

## مقایسه معیارهای طراحی صافی های زهکشی به روش S.C.S و U.S.B.R با استفاده از مطالعات آزمایشگاهی

حسین فرداد<sup>۱</sup> و حسین جودکی<sup>۲</sup>

۱ و ۲ - دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد رشته آبیاری و آبادانی گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله ۷۹/۸/۲۵

### خلاصه

به منظور انتخاب روش برتر برای طراحی صافی های شنی شبکه لوله های زهکش زیر زمینی روش های سازمان حفاظت خاک آمریکا<sup>۱</sup> S.C.S ۱۹۷۱ و روش اداره اصلاح اراضی آمریکا<sup>۲</sup> U.S.B.R ۱۹۸۸ در آزمایشگاه گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران با استفاده از نفوذ سنج عمودی (مدل دلتا<sup>۳</sup>) با جریان رو به پایین در چهار نوع خاک به شرح زیر مورد آزمایش و مقایسه قرار گرفت.

مرحله اول - انسداد<sup>۴</sup> صافی های شنی زهکش (انسداد ثانویه<sup>۵</sup>) با اندازه گیری دبی خروجی در طی زمان  $t_s$  بررسی و مشکل موجود مشخص گردید.

مرحله دوم - با طراحی و ساخت یک دستگاه نفوذ سنج عمودی با جریان رو به بالا تقایص دستگاه قبلی بر طرف و آزمایش های فوق تکرار و با اندازه گیری دبی خروجی  $Q_s$  و بار هیدرولیکی  $H$  در پیزومترهای تعبیه شده در دستگاه آزمایش ها تا نقطه شکست هیدرولیکی خاک ادامه یافت. سپس با اندازه گیری گرادیان هیدرولیکی: در خاک، در صافی و در کل نمونه " خاک و صافی " و نیز اندازه گیری دبی خروجی  $Q_s$  هدایت هیدرولیکی  $K$  محاسبه گردید. این مطالعه روشن نمود که صافی های اداره اصلاح اراضی در مقایسه با پوشش های S.C.S عکس العمل بهتری نشان می دهند بطوریکه:

اولاً - از نظر رعایت ضابطه نسبت دو هدایت هیدرولیکی صافی به خاک  $K_p/K_s$  در پوشش U.S.B.R همواره بزرگتر از یک است. ثانیاً - پوشش های U.S.B.R در مقایسه با پوشش های S.C.S در رابطه با پدیده انسداد ثانویه، نسبت  $I_p/I_s$  دبی خروجی و گرادیان هیدرولیکی در ناحیه صافی واکنش بهتری از خود نشان می دهند.

واژه های کلیدی: ارزیابی صافی شنی، طراحی صافی زهکشی، انسداد صافی ها.

1. Soil Conservation Service (S.C.S)

2. United State Bureau of Reclamation (U.S.B.R)

3. Delta lab

4. Blocking

5. Clogging

- مکاتبه کننده: حسین فرداد

## مقدمه

افزایش جمعیت جهان، آلوده شدن بیشتر محیط زیست و استفاده غیر متعارف از منابع آب، بالا آمدن سطح ایستایی و بی آمدن آن شور شدن اراضی از یکطرف لزوم حفظ حاصلخیزی خاک و جلوگیری از شور شدن اراضی مزروعی و نیاز به زیر کشت آوردن اراضی جدید و اصلاح اراضی شور از طرف دیگر لزوم بهره‌برداری صحیح از منابع آب و خاک، اهمیت روز افزون مدیریت این منابع را توجیه می‌نماید. در این خصوص شبکه زهکشی در اراضی مزروعی با تنظیم رطوبت خاک و تامین تهویه محیط زیست ریشه گیاه، خاک را آماده برای توسعه ریشه و رشد و نمو گیاه می‌نماید. صافی‌های زهکشی در حفظ شبکه زهکش‌های زیر زمینی و بهره‌برداری صحیح و افزایش عمر مفید از این شبکه نقش بسیار مهمی ایفا می‌نماید. و با جلوگیری از ورود مواد رسوبی به داخل شبکه موجبات تداوم زهکشی خاک را فراهم می‌نمایند.

در خاک‌های ناپایدار ورود مواد رسوبی به داخل شبکه بلافاصله پس از نصب زهکش‌ها محتمل بوده و انسداد شبکه و قطع جریان زه آب‌ها را در پی خواهد داشت. در خاک‌های پایدار به دلیل ثبات ساختمان خاک احتمال وقوع این خطر کمتر است. و صافی شبکه‌های زهکشی در جلوگیری از این خطر اهمیت فوق العاده دارند. صافی‌ها انواع زیادی دارند. کارکرد این صافی‌ها متضمن دقت در انتخاب نوع صافی و مناسبت آن با خاک محل و از نظر فنی، طراحی و محاسبه دقیق و از نظر اجرا، نصب صحیح صافی‌ها در روی لوله‌های زهکشی، از مواردی است که رعایت آن تضمینی برای بهره‌برداری مؤثر از شبکه زهکش‌های لوله‌ای زیر زمینی خواهد بود.

تحقیقات گسترده‌ای در دو دهه اخیر در خصوص

صافی‌های زهکشی انجام و انواع ژئوتکستایل‌ها<sup>۱</sup> (صافی‌های رشته‌ای یا بافته شده) تهیه و با گذشت زمان انواع جدیدتری ساخته و به بازار مصرف عرضه می‌شود. معهدا امروزه صافی‌های شنی رایج‌ترین مواد پوششی برای زهکش‌ها بوده و اگر به درستی و با توجه به بافت خاک طراحی و بطور صحیح نصب شوند با دوام‌ترین صافی‌های زهکشی محسوب می‌شوند.

صافی‌های شنی از قدیمی‌ترین و بادوام‌ترین صافی‌ها بوده (۷) در صورتیکه شن و ماسه در منطقه در دسترس باشد از ارزان‌ترین صافی‌ها محسوب می‌شوند. بعلاوه ارزیابی آنها صفر، نصب آنها آسان و با طراحی صحیح این صافی‌ها می‌توان سالها بر طول عمر شبکه زهکش‌ها افزود. با وجود این سابقه طولانی، در استفاده از این صافی‌ها و مطالعات گسترده‌ای که درباره آنها انجام شده نتایج ارزنده و بعضاً متناقضی بدست آمده معهدا هنوز استفاده صحیح از آنها نیاز به تحقیقات و کسب تجربیات بیشتری دارد (۷).

ویلم اف ولوت من (۱۶) تحقیقاتی برای رفع مشکل صافی‌های شنی (شن شکسته شده) در چهار شبکه زهکش‌های لوله‌ای زیرزمینی که در پاکستان نصب شده‌اند انجام داده و شکست این پروژه‌ها را در درجه اول ناشی از ناکافی بودن استانداردهای به کار رفته در طراحی صافی‌های شنی و درجه دوم مسائل موجود در ساختمان شبکه دانسته و برای جلوگیری از شکست‌های نظیر در شبکه‌های بعدی فرمول‌های تکمیلی پیشنهاد می‌نماید.

رفیق چودری - م و همکاران (۱۲) به نقل از دی اریکس و همکاران معیارهای زیر را برای صافی‌های شنی در خاکهای پایدار پیشنهاد نمودند: در صافی‌های شنی ریز دانه (قطر ذرات کمتر از ۲ میلیمتر) در صورتیکه نسبت

استفاده و برای ۴ نمونه خاک با بافت های مختلف که در این مقاله به حروف B, D, E, F و مشخص می شوند مورد آزمایش و نتایج حاصله مورد تجزیه و تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

### مواد و روشها

مرحله اول در مطالعه، طراحی و ساخت صافی های زهکشی، انتخاب خاک مناسب و رسم منحنی دانه بندی و مطالعه خصوصیات فیزیکی و مکانیکی و رسم منحنی دانه بندی این خاک (خاکها) می باشد. بدین منظور از ۶ نوع خاک که از نظر ناپایداری مناسب به نظر می رسیدند نمونه هایی انتخاب و با حروف A, تا F مشخص و در آزمایشگاه، دانه بندی آنها در سیستم (U.S.D.A) و یونیفاید تعیین گردید.

از آنجائیکه نمونه های A و C بانمونه B شباهت کامل داشتند با حذف آنها نمونه های B, D, E, و F که منحنی دانه بندی آنها در شکل (۲) داده شده است انتخاب و مورد آزمایش قرار گرفته اند. مشخصات فیزیکی این خاکها شامل: بافت، نفوذپذیری، اندکس خمیرایی، وزن مخصوص ظاهری در آزمایشگاه تعیین و در جدول ۱ داده شده است. بررسی منحنی های شکل ۲ حاکی از آن است که خاک های انتخاب شده همگی در دامنه خاک های ناپایدار<sup>۱</sup> قرار گرفته و در منحنی های شکل ۳ الی ۸ منحنی دانه بندی صافی هایی که با ضوابط سازمان حفاظت خاک و اداره اصلاح اراضی آمریکا برای این خاکها طراحی گردیده نشان داده شده است. مراحل آزمایش صافی در دو مرحله به شرح زیر انجام شده است.

مرحله اول: صافی های مورد بحث به کمک دستگاه " دلتالب " شکل " ۱- الف " مورد آزمایش قرار گرفت. در این

$O_{90}/d_{90} < 2/5$  و در صافی های شنی درشت دانه (قطر ذرات بزرگتر از ۵ میلیمتر)  $O_{90}/d_{90} < 5mm$  باشند انتقال ذرات به داخل لوله زهکش بوسیله جریان زه آب انجام نمی گیرد. ( $O_{90}$  قطر موثر روزنه و  $d_{90}$  قطر ذره ای از خاک که ۹۰٪ روزنه ها و یا ذرات خاک قطر کوچکتری دارند). به علاوه دی اریکس معیارهای دیگری برای جلوگیری از انسداد و چسبندگی صافی ها به شرح زیر:

۱- برای انسداد نسبت گرادیان های هیدرولیکی صافی  $I_e$  به خاک  $I_s$  به طوری که  $I_e/I_s < 1$  باشد.

۲- برای چسبندگی صافی ها رابطه دو هدایت هیدرولیکی صافی  $K_e$  با هدایت هیدرولیکی خاک  $K_s$  به صورت  $K_e > K_s$  باشد. پیشنهاد می نماید. ولی در خاکهای ناپایدار، مسئله متفاوت است. استویت (۱۴) معتقد است که  $O_{90}$  با قدرت نگهداشت خاک و یا قطر ذرات شن ارتباط معنی داری دارد.

از آنجائیکه کشور ما دارای منابع غنی شن و ماسه بوده و بیشتر صافی های مصنوعی زهکش (ژئوتکستایل) کالای وارداتی و ارز بری بالایی دارند صافی های شنی با کیفیت برتر مناسب ترین صافی برای زهکشی محسوب می شوند. و در جلوگیری از خروج ارز کمک شایانی به اقتصاد مملکت می نمایند. برای رسیدن به این هدف تعیین معیارهایی برای انتخاب صافی شنی ضروری است. در حال حاضر معیارهای متعددی برای طراحی صافی های شنی وجود دارد. مهم ترین و رایج ترین آنها معیارهای اداره اصلاح اراضی آمریکا (U.S.B.R) و معیارهای سازمان حفاظت خاک آمریکا (S.C.S) می باشند.

از این دیدگاه تحقیقات زیر از دو نوع شن: رودخانه ای و شکسته شده در ساخت سه نوع صافی: S.C.S ۱۹۷۱، S.C.S ۱۹۸۸ و صافی U.S.B.R ۱۹۷۸

آزمایش استوانه‌های نمونه‌های خاک به قطر و ارتفاع ۲۰ سانتی متر و ارتفاع آب روی صافی ۶۰ سانتی متر بوده که در طول آزمایش همواره ثابت نگهداشته شده است.

با اندازه‌گیری دبی جریان خروجی و کنترل آن در طی زمان آزمایش، انسداد ثانویه صافی بررسی و نتایج این آزمایش در منحنی‌های شکل ۹ و ۱۰ منعکس شده است.

مرحله دوم با توجه به نقص مدل دلتا لب جهت (جریان از بالا به پایین) دستگاه جدیدی که شکل و مشخصات آن در شکل (۱-ب) نشان داده شده است در گروه مهندسی

آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران ساخته شد. در این مدل جهت جریان آب در نمونه خاک و صافی از

پایین به بالا بوده و مشکل فرسایش خاک موجود در مدل دلتا لب در این دستگاه پیش نیامد. برای اندازه‌گیری بار آبی در خاک و صافی ۱۰ عدد پیزومتر طبق شکل (۱-ب) به

دیواره استوانه حاوی نمونه خاک متصل شده است. صفحه زهکشی با ۲۲ (و امکان تا ۲۸) شکاف به ابعاد  $1 \times 4/6$

میلیمتر طبق استاندارد آزمایشگاه مرلیک بلژیک تهیه و در روی صافی نصب گردیده است. به منظور تامین فشار لازم

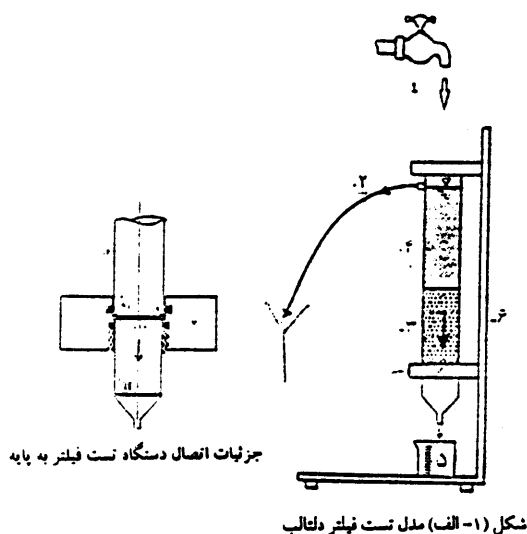
برای تماس بین خاک و صافی و صفحه زهکش از فتری طبق شکل (۱-ب) استفاده شده است. بار آبی لازم برای

برقراری جریان آب در خاک و صافی از مخزن استوانه‌ای شکل به قطر داخلی ۲۰۰ و ارتفاع ۱۲۰۰ میلیمتر از جنس

پلکسی گلاس<sup>۱</sup> که بر بدنه آن شیرهایی به فواصل ۱۰۰ میلیمتر تعبیه شده و با باز و بسته نمودن این شیرها به راحتی

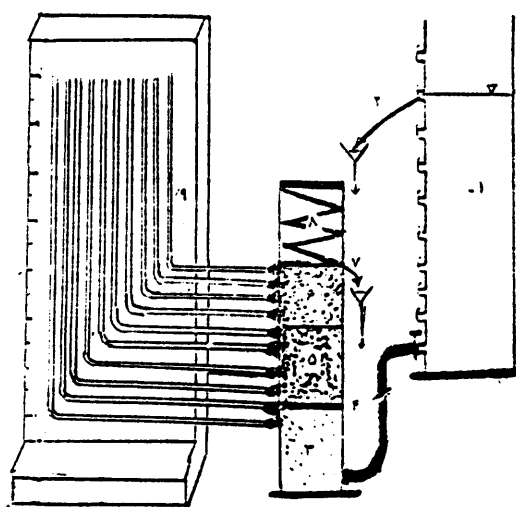
میتوان بار آبی دلخواه را تامین و تنظیم نمود. با دستگاه فوق می‌توان انسداد اولیه و ثانویه صافی‌ها را اندازه‌گیری نمود.

بعلاوه صافی‌های شنی و نیز صافی‌های مصنوعی (ژئوتکستایل) را می‌توان با این دستگاه مورد آزمایش و ارزیابی قرار داد.



شکل (۱-الف) مدل تست فیلتر دلتا لب

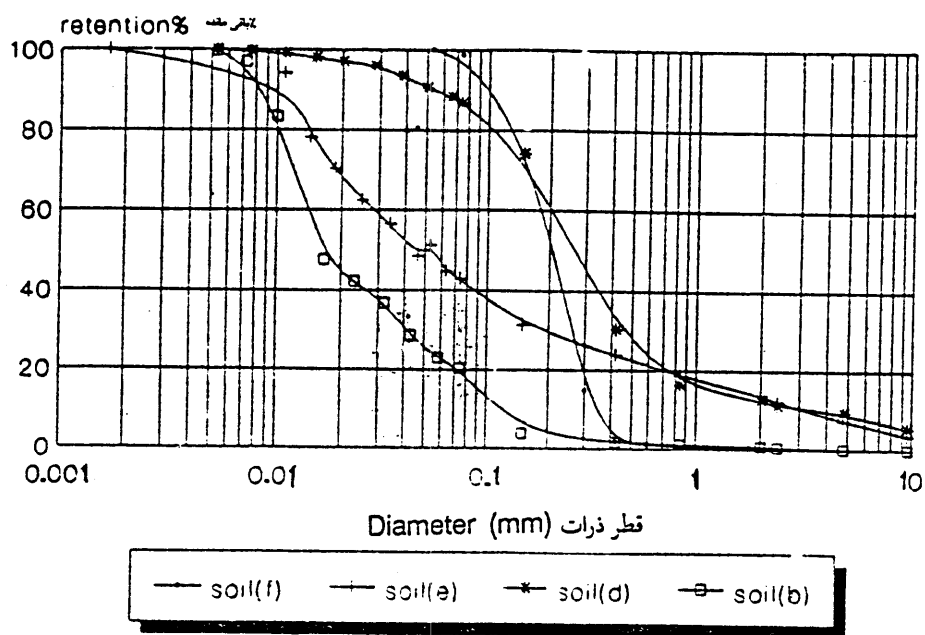
- ۱- منبع آب ۲- لوله سرریز ۳- نمونه خاک ۴- لوله پیرکس شفاف حاوی آب ۵- ظرف جمع آوری زه آب ۶- پایه نگهدارنده ۷- نگهدارنده فیلتر ۸- ارینگ ها ۹- دزدگیر مسطح ۱۰- صفحه بالایی ۱۱- صفحه پایین



شکل (۱-ب) مدل تست فیلتر ساخته شده

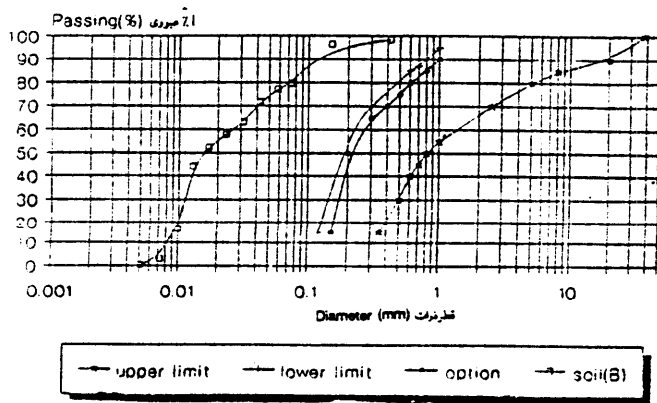
- ۱- مخزن آب تامین کننده بار هیدرولیکی ۲- لوله رابط ۳- مخزن آب زیر صافی ۴- صفحه سرامیکی پایینی ۵- فیلتر شنی ۶- نمونه خاک ۷- صفحه سرامیک بالایی ۸- فنر نگهدارنده صفحه سرامیک ۹- پیزومترها

## Particle sizes of soils



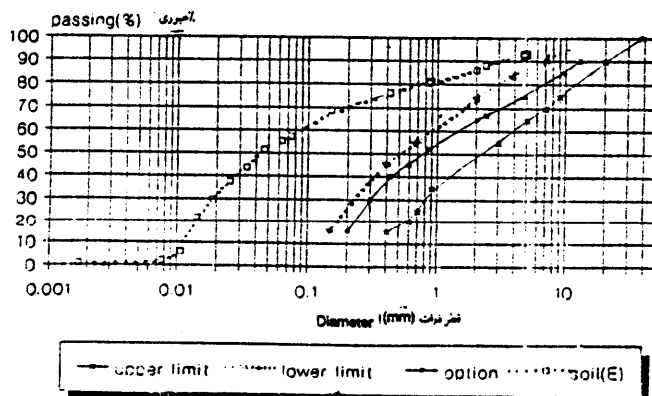
شکل ۲ - منحنی دانه بندی خاک‌های مورد آزمایش

### SCS ENVELOPE(1971) SOIL(B)



شکل ۳ - منحنی‌های دانه بندی خاک (B) و پوشش (S.C.S (۱۹۷۱)

### SCS ENVELOPE(1971) SOIL(E)



شکل ۴ - منحنی‌های دانه بندی خاک (E) و پوشش (S.C.S (۱۹۷۱)

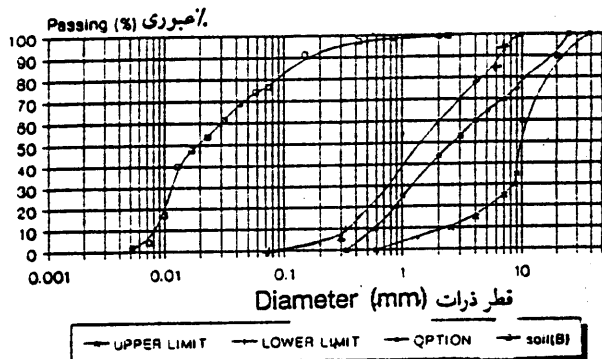
آزمایش‌های این مرحله حذف گردید.

با توجه به ضوابط ارائه شده توسط هر سازمان  
قطرهای صافی‌های پیشنهادی تعیین و بر اساس این قطرها  
منحنی دانه بندی و حدود بالا و پایین صافی‌ها رسم و  
سرانجام یک حد وسط برای دانه بندی تمام صافی‌ها

در این مرحله تنها دو روش سال ۱۹۸۸

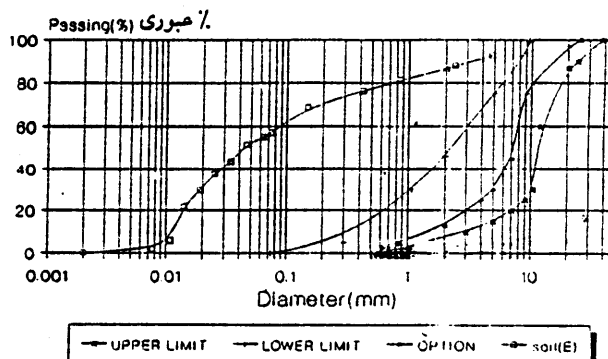
سازمان حفاظت خاک و روش سال ۱۹۷۸ اداره اصلاح  
اراضی آمریکا روی ۴ نمونه خاک F, E, D, B فوق‌الذکر  
مورد آزمایش قرار گرفت و به دلیل از رده خارج شدن،  
ضوابط سال ۱۹۷۱ سازمان حفاظت خاک، از سری

### USBR ENVELOPE(1978) SOIL(B)



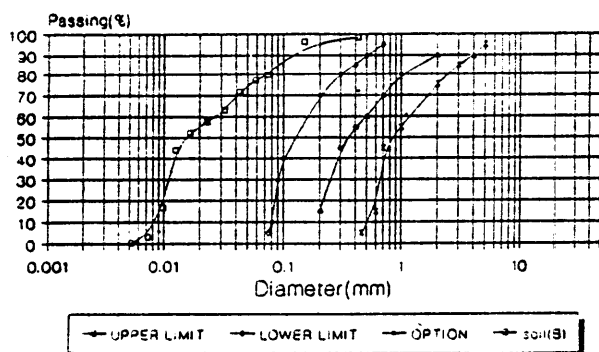
شکل ۵- منحنی های دانه بندی خاک (B) و پوشش (۱۹۷۸) U.S.B.R

### USBR ENVELOPE(1978) SOIL(E)



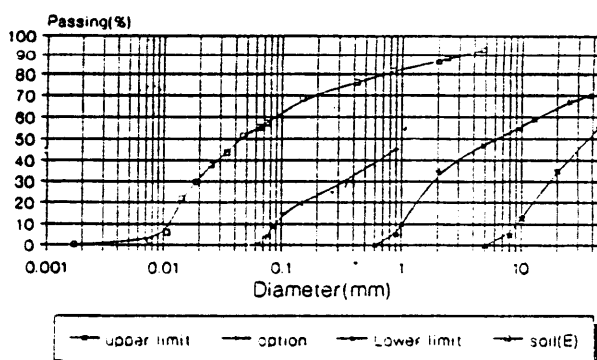
شکل ۶- منحنی های دانه بندی خاک (E) و پوشش (۱۹۷۸) U.S.B.R

### SCS FILTER(1988) SOIL (B)



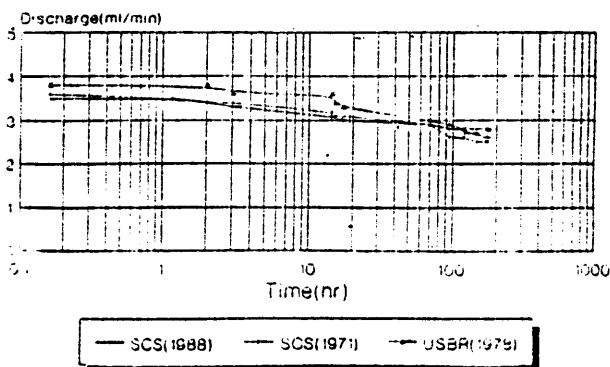
شکل ۷- منحنی های دانه بندی خاک (B) و پوشش ۱۹۸۸ S.C.S

### SCS FILTER(1988) SOIL (E)



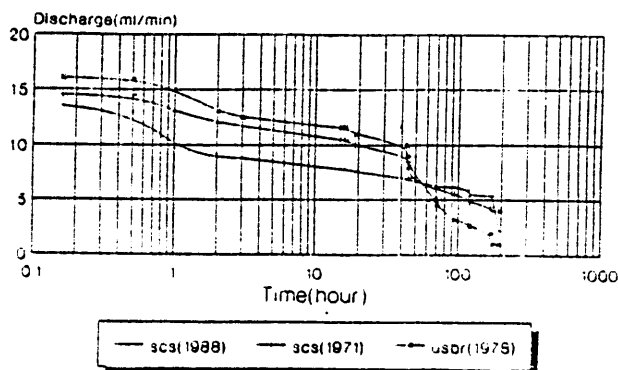
شکل ۸- منحنی های دانه بندی خاک (E) و پوشش ۱۹۸۸ S.C.S

### Clogging curve Soil(B)



شکل ۹- منحنی انسداد پوششها در خاک B

### Clogging Curves Soil(E)



شکل ۱۰- منحنی انسداد پوششها در خاک E

پوشش سازمان حفاظت خاک با خاک پایه داشته و واکنش بهتری در مقابل تغییرات دبی خروجی و گرادیان هیدرولیکی کل نشان می دهند.

- نمودارهای ۱۱ الی ۱۴ نشان دهنده تغییرات هیدرولیکی در ناحیه خاک و صافی تا نقطه شکست هیدرولیکی خاک هستند. از مقایسه این نمودارها نتیجه میشود که منحنی صافی های طراحی شده با ضوابط اداره اصلاح اراضی در مقایسه با منحنی صافی سازمان حفاظت خاک، در خاک های یکسان شیب کمتری داشته لذا افت بار کمتری در ناحیه خاک و صافی این فیلترها وجود دارد. در نتیجه با افزایش بار هیدرولیکی در خاک و صافی، دبی خروجی نیز افزایش می یابد.

- در شکل ۱۵ تغییرات نسبت گرادیان صافی  $I_e$  به گرادیان خاک  $I_s$  بعنوان تابعی از گرادیان کل  $I_t$  نشان داده شده است در این شکل هر قدر نسبت  $\frac{I_e}{I_s}$  به گرادیان کل کوچکتر باشد، صافی مربوطه در شرایط بهتری است. و این نسبت باید همواره کوچکتر از یک باقی بماند. و نسبت  $I_e/I_s > 1$  نشان دهنده انسداد کامل صافی خواهد بود. حال در شرایط مساوی از خاک و در ازای  $I_t$  مشخص، در صافی (U.S.B.R). نسبت  $\frac{I_e}{I_s}$  کوچکتر است. بنابراین صافی های طراحی شده با ضوابط U. S. B. R. از نظر مکانیکی و هیدرولیکی کیفیت بهتری دارند.

- رابطه گرادیان هیدرولیکی کل و دبی خروجی خاک ها و صافی مربوطه مورد بررسی قرار داده و نتایج آن در شکل ۱۶ آمده است. در اینجا نیز برای گرادیان هیدرولیکی یکسان دبی خروجی صافی U.S.B.R. بیشتر از دبی خروجی از صافی S.C.S می باشد. ولی روی هم رفته در هر دو سری صافی ها افزایش گرادیان (شیب) هیدرولیکی کل  $I_t$  افزایش دبی جریان خروجی از زهکش ها را موجب خواهد شد.

انتخاب گردید. سپس بر اساس منحنی دانه بندی حد وسط، صافی مورد نظر با استفاده از الک های دانه بندی استاندارد A. S. T. M ساخته شده است. منحنی دانه بندی این پوشش ها در شکل های ۵ الی ۸ داده شده است.

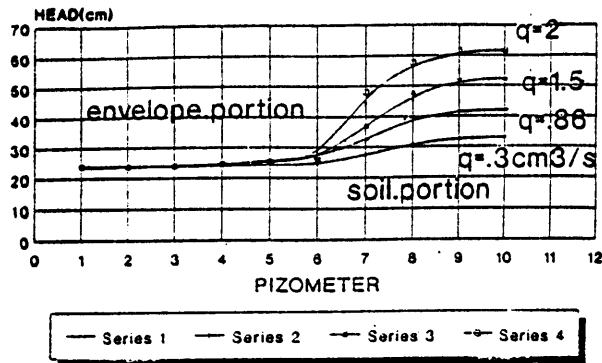
در مرحله آزمایش بار آبی در اعماق مختلف خاک و صافی اندازه گیری و بر مبنای آن شیب هیدرولیکی (گرادیان) در خاک  $I_s$  و در صافی  $I_e$  همچنین در کل نمونه خاک و صافی  $I_t$  محاسبه شده است. بعلاوه دبی خروجی  $Q$  اندازه گیری و شیبی که در آن شکست هیدرولیکی خاک اتفاق افتاده تعیین و نتایج این اندازه گیری و محاسبات مربوطه در شکل های ۱۱ الی ۱۷ ارائه شده است. از این مجموع، منحنی انسداد صافی خاک های E, B به ترتیب در شکل ۹ و ۱۰ و دبی خروجی  $Q$  به عنوان تابعی از بار آبی اندازه گیری و تغییرات آن برای نمونه های خاک در شکل ۱۱ الی ۱۴ و تغییرات نسبت شیب هیدرولیکی صافی به خاک  $I_e/I_s$  به عنوان تابعی از شیب هیدرولیکی کل  $I_t$  در شکل ۱۵ آمده است.

هدایت هیدرولیکی خاک  $K_s$  را بنا بر قانون داریسی با اندازه گیری دبی جریان خروجی از خاک و تقسیم آن بر  $I_s$  محاسبه و در شکل ۱۷ داده شده و شکل ۱۶ نشانگر تغییرات دبی  $Q$  بر حسب تغییرات گرادیان هیدرولیکی کل  $I_t$  برای صافی های مورد بحث می باشد.

### نتایج

در صافی های زهکشی با گذشت زمان فرآیند انسداد پیش آمده و دبی خروجی کاهش می یابد. این فرآیند ناشی از ورود ذرات خاک به صافی و بسته شدن خلل و فرج صافی توسط این ذرات می باشد. بعلاوه مقایسه بین منحنی های شکل (۱۰، ۱۱ الی ۱۷) گویای آن است که صافی طراحی شده با ضوابط اداره اصلاح اراضی هماهنگی بیشتری نسبت به

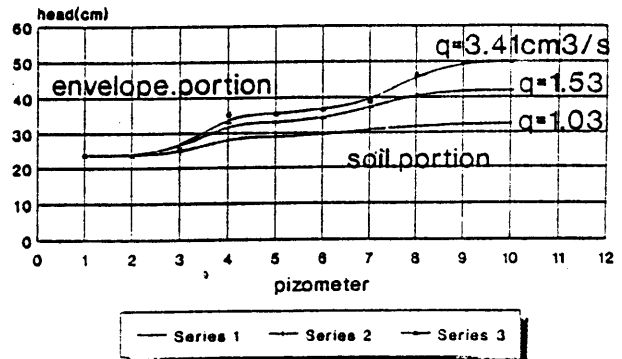
### SCS FILTER TEST SOIL(B)



شکل ۱۱- منحنی میزان بار هیدرولیکی پیزومترها در خاک (B) و

صافی S.C.S

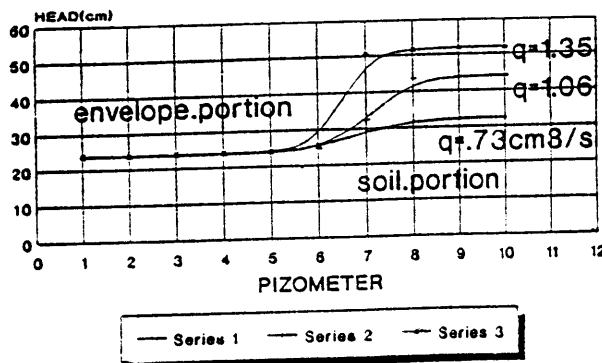
### SCS FILTER TEST SOIL(E)



شکل ۱۲- منحنی میزان بار هیدرولیکی پیزومترها در خاک (E) و

صافی U.S.B.R

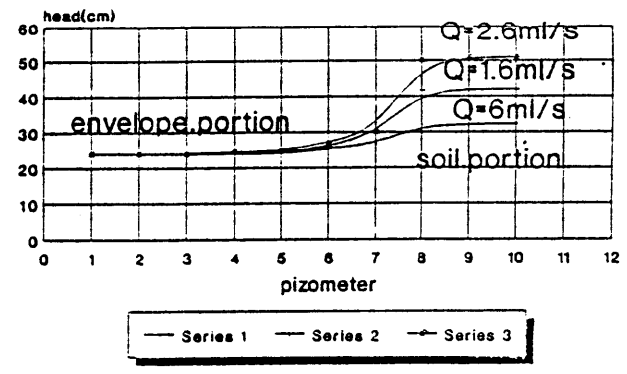
### USBR FILTER TEST SOIL(B)



شکل ۱۳- منحنی میزان بار هیدرولیکی پیزومترها در خاک (E) و

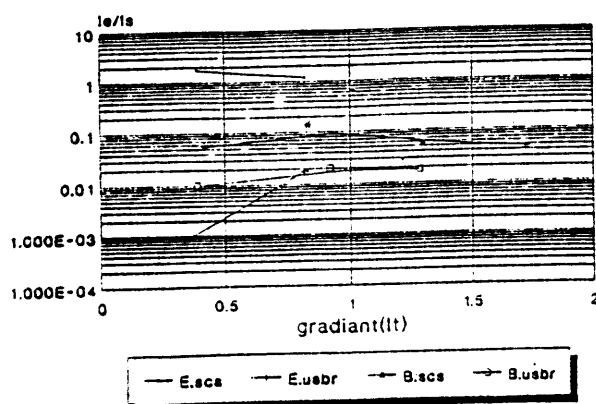
صافی S.C.S (۱۹۷۷)

### USBR FILTER TEST SOIL(E)

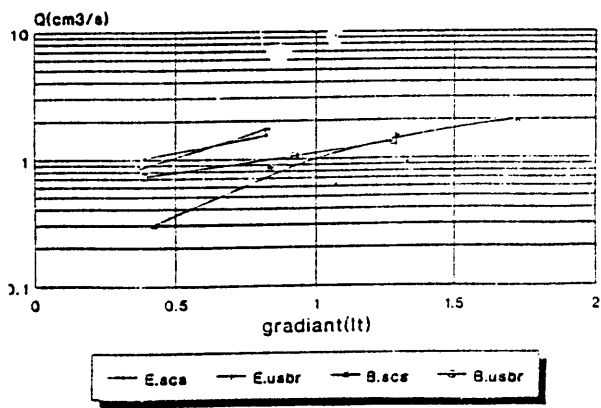


شکل ۱۴- منحنی میزان بار هیدرولیکی پیزومترها در خاک (E) و

صافی U.S.B.R (۱۹۷۸)



شکل ۱۵- منحنی رابطه گرادیان هیدرولیکی (A) و نسبت (B/A)



شکل ۱۶- منحنی رابطه گرادیان هیدرولیکی (A) و دبی خروجی



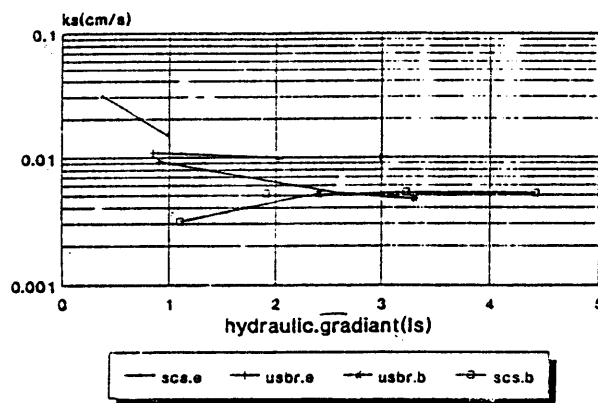
جدول ۱ - مشخصات فیزیکی و مکانیکی خاکهای مورد آزمایش

نوع خاک	دانه بندی خاک Unified	کلاس USDA	وزن مخصوص ظاهری g/cm <sup>3</sup>	رطوبت خاک W%	ضریب یکنواختی <sup>۱</sup> C-U	پلاستیسیته PI	هدایت هیدرولیکی K Cm/S)
B	CL-ML	لومی	۱/۶۳	۱۱/۴	۳	۵	۱/۸×۱۰ <sup>-۲</sup>
D	SM	شنی	۱/۵۵	۰	۵	-	۳/۵×۱۰ <sup>-۳</sup>
E	CL-ML	لومی	۱/۶۷	۱۵	۷/۵	۷	۳/۶×۱۰ <sup>-۴</sup>
F	SP	شنی	۱/۶	-	۱/۴۳	-	۰/۰۱

1.Coefficient of Uniformity-Cu=d<sub>60</sub>/d<sub>10</sub>

جدول ۲ - ضوابط طراحی صافی های شنی به روش ساروند (U.S.B.R) ۱۹۷۸

% عبوری حد بالا (میلیمتر)						% عبوری حد پایین (میلیمتر)						doc خاک پایه (میلیمتر)
۱۰۰	۶۰	۳۰	۱۰	۵	۰	۱۰۰	۶۰	۳۰	۱۰	۵	۰	
۹/۵۲	۲	۰/۸۱	۰/۳۳	۰/۳	۰/۰۷۴	۳۸/۱	۱۰	۸/۷	۲/۵	-	۰/۵۹	۰۲-۰/۰۵
۹/۵۲	۳	۱/۰۷	۰/۳۸	۰/۳	۰/۰۷۴	۳۸/۱	۱۲	۱۰	۳	-	۰/۵۹	۰/۰۵-۰/۱
۹/۵۲	۴	۱/۳	۰/۴۰	۰/۳	۰/۰۷۴	۳۸/۱	۱۵	۱۳/۱	۳/۸	-	۰/۵۹	۰/۱-۰/۲۵
۹/۵۲	۵	۱/۴۵	۰/۴۲	۰/۳	۰/۰۷۴	۳۸/۱	۲۰	۱۷/۳	۵	-	۰/۵۹	۰/۲۵-۱



شکل ۱۷- رابطه هدایت هیدرولیکی خاک و گرادیان هیدرولیکی (Is) خاکهای مختلف

جدول ۳ - پارامترهای هیدرولیکی خاکها و صافی های مورد آزمایش

پارامتر پوشش	$I_e$	$i_e$	$I_t$	$I_e/i_e$	$K_s \text{Cm/s}$	$Q_3 \text{Cm}^3/\text{s}$	HFG
SCS	۰/۳۷۵	۰/۶۵	۰/۳۹	۱/۷۳	۰/۰۳۱	۱/۰۳	۰/۳۲۶
خاک (E)	۰/۹۷۵	۱/۱۶	۰/۸۲	۱/۱۹	۰/۰۱۸	۱/۵۳	۱/۹۶
							۱/۴۲۶
USBR	۰/۸۵	۰	۰/۳۷۲	۰	۰/۰۱۱	۰/۸۵	۳/۱۹
خاک (E)	۰/۰۲۵	۰/۰۳۷۵	۰/۸۱۸	۰/۰۱۸	۹/۷۵×۱۰	۱/۷۱	۳/۱۷
	۲/۹۸	۰/۰۱	۱/۲۲	۰/۰۳	۰/۰۱	۲/۶۷	۳/۶۷
							۳/۵۷
SCS	۱/۱	۰/۰۶۲	۰/۴۲	۰/۰۵۶	۳/۱۴×۱۰ <sup>-۴</sup>	۰/۳	۶/۶۳
خاک (B)	۱/۹۱	۰/۲۸	۰/۸۳	۰/۱۴	۵/۲×۱۰ <sup>-۴</sup>	۰/۸۶	۵/۲
	۳/۲۳	۰/۱۸	۱/۲۹	۰/۰۵۵	۵/۳×۱۰ <sup>-۴</sup>	۱/۵	۴/۴۸
	۴/۴۲	۰/۲۱	۱/۷۲	۰/۰۴۷	۵/۲×۱۰ <sup>-۴</sup>	۲	۵/۱
USBR	۰/۹۱	۰/۰۱	۰/۳۹	۰/۰۱	۹/۳×۱۰ <sup>-۴</sup>	۰/۷۳	۳/۲
خاک (B)	۲/۴	۰/۰۵	۰/۹۲	۰/۰۲	۵/۱×۱۰ <sup>-۴</sup>	۱/۰۶	۵/۳
	۳/۳	۰/۰۶۲	۱/۲۸	۰/۰۱۸	۴/۷×۱۰ <sup>-۴</sup>	۱/۳۵	۴/۴۳
							۵/۵۴

# - (Hydraulic Friction gradient:H.F.G) گرادیان شکست هیدرولیکی خاک واقعی که در حین آزمایش دیده شده است.

مقاومت بالای صافی و خاک مناسب صافی خواهد بود.

**بحث**

بطور کلی صافی های U.S.B.R در مقایسه با صافی های S.C.S برای دبی جریان خروجی ثابت به بار پیژومتریک کمتری احتیاج دارند. بطوریکه میزان تغییرات بار هیدرولیکی<sup>۱</sup> در صافی S.C.S نسبت به دیگر صافی ها بسیار زیاد و ناهمگون است. در شکل ۱۵ رابطه بین گرادیان کل  $I_t$  و نسبت  $I_e/I_s$  نشان داده شده و گویای آن است که در شرایط  $I_t$  ثابت مقدار  $I_e/I_s$  برای پوشش های U: S: B.R به مراتب کمتر از مقدار نظیر برای صافی های S.C.S می باشد.

- ابتدا گرادیان شکست هیدرولیکی خاک را

بافرمول:

$$= H.F.G_f \text{ EXP } (0.332-11400 K + 1.07 I_n P_i) \quad (۱)$$

که در آن: K هدایت هیدرولیکی خاک (متر بر ثانیه) و  $P_i$  اندکس پلاستیسیته (%) می باشد محاسبه و سپس مقادیر واقعی آنرا از طریق آزمایش بر روی صافی های ساخته شده در آزمایشگاه بدست آمده و این نتایج در جدول (۳) داده شده است. مقایسه مقادیر محاسبه و مشاهده شده  $G_f$  همگرایی نسبتاً خوب موجود بین این مقادیر رامشخص نموده و ارقام مربوط به صافی اداره اصلاح اراضی (U.S.B.R) مقادیر بالاتری را نشان می دهد. این افزونی بیانگر

- مقادیر گرادیان شکست هیدرولیکی مشاهده و محاسبه شده هماهنگی خوبی داشته و مقدار گرادیان شکست در خاکهای چسبنده (خاک B) از دیگر خاکها بیشتر است. رابطه بین هدایت هیدرولیکی خاک  $K_s$  و گرادیان هیدرولیکی خاک  $I_s$  طبق شکل ۱۶ خاکهای مجهز به صافی U.S.B.R در مقابل مقدار ثابت  $I_s$  مقدار  $K_s$  زیادتری در مقایسه با صافی های S.C.S دارند. در این خصوص خاکهایی که با صافی های S.C.S تجهیز شده اند دارای افت شدید K در مقابل افزایش گرادیان از خود نشان داده اند.

### سپاسگزاری

این تحقیق در آزمایشگاه مهندسی زهکشی گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران انجام شده است. بدینوسیله از پرسنل گروه و آزمایشگاه که همکاری ذیقیمتی در انجام این تحقیق مبذول داشته اند صمیمانه قدردانی می شود.

بعلاوه در صافی S.C.S خاک E از آنجائیکه نسبت  $I_0/I_s > 1$  است، کلا "این صافی قابل قبول نخواهد بود. از این جهت ضوابط ساخت صافی U.S.B.R مقبولیت بیشتری داشته و مورد استقبال مهندسین بیشتری است.

- مقایسه ضوابط S.C.S ۱۹۸۸ در مقایسه با ضوابط S.C.S ۱۹۷۱ علاوه بر سهولت در ساخت دارای محدودیت کمتری بوده و نتایج تقریباً مشابهی میدهند لذا ضوابط S.C.S ۱۹۷۱ کمتر مورد استفاده جوامع مهندسی قرار می گیرد.

- بطور کلی روش U.S.B.R نسبت به روش S.C.S

هماهنگی بهتری با خاک پایه دارد.

- صافی های U.S.B.R در مقایسه با صافی های S.C.S ضمن دادن نتایج بهتر واکنش بهتری در مقابل کاهش دبی خروجی با توجه به گذشت زمان همچنین با توجه به گرادیان هیدرولیکی کل  $I_0$  نشان دادند. بنابراین صافی های U.S.B.R نسبت به پدیده انسداد اولیه و ثانویه واکنش بهتری نسبت به صافی های S.C.S نشان می دهند.

### REFERENCES

1. Adel f Bichara 1986 Clogging of Recharge wells By Suspended solids. Journal of Irrig and Drainage Eng, vol 112, No 3, Aug 1986.
2. A.S.T.M 1987. Standard Test Method for Determining Apparent Opening Size of Geotextile. A.S.T.M. Designation D. 4761-87 1060-66.
3. Christiane Lennoz- Gratin 1992. Envelopes To prevent Pipe Mineral Clogging of Subsurfar0s Drainage Systemes, A Review of French standards Drainage Division CEMAGREF, Antony. france 5th international Drainage workshop Lahor Pakistan. 1992.
4. Douis, S Willardson- L.S and all 1992 Drain Envelope Performance in a sandy soil National Drainage Syposium. Lahor, ICID, Vol.3, 501-507.
5. Dorrell W Deboer. A 1992 performance in a coarse- silt Base Material National Drainage symposium 1992. Lahour, Pakistan.
6. Davenport. M.S. and R.W. Skaggs. 1990. Effect of Drain Envelope and Slope on Performance of a Drainage- Subirrigation System Transaction of ASAE Vol. 33(2) Mar- April 1990.
7. Dierickx Willey 1992 Research and Developments in Selecting Drainage Materials proceeding of the 5th international Drainage workshop Lahore Pakistan I.C.I.D Vol (3).

8. Honeyfield, H. and. Bashir Ahmad sial, 1992. Envelope Design for Sub- Surface Drainage systems for Fordwah Eastern Sadiquia (South) project proceding of 5th international Drainage workshop Lahore-Pakistan 1992.
9. Kumbhaare, P.S. and O.P. Singh. 1996. Effect of Drain Envelopes on Horizontal Subsurfaces Drainage System in Black soils Proceding of the International Agricultanal Engineering Conferences pune, India, 9-12 December 1996.
10. Loyd. K. Ewing Dale, H. vanderholm, and al. 1985 Numerically Simulat Unsaturated Urated flow for sand Filter Design. Trans Actions of the A.S.A.E Vol 28(5). Sopt- Oct 1985.
11. Nieu Wenhuis, G.J.A. and J. Wesseling. 1979, Effect of Perforation and filter Material on Entrance Resistance and Effective Diameter of plastic Drain pipes Agricul water Manag 2, 1979. 1-9.
12. Rafiq Choudrie, ABDul- KHALiQ- 1995. Physical and Hydraulic Properties of Synthetic Envelopes for Subsurface Dra' nage in Pakistan. irrig & Drainag Systemes 9-73-84.
13. Singh. P.K O.P. Singh and Jaiswal- 1992- Field performance of subsurface Drain Envelope Materials Proceedings of 5th International Drainage workshop Lahore ICID- Vol 3-501-507.
14. Stuyt- l.c.p.M. Mineral clogging of WRapped Subsurface Drains installed in unstleable soils A field survey proceding of 5th International Drainage Workshop Lahor Pakistan 1992.
- 15a. Walter, J. Bentley. and R.W. Skaggs, 1993. Changes in Entrance Resistance of Subsurface Drains, Jour of irrig and Drainage Eng. Vol: 119 No(3) may- jun:19 1993
- 15b. Willy. Dierickx 1992. Research and Developments in Selecting Drainage Materials prospeding 5th International Drainage Lohore pakistan I.C.I.D Vol: I, 95-115.
16. Willem F, Vlotman, Shofiq-ur Rehman, and Iftekhar Haider- 1992. Granular Envelope Research in Pakistan proceding of 5th International Drainage workshop Lahore- pakistan ICID - Vol (3).
17. Willy. Dierickx, Habib-ur Rehman and shafiq- ur- Rehman, 1992, Siginificant Design and selection parameters for synthetic Envelopes Proceding of 5th international Drainage workshop Lahore pokistan.

## **A Laboratory Evaluation of U.S.B.R and S.C.S Methods for Design of Drainage Envelope Materials**

**H. FARDAD AND H. JUDAKY**

**1,2 - Associate Professor and Former Graduate Student, Faculty of Agriculture**

**University of Tehran, Karaj, Iran.**

**Accepted Nov. 15, 2000**

### **SUMMARY**

A laboratory study was conducted in the soil lab of Agricultural Faculty of Tehran University to evaluate S.C.S and USBR methods for designing granular drain envelopes. A one-dimensional downward flow permeameter was used to test the subsurface drain envelopes. In the first step, blocking of the granular envelopes was evaluated measuring outflow during  $T_s$  period and the existing problem distinguished. In the second step, an upward flow permeameter apparatus was constructed to eliminate the pervious apparatus failures. All tests were repeated the outflow ( $Q_a$ ) and hydraulic head (H) being measured at piezometric locations. Hydraulic gradients were then measured in the soil, envelope materials, and complete system (soil and envelope) to estimate the hydraulic conductivity (K). This study revealed that the envelope materials designed by U.S.B.R method, for which the  $K_e/K_s$  ratio was always greater than one ( $K_e/K_s > 1$ ), exhibit better performance as compared with S.C.S envelopes. In addition U.S.B.R envelopes exhibited better performance in terms of secondary blocking,  $I_e/I_s$  ratio, outflow and hydraulic gradient in the cover zone.

**Keywords:** Evaluation, Sandy envelopes, Design drainage envelopes, Envelope blocking.