

( )

# پیشنهاداتی برای آزمایش

## ژئوتکستایلها

( )

P / C / /

وزارت راه و ترابری  
معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری



دبیرخانه مجمع جهانی راه (پی‌آرک) در ایران

# پیشنهاداتی برای آزمایش ژئوتکستایلها

## RECOMMENDATIONS FOR TESTING GEOTEXTILES

( گزارش کمیته شماره ۱۲ )

ترجمه:

مهندس علی شرقی

## مقدمه

وزارت راه و ترابری به عنوان متولی اصلی صنعت حمل و نقل کشور، نیازمند استفاده از بخش وسیعی از خدمات مهندسی در زمینه طراحی، ساخت، نگهداری و بهره‌برداری از اجزاء سیستم حمل و نقل می‌باشد. از اینرو ضروری است که دانش فنی مورد نیاز بطور مستمر در اختیار مدیران و کارشناسان مربوطه قرار گرفته و نیازهای مطالعاتی و تحقیقاتی آنها مرتفع گردند. معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری درصدد است ضمن شناسایی نیازهای اساسی بخشهای مختلف وزارت متبوع و انجام تحقیقات علمی - کاربردی در زمینه مسائل فنی حمل و نقل و همچنین استفاده از آخرین دستاوردها و انجام مبادلات علمی با مجامع و سازمانهای علمی و تخصصی ذیربط، از جمله مجمع جهانی راه (پیارک)، به رفع این نیازها بپردازد. در همین راستا این معاونت بر آن است تا با تهیه و تدوین مجموعه گزارشات تخصصی کمیته‌های مختلف مجمع جهانی راه (پیارک)، دانش فنی مورد نیاز را به شکلی مناسب در اختیار بخشهای مختلف وزارت متبوع و سایر متخصصان قرار دهد. گزارش حاضر تلاشی در راستای نیل به این هدف می‌باشد. امید است که با تلاشهای صورت گرفته در واحد فناوری و دبیرخانه ارتباط با سازمانهای تخصصی و همکاری افرادی که در تهیه این گزارش ما را یاری رساندند، گامی مؤثر در جهت ایجاد تحول، نوآوری و ارتقاء عملکردها برداشته شود.

محمد جعفر اکرام جعفری

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

## مختصری در خصوص پیارک

انجمن بین‌المللی دائمی کنگره‌های راه (پیارک) با هدف جمع‌آوری و انتشار اطلاعات در خصوص مسائل مربوط به جاده و ترافیک آن، اصلاح و استاندارد کردن شیوه‌های اجرایی، اداری و مالی، طراحی ساختمان و نگهداری راهها، یکنواخت کردن علائم و نشانه‌ها، کدهای مربوط به آمد و شد در شاهراههای کشورهای مختلف و پیش‌بینی شبکه ارتباطی لازم متناسب با پیشرفت‌های اقتصادی و اجتماعی کشورها در سال ۱۹۰۸ همزمان با برگزاری اولین کنگره آن و با شرکت ۲۷ کشور جهان در پاریس تشکیل شد.

این انجمن، با مشارکت کشورهای مختلف هر چهار سال یکبار در زمان و مکانی که توسط دولتهای عضو مورد توافق قرار می‌گیرد کنگره‌ای را برگزار می‌کند و هم‌اکنون با تغییر نام به مجمع جهانی راه با بیش از ۲۰۰۰ نماینده از ۱۰۵ کشور عضو به کار خود ادامه می‌دهد. در سال ۱۹۹۹ میلادی بیست و یکمین کنگره این مجمع در شهر کوآلالامپور مالزی برگزار گردید. اهداف کلی و اولیه پیارک را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

۱- بهبود ارتباطات بین‌المللی

۲- تدوین سیاستهای حمل‌ونقل جاده‌ای

۳- ارتقای کیفیت برنامه‌ریزی، ساخت، بهسازی و نگهداری راهها

۴- ارتقای کیفیت اجرایی و مدیریت سیستمهای راه

و امروزه این اهداف شکل جدیدی پیدا کرده و با سرعت بیشتری تعقیب می‌گردد که عبارتند از:

۱- افزایش همکاری بین‌المللی.

۲- پیشرفت هر چه سریعتر و جهت‌دار نمودن سیاستهای برنامه‌ریزی، ساخت، بهسازی و نگهداری راهها.

طی سالهای اخیر فعالیتهای مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران گسترش یافته و با تشکیل دبیرخانه این مجمع در معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری و معرفی اعضاء، سعی بر آن شده که هر چه بیشتر با مرکز پیارک در فرانسه ارتباط لازم برقرار شود. اعضای که برای این مجمع در نظر گرفته شده شامل یک عضو اصلی و یک عضو مکاتبه‌ای برای هر یک از کمیته‌های ۲۰ گانه مندرج در زیر می‌باشند:

- کمیته مشخصات سطح راه

- کمیته مشاوره عمومی

- کمیته تبادلات فن‌آوری و توسعه

- کمیته راههای بین‌شهری و حمل‌ونقل ترکیبی

- کمیته اجرای تونلهای راه
- کمیته مدیریت راه
- کمیته روسازی راه
- کمیته ارزیابی مالی و اقتصادی
- کمیته مناطق شهری و حمل و نقل ترکیبی
- کمیته پلها و دیگر سازه‌های راه
- کمیته عملیات خاکی، زهکشی و بستر روسازی
- کمیته ایمنی راهها
- کمیته توسعه پایدار و حمل و نقل جاده‌ای
- کمیته عملکرد ادارات راه
- کمیته عملکرد شبکه راه
- کمیته راهداری زمستانی
- کمیته مدیریت ریسک در راهها
- کمیته حمل و نقل بار
- کمیته توسعه مناسب
- کمیسیون اصطلاحات فنی

ریاست پیارک در ایران بر عهده آقای دکتر مرتضی قارونی نیک، آقای مهندس اصغر نادری سمت دبیر پیارک و آقای مهندس مهران قربانی مسؤولیت دبیرخانه پیارک در ایران را عهده‌دار می‌باشند. با توجه به اهداف اصلی مجمع جهانی راه، دبیرخانه پیارک در ایران با بازنگری در تشکیلات و اعضای خود به جهت رسیدن به ترکیب ایده‌آل چه به لحاظ امکانات و تسهیلات و چه به لحاظ نیروهای تخصصی فعال امیدوار است که بتواند در ارتقای سطح دانش فنی و تخصصی زیرمجموعه‌های مختلف حمل و نقل جاده‌ای کشور سهم و نقش خود را ایفاء نماید.

**دبیرخانه پیارک در ایران**

**تابستان ۱۳۸۲**

# پیشنهاداتی برای آزمایش ژئوتکستایلها

صفحه

فهرست

۱	پیشگفتار
۲	ترکیب کمیته
۳	آزمایش مقاومت کششی و تغییر طول نسبی
۶	آزمایش مقاومت در برابر پارگی
۸	آزمایش ابعاد خلل و فرج
۱۰	آزمایش نفوذ پذیری

### پیشگفتار

بعد از شانزدهمین گردهمایی جهانی راه، پیارک منتشر کننده نخستین سری پیشنهاداتی بود که باید به عنوان روشی برای آزمایش مصالح دانه ای استفاده شوند. این گردهمایی از ۱۶ تا ۱۹ سپتامبر در وینای اتریش برگزار گردید.

هفدهمین گردهمایی جهانی راه ۸ تا ۱۵ اکتبر در سیدنی استرالیا برگزار شد. در این گردهمایی پیشنهادات جدیدی ارائه گردید. هشت مورد از این پیشنهادات مربوط به مصالح دانه ای، سه مورد آن مربوط به روشهای آزمایش مصالح هیدرولیکی و پوزولانی اصلاح شده با قیر، و چهار مورد آن مربوط به آزمایش ژئوتکستایلها بود.

ترکیب کردن این پیشنهادات (وینا و سیدنی) و انتشار گسترده آنها به صورت اسناد جدیدی در تشکیلات، مؤسسات و آزمایشگاهها مفید به نظر می رسد.

تاکید بر این نکته ضروریست که زمینه مناسبی برای بسط روشهای آزمایش وجود ندارد. بررسی های گسترده ای بوسیله گروه کاری پیارک انجام گرفت و بر اساس نتایج آنها پیشنهاداتی برای همسان سازی آزمایشها در کشورهای مختلف ارائه گردید. البته هنگامیکه روشی یافت می شد که بوسیله بسیاری از کشورها پذیرفته شده بود، این روش انتخاب می گردید و در مواقع ضروری جزئیات بیشتری به آن اضافه می گردید. به صورت مشابه لازم بود بر روی آزمایشهاییکه روش معینی برایشان وجود نداشت، بیشتر کار کرده و تمامی جزئیات آنها را تهیه کنیم تا از یکسان سازی این آزمایشها اطمینان حاصل کنیم. بر این نکته نیز باید تاکید کرد که ریلیم حمایت از این پیشنهادات را در صورت انجام آنها در رابطه با جامعه جهانی ژئوتکستایلها و مرتبط بودن آنها با ژئوتکستایلها پذیرفت، گفتنی است که ریلیم حمایت از آزمایش تعیین ابعاد خلل و فرج را نپذیرفت.

## ترکیب کمیته

(تا هفدهمین گردهمایی)

J. Berthier

رئیس کمیته از فرانسه

G. Brunshwig

منشی کمیته از فرانسه

### اعضاء

### ملیت

G. Paulmann

جمهوری فدرال آلمان

E. Brown

استرالیا

P. Wieden

اتریش

J. Chavet & J. Huet

بلژیک

I. Chivarov

بلغارستان

R.W. Vogan

کانادا

B.M. Thagesen

دانمارک

V. Broc Virto & L. Valero

اسپانیا

L. Reznak

مجارستان

R.di Martino & G. Moraldi

ایتالیا

G. del Rio San Vicente

مکزیک

J.J. Gerardu & J.J. van der Plas

هلند

R. Raciborski

لهستان

F. Branco

پرتغال

G.D. Goodsall & J.F. Hill

انگلستان

S. Sall

سنگال

P. Hobeda

سوئد

M. Pigois

سوئیس

J. Posvar

چکوسلوواکی

### کارشناسان

### ملیت

J. Dabin & E. Delmarcelle

بلژیک

J.F. Viguera Gonzales

اسپانیا

N. Dac Chi

فرانسه

F. Della Scala

ایتالیا

## آزمایش مقاومت کششی و تغییر طول نسبی

## الف) کلیات

الف - ۱) هدف از آزمایش

هدف از آزمایش تعیین تغییر طول نسبی و تنشی می باشد که ژئوتکستایل مورد آزمایش می تواند تا رسیدن به گسیختگی در برابر آن مقاومت کند.

الف - ۲) اصول آزمایش

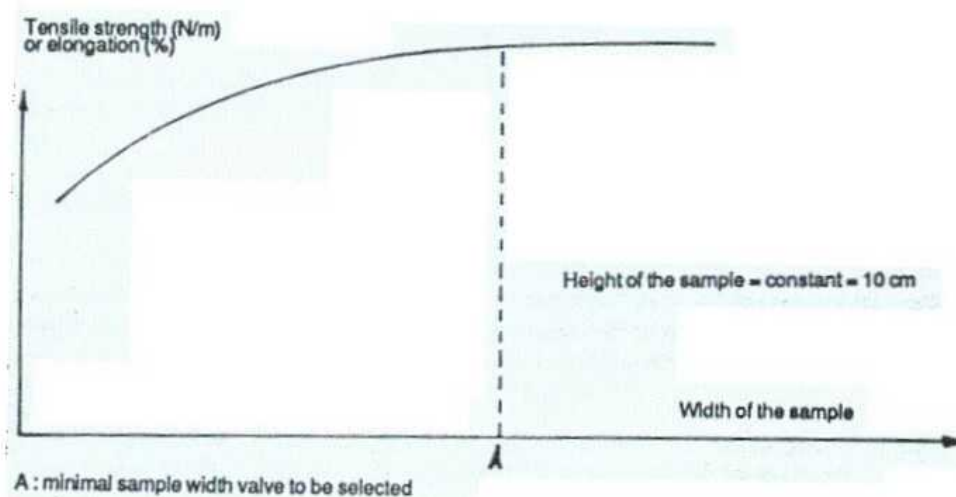
نمونه های مستطیلی با ابعاد داده شده در معرض آزمایش کششی قرار می گیرند (نرخ افزایش تغییر شکل نسبی ثابت است). نیرو و تغییر طول نسبی ثبت می گردد.

الف - ۳) ملاحظات

بسیاری از کشورها فاقد توصیه های رسمی در این زمینه می باشند. با وجود این، آزمایش های بسیاری وجود دارند. آزمایش بر روی نمونه های مستطیلی انجام می گیرد که بنظر می رسد با شرایط سایت بهترین انطباق را دارند (تنش کششی غالب در یک جهت می باشد). پدیده مهم این است که انقباض عرضی به صورت وسیع اتفاق نیفتاده و پخش نیروهای کششی در سازه مجاز می باشد.

بنابراین، نمونه های نسبتاً بزرگی با ارتفاع حداقل ۱۰ سانتیمتر (به عبارت دیگر فاصله گیره ها ۱۰ سانتیمتر است) و نسبت عرض به ارتفاع مساوی یا بزرگتر از ۵ باید استفاده شود.

برای بررسی صحت آزمایش نمونه هایی با عرض کمتر از ۵۰ سانتیمتر (ارتفاع بدون تغییر یعنی ۱۰ سانتیمتر باقی می ماند)، تهیه شده است. شکل ۱ نشان می دهد که کاهش عرض در مقادیر مقاومت کششی و تغییر طول نسبی تاثیری ندارد.



شکل ۱

## ب) روش پیشنهادی

متن زیرین اصول اساسی استاندارد AFNOR G 07-001 را بیان می‌دارد که اساس روش ارائه شده را شکل می‌دهد. برای آزمایش از نمونه مشخص شده در بند الف - ۳ استفاده می‌شود.

ب - ۱) تجهیزات

▣ دستگاه آزمایش کششی با وسایل زیر تجهیز شده است:

- ابزار گیره ای قابل تعویض (گیره ها، فکهای گیره) که برای نمونه های آزمایش مناسب است؛
  - یک مکانیسم حرکتی برای اطمینان از بارگذاری قانون مند نمونه آزمایش تا حد گسیختگی؛
  - وسیله ای برای اندازه گیری نیروی بکار برده شده؛
- ماکزیمم خطای نیروی نشان داده شده یا اندازه گیری شده برای هر مقدار نیروی بکار برده شده در محدوده مجاز، نباید با مقدار نیروی وابسته به همان آزمایش بیشتر از ۲ درصد اختلاف داشته باشد.
- وسایلی جهت بریدن نمونه های آزمایش.

ب - ۲) روش آزمایش

▣ نمونه های آزمایش را ۲۴ ساعت در دمای  $20 \pm 2$  درجه سانتیگراد و در رطوبت نسبی  $5 \pm 65$  درصد نگهداری کنید؛

▣ گیره متحرک را در فاصله ای از گیره دیگر قرار دهید که برابر ارتفاع اولیه نمونه (۱۰ سانتیمتر) باشد؛

▣ از هم تراز بودن محورهای گیره و موازی بودن لبه های آن اطمینان حاصل کنید؛

▣ نمونه را در مرکز گیره قرار داده و سپس آن را به گیره ببندید؛

▣ بدون تغییر شکل نمونه، عرض کامل نمونه آزمایش را در محل گیره ها نشانه گذاری کنید. این نشانه گذاری برای اطمینان از عدم لغزش نمونه در طی آزمایش استفاده خواهد شد؛

▣ از نرخ ثابت افزایش تغییر شکل نسبی ۱۰۰ میلیمتر بر دقیقه استفاده کنید، تنش را تا حد گسیختگی نمونه اعمال کنید؛

▣ ماکزیمم نیروی بکار برده شده و تغییر طول نسبی وابسته به آن را ثبت کنید؛ همچنین تغییر شکل عرضی نسبی نمونه را به موازات گیره ها و در وسط نمونه اندازه گیری و ثبت کنید؛

▣ از نتایج تمامی آزمایشهایی که لغزش در آنها اتفاق افتاده است صرف نظر کنید؛

▣ آزمایش را به منظور بدست آوردن ۵ نتیجه آزمایش صحیح تکرار کنید؛ نمونه ها را از محصول یک کارخانه تهیه کرده و در دو جهت (جهت ماشینی و عمود بر آن) ببرید.

ب - ۳) تفسیر نتایج

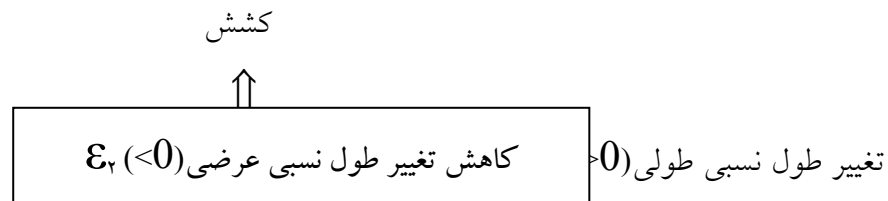
ماکزیمم مقاومت کششی ژئوتکستایل (در جهت ماشین یا عمود بر آن) بوسیله گرفتن میانگین حسابی نتایج تمامی آزمایشها در دو جهت (جهت ماشینی و عمود بر آن) بدست می آید. این میانگین حسابی با  $N$  نشان داده می شود. همچنین عدد بدست آمده به نزدیکترین عددی که دارای یک رقم اعشار باشد گرد می گردد.

تغییر طول نسبی وابسته به مقاومت کششی ماکزیمم (در جهت ماشین یا عمود بر آن) توسط رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$\varepsilon_R = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + (\varepsilon_1 \times \varepsilon_2)$$

در این رابطه  $\varepsilon_1$  میانگین حسابی تغییر شکلهای در لحظه گسیختگی بوده و بصورت درصد بیان می گردد. این مقدار عمود بر گیره ها اندازه گیری شده و برای تمامی ۵ نمونه آزمایش بدست می آید (در جهت ماشین یا عمود بر آن)؛

$\varepsilon_2$  میانگین حسابی تغییر شکل نسبی متناظر با  $\varepsilon_1$  برای ۵ نمونه آزمایش بوده (در جهت ماشین یا عمود بر آن) که بصورت درصد بیان می گردد. این تغییر شکل به موازات گیره ها و در قسمت میانی نمونه آزمایش اندازه گیری می گردد.



با کاربرد رابطه ارائه شده در بالا، مقایسه مقادیر عملی تغییر طول نسبی وابسته به مقاومت کششی ماکزیمم در شرایطی که تغییر شکل نسبی عرضی صفر است ( $\varepsilon_2 = 0$ ) میسر می گردد.

$\varepsilon_R$  گرد می گردد به:

۱/۲ . درصد نزدیکتر، هنگامیکه مقدار آن کوچکتر از ۱۰ درصد است؛

۱/۵ . درصد نزدیکتر، هنگامیکه مقدار آن مابین ۱۰ و ۵۰ درصد است؛

۱ . درصد نزدیکتر، هنگامیکه مقدار آن بیشتر از ۵۰ درصد است.

ب - ۴) تکرار پذیری

فرض نشده است.

## آزمایش مقاومت در برابر پارگی

### الف) کلیات

الف - ۱) هدف از آزمایش

هدف از آزمایش اندازه گیری مقاومت پاره شدگی می باشد (مقاومت در برابر ایجاد پارگی).

الف - ۲) اصول آزمایش

پارگی در نمونه آزمایش ذورنقه ای مناسب ایجاد گردیده و نیروی لازم برای گسترش این پارگی اندازه گیری می گردد.

الف - ۳) ملاحظات

کشورهای بسیاری توصیه های رسمی در این زمینه ندارند، با تمامی این تفاسیر آزمایشهای بسیاری موجودند. در این آزمایش نکته مهم وجود نمونه ای با ابعاد مناسب است که در آن گسترش پارگی امکان پذیر است.

ابعاد پیشنهادی:

ذوزنقه ای با ابعاد: قاعده ها ۲۲۵ و ۶۷۰ میلیمتر

ارتفاع ۴۴۵ میلیمتر

وجود یک پارگی به طول ۵۰ میلیمتر در میانه قاعده کوچک.

آزمایش با سرعت پایین انجام می گیرد (۱۰۰ میلیمتر در دقیقه) (جهت جلوگیری از اثر دینامیکی).

### ب) روش پیشنهادی

بدون توجه به این واقعیت که استاندارد ASTM با شماره ۲۲۶۳ برای بارگذاری کوتاه مدت است، روش پیشنهادی بر این استاندارد منطبق می باشد.

به هر حال، نمونه های آزمایش ذکر شده در بالا استفاده شده و مقاومت در برابر پارگی مطابق توضیحات بعدی محاسبه می گردد.

ب - ۱) تجهیزات

به آزمایش مقاومت کششی رجوع شود.

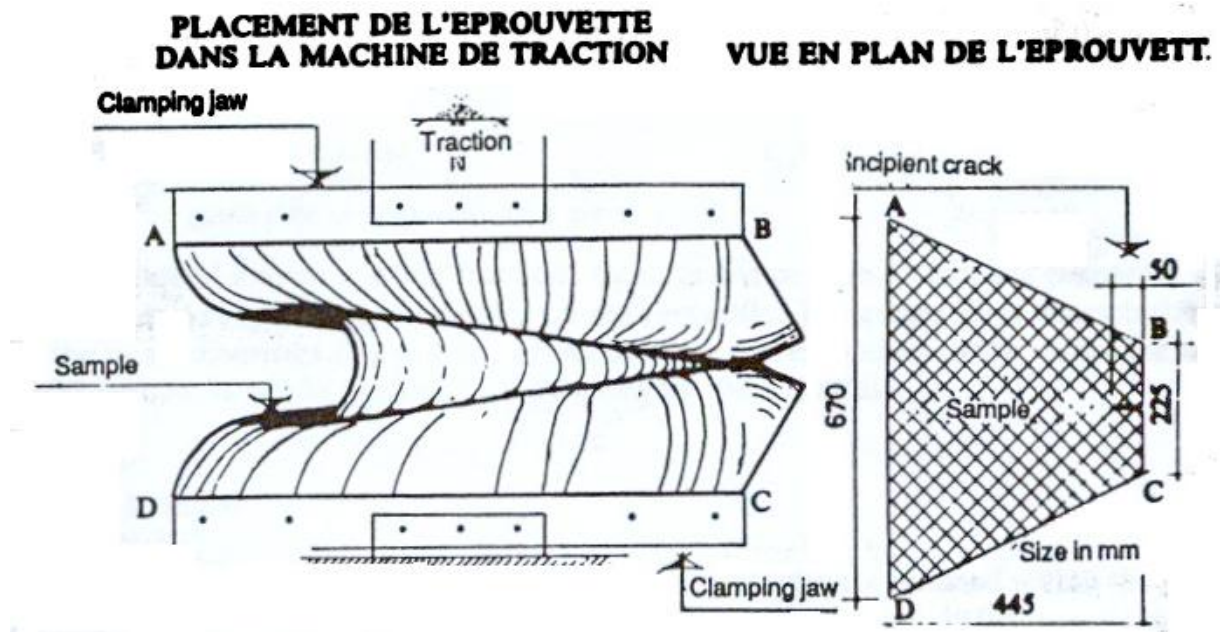
ب - ۲) روش آزمایش

نمونه های آزمایش را ۲۴ ساعت در دمای  $20 \pm 2$  درجه سانتیگراد و در رطوبت نسبی  $5 \pm 65$  درصد نگهداری کنید؛

گیره متحرک را در ۲۲۵ میلیمتری گیره ثابت قرار دهید؛

از هم راستا بودن محور گیره ها و موازی بودن لبه های آن اطمینان حاصل کنید؛

- ☐ نمونه آزمایش را بین گیره ها قرار داده، از قرار گرفتن آن در مرکز دستگاه اطمینان حاصل کرده و آن را به گیره ها ببندید؛
- ☐ بدون ایجاد تغییری در نمونه آزمایش، کل عرض نمونه را در محل تماس با گیره ها علامت گذاری کنید، این علامت گذاری ها برای کنترل لغزش در نمونه های آزمایش بکار خواهند رفت؛
- ☐ اعمال نیروی کششی را تا ایجاد برش کامل در نمونه ادامه دهید (نرخ افزایش تغییر شکل ۱۰۰ میلیمتر در ثانیه می باشد).
- ☐ در طی آزمایش، نیروی اعمال شده و تغییر طول نسبی متناظر را ثبت نمایید.
- ☐ نتایج آزمایش را کنترل کنید، توجه کنید که از نتایج آزمایش نمونه هایی که در آنها لغزش اتفاق افتاده است صرف نظر می شود؛
- ☐ آزمایش را بر روی نمونه های دیگر تکرار کنید تا ۵ نتیجه صحیح برای هر دو جهت آزمایش (جهت ماشینی و عمود بر آن) بدست آورید.



### ب - ۳) تفسیر نتایج

برای هر جهت (جهت ماشینی و عمود بر آن)؛ مقاومت پارگی ژئوتکستایل (این عدد با N نشان داده می شود) برابر میانگین حسابی مقاومت پارگی بدست آمده از ۵ نمونه آزمایش مناسب (آخرین گزینه بند ب-۲) می باشد. مقاومت پارگی نمونه آزمایش (که با N نشان داده می شود) میانگین حسابی حداکثر ۵

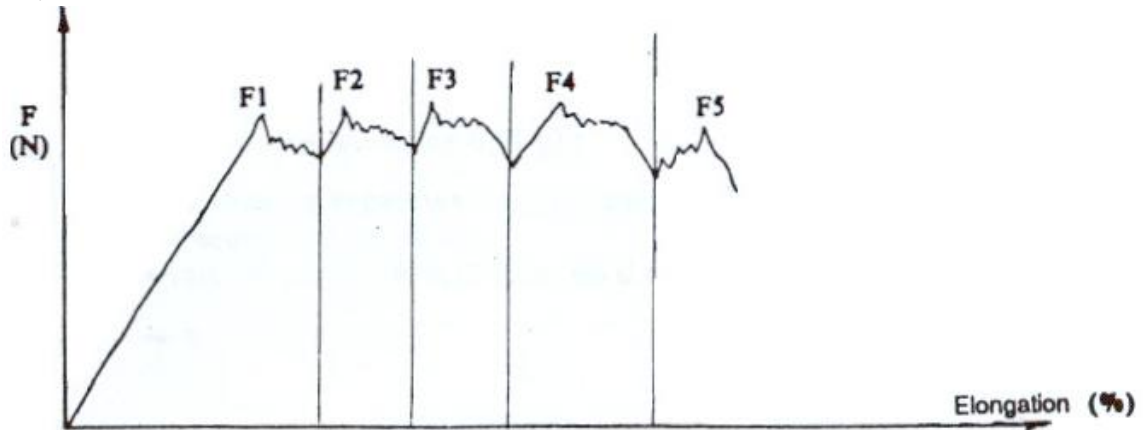
نیروی بدست آمده از آزمایشها می باشد که قاعداً بوسیله تقسیم نمودار نیرو-تغییر طول نسبی به ۵ منطقه محاسبه می گردد.

$$R_e = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{i=5} F_i$$

مقاومت پارگی نمونه آزمایش

$$R_{geotextile} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{i=5} Re_i$$

مقاومت پارگی ژئوتکستایل



## ابعاد خلل و فرج

### الف) کلیات

الف - ۱) هدف از آزمایش

هدف از آزمایش، مشخص کردن ابعاد خلل و فرج توزیع شده در ژئوتکستایل می باشد.

الف - ۲) اصول آزمایش

ژئوتکستایل همانند یک الک در نظر گرفته می شود.

مصالحی با چندین دانه بندی مشخص (مصالح با دانه های ماسه ای یا شیشه ای) آماده می گردند. هر

کدام از مصالح مذکور با ژئوتکستایل الک می گردد. لازم به ذکر است که الک کردن در حالت خشک

انجام می گیرد. نوع ژئوتکستایل بوسیله متوسط قطر ذراتی که ۹۵ و ۹۸ درصد دانه هایشان ( $O_{95}$  و  $O_{98}$ )

از ژئوتکستایل عبور نکرده است مشخص می گردد.

الف - ۳) ملاحظات

نقص الک کردن خشک باقی ماندن ذرات در میان ژئوتکستایل می باشد. این پدیده با افزایش ضخامت

ژئوتکستایل بیشتر می گردد. همچنین الک کردن ذرات کوچکتر از ۸۰ میکرون به این روش بسیار مشکل

می باشد. در این مواقع باید آزمایشهای دیگری در نظر گرفته شوند.

## ب) روش پیشنهادی

مرجع: این روش هم ارز روش گسترش یافته گروه مهندسی ارتش آمریکا (اداره بزرگراه ایالتی آمریکا) می باشد.

## ب - ۱) تجهیزات

- ▢ ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم؛
- ▢ دستگاه لرزاننده ای برای تعیین ابعاد ذرات مورد استفاده:
- فرکانس دستگاه ۵۰ یا ۶۰ هرتز می باشد.
- حداکثر تغییر شکل قائم (ماکزیمم انحراف از نقطه تعادل) ۰/۷۵ میلیمتر می باشد؛
- ▢ یک خشک کن؛
- ▢ مجموعه کاملی از الکها؛
- ▢ حداقل ۱۰۰ گرم ماسه خشک شده در خشک کن یا ذرات شیشه ای با دانه بندی زیر که در مجموعه استاندارد ICO R 10 مشخص شده است:

۸۰-۱۰۰	میکرون
۱۰۰-۱۲۵	میکرون
۱۲۵-۱۶۰	میکرون
۱۶۰-۲۰۰	میکرون
۲۰۰-۲۵۰	میکرون
۲۵۰-۳۱۵	میکرون
	غیره...

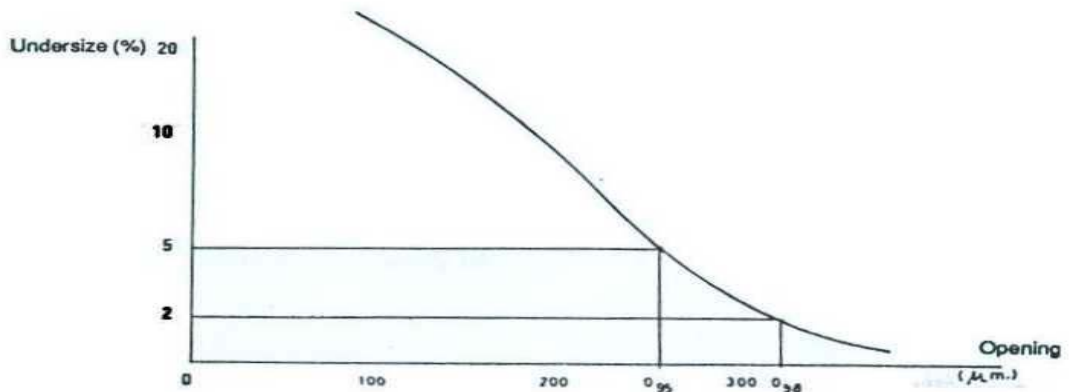
## ب - ۲) روش آزمایش

برای هر یک از دانه بندی های ذکر شده، نمونه آزمایش ژئوتکستایل در قاب الک قرار داده می شود. خلل و فرج این تولید ماشینی (ژئوتکستایل) دانه بندی خاصی از ماسه را عبور داده که ابعادهای با خلل و فرج ژئوتکستایل سازگار است. مقدار ذرات ماسه یا شیشه ای که پس از ۵ دقیقه الک کردن از ژئوتکستایل عبور کرده اند مشخص شده و درصد عبوری با توجه به جرم اولیه الک شده تعیین می گردد. برای هر دانه بندی پایه، نمونه ژئوتکستایل تازه ای استفاده می گردد. در حالت عادی مصالح با دانه بندی درشت به صورت متوالی استفاده می شوند.

ب - ۳) تفسیر نتایج

تعیین مقادیر  $O_{95}$  و  $O_{98}$  با توجه به نمودار گرافیکی درصد عبوری (%) وابسته به قطر متوسط دانه بندی مبنای مصالح، امکان پذیر می باشد.

$O_{95}$  و  $O_{98}$  متوسط قطر دانه بندی مصالح مبنایی می باشند که ۹۵ و ۹۸ درصد آنها از ژئوتکستایل رد نشده اند.



### نفوذپذیری

(۱) مقدمه

نفوذپذیری نقش برجسته ای را در قسمتهای زیر بازی می کند:

≡ در میان صفحه ژئوتکستایل

≡ عمود بر صفحه ژئوتکستایل

بنابراین باید مابین نفوذپذیری داخلی ژئوتکستایل و نفوذپذیری عمود بر ژئوتکستایل تمایز قائل شد. از این جهت از عبارات نفوذپذیری میانی ژئوتکستایل (transmitivity) (حاصلضرب نفوذپذیری داخلی ژئوتکستایل در ضخامت ژئوتکستایل  $K_p * e$ ) و نفوذپذیری عمود بر صفحه ژئوتکستایل (permitivity) (نسبت نفوذپذیری عمود بر ژئوتکستایل، بر ضخامت ژئوتکستایل  $K_T/e$ ) استفاده می گردد.

(۲) اندازه گیری نفوذپذیری میانی ژئوتکستایل  
الف) کلیات

الف - (۱) اصول آزمایش  
آزمایش شامل اندازه گیری جریان عبوری از ژئوتکستایل تحت تراز آب ثابت و فشار تراکمی اعمال شده به ژئوتکستایل می باشد.

الف - (۲) ملاحظات  
نفوذپذیری میانی با جریان اندازه گیری شده متناسب است:

$$\theta = K_p \times e = A.Q.$$

که در آن:

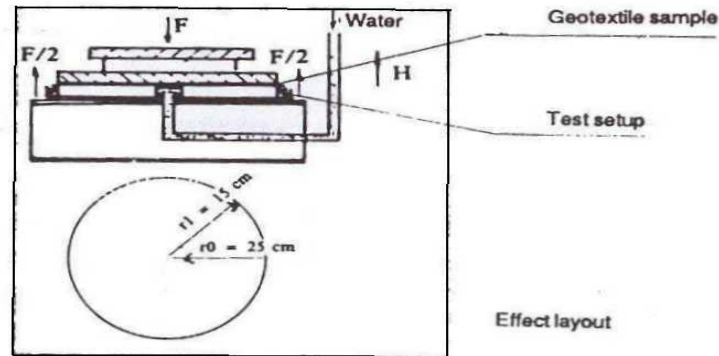
$\theta$	نفوذپذیری میانی بر حسب سانتیمتر مربع بر ثانیه؛
$K_p$	ضریب نفوذپذیری آب در صفحه ژئوتکستایل بر حسب سانتیمتر بر ثانیه؛
$e$	ضخامت ژئوتکستایل؛
$Q$	مقدار آبی که در میان ژئوتکستایل جریان می یابد بر حسب سانتیمتر مکعب بر ثانیه؛
$A$	ضریب ثابت وابسته به تجهیزات و شرایط آزمایش بر حسب معکوس سانتیمتر؛ جریان از قانون دارسی پیروی می کند.

ب) روش پیشنهادی

مرجع: "Mesure de la permeabilite dans le plan des geotextiles non tisses" (J.M. Rigo). مجله "Ingenieurs et architectes suisses"، ۱۲ آوریل ۱۹۷۹.

ب - ۱) تجهیزات

تجهیزات به صورت خلاصه در شکل زیر نشان داده شده است:



جریان به صورت شعاعی می باشد، سطح تراز آب (H) در ارتفاع ۵۰ سانتیمتری ثابت نگه داشته می شود. تجهیزات بارگذاری نیز شامل صفحه ای می باشد که بار بر سه نقطه آن اعمال می شود. همچنین صفحه بوسیله یک جک هیدرولیکی فعال می گردد. ماکزیمم نیروی قابل اعمال ۵ تن می باشد.

▣ دماسنجی با دقت ۰/۲ درجه سانتیگراد؛

▣ آب مقطر و بدون هوا؛

▣ زمان سنج دقیق.

ب - ۲) روش آزمایش

▣ نمونه دایره ای شکل آزمایش را تهیه کنید؛

▣ شرایط آزمایش را بر نمونه اعمال کنید؛

▣ نمونه آزمایش را در دستگاه قرار دهید (تمامی حبابهای هوا را خارج نمایید)؛

▣ سطح آب ۵۰ سانتیمتر را اعمال نمایید؛

▣ بار را با گامهای ۱۰۰ کیلو پاسکال افزایش دهید، این فشار را بمدت ۱۰ دقیقه ثابت نگهدارید؛

▣ حجم آب جریان یافته از ژئوتکستایل را اندازه گیری کنید، حجم اندازه گیری شده را بمنظور

کاربرد نتایج آزمایشاتی که در دمای غیر از ۱۰ درجه سانتیگراد بدست آمده اند اصلاح نمایید.

ب - ۳) تفسیر نتایج

نفوذ پذیری میانی یا  $\theta$  توسط رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$\theta = \frac{Q}{2\pi H} \ln \frac{r_1}{r_2} (cm^2 / s)$$

که در آن:

H	سطح تراز آب بر حسب سانتیمتر؛
r <sub>1</sub>	شعاع صفحه فلزی و نمونه آزمایش که ۱۵ سانتیمتر است؛
r <sub>2</sub>	شعاع محل ورود آب که ۲/۵ سانتیمتر است؛
Q	حجم آب جریان یافته از میان ژئوتکستایل بر حسب سانتیمتر مکعب بر ثانیه و مطابق با درجه حرارت ۱۰ درجه سانتیگراد؛
ln	لگاریتم نپرین

نفوذ پذیری میانی ژئوتکستایل میانگین حسابی دو نتیجه آزمایش می باشد.

۳) اندازه گیری نفوذپذیری عمود بر صفحه ژئوتکستایل

الف) کلیات

الف - ۱) اصول آزمایش

آزمایش شامل اندازه گیری جریان آب عبوری Q عمود بر سطح مقطع S از ژئوتکستایل می باشد. اندازه گیری تحت فشار تراز آب H انجام می گیرد. نفوذ پذیری عمودی بوسیله نسبت  $\frac{Q/S}{\Delta H}$  بیان می گردد ( $\Delta H$  اختلاف سطح آب بین بالادست و پایین دست نمونه می باشد).

الف - ۲) ملاحظات

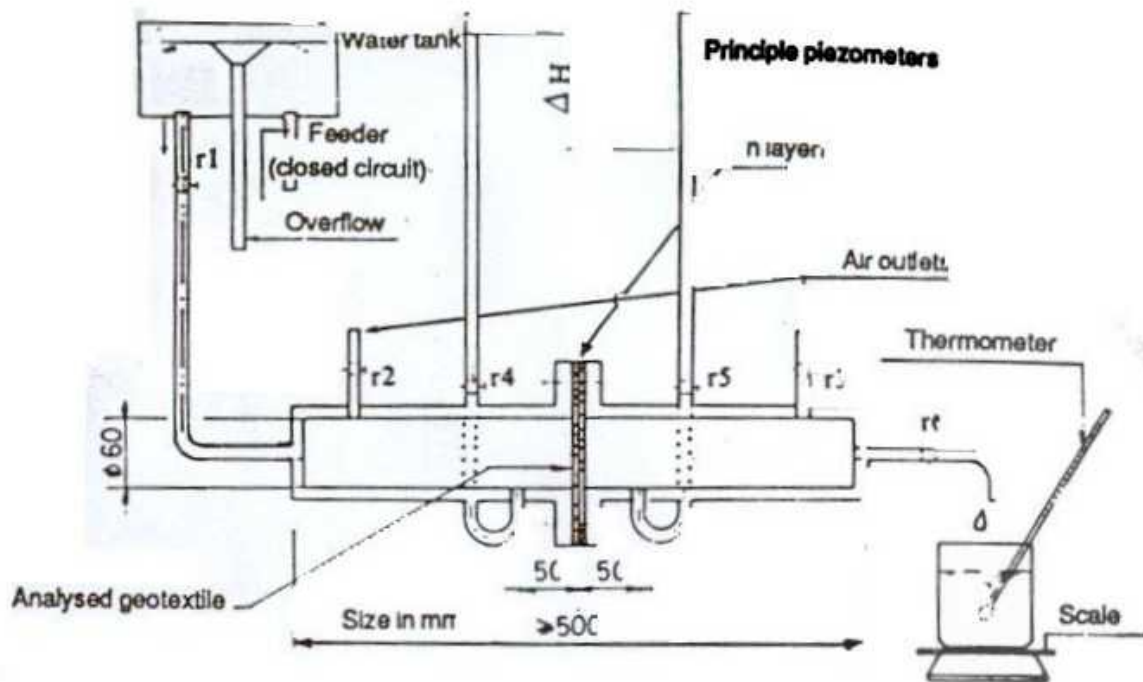
منحنی نمایش دهنده Q/S در مقابل H فقط برای جریان لایه ای خطی می باشد (قانون داریسی). بمنظور رسیدن به این حالت (جریان لایه ای) باید سرعت جریان در واحد سطح کمتر از ۰/۰۳۵ متر بر ثانیه نگهداری شود. این امر در تمامی حالات بوسیله افزایش تعداد لایه های ژئوتکستایل قابل دستیابی می باشد.

نفوذ پذیری سنجهای معروف این ویژگیها را دارند، نمونه چنین نفوذ پذیری سنجی در زیر نشان داده شده است.

ب) روش پیشنهادی

ب - ۱) تجهیزات

- ☐ نفوذ پذیری سنجی که مشخصات گفته شده در بالا و ابعاد مشخص شده در شکل زیر را دارا باشد. این نفوذ پذیری سنج با آب بدون هوا و خالص بکار خواهد رفت؛
- ☐ وسیله برشی برای بریدن ژئوتکستایل بکار رفته بعنوان نمونه آزمایش؛
- ☐ زمان سنج دقیق؛
- ☐ ترازویی با دقت  $1/10000$  جرم وزنی؛
- ☐ اختلاف ارتفاع سنج دقیق؛
- ☐ دماسنج با دقت  $0/2$  درجه سانتیگراد.



ب - ۲) روش آزمایش

نمونه آزمایش جایگذاری شده (در یک یا چند لایه) و تجهیزات، حبابهای هوا را تخلیه می کنند (پمپ هوا). بوسیله کاهش گام به گام جریان،  $Q$  (  $\lambda$  جریان و  $\lambda \Delta H$  در راس متفاوتند) اندازه گیری می شود.

ب - ۳) تفسیر نتایج

نفوذ پذیری قائم بوسیله رابطه زیر بیان می گردد:

$$\psi = \frac{K_T}{e} \frac{Q/S}{\Delta H/n} (s^{-1})$$

که در آن:

$K_T$  نفوذپذیری عمود بر صفحه ژئوتکستایل بر حسب سانتیمتر بر ثانیه؛  
 $e$  ضخامت صفحه ژئوتکستایل مورد آزمایش بر حسب سانتیمتر؛  
 $Q$  جریان آب عبوری از ژئوتکستایل بر حسب سانتیمتر مکعب بر ثانیه و مطابق با  
 درجه حرارت ۱۰ درجه سانتیگراد.  
 $Q$  توسط رابطه زیر بدست می آید:

$$Q = Q_{\theta} \times \eta_{\theta} / \eta_{\theta 10}$$

که در آن:

$Q_{\theta}$  جریان آب اندازه گیری شده در  $\theta$  درجه سانتیگراد و بر حسب سانتیمتر مکعب  
 بر ثانیه؛  
 $\eta_{\theta}$  ویسکوزیته آب در  $\theta$  درجه سانتیگراد بر حسب متر در پاسکال در ثانیه؛  
 $\eta_{\theta 10}$  ویسکوزیته آب در ۱۰ درجه سانتیگراد بر حسب متر در پاسکال در ثانیه؛  
 $S$  مساحت نمونه ژئوتکستایل بر حسب سانتیمتر مربع؛  
 $\Delta H$  اختلاف سطح آب مابین بالادست و پایین دست نمونه آزمایش بر حسب  
 سانتیمتر؛  
 $n$  تعداد لایه های ژئوتکستایل.



WORLD ROAD ASSOCIATION - PIARC

ROAD AND TRANSPORTATION MINISTRY  
DEPUTY OF

TRAINING, RESEARCH AND TECHNOLOGY

# RECOMMENDATIONS FOR TESTING GEOTEXTILES

UNIT OF  
TECHNOLOGY & COMMUNICATION WITH  
SPECIALIZED ORGANIZATIONS

PIARC SECRETARIAT IN IRAN

P2/C12/82/45