Archive of SID

نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال هفتم، شماره چهارم، تابستان ۱۳۹۷

ISSN 2251-7480

بررسی کیفیت تولید و کارایی پوشش‌های زهکشی ساخت داخل در خاک‌های خوزستان

حیدر علی کشکولی [۱*]، حمیدرضا قره محمدلو [۲] و مینا افشاری [۳]

۱*) استاد گروه مهندسی علوم آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، اهواز، ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات: kashkulihda@gmail.com

۲) دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۳) دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، **اهواز، ایران**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۱۲

چکیده

هدف اصلی در این تحقیق، ارزیابی کیفیت تولید و کارایی و عملکرد پوشش‌های سنتتیک تولید داخل برای زهکش‌های زیرزمینی در استان خوزستان با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی می‌باشد. ابتدا از آزمایش‌های استاندارد کومو جهت کنترل کیفیت پوشش مصنوعی زهکش استفاده گردید. سپس در این تحقیق، میزان دبی خروجی، نسبت گرادیان و میزان ذرات عبوری از پوشش مصنوعی در نمونه‌هایی از خاک‌های استان خوزستان، واحد دهخدا در شمال و رامشیر در جنوب اندازه‌گیری شد. پوشش‌های مصنوعی مورد ارزیابی در این تحقیق سه نوع PP450 تولید کارخانجات داخل، A, B ,C نام‌گذاری شدند. تمام خاک رامشیر و پوشش A برای نمونه خاک واحد دهخدا مناسب تشخیص داده شد. پیشنهاد گردید با توجه به نوسانات در تولیدات کارگاه‌های داخل کشور، استفاده وسیع از این پوشش‌ها در استان خوزستان، با دقت در این موارد همراه باشد. این پوشش‌ها به ویژه زمانی که لازم است سطح ایستابی با سرعت کمتر پایین آورده شود و در نظر باشد که در پوشش‌ها از نظر استاندارد کومو مورد ارزیابی و تأیید قرار گرفتند. مطابق با نتایج آزمون نسبت گرادیان، پوشش C برای نمونه خاک ذخیره رطوبتی بیش‌تری حفظ گردد، کارایی بهتری دارند.

کلید واژه‌ها: استاندارد کومو؛ دبی خروجی؛ نسبت گرادیان؛ PP450

مقدمه

بارش کم، پتانسیل بالای تبخیر و نفوذپذیری پایین در خاک‌های سنگین استان خوزستان باعث بروز مسائل و مشکلات عدیده شوری و زهکشی در اراضی قابل کشت این استان گردیده است. احداث سیستم زهکشی به‌منظور کنترل سطح ایستابی و شستشوی نمک‌های تجع یافته در خاک برای حفظ سطح تولید و جلوگیری از شور شدن مجدد خاک‌ها امری ضروری است. از حدود ۲۰۰ هزار هکتار اراضی دارای زهکشی زیرزمینی در ایران، حدود ۱۳۰ هزار هکتار آن در استان خوزستان و بخش جنوبی آن قرار دارد (پولادگر و همکاران، ۱۳۹۱).

لوله‌های زهکش زیرزمینی برای جلوگیری از ورود ذرات خاک و ایجاد گرفتگی در لوله معمولاً با لایه‌ای از پوشش کار گذاشته می‌شوند. در گذشته این پوشش‌ها از معادن شن و ماسه تهیه و با توجه به بافت خاک محل پس از دانه‌بندی بر اساس معیارهای SCS (سازمان حفاظت خاک) و USBR (دفتر عمران اراضی ایالت متحده آمریکا) مورد استفاده قرار می‌گرفتند و در هلند به علت نبود معدن شن و ماسه استفاده ازمواد آلی تورب یا پیت متداول بوده است (علیزاده، ۱۳۸۸). استفاده از پوشش الیاف نارگیل و مواد مصنوعی در هلند سابقه طولانی بیش از چهل سال دارد (Vlotman *et al.*, 1997). در ایران نیز با توسعه

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم‌های زهکشی و بالا رفتن هزینه تهیه و حمل شن و ماسه به محل طرح‌ها تمایل زیادی در سال‌های اخیر به استفاده از پوشش‌های مصنوعی نشان داده شده است (رمضانی مقدم و همکاران، ۱۳۹۲).

به تجربه ثابت شده که یکی از دلایل عمده برای گرفتگی، از کار افتادن و شکست سیستم زهکشی، به کار نبردن پوشش یا طراحی ضعیف و انتخاب پوشش نامناسب برای لوله‌های سوراخ‌دار زهکش زیرزمینی بوده است. عملکرد لوله‌های زهکشی زیرزمینی نصب شده با پوشش شن و ماسه برای قریب به ۱۰۰۰۰۰ هکتار از پروژه‌های توسعه نیشکر در خوزستان تا کنون رضایت‌بخش بوده است. باتوجه به افزایش هزینه‌های حمل و نقل و هزینه‌های نصب بیش‌تر برای پوشش‌های شن و ماسه در سال‌های اخیر و نظر به اینکه پوشش شن و ماسه در مقایسه با پوشش مصنوعی نیاز به ترانشه عریض‌تر با هزینه بیش‌تر دارد، امروزه توصیه برای استفاده از پوشش‌های مصنوعی بین مشاوران، پیمانکاران و مجریان طرح‌های جدید تأکید می‌شود. بیش از ۵۰۰۰۰۰ هکتار از پروژه‌های آبیاری جدید، تنها با استفاده از پوشش مصنوعی تولید داخل در حال آماده‌سازی و نصب این نوع پوشش‌های مصنوعی هستند. پوشش‌های شن و ماسه‌ای که هنوز در برخی پروژه‌ها به کار می‌روند علاوه بر موارد ذکر شده یعنی کمبود معادن شن و ماسه در نزدیکی محل اجرای پروژه زهکشی و لزوم تحمل هزینه سنگین برای حمل به محل اجرای پروژه، هزینه بالاتری هم برای حفر ترانشه عریض‌تر را در بر دارند. در خارج نیز در کشورهای مصر و هلند سال‌هاست استفاده از پوشش‌های مصنوعی در زهکشی متداول گردیده است (پدرام و حسن اقلی، ۱۳۷۵). با توجه به نقش خاک منطقه و دقت و کنترل کیفیت در ساخت پوشش‌های مصنوعی در موفقیت و کارایی آن‌ها و اهمیت آن در شکست یا موفقیت پروژه‌های زهکشی، انجام بررسی و تحقیقات مداوم در این مورد در ایران و سایر نقاط دنیا همواره در جریان بوده و ادامه خواهد داشت که به آن‌ها اشاره می‌شود (Kashkuli *et al.*, 2017).

مهدی نژادیانی و کشکولی (۱۳۸۷) یک نوع پوشش مصنوعی را مورد ارزیابی قرار داده و عملکرد آن را با پوشش معدنی مقایسه کردند. این تحقیق با استفاده از دستگاه نفوذسنج با جریان رو به بالا در آزمایشگاه انجام شد. در نهایت مشخص شد که عملکرد فنی هر دو نوع پوشش، به شرطی که مطابق استانداردها طراحی و انتخاب شوند، قابل قبول است و هر دو نیاز زهکشی را تأمین می‌نمایند لیکن از آنجا که آبدهی پوشش مصنوعی نسبت به پوشش معدنی خیلی کمتر می‌باشد، بهتر است در مواردی به کار رود که نیاز است سطح ایستابی با سرعت کم‌تری پایین آورده شود.

Palmeira و Gardoni (۲۰۰۲) با مطالعه اثر فشارهای مختلف به بررسی احتمال گرفتگی بیولوژیکی پوشش‌های مصنوعی و معدنی به منظور فیلتر کردن زهاب حاصل از کشاورزی در یک دوره ۵ ساله، نشان دادند که هر دو پوشش بر روی کیفیت آب خروجی تأثیر می‌گذارند و پوشش‌های مصنوعی از لحاظ عملکرد و ملاحظات اقتصادی نسبت به پوشش معدنی مطلوب‌تر و مقرون به صرفه‌تر هستند.

رمضانی مقدم و همکاران (۱۳۹۲) عملکرد پوشش مصنوعی PP_{450} تولید دو کارخانه ایرانی را از نظر میزان نفوذپذیری و خصوصیات هیدرولیکی با نوع مشابه خارجی، از طریق آزمایش‌های استاندارد کومو و سپس به‌وسیله مخزن خاک و شن بررسی و مقایسه نمودند. بطور کلی نتایج این تحقیق کارایی پوشش تولید داخل را از نظر شرایط مورد بررسی تأیید کرد.

Agar (۲۰۱۱) با نفوذسنج به بررسی و انتخاب سه نوع پوشش مصنوعی (بافته و نبافته) و پوشش شن و ماسه به عنوان پوشش زهکشی در دو نوع خاک (رسی و لوم سیلتی) برای جلوگیری از ورود لای به لوله زهکش پرداخت. نتایج نشان داد که همه پوشش‌های مصنوعی،

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد بهتری از نظر ورود لای به لوله زهکش نسبت به پوشش شن و ماسه دارند و نیز گرفتگی آن‌ها خطری برای کاهش هدایت هیدرولیکی ایجاد نمی‌کند.

پدرام و حسن اقلی (۱۳۹۱) به بررسی پتانسیل انسداد سه نوع پوشش مصنوعی (PP_{450} ، PP_{700} و PP_{900}) توسط آزمون نفوذسنجی در شرایط آب و خاک شور پرداختند. مجموع نتایج آزمون‌های نفوذسنجی و آنالیزهای آماری حاکی از عملکرد مطلوب‌تر پوشش PP_{450} نسبت به دو نمونه دیگر را داشت. در ضمن مشخص شد که بالا بودن املاح محلول موجود در آب بر گرفتگی آن‌ها تأثیر می‌گذارد و به خصوص باید در پروژه‌های جنوب کشور که در شرایط آب و خاک شور هستند، توجه ویژه‌ای به آن کرد.

هدف این تحقیق، ارزیابی کیفیت تولید و کارایی و عملکرد پوشش‌های مصنوعی تولید داخل برای زهکش‌های زیرزمینی در استان خوزستان با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از دو روش برای بررسی آزمایشگاهی عملکرد پوشش‌های مصنوعی زهکش‌های زیرزمینی استفاده شده است. محل انجام این آزمایش‌ها در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان بود. ابتدا از آزمایش‌های استاندارد کومو[1] جهت کنترل کیفیت بر روی نمونه پوشش‌ها استفاده گردید. در این قسمت نمونه‌های پوشش مصنوعی تحت بارگذاری قرار گرفته و میزان عبوردهی ماسه توسط پوشش مصنوعی مورد بررسی قرار گرفت. سپس به‌منظور شبیه‌سازی وضعیت پوشش زهکش‌ها در محیط آزمایشگاه، از مدل فیزیکی استوانه نفوذسنج (با جریان رو به بالا) که توسط ولاتمن طراحی شده است، استفاده گردید. (ناصری و مهدی نژادیانی، ۱۳۸۹). در این قسمت از تحقیق میزان دبی خروجی، بارهای هیدرولیکی، ضخامت ستون خاک و وزن ذرات عبوری از پوشش مصنوعی مشاهده و اندازه گیری شد. هدف از ساخت و بکارگیری دستگاه نفوذسنج اندازه گیری نفوذپذیری و بررسی نحوه حرکت ذرات خاک به سمت منافذ پوشش و رسوب گذاری در آن بود. نفوذسنج مورد استفاده براساس استاندارد آمریکایی ASTM D5101 طراحی و ساخته شد (ناصری و مهدی نژادیانی، ۱۳۸۹).

در این تحقیق سه دستگاه نفوذسنج با ابعاد و مشخصات مشابه ساخته شد. بدنه دستگاه‌های نفوذسنج که بخش اصلی آن‌ها می‌باشد استوانه‌ای است شفاف از جنس پلکسی گلاس با ضخامت ۵ میلیمتر و قطر داخلی ۹۰ میلیمتر. طول بدنه نفوذسنج‌ها ۲۵۰ میلیمتر و دارای ۱۰ مانومتر هستند که این مانومترها در ترازهای مختلف، بار آبی را درطول نمونه خاک و پوشش (با گذشت زمان) نشان می‌دهند. در شکل (۱) شماتیک نفوذسنج دیده می‌شود.

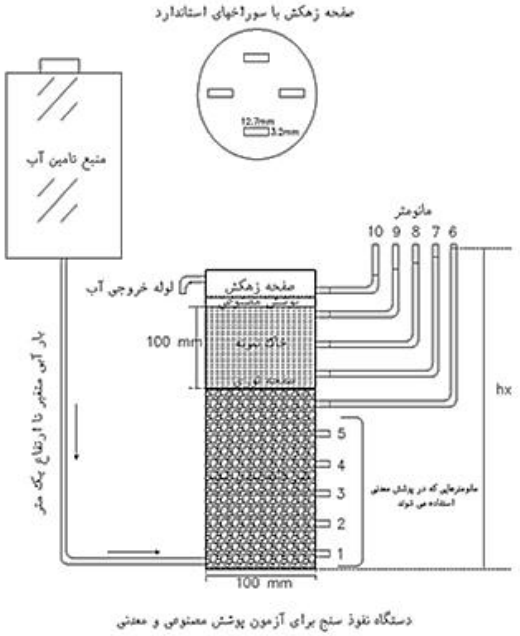
نتایج آزمایش‌های نفوذسنجی به میزان زیادی بستگی به نحوه تهیه نمونه خاک دارد. از این نظر برای تهیه خاک پس از مراجعه به محل اجرای طرح شبکه آبیاری و زهکشی رامشیر و طرح توسعه نیشکر واحد دهخدا، از محل کارگذاری زهکش‌های مزرعه‌ای در عمق متوسط ۱/۵تا ۲ متری، برداشت نمونه خاک صورت گرفت.

آزمایش‌های نفوذسنجی در سه تکرار انجام شد و از میانگین تکرارها در محاسبات استفاده به‌عمل آمد. در این تحقیق آزمون‌های نفوذسنجی سیستم خاک - پوشش برای محاسبه نسبت گرادیان (GR) و تعیین آستانه حرکت ذرات به‌کار برده شد. همان‌طور که بیان شد، نسبت گرادیان پارامتری از خاک و پوشش است که استعداد پوشش‌ها را به گرفتگی معدنی نشان می‌دهد و به‌صورت $GR=\frac{i_{es}}{i_s}$ تعریف می‌شود که در این رابطه: i_{es}= شیب هیدرولیکی مجموع خاک – پوشش (بدون بُعد) و i_s= شیب هیدرولیکی ستون خاک (بدون بُعد) و GR= نسبت گرادیان (بدون بُعد) هستند.

1- Komo

www.SID.ir

Archive of SID



دستگاه نفوذ سنج برای آزمون پوشش مصنوعی و معدنی

شکل ۱. نمای کلی از نفوذسنج

اگر مقدار نسبت گرادیان بزرگ‌تر از یک مشاهده شد، یعنی پوشش دچار گرفتگی معدنی شده است همچنین روند افزایشی نسبت گرادیان (GR) نسبت به افزایش گرادیان هیدرولیکی کل، نیز به معنی گرفتگی پوشش توسط ذرات خاک می‌باشد.

پوشش‌های مصنوعی مورد ارزیابی در این تحقیق سه نوع PP_{450} تولید کارخانجات داخل کشور بود که در حال بهره‌برداری در استان خوزستان می‌باشند و به‌صورت C, B, A نام‌گذاری شدند. این پوشش‌ها از جنس پلی‌پروپیلن و الیاف و ضایعات فرشی هستند. برای کنترل کیفی این پوشش‌ها از معیارهای لازم برای طراحی پوشش مصنوعی (معیار نگهداری، معیار هیدرولیکی، معیار جلوگیری از انسداد و معیار مکانیکی و استحکام) که طبق استاندارد مشخص شده‌اند، استفاده گردید. قطر لوله‌های زهکشی شبیه‌سازی شده مورد استفاده ۱۰۰ میلی‌متر بود. در شکل (۲) سه نمونه دستگاه نفوذسنج پر شده با نمونه‌های خاک و آماده جهت وصل به منبع آب و شروع آزمایش نشان داده شده است.

پوشش‌های مصنوعی مورد ارزیابی در این تحقیق سه نوع PP_{450} به صورت PLM (پوشش حجیم با استفاده از الیاف پلی پروپیلن و ضایعات فرشی) و تولید کارخانجات ایرانی (تحت عنوان A, B, C) است که مشخصات آن‌ها در جدول (۱) ارائه شده است

شکل ۲. اجزا دستگاه نفوذسنج همراه با سه نمونه پرشده یکسان برای شروع آزمایش

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. مشخصات پوشش‌های مصنوعی مورد استفاده در تحقیق

نوع پوشش مصنوعی	ضخامت پوشش مصنوعی تحت بار ۲ *KPa* (میلیمتر)	وزن (گرم در متر مربع)	O_{90} (میکرومتر)
پوشش (*A*)	۳/۱۷	٤۸۳	٤۰۰
پوشش (*B*)	۳/٤۷	٤٦۲	٤۳۰
پوشش (*C*)	٤/۰۷	٤۷۸٫۸	٤٦٥

برای کنترل کیفی پوشش‌های مصنوعی از معیارهای زیر استفاده شد که عبارتند از:

۱- معیار نگهداری ذرات: مقدار $\frac{O_{90}}{d_{90}}$ برای خاک واحد دهخدا و پوشش‌های نوع ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۰/۳۸، ۰/٤۱ و ۰/٤٤ می‌باشد و این نسبت برای خاک رامشیر به ترتیب برابر ۰/٤۰ ، ۰/٤۳ و ۰/٤٦ می‌باشد. که با توجه به معیار Dierickx (۱۹۹۲) و Vlotman و همکاران (۱۹۹۷) در محدوده فیلتر ریز قرار دارند. با توجه به اینکه برای پوشش‌های با ضخامت ۳ الی ۵ میلی‌متر این معیار باید به‌صورت $\frac{O_{90}}{d_{90}} \leq 4$ باشد، با توجه به مقادیر ارائه شده در فوق، این معیار نیز تأمین می‌گردد.

۲- معیار عدم گرفتگی پوشش: با توجه به اینکه در هر سه پوشش $O_{90} \rangle 200\mu m$، بنابراین با انتخاب پوشش‌های موردنظر، این معیار برآورده خواهد شد.

معیار هیدرولیکی: برای رعایت این معیار باید:

الف- $O_{90} \geq 200\mu m$ باشد، باتوجه به مقادیر O_{90} پوشش‌های مورد استفاده، این معیار نیز تأمین می‌شود.

ب - $\frac{K_e}{K_s} \geq 1$ باشد، که با داشتن هدایت هیدرولیکی بالای ژئوتکستایل‌های PP_{450} موجود این معیار نیز برآورد می‌شود که در آن K_{es} = هدایت هیدرولیکی مجموع خاک – پوشش (بدون بُعد) و K_s = هدایت هیدرولیکی ستون خاک (بدون بُعد) هستند.

آزمایش‌های استاندارد کومو (*NEN 7090*)

NEN 7090 یک استاندارد هلندی می‌باشد. این استاندارد ضروریات و روش‌های آزمایش جهت مواد الیافی پوشش پلی پروپیلن برای لوله‌های زهکشی دارای پوشش (با قطر ۵۰ تا ۱۲۵ میلی‌متر) منطبق با NEN 7036 را عرضه می‌دارد. سه نمونه از هر کدام از پوشش‌های ساخت داخل تهیه و توسط آزمایش‌های استاندارد کومو مورد ارزیابی قرار گرفته شد و با شاخص‌های استاندارد مقایسه گردید.

از سیرکومتر جهت تعیین قطر خارجی لوله مطابق با استاندارد (ISO ۱-۷۱۷۵) استفاده شد. دقت آن بین ۰/۱ تا ۰٫۰۵ میلی‌متر می‌باشد. (به دلیل خطای زیادی که در اندازه‌گیری قطر لوله‌ها به خصوص در اندازه‌های بالاتر از ۹۰ میلیمتر به‌وجود می‌آید استفاده از این وسیله اکیداً توصیه می‌شود). محیط ٤ قسمت از لوله زهکش دارای پوشش مصنوعی (ابتدا، انتها و ۲ قسمت در وسط) برای این کار اندازه‌گیری می‌شود. ابتدا ضخامت پوشش‌های مصنوعی دست نخورده قبل از باز کردن و بریدن آن در چهار مقطع (ابتدا و انتها و دو ناحیه در وسط) با استفاده از محیط به‌دست آمده محاسبه گردید (مطابق شکل ۳).

شکل ۳. اندازه‌گیری ضخامت پوشش‌های مصنوعی توسط سیرکومتر

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

همانطور که در بخش قبل بیان شد در آزمایش‌های استاندارد کومو ابتدا ضخامت پوشش‌های مصنوعی دست‌نخورده قبل از باز کردن و بریدن آن در چهار مقطع (ابتدا و انتها و دو ناحیه در وسط) با استفاده از محیط به‌دست آمده محاسبه گردید. داده‌های مربوط به اندازه‌گیری ضخامت پوشش‌های مصنوعی در جدول (۲) آمده است.

میانگین این ضخامت‌ها باید در محدوده ٦/٣ – ٣/٨ میلی‌متر باشد. در همه موارد این محدوده رعایت شده است. از آنجایی که این ضخامت به تناسب وزن استاندارد برای مساحت نمونه مورد نظراست (۰/۰۱٤۳ متر مربع)، شرط مؤثر در تأیید یا رد پوشش نیست. بنابراین در صلاحیت پوشش خلل ایجاد نمی‌کند.

از دیگر ویژگی‌هایی که در آزمایش‌های کومو اندازه‌گیری می‌شود، حداقل ضخامت و وزن پوشش مصنوعی است. حداقل ضخامت نمونه باید از ۳ میلی‌متر به بالا باشد و در نهایت تا ۲/۸ میلیمتر نیز قابل قبول است. نمونه پوشش مصنوعی دایره‌ای شکل که در آزمایش تحت بارگذاری و سایر آزمایش‌ها قرار می‌گیرد دارای مساحت حدوداً ۰/۰۱٤۳ متر مربع است. بنابراین برای محاسبه میزان وزن پوشش مصنوعی در هر متر مربع، وزن نمونه را در ۷۰ ضرب می‌کنیم. مطابق استاندارد بهترین وزن پوشش‌های مصنوعی در محدوده ۳۰۰ الی ۵۰۰ گرم در متر مربع می‌باشد. همانطور که در جدول (۳) مشاهده می‌گردد در تمام نمونه‌ها حداقل ضخامت بیش از ۳ میلی‌متر است، که نشان‌دهنده رعایت استاندارد وضع شده در این مورد می‌باشد. در رابطه با وزن پوشش مصنوعی نیز با توجه به جدول (۳) مشاهده می‌گردد که این مسئله رعایت شده است. هرچند شرط تأیید یا رد شدن پوشش مصنوعی بر مبنای میزان عبوردهی ماسه می‌باشد، با این حال قرار گرفتن وزن پوشش در محدوده فوق شرایط مطلوب‌تری ایجاد می‌کند.

برای ضخامت پوشش‌های مصنوعی بعد از بارگذاری در استاندارد کومو شرط خاص بیان نشده است و میانگین این ضخامت‌ها برای انتخاب قطر استوانه مورد استفاده در شیکر کاربرد دارد. در جدول (٤) اعداد نشان می‌دهد که در همه پوشش‌ها پراکندگی ضخامت‌ها وجود دارد و نظم خاص دیده نمی‌شود. وزنی که به پوشش اعمال می‌شود در حقیقت معادل وزن خاکی است که در شرایط واقعی مزرعه به پوشش اعمال می‌شود. بنابراین باید توجه داشت که کاهش بیش از حد ضخامت پوشش نسبت به ضخامت اولیه مطلوب نمی‌باشد و در صورت بروز چنین مسئله‌ای باید در صلاحیت پوشش دچار تردید شد لیکن متأسفانه در این استاندارد در این زمینه معیار روشنی وجود ندارد که به‌وسیله آن بتوان به تأیید یا رد صلاحیت پوشش پرداخت.

جدول ۲. اندازه‌گیری ضخامت پوشش‌های مصنوعی در چهار مقطع نمونه دست‌نخورده

مقطع / نوع پوشش مصنوعی	ضخامت اندازه‌گیری شده پوشش توسط سیرکومتر (میلیمتر)				
	(۱)	(۲)	(۳)	(٤)	میانگین
پوشش (A)	٤/٥	٤/٥	٤/٥	٤	٤/٣٧
پوشش (B)	٥/٥	٥	٥	٦	٥/٣٧
پوشش (C)	٥	٤/٥	٥	٥	٤/٧٥

جدول ۳. حداقل ضخامت و وزن پوشش‌های مصنوعی

نوع پوشش مصنوعی	حداقل ضخامت پوشش مصنوعی (میلیمتر)	وزن نمونه (گرم)	وزن (گرم در متر مربع)
پوشش استاندارد	۲/۸	۷/۱٤–٤/۲۸	٥۰۰–۳۰۰
پوشش (A)	۳/۱	٦/۹	٤٨۳
پوشش (B)	۳/۲	٦/٦	٤٦۲
پوشش (C)	۳/٤	٦/٨٤	٤٧٨/٨

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤. ضخامت پوشش‌های مصنوعی پس از بارگذاری (میلیمتر)

نوع پوشش مصنوعی	ضخامت پوشش‌های مصنوعی پس از بارگذاری توسط وزنه ۹/۳ کیلوگرمی				
	(۱)	(۲)	(۳)	(٤)	میانگین
پوشش (A)	۳/۱	۲/۹	۳/۱	۳/٦	۳/۱۷
پوشش (B)	۳/۱	۳/۹	٤	۲/۹	۳/٤۷
پوشش (C)	۳	۲/۷	٤/۹	۵/۷	٤/۰۷

مرحله میزان عبوردهی ماسه ۳۵۵ و ۵۰۰ توسط پوشش‌های مصنوعی، مهم ترین بخش آزمایش‌های استاندارد کومو می‌باشد. در اینجا دو شرط اساسی وجود دارد که در صورت عدم رعایت پوشش مورد نظر از نظر استاندارد کومو رد می‌شود: شرط اول اینست که درصد عبوری شن و ماسه ۳۵۵ میکرون از پوشش باید بالای ۱۰ درصد باشد و شرط دوم نیز بیانگر آن است که درصد عبوری شن و ماسه ۵۰۰ میکرون باید پایین‌تر از ۱۰ درصد باشد. همانطور که در جدول (۵) مشاهده می‌گردد، در هر سه پوشش، استاندارد مورد نظر رعایت شده است. این شروط از آن جهت اهمیت دارد که ماسه ۳۵۵ میکرون بیانگر ذراتی است که باید از پوشش عبور کند و در صورت عبور نکردن می‌تواند باعث گرفتگی پوشش شود. بنابراین طبق استاندارد بایستی بالای ده درصد از این ماسه از پوشش عبور کند. همچنین ماسه ۵۰۰ میکرون نیز نماینده ذراتی است که باید از پوشش عبور کنند. چون در اثر سنگینی ممکن است در درون لوله زهکش رسوب کنند و ظرفیت لوله زهکش را کاهش دهند. که این مسلماً روی عملکرد زهکش تأثیر نامناسب دارد. پوشش‌های A, B , C از نظر استاندارد کومو تأیید شد. سپس نمونه‌های هرسه پوشش در استوانه نفوذسنج قرار داده شد و آزمایش‌های مربوط به دبی خروجی، بارهای هیدرولیکی و اندازه‌گیری وزن ذرات عبوری خاک انجام گردید که نتایج آن در قسمت نتایج و بحث استوانه نفوذسنج آورده شده است.

در مرحله میزان واقعی عبوردهی ماسه توسط پوشش‌های مصنوعی، با توجه به درصد عبوری ماسه ۳۵۵، ۵۰۰، میزان واقعی عبوردهی ماسه توسط پوشش‌های مصنوعی (O_{90}) به‌دست می‌آید. در جدول (٦) مجدداً پوشش‌های رد یا تأیید شده آمده است. همانطور که در این جدول دیده می‌شود تنها در پوشش‌هایی که شروط مورد نظر در آنها رعایت و تأیید شده‌اند، میزان واقعی عبوردهی ماسه پوشش مصنوعی (O_{90}) قابل محاسبه است. مسلماً اعداد به‌دست آمده بین ۳۵۵–۵۰۰ میکرون خواهند بود که در جدول (٦) این اعداد دیده می‌شوند.

دانه‌بندی خاک‌ها در این تحقیق به روش مکانیکی (الک کردن) و هیدرومتری انجام گرفت. با استفاده از جدول (۷) و منحنی دانه‌بندی درصد رس، سیلت و شن خاک مورد آزمایش تعیین گردید و با مراجعه به مثلث بافت خاک، بافت خاک هر دو نمونه خاک واحد دهخدا و رامشیر، Silty Clay loam به‌دست آمد.

جدول ۵. میزان عبوردهی ماسه ۳۵۵ و ۵۰۰ توسط پوشش‌های مصنوعی

نوع پوشش مصنوعی	میزان عبوردهی شن و ماسه توسط پوشش‌های مصنوعی				نتیجه آزمون (رد یا تأیید)
	ماسه ۳۵۵ میکرومتر		ماسه ۵۰۰ میکرومتر		
	وزن (گرم)	درصد (٪)	وزن (گرم)	درصد (٪)	
پوشش (A)	۱۰/۵۰	۲۱	۱	۲	تأیید
پوشش (B)	۲۵/۷	۵۱/٤	۰/۷۵	۱/۵	تأیید
پوشش (C)	۱۳/۷۷	۲۷/۵٤	٤/۱	۸/۲	تأیید

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦. میزان واقعی عبوردهی ماسه توسط پوشش‌های مصنوعی

نوع پوشش مصنوعی	نتیجه آزمون (رد یا تأیید)	میزان عبوردهی شن و ماسه توسط پوشش‌های مصنوعی (O_{90})
پوشش (A)	تأیید شد	٤٠٠
پوشش (B)	تأیید شد	٤٣٠
پوشش (C)	تأیید شد	٤٦٥

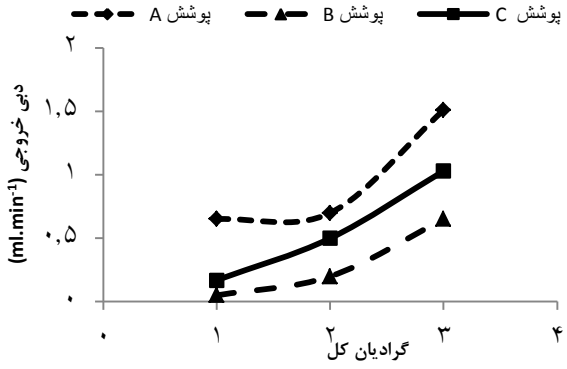
جدول ۷. مشخصات فیزیکی نمونه خاک واحد دهخدا و رامشیر

مشخصات نمونه خاک‌ها	نمونه خاک واحد دهخدا	نمونه خاک رامشیر
بافت خاک	**Silty Clay Loam**	**Silty Clay Loam**
d 10	۰/۰۵۸	۰/۰۱
d 30	۰/۱	۰/۱
d 60	۰/۳۱	۰/۵
d 90	۱/۰۵	۱
$Cu = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	۵/۳٤۵	۵۰
$Cc = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \times d_{60}}$	۰/۵۵٦	۲
(٪) PI	۱۳/۹٤	۷/۲۹

نتایج آزمایشات مدل فیزیکی استوانه نفوذسنج

شروع آزمایش‌ها با گرادیان کل ۰/۵ انجام گردید که پس از ٢٤ ساعت این گرادیان به یک افزایش داده شد. در هر مرحله از آزمایش قبل از افزایش گرادیان، اندازه‌گیری داده‌ها انجام شد.

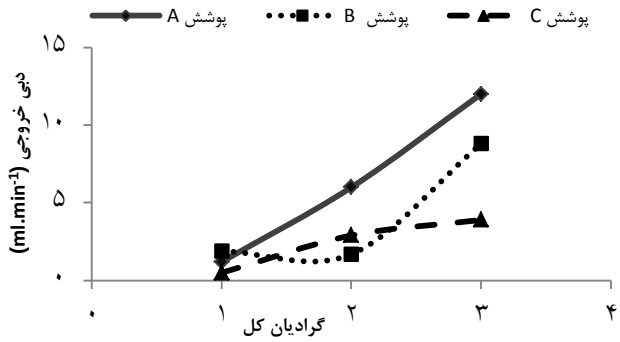
با توجه به نتایج به‌دست آمده مشاهده می‌شود که در همه پوشش‌ها با افزایش گرادیان کل، دبی خروجی افزایش می‌یابد. شکل (٤) تغییرات دبی خروجی از پوشش‌های مصنوعی را در گرادیان‌های مختلف برای نمونه‌های خاک رامشیر نشان می‌دهد. این نمودار بیانگر این است که در هر سه پوشش مصنوعی با افزایش گرادیان کل، میزان دبی خروجی نیز روند افزایشی داشته و تنها شکست خاک عامل محدود کننده در روند آزمایش بود. پوشش A در این نمودار در سطح بالاتری قرار داشته و به ترتیب پوشش‌های B, C در سطوح بعدی قرار می‌گیرند. به نظر می‌رسد افزایش بیش‌تر دبی خروجی از پوشش A در نمونه خاک رامشیر حاکی از عملکرد مطلوب‌تر آن می‌باشد.



شکل ٤. تغییرات دبی خروجی از پوشش‌های مصنوعی در نمونه خاک رامشیر

www.SID.ir

Archive of SID



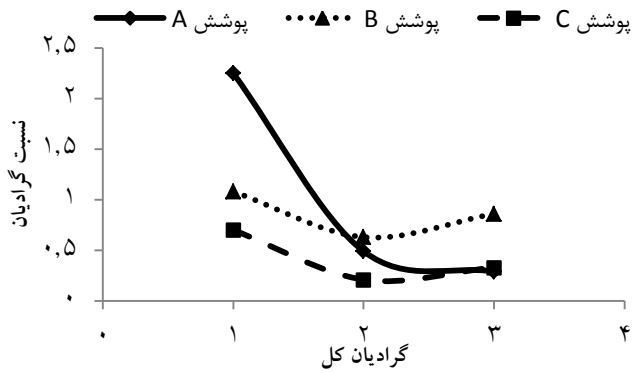
شکل ۵. تغییرات دبی خروجی از پوشش‌های مصنوعی در نمونه خاک واحد دهخدا

شکل (۵) تغییرات دبی خروجی از پوشش‌های مصنوعی را در گرادیان‌های ۱، ۲ و ۳ برای خاک واحد دهخدا نشان می‌دهد. این نمودار بیانگر این است که در هر سه پوشش مصنوعی با افزایش گرادیان کل، میزان دبی خروجی نیز روند افزایشی داشته و تنها شکست خاک عامل محدود کننده در روند آزمایش بود.

پوشش A در این نمودار در سطح بالاتری قرار داشته و به ترتیب پوشش‌های B و C در سطوح بعدی قرار می‌گیرند. به نظر می‌رسد افزایش بیش‌تر دبی خروجی از پوشش A در نمونه خاک واحد دهخدا حاکی از عملکرد مناسب‌تر آن می‌باشد.

همانطور که بیان شد، نسبت گرادیان پارامتری از خاک و پوشش است که استعداد پوشش‌ها را به گرفتگی معدنی نشان می‌دهد و به‌صورت $GR=\frac{i_{es}}{i_s}$ تعریف می‌شود. اگر نسبت گرادیان بزرگ‌تر از یک باشد، یعنی پوشش دچار گرفتگی معدنی شده است همچنین روند افزایشی نسبت گرادیان (**GR**) نسبت به افزایش گرادیان هیدرولیکی کل، نیز به معنی گرفتگی پوشش توسط ذرات خاک می‌باشد.

در آزمایش‌های انجام شده در نمونه خاک رامشیر در محاسبه‌نسبت گرادیان، مطابق شکل (٦) در پوشش‌های **A** و **B**، مقادیر **GR**>۱ (نسبت گرادیان بزرگتر از مقدار ۱) مشاهده شد. به‌طورکلی به نظر می‌رسد از نظر آزمایش نسبت گرادیان برای خاک رامشیر، در پوشش **C**، منحنی **GR** در سطح پایین‌تری قرار دارد یعنی مقادیر کوچکتری به خود اختصاص داده‌اند، در پوشش **A** مقدار **GR** در گرادیان یک، بزرگ‌تر از یک می‌باشد ولی از گرادیان سه به بعد با شکست خاک، **GR** کمی افزایش پیدا کرده است لیکن با شکست خاک در گرادیان سه، مقدار **GR** در این پوشش افزایش نیافته و احتمالا گرفتگی در آن رخ نداده است، یعنی عملکرد این پوشش در گرادیان‌های بالا مطلوب بوده و دیرترگرفتگی رخ می‌دهد. درنتیجه از نظر آزمایش نسبت گرادیان، پوشش **C** برای خاک رامشیر توصیه می‌شود و بعد از آن پوشش **A** مناسب‌تر می‌باشد.



شکل ٦. روند تغییرات نسبت گرادیان نسبت به گرادیان کل در نمونه خاک رامشیر

www.SID.ir

Archive of SID

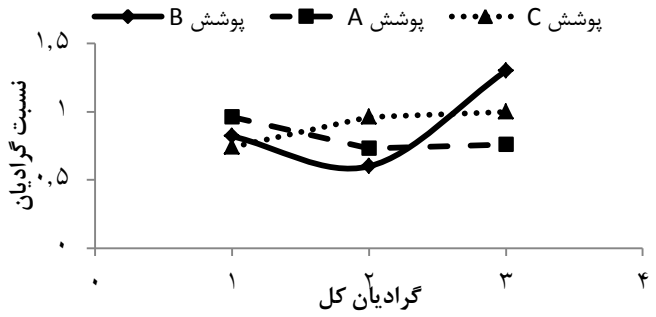
در نمونه خاک واحد دهخدا در پوشش A، با افزایش گرادیان هیدرولیکی، ابتدا نسبت گرادیان (GR) کاهش یافته، سپس در گرادیان سه، با ایجاد شکست در خاک، GR افزایش یافت. احتمالاً علت افزایش GR، شکست خاک و در نتیجه حرکت ذرات خاک به سمت پوشش است. مقادیر GR در این نمونه (به جز درگرادیانی که خاک دچار شکست گردید) کم‌تر از یک می‌باشد و این مقادیر با افزایش گرادیان، روند کاهشی دارند. در پوشش C، درابتدا با افزایش گرادیان هیدرولیکی، GR کاهش یافت. سپس در گرادیان سه، با شکست اندک خاک، GR اندکی افزایش یافت. به‌طورکلی با شکست خاک، گرادیان خاک به علت از دست رفتن بعضی از ذرات خاک که منجر به افزایش هدایت هیدرولیکی می‌شوند، کاهش می‌یابد، درنتیجه GR افزایش خواهد یافت. افزایش GR، نشان‌دهنده گرفتگی تدریجی پوشش می‌باشد. در پوشش A، بلافاصله بعد از اینکه گرادیان به سه افزایش یافت، در خاک شکست ایجاد شد و بعد از گذشت یک روز که قرائت انجام شد، GR افزایش پیدا کرده است.

با توجه به آزمایش نسبت گرادیان برای خاک واحد دهخدا و با نگاه اجمالی به شکل (۷)، پوشش A توصیه می‌شود. در کل منحنی GR در پوشش A تمام مقادیر کوچک‌تر و مساوی یک هستند (مقدار GR یک نشان‌دهنده شروع گرفتگی است). در پوشش C، خاک در گرادیان بالاتری دچار شکست شده است. در پوشش A با توجه به اینکه با شکست خاک در گرادیان ۳ پوشش دچار گرفتگی نشده، در مواردی که $GR \leq 1$ است، می‌تواند پوشش مناسبی باشد.

نتیجه‌گیری

جدول (٤) و (٥) نشان می‌دهد که پوشش مصنوعی PP_{450} در تمام نمونه‌ها توسط استاندارد تأیید شده‌اند. در این بررسی عملکرد سه نوع پوشش مصنوعی PP_{450} تولید داخل برای نمونه خاک رامشیر و نمونه خاک واحد دهخدا مورد آزمون قرار گرفت و با هم مقایسه گردیدند. بررسی آزمون‌ها در نمونه خاک رامشیر نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقادیر دبی خروجی در پوشش نوع A و بعد از آن پوشش C مشاهده گردید. با استفاده از پوشش A در خاک رامشیر، افزایش در روند نسبت گرادیان ایجاد نشد هر چند تا گرادیان ۱، مقادیر GR بزرگتر از یک محاسبه گردید. به‌طور کلی از نظر آزمون نسبت گرادیان، پوشش C برای این خاک عملکرد بهتری داشت و سپس عملکرد پوشش A مناسب‌تر ارزیابی گردید. نتایج نهایی آزمایش‌ها برای خاک واحد دهخدا نشان داد پوشش نوع A عملکرد بهتری داشته و کاربرد آن توصیه می‌شود و گزینه دوم پوشش مصنوعی برای خاک این منطقه، پوشش نوع B می‌باشد. همچنین باتوجه به نتایج آزمایش‌ها عملکرد پوشش C برای خاک واحد دهخدا مناسب نبوده و توصیه نمی‌گردد.

بنابراین با مقایسه هر سه نمونه پوشش مصنوعی که با یک نام عرضه می‌شوند، نتیجه می‌گیریم که عملکرد آن‌ها با هم متفاوت بوده و بسته به شرایط خاک و دیگر شرایط می‌توان بهترین گزینه را انتخاب کرد.



شکل ۷. روند تغییرات نسبت گرادیان نسبت به گرادیان کل در نمونه خاک واحد دهخدا

www.SID.ir

Archive of SID

در این تحقیق، تأثیر شیمیایی خاک بر پوشش‌ها مورد بررسی قرار نگرفت. به دلیل تأثیر زیاد مواد شیمیایی بر روی پوشش‌های مصنوعی پیشنهاد می‌گردد تحقیقاتی در این خصوص صورت گیرد. همچنین با توجه به محدودیت‌های ارزیابی آزمایشگاهی (محدودیت‌های زمانی، به هم ریختن ساختمان خاک و غیره) پیشنهاد می‌شود برای ارزیابی کامل‌تر عملکرد یک پوشش بعد از اینکه عملکرد آن پوشش توسط آزمایشگاه مورد تأیید قرار گرفت، عملکرد پوشش در شرایط مزرعه نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. پوشش مصنوعی به‌کار رفته در این تحقیق در مقایسه با معیارهای هیدرولیکی مورد نظر عملکرد قابل قبولی داشته و نیاز زهکشی را تأمین می‌کند. بنابراین توصیه می‌شود که این آزمایش‌ها در مزرعه و در دوره زمانی معنی‌دار نیز انجام گردد و عملکرد آن مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به اجتناب‌ناپذیر بودن استفاده از پوشش در سیستم‌های زهکشی زیرزمینی و گسترش زیاد استفاده از پوشش‌های مصنوعی، بار دیگر توصیه می‌گردد که پوشش‌های مصنوعی در قالب مزارع آزمایشگاهی در محدوده واحدهای عمرانی شبکه‌های آبیاری و زهکشی مورد ارزیابی قرار گیرد تا در بررسی و اصلاح مشکلات احتمالی آن اهتمام جدی به‌عمل آید.

سپاسگزاری

این پژوهش با کمک مالی وامکانات آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز انجام گردیده است که بدینوسیله از این حمایت تشکر و قدردانی اعلام می گردد.

منابع مورد استفاده

پولادگر، م.، ناصری، ع ع. و هوشمند، ع.ر. ۱۳۹۱. ارزیابی گرفتگی پوشش‌های مصنوعی زهکش‌های زیرزمینی (مطالعه موردی: جنوب خوزستان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب.

پدرام، ش.، حسن اقلی، ع. ۱۳۹۱. بررسی پتانسیل انسداد فیزیکی سه نوع پوشش زهکشی مصنوعی توسط آزمون نفوذسنجی در شرایط کاربرد آب و خاک شور. نشریه آب و خاک. ۲۶ : ۱۴۰۹-۱۳۹۵.

رمضانی مقدم، ج.، هوشمند، ع.ر.، ناصری، ع.ع. و نصرالهی، ع.ح. ۱۳۹۲. ارزیابی آزمایشگاهی پوشش‌های مصنوعی زهکش‌های زیرزمینی تولید شده در داخل کشور و مقایسه آن با انواع مشابه خارجی. مجله علوم و مهندسی آبیاری (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۱: ۷۹-۶۹.

علیزاده، ا. ۱۳۸۸. زهکشی جدید (برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت سیستم‌های زهکشی)، چاپ چهارم. مشهد: انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ۴۹۵ صفحه.

مهدی نژادیانی، ب.، کشکولی، ح.ع. و ناصری، ع.ع. ۱۳۸۷. ارزیابی آزمایشگاهی کاربرد یک نوع پوشش مصنوعی در زهکش‌های زیرزمینی و مقایسه آن با پوشش معدنی، مجله علوم خاک و آب، ۲۲ (۱): ۱۲۵- ۱۱۳.

ناصری، ع.ع.، مهدی نژادیانی. ب. ۱۳۸۹. طراحی پوشش برای زهکش‌های زیر زمینی، جلد اول، اهواز: دانشگاه شهید چمران اهواز، ۷۰۳ صفحه.

Agar, I. .2011. Selection of geo-Synthetic Filter materials as Drain Envelopes in Clay and Silty loam Soils to Prevent Siltation: A case study from Turkey. African Journal of Agricultural Research, 6(16): 3930-3935.

Dierickx, W. *et al.*, 1992. Significant design and selection parameteres for synthetic envelope, proceedings of 5th international drainage workshop, Lahore, Pakistan, ICID, February 8-15, vol13, pp: 5,8-5,13.

Kashkuli, H.A., Afshari, M. and Zohrabi. N. 2017. Evaluation and Comparison of Locally Manufactured PP450 Synthetic Envelopes for Complex Clay Soils of North and South Khuzestan. Proceedings of the 13th ICID International Drainage Workshop. Ahwaz, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

NEN-7036. 1976. Geribbelde draineerbuizen van ongeplastificeerd PVC. Nederlands Normalisatie- Instituut (NNI), Delft, The Netherlands, 20 pp.

NEN-7090. 1989. Omhullingsmateriaal van polypr opeenvezels voor draineerbuizen. Nederlands Normalisatie-Instituut (NNI), Delft, The Netherlands, 8 pp.

Palmeira, E. M., and Gardoni, M.G. 2002. Drainage and filtration properties of non – woven geotextiles under confinement using different experimental techniques. Journal of Geotextile and Geomembranes. 20: 97-115.

Vlotman, V.F.et.al. 1997. Drain Envelope Need Selection Design, Construction and Maintenance, Drainage workshop, Penang Malaysia, November 17 – 21, pp: 1-16.

www.SID.ir

Archive of SID

ISSN 2251-7480

Investigating the physical quality of synthetic envelopes and their performance for Khuzestan soils

Heidar Ali Kashkuli[1]*, Hamidreza Ghareh Mohammadlou[2] and Mina Afshari[3]

1*) Professor, Department of Irrigation and Drainage, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Ahvaz, Iran
* Corresponding author email: kashkulihda@gmail.com
2) Ph.D. Student, Department of Irrigation and drainage, Urmia University, Urmia, Iran
3) M.Sc. Student, Department of Irrigation and drainage, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Ahvaz, Iran

Received: 20-06-2017 Accepted: 04-10-2017

Abstract

The purpose of this research was to evaluate the production quality of synthetic envelopes produced in Khuzestan factories and their performance in north and south Khuzestan soils, using laboratory methods. For quality control of the manufactured synthetic envelopes, first KOMO Standard tests were conducted followed by laboratory tests using upflow permeameter designed by Vlotman for these soils. Measured parameters in these tests were, discharge, Gradient Ratio and soil particle movement from the synthetic envelopes for soils of Dehkhoda and Ramshir projects. All Three types of pp450 synthetic envelopes A, B, and C manufactured in Khuzestan passed KOMO Standard test evaluations in this investigation. As to permeameter test results and Gradient Ratio tests (GR) envelope C for Ramshir soils and A for Dehkhoda soils were found suitable. It is therefore recommended to use these synthetic envelopes produced in Khuzestan soils with caution. These envelopes are more suitable where water table is to be lowered slowly to prevent rapid soil moisture depletion.

Keywords: discharge; gradient ratio; komo standard ; pp450

www.SID.ir