دستگاه با جعبه بالایی روی غلتک ها استفاده شود باید دستگاه قبل از انجام آزمون روی هر نمونه کالیبره شود. برای اطمینان از میزان ناچیز اصطکاک غلتک ، باید جعبه خالی در زمانی که میز با زاویه شیب حداکثر ۵ درجه بالا رود ، شروع به حرکت کند. نیروی لازم برای مهار جعبه بالایی خالی در زاویه شیب میز از ۱۰ تا ۴۵ درجه در فواصل ۵ درجه اندازه گیری شود. مقادیر ثبت شده باید برای تعیین مقدار  $f_{r(\beta)}$  برای محاسبه هر زاویه اصطکاک ( $\phi_{gp}$ ) مورد استفاده قرار گیرد.

#### ۸ روش انجام آزمون

آزمون ها باید به صورت صاف و عاری از تا و چروک باشد. دستگاه را آماده کنید. آزمون را بر روی سطح صلب شیبدار و یا روی جعبه پایینی پر شده از خاک فشرده طبق روش مورد توافق طرفین ذینفع، تثبیت کنید. یک آزمون را روی پایه یا روی خاک جعبه پایینی قرار دهید. جعبه خاک رویی را آماده کرده و آن را در وضعیت شروع قرار دهید. جعبه بالایی را با میزان مورد نیاز از خاک پر کنید تا ضخامت خاک فشرده حداقل ۵۰ میلی متر گردد. در صورت استفاده از شن استاندارد ، چگالی شن متراکم شده باید ۱۷۵۰ کیلو گرم بر متر مکعب شود. سیستم بار گذاری با وسیله اندازه گیری جا به جایی (مبدل<sup>۱</sup> یا سنجه عقربه ای<sup>۲</sup>) و کلید قطع کننده حرکت خودکار را آماده کنید. نیروی عمودی را جهت تامین تنش عمودی به میزان ۵ کیلو پاسکال اعمال کنید.

1 - transducer  
2 - dial gauge

صفحه را با نرخ معین شیبدار کنید و زاویه ای که تحت آن کلید قطع کننده حرکت خودکار باعث توقف آزمون می شود را ، تعیین کنید در شکل ۵ نمونه ای نمودار نشان داده شده است. وسیله را باز کنید و آزمون را خارج کرده و آثار تخریب را ثبت کنید. آزمون را با استفاده از آزمون های دیگر با همان مقدار تنش عمودی تکرار کنید. برای هر آزمون از آزمون جدید استفاده کنید. برای انجام آزمون روی راستای دیگر و یا هر روی آزمون از آزمون های جدید استفاده کنید.

## ۹ روش محاسبه و بیان نتایج

### ۱-۹ دستگاه با نگه دارنده غلتکی جعبه بالایی

تنش عمودی را با استفاده از فرمول (۱) محاسبه کنید:

$$\sigma_{ns} = \frac{9,81 W \cos \beta}{1000 A} \quad (1)$$

که در آن:

$\sigma_{ns}$  تنش عمودی تحت زاویه  $\beta$  بر حسب کیلو پاسکال؛

$W$  جرم خاک، وزنه های اضافی و هر بخش جعبه بالایی که توسط غلتک نگه داشته نشده باشد بر حسب کیلو گرم؛

$A$  سطح تماس آزمون بر حسب متر مربع؛

$\beta$  زاویه سر خوردن جعبه بالایی بر حسب درجه.

تنش برشی ( $\tau$ ) را از فرمول (۲) محاسبه کنید:

$$\tau = \frac{(9,81(W \sin \beta + f_{r(\beta)}))}{1000 A} \quad (2)$$

که در آن:

$\tau$  تنش برش بر حسب کیلو پاسکال؛

$W$  جرم خاک، وزنه های اضافی و هر جرم بخش جعبه بالایی که توسط غلتک نگه داشته نشده باشد بر حسب کیلو گرم؛

$\beta$  زاویه سر خوردگی جعبه بالایی بر حسب درجه؛

$f_{r(\beta)}$  نیروی مورد نیاز برای توقف جعبه بالایی خالی روی میز با زاویه شیب

$A$  سطح تماس آزمون بر حسب متر مربع.

زاویه اصطکاک  $\phi_{gp}$  از فرمول ۳ محاسبه می شود:

$$= \frac{\tau}{\sigma_{n\beta}} \phi_{gp} \tan \quad (3)$$

که در آن:

$\tau$  تنش برشی بر حسب کیلو پاسکال؛

$\sigma_{n\beta}$  تنش عمودی در زاویه شیب  $\beta$  بر حسب کیلو پاسکال.

۲-۹ دستگاه با جعبه بالایی که با غلتک نگه داری نمی شود

زاویه سر خوردن ( $\beta$ ) معادل زاویه اصطکاک  $\phi_{gp}$  است.

تنش عمودی ( $\sigma_n$ ) از فرمول ۴ محاسبه می شود:

$$\sigma_{n\beta} = \frac{9,81 W \cos \beta}{1000 A} \quad (4)$$

که در آن:

$\sigma_{n\beta}$  تنش عمودی در زاویه شیب  $\beta$  بر حسب کیلو پاسکال؛

$W$  جرم خاک، وزنه های اضافی، و هر بخش جعبه بالایی بر حسب کیلو گرم؛

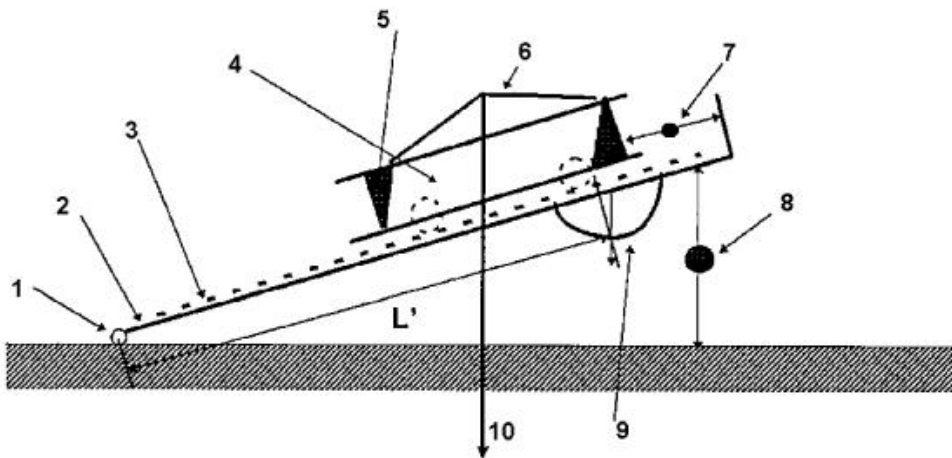
$\beta$  زاویه سر خوردن بر حسب درجه؛

$A$  سطح تماس آزمون بر حسب متر مربع.

## ۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید دارای آگاهی های زیر باشد:

- ۱-۱۰ روش آزمون طبق این استاندارد ملی ایران ؛
- 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 (راستای طول، عرض، سطح بالا و یا پائین آزمون)؛
- ۶-۱۰ نوع خاک مورد استفاده، روش آماده سازی، چگالی و رطوبت موجود خاک؛
- ۷-۱۰ تنش عمودی اولیه  $\sigma_{n,o}$  و تنش عمودی در زمان سر خوردن  $\sigma_{n\beta}$ ؛
- ۸-۱۰ میانگین زاویه اصطکاک برای سطح مشترک خاک ژئوسینتتیک ( $\phi_{gp}$ )؛
- ۹-۱۰ روش آزمون مورد استفاده (میز صلب پایینی یا جعبه پایینی پر شده از خاک؛
- ۱۰-۱۰ نمودار جا به جایی به ازای شیب؛
- ۱۱-۱۰ مشاهده هر گونه صدمه بر روی آزمون و یا رفتار غیر معمول در حین انجام آزمون؛
- ۱۲-۱۰ ذکر هر گونه انحراف از این روش آزمون.



راهنما:

1: توپی

2: پایه صلب

3: آزمون

4: جعبه خاک نگهداری شده روی غلتک

5: گوه های داخل جعبه جهت اطمینان از راستای صحیح یا نیروی عمودی (گوه های ۱ روی ۲)

6: قلاب بارگذاری برای اعمال نیروی عمودی

7: سنججه جابجائی یا کلید قطع و وصل

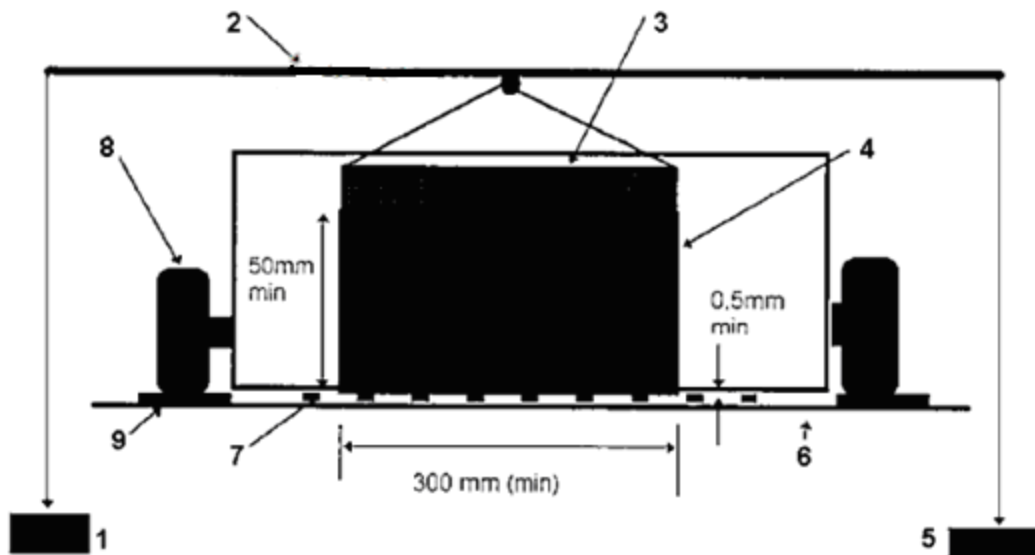
8: وسیله بالا برنده

9: وسیله اندازه گیری شیب

10: بار

شکل ۱ - شمائی از سطح شیبدار آزمون

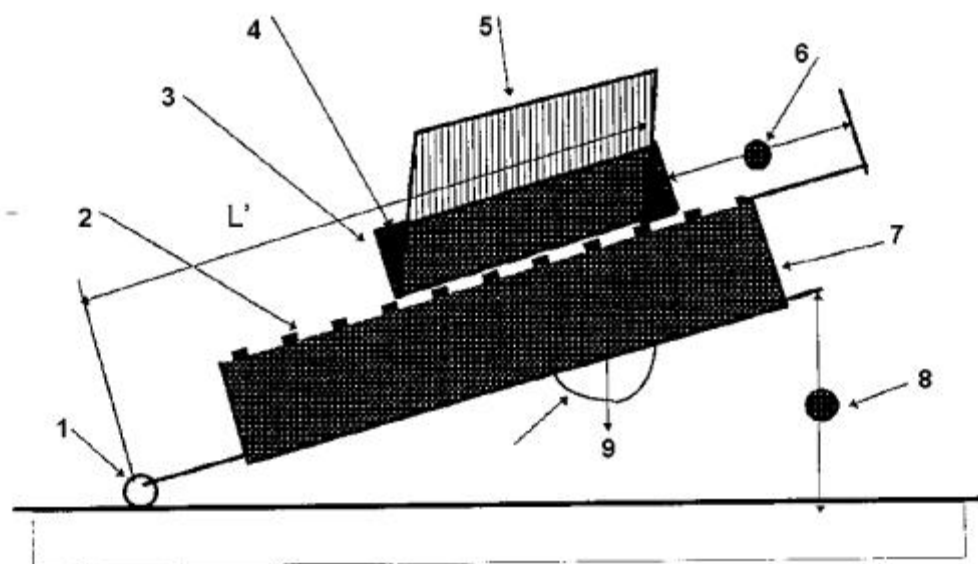




راهنما:

- 1: بار
- 2: قاب بارگذاری برای اعمال نیروی عمودی
- 3: بسته برای توزیع نیروی عمودی
- 4: خاک
- 5: بار
- 6: صفحه صلب پائینی
- 7: آزمون
- 8: غلتک های تنظیم یا تثبیت
- 9: پاتاقان ها

شکل ۲ - شمائی از مقطع عرضی دستگاه آزمون



راهنما:

1: نقطه اتکا

2: آزمون

3: گوه های داخلی ( سری یک روی دو )

4: جعبه بالائی قرار گرفته روی غلتکهای با فضای آزاد ۰/۵ میلی متر

5: بار جهت تامین تنش عمودی مورد نیاز

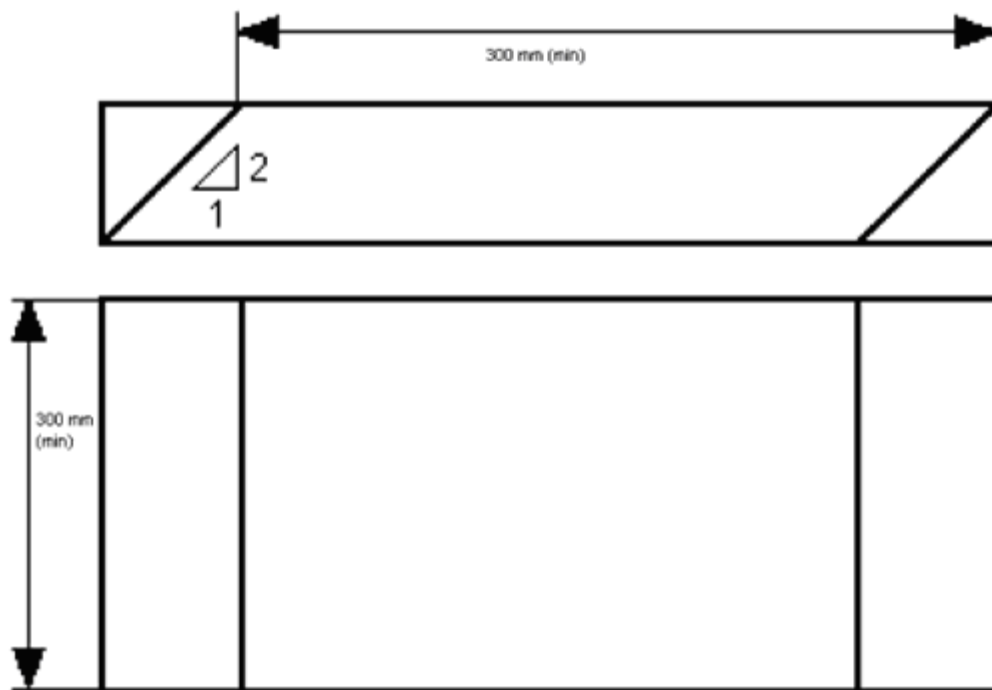
6: سنجه جابجائی یا کلید قطع و وصل

7: جعبه پائینی پر شده از خاک

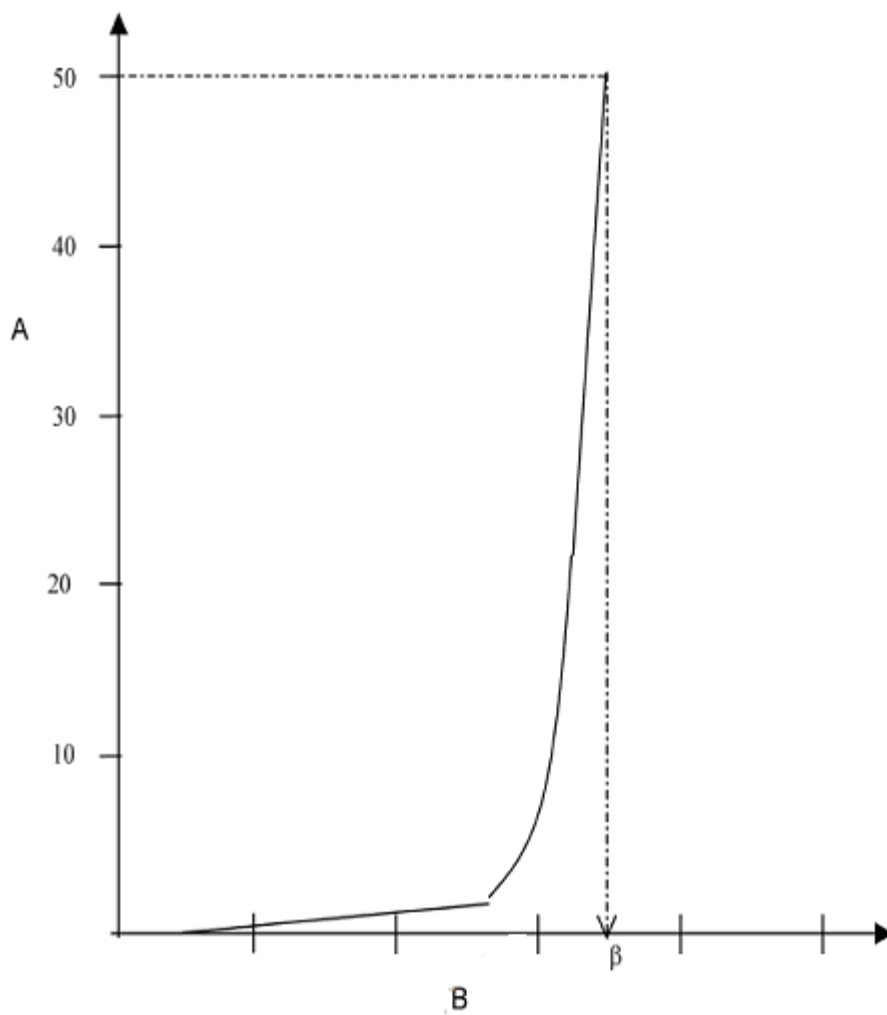
8: وسیله بالا برنده

9: وسیله اندازه گیری شیب

شکل ۳ - شمائی سطح شیبدار آزمون با جعبه پائینی پر شده از خاک



شکل ۴ - ابعاد جعبه برشی بالائی



راهنما:

A: جابجائی بر حسب میلی متر

B: زاویه شیب بر حسب درجه

شکل ۵ - یک نمونه از نمودار جابجائی بر حسب زاویه شیب