

ارزیابی آزمایشگاهی کاربرد یک نوع پوشش مصنوعی در زهکشهای زیرزمینی و مقایسه آن با پوشش معدنی

بهروز مهدی نژادیانی^{۱*}، حیدرعلی کشکولی و عبدعلی ناصری

دانشجوی کارشناسی ارشد سابق دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز؛ bmehdinejad83@Yahoo.com

استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز؛ hakashkuli1@Yahoo.com

استادیار گروه آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز؛ Abdalinaseri@Yahoo.com

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی عملکرد یک نوع پوشش مصنوعی و مقایسه آن با پوشش معدنی (شن و ماسه) رایج در پروژه های زهکشی صورت گرفته است. این عمل در شرایط آزمایشگاهی و با استفاده از مدل فیزیکی (نفوذسنج جریان موازی با جریان رو به بالا) انجام شد. پوشش معدنی استفاده شده در این تحقیق بر اساس معیار دفتر عمران اراضی آمریکا طراحی و انتخاب شد. همچنین بر اساس معیارهای موجود، پوشش مصنوعی (ژئوتکستایل) از نوع PP450 به عنوان پوشش مصنوعی مورد استفاده قرار گرفت. در این تحقیق با انجام آزمایشهایی تغییرات دبی خروجی از زهکش و هدایت هیدرولیکی مجموع خاک - پوشش در طول زمان و نسبت گرادیان در دو نوع پوشش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایشها نشان داد که در یک بار آبی ثابت، دبی خروجی از زهکش و هدایت هیدرولیکی مجموع خاک - پوشش در طول زمان در زهکش با پوشش مصنوعی کاهش بیشتری از زهکش با پوشش معدنی دارد. نتایج آزمایش نسبت گرادیان، بیانگر پتانسیل گرتگی معدنی در زهکش با پوشش مصنوعی می باشد. مقایسه عملکرد هر کدام از پوششهای استفاده شده نشان داد که هر دو پوشش عملکرد هیدرولیکی قابل قبولی دارند و هر دو نوع پوشش نیاز زهکشی را تأمین می کنند. همچنین در تمام بارهای آبی، دبی خروجی از زهکش با پوشش معدنی بیشتر از دبی خروجی از زهکش با پوشش مصنوعی است.

واژه های کلیدی: زهکشهای زیرزمینی، پوشش معدنی، پوشش مصنوعی و نفوذسنج

مقدمه

اسکگز و همکاران (۱۹۷۹) و اسکندر (۱۹۸۴) با انجام تحقیقاتی نشان دادند که با استفاده از مواد پوششی در اطراف لوله های زهکش علاوه بر افزایش کارایی سیستم زهکشی، فاصله زهکشها را نیز می توان بیشتر در نظر گرفت. بنابراین در احداث یک سیستم زهکشی استفاده از پوشش در اطراف لوله های زهکشی اجتناب ناپذیر است. پرتو اعظم و همکاران (۱۳۸۰) و حسن اقلی و همکاران (۱۳۷۵) گزارش کردند که با توجه به مشکلات استفاده از

در اکثر مناطقی که تولید محصولات کشاورزی بستگی به آبیاری دارد، زهکشی امری اجتناب ناپذیر می باشد. احداث زهکشهای زیرزمینی در این مناطق به منظور مدیریت سفره آب زیرزمینی کم عمق، نگهداشت و دفع به موقع زه آبها، مدیریت کیفیت آب، تأمین منافع اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی ضروری است. استفاده از پوشش در اطراف لوله های زهکشی در افزایش عملکرد و عمر مفید سیستم زهکشی بسیار مؤثر می باشد.

۱- نویسنده مسئول، آدرس: اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز

* دریافت: ۸۵/۱۱/۲۸ و پذیرش: ۸۶/۱۲/۲۲

ارتفاع ستون خاک ۱۰۰ میلیمتر در نظر گرفته شود. تحقیقات هیسن - یوشان (۲۰۰۱) که بر روی پوششهای مصنوعی انجام گرفته نشان می دهد که در بررسی عملکرد فیلتراسیون ژئوتکستایلها آزمایش نسبت گرادیان نتایج قابل اعتمادتری نسبت به آزمایش تغییر جریان در طول مدت زمان جریان بدست می دهد. احمدت و همکاران (۲۰۰۵) در آزمایشها خود نشان دادند برای تعیین اندازه منافذ ژئوتکستایلها، استفاده از روشهای آماری جدید که با روش آنالیز تصاویر ترکیب شده باشد نتایج بهتر و دقیق تری نسبت به روش مرسوم الک خشک بدست می دهد.

مواد و روشها

ساخت دستگاه های نفوذسنج مطابق استاندارد ASTM⁵

برای انجام آزمایشهای نفوذسنجی دو دستگاه نفوذسنج با جریان رو به بالا مورد استفاده قرار گرفت. این نفوذسنج ها از جنس پلکسی گلاس می باشند. در شکل ۱ یکی از دستگاههای نفوذسنج استفاده شده در این تحقیق و ابعاد آن نشان داده شده است. نفوذسنج شماره ۲ کاملاً شبیه نفوذسنج شماره ۱ می باشد، فقط ارتفاع بدنه اصلی آن ۱۵۰ میلیمتر است و بجای ۱۰ عدد مانومتر دارای ۷ عدد مانومتر می باشد. نفوذسنج شماره ۱ که دارای ارتفاع بیشتری می باشد، برای انجام تحقیق روی مجموعه خاک - پوشش معدنی (شن و ماسه) استفاده شد. نفوذسنج شماره ۲ برای انجام تحقیق روی مجموعه خاک - پوشش مصنوعی (ژئوتکستایل) بکار گرفته شد. این مدل که نفوذسنج جریان موازی با جریان رو به بالا نامیده می شود قسمت تحتانی لوله زهکش را شبیه سازی می کند. در این مدل جهت حرکت آب از پایین به بالا و به ترتیب از خاک، پوشش و سوراخهای صفحه زهکش می باشد.

تهیه نمونه خاک

برای انجام این تحقیق از خاک یکی از مزارع دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز استفاده گردید. نمونه خاک از عمق حدود ۱/۵ متری تهیه و بعد از خشک کردن، کوبیدن و رد کردن از الک شماره ۱۰، سپس به کمک آزمایش تجزیه مکانیکی و آزمایش هیدرومتری توصیه شده توسط ابن جلال و شفاعی بجزستان (۱۳۷۱) منحنی دانه بندی و مشخصات فیزیکی آن تهیه شد. همچنین به کمک روش آزمایشگاهی بار افتان توصیه شده توسط علیزاده (۱۳۷۶) هدایت هیدرولیکی خاک تعیین گردید.

پوششهای معدنی، مانند: تهیه، حمل و نقل و اجرا که باعث افزایش هزینه اجرایی پروژه های زهکشی می گردد، تحقیقات وسیعی جهت استفاده از پوششهای مصنوعی به عنوان پوشش اطراف لوله های زهکش در سالهای اخیر آغاز شده است. هدف از این تحقیق بررسی عملکرد یک نوع پوشش مصنوعی و مقایسه آن با پوشش معدنی رایج در شرایط آزمایشگاهی می باشد.

اینگولد (۱۹۹۴) و اینگولد و میلر (۱۹۹۸) گزارش کردند که زمین بافتها^۱ منسوجات الیافی هستند که نسبت به عبور سیالاتی مانند آب و گاز نفوذپذیرند. در مقابل، ژئوممبرانها غشاء های نفوذ ناپذیری هستند که همانند ژئوتکستایلها در ارتباط با کارهای خاکی مورد استفاده قرار می گیرند. ژئوتکستایلها را بر اساس روش تولید آنها به سه گروه بافته، نپافته و بافته حلقوی تقسیم می کنند. اینگولد (۱۹۹۴) و جان (۱۹۸۷) با تحقیقاتی نشان دادند که عملکرد یک ژئوتکستایل بستگی به خصوصیات فیزیکی (وزن مخصوص، وزن واحد سطح، ضخامت و انعطاف پذیری)، خصوصیات مکانیکی (دوام، مقاومت کششی، مقاومت در برابر شکافته شدن، و خصوصیات اصطکاکی) و خصوصیات هیدرولیکی (اندازه خلل و فرج، نفوذپذیری و قابلیت انتقال) دارد.

تحقیق بر روی مواد پوششی اطراف لوله های زهکش به ترتیب در دو مرحله آزمایشگاهی و مزرعه ای انجام می شود. بعد از انجام آزمایشها در آزمایشگاه و تأیید عملکرد یک نوع پوشش برای نمونه خاک مورد نظر، لازمست تحقیقات مزرعه ای نیز صورت بگیرد. تحقیقات آزمایشگاهی بر روی پوششها از طریق مدلهای مخزن شن یا نفوذسنج های جریان موازی انجام می شود (کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۳).

ولتمن و همکاران (۱۹۹۸ و ۲۰۰۰) آزمایش جریان طولانی مدت^۳ و آزمایش نسبت گرادیان^۴ را به عنوان آزمایشهای استاندارد برای بررسی گرفتگی معدنی پوششهای اطراف لوله های زهکشی معرفی کرد. در این استاندارد استفاده از یک نفوذسنج جریان موازی که جهت جریان در آن رو به بالا می باشد برای انجام آزمایشها توصیه شده است. دایریکس و یونکوگلو (۱۹۹۸) نشان دادند که ارتفاع ستون خاک تأثیر زیادی بر روی نتایج ندارد، لیکن برای اینکه بتوان بیشترین گرادیان را روی مجموعه خاک - پوشش اعمال کنند، پیشنهاد می شود در آزمایشهای نفوذسنجی به کمک نفوذسنج جریان موازی،

-
- 1- Geotextiles
 - 2-Long – term flow
 - 3- Gradient ratio

مقاومت در برابر شکافته شدن، و خصوصیات اصطکاکی) ضروری است.
در بالا روابط:

O_{90} = اندازه خلل و فرجی از ژئوتکستایل که ۹۰ درصد منافذ از آن کوچکتر باشند.

d_{90} = اندازه قطری از ذرات خاک است که ۹۰ درصد ذرات خاک از آن کوچکترند.

آماده سازی نفوذسنج جهت انجام آزمایشها

به منظور پر نمودن دستگاه های نفوذسنج، خاک آماده شده، طبق استاندارد و به صورت لایه لایه و بدون اجرای عملیات تراکمی خاصی به ارتفاع ۱۰۰ میلیمتر داخل نفوذسنج ها ریخته شد. بعد از ریختن نمونه خاک، پوشش معدنی به ارتفاع ۱۰۰ میلیمتر داخل نفوذسنج شماره ۱ ریخته شد و پوشش مصنوعی به ضخامت ۳ میلیمتر روی نمونه خاک داخل نفوذسنج شماره ۲ نصب گردید. یک قطعه لوله زهکشی پهن شده که نقش زهکش را ایفاء می کرد، روی پوششها قرار داده شد. با بستن درب نفوذسنج و آب بندی آن، نمونه خاک به روش استاندارد اشباع شد. در تمامی مراحل این تحقیق جهت جریان رو به بالا بود.

انجام آزمایشهای استاندارد گرفتگی

آزمایشهای استاندارد که برای بررسی گرفتگی در پوششهای زهکشی و مقایسه آنها انجام شد، عبارتند از:
الف - آزمایش جریان طولانی مدت: در این آزمایش، با ایجاد بار آبی ثابت ۳۰ و ۵۰ سانتیمتر به مدت ۷۲۰ ساعت (۳۰ روز)، روی مجموع خاک - پوشش، تغییرات دبی خروجی از زهکشها و هدایت هیدرولیکی خاک - پوشش در این مدت مورد بررسی قرار گرفت. در مدت انجام آزمایش هر روز دبی خروجی از زهکش، ارتفاع آب در داخل تمام مانومترها و دمای آب قرائت و اندازه گیری شد.

ب- آزمایش نسبت گرادیان

در این آزمایش بعد از اشباع کردن نمونه خاک - پوشش داخل نفوذسنج ها، مجموع خاک - پوشش به مدت ۲۴ ساعت تحت هر بار آبی قرار گرفت. بعد از ۲۴ ساعت بار آبی به اندازه ۱۰ سانتیمتر افزایش داده شد. آزمایش از بار آبی ۳۰ سانتیمتر شروع و تا بار آبی ۱۰۰ سانتیمتر ادامه داده شد. در هر بار آبی در زمانهای ۰/۵، ۱، ۲، ۴، ۶ و ۲۴ ساعت بعد از شروع آزمایش پارامترهای دبی خروجی از زهکشها، ارتفاع آب در داخل تمام مانومترها و دمای آب قرائت و اندازه گیری شد. در تمام آزمایشها، با استفاده از یک منبع آب ورودی که ارتفاع آن قابل تنظیم بود، بار آبی مورد نظر تأمین گردید.

طراحی و تهیه پوششهای معدنی و مصنوعی مناسب

پوشش معدنی استفاده شده در این تحقیق با رعایت معیارهای دفتر عمران اراضی آمریکا، با توجه به d_{60} نمونه خاک مورد آزمایش طراحی و تهیه گردید. یعنی با توجه به d_{60} نمونه خاک مورد بررسی حد بالا و پایین منحنی دانه بندی پوشش معدنی تعیین گردید، سپس پوشش معدنی طوری طراحی و انتخاب شد که در محدوده تعیین شده قرار بگیرد. همچنین به کمک روش آزمایشگاهی بار ثابت هدایت هیدرولیکی پوشش معدنی تعیین گردید. پوشش مصنوعی نیز با توجه به معیارهای موجود در زمینه طراحی پوششهای مصنوعی طراحی و انتخاب شد. این معیارها عبارتند از:

الف - معیار نگهداری، که طبق آن:

$$1 \leq \frac{O_{90}}{d_{90}} \leq 2.5 \quad (1)$$

- در پوششهای مصنوعی با ضخامت ۲ میلیمتر یا کمتر:

$$1 \leq \frac{O_{90}}{d_{90}} \leq 5 \quad (2)$$

- برای پوششهای با ضخامت ۵ میلیمتر یا بیشتر از:

$$1 \leq \frac{O_{90}}{d_{90}} \leq 4 \quad (3)$$

ب - معیار هیدرولیکی، که طبق آن:

O_{90} - نمونه ژئوتکستایل باید مساوی یا بزرگتر از ۲۰۰ میکرون باشد. البته با توجه به شرایط خاک (پایداری، ساختمان و دانه بندی) O_{90} نمونه ژئوتکستایل می تواند بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میکرون باشد.

- در طراحی و انتخاب پوشش اطراف زهکشها، نسبت هدایت هیدرولیکی پوشش به هدایت هیدرولیکی خاک حداقل باید بزرگتر از یک باشد. رعایت این معیار در مورد پوششهای معدنی و مصنوعی الزامی است. البته بعد از نصب نیز باید این نسبت برقرار باشد.

ج - معیار جلوگیری از انسداد روزنه ها: برای تأمین این معیار طبق استاندارد باید رابطه ۴ برقرار باشد:

$$\frac{O_{90}}{d_{90}} \geq 1 \quad (4)$$

د- معیار مکانیکی و مقاومت: با توجه به تأثیر عوامل جوی و شیمیایی محیط روی ژئوتکستایل، بررسی معیارهای مکانیکی و مقاومت (دوام، مقاومت کششی،

انجام محاسبات

Δh_s = افت بار آبی در طول ستون خاک بر حسب سانتیمتر

l_s = طول خاک بر حسب سانتیمتر

K_{est} = هدایت هیدرولیکی ستون خاک - پوشش در دمای آزمایشگاه، بر حسب متر در روز

K_{es20} = هدایت هیدرولیکی سیستم خاک - پوشش در دمای استاندارد ۲۰ درجه سانتیگراد، بر حسب متر در روز

Q = دبی خروجی از زهکش بر حسب میلی لیتر در دقیقه

A = سطح مقطع عرضی نمونه بر حسب سانتیمتر مربع

μ_t = گرانیوی آب در دمای آزمایش

μ_{20} = گرانیوی آب در دمای استاندارد ۲۰ درجه سانتیگراد

GR = نسبت گرادیان (بدون بُعد)

HCR = نسبت هدایت هیدرولیکی (بدون بُعد)

نتایج

نتایج آزمایش دانه بندی نمونه خاک، به صورت منحنی دانه بندی در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به این منحنی، بافت خاک لومی و d_{60} و d_{90} آن به ترتیب ۵۰/۴۶ و ۱۳۷/۷ میکرومتر می باشد. پوشش معدنی با توجه به حد بالا و پایینی که دفتر عمران اراضی آمریکا با توجه به d_{60} خاک تعیین کرده است، طراحی گردید. با استفاده از روش تجزیه مکانیکی، پوشش با دانه بندی مورد نظر تهیه گردید. که نمودار آن در شکل ۳ نشان داده شده است.

برای انجام این تحقیق با توجه به d_{90} خاک از ژئوتکستایل نوع PP450 به عنوان پوشش مصنوعی استفاده شد تا معیارهای مورد نظر برآورده شود.

نتایج آزمایشهای استاندارد گرفتگی

الف - نتایج آزمایش تغییرات جریان در طول زمان: در شکل‌های ۴ و ۵ نمودار تغییرات دبی خروجی از زهکشها در بارهای آبی ۳۰ و ۵۰ سانتیمتر نشان داده شده است.

با توجه به این نمودارها می توان نتیجه گرفت که:

- در بار آبی ۳۰ سانتیمتر کاهش دبی خروجی از زهکش نسبت به زمان شروع آزمایش در زهکش با پوشش معدنی ۴۱/۸ درصد و در زهکش با پوشش مصنوعی ۶۰ درصد می باشد.

- در بار آبی ۵۰ سانتیمتر کاهش دبی خروجی از زهکش نسبت به زمان شروع آزمایش در زهکش با پوشش معدنی ۴۱/۹ درصد و در زهکش با پوشش مصنوعی ۴۶/۲۵ درصد می باشد.

در شکل‌های ۶ و ۷ نمودار تغییرات هدایت هیدرولیکی مجموع خاک - پوشش در بارهای آبی ۳۰ و

شیب هیدرولیکی مجموع خاک - پوشش از رابطه ۵ و شیب هیدرولیکی ستون خاک از رابطه ۶ به دست آمد:

$$i_{es} = \frac{\Delta h_{es}}{l_{es}} \quad (5)$$

$$i_s = \frac{\Delta h_s}{l_s} \quad (6)$$

هدایت هیدرولیکی مجموع خاک - پوشش ابتدا به کمک رابطه ۷ در دمای آزمایشگاه محاسبه گردید و سپس به کمک رابطه ۸ برای دمای استاندارد ۲۰ درجه سانتیگراد تصحیح گردید.

$$K_{est} = \frac{Q}{A \cdot i_{es}} \quad (7)$$

$$K_{es20} = \frac{K_{est} \cdot \mu_t}{\mu_{20}} \quad (8)$$

نسبت گرادیان بیانگر پتانسیل گرفتگی یک پوشش می باشد. بر طبق استاندارد نسبت گرادیان بیش از واحد، دلالت بر گرفتگی معدنی پوشش دارد. هر چه این نسبت بزرگتر باشد شدت گرفتگی بیشتر خواهد بود. نسبت گرادیان عبارتست از نسبت شیب هیدرولیکی مجموع خاک - پوشش به شیب هیدرولیکی ستون خاک برای محاسبه نسبت گرادیان از رابطه ۹ استفاده می شود.

$$GR = \frac{i_{es}}{i_s} \quad (9)$$

همچنین به منظور بررسی عملکرد هیدرولیکی هر کدام از پوششها به کمک رابطه ۱۰ نسبت هدایت هیدرولیکی پوشش (K_e) به هدایت هیدرولیکی خاک (K_s) محاسبه گردید و با معیارهای موجود مقایسه شد.

$$HCR = \frac{K_e}{K_s} \quad (10)$$

در روابط بالا:

i_{es} = شیب هیدرولیکی مجموع خاک - پوشش (بدون بُعد)

Δh_{es} = افت بار آبی در کل طول ستون خاک - پوشش بر حسب سانتیمتر

l_{es} = طول ستون خاک - پوشش بر حسب سانتیمتر

i_s = شیب هیدرولیکی ستون خاک (بدون بُعد)

- در زهکش با پوشش مصنوعی به ازای هر ۱۰ سانتیمترافزایش بار آبی هدایت هیدرولیکی مجموع خاک پوشش مصنوعی ۵/۳ و در زهکش با پوشش معدنی ۱/۷۲ درصد کاهش پیدا می کند. چنانچه ذکر شد نسبت گرادیان بیانگر پتانسیل گرفتگی یک پوشش می باشد. بر طبق استاندارد نسبت گرادیان بیش از واحد، دلالت بر گرفتگی معدنی پوشش دارد. هر چه این نسبت بزرگتر باشد شدت گرفتگی بیشتر خواهد بود. در شکل ۱۰ نمودار تغییرات نسبت گرادیان با بار آبی نشان داده شده است. نمودار نشان می دهد که:

- در تمام بارهای آبی نسبت گرادیان در زهکش با پوشش مصنوعی بیشتر از نسبت گرادیان در زهکش با پوشش معدنی است.

- با افزایش بار آبی نسبت گرادیان در هر دو نوع پوشش افزایش می یابد و این نشان از افزایش احتمال گرفتگی می باشد.

- در زهکش با پوشش مصنوعی نسبت گرادیانهای به دست آمده از یک بیشتر است که این امر حاکی از استعداد این نوع پوشش برای گرفتگی معدنی در این نوع خاک می باشد.

بررسی عملکرد پوشش معدنی و مصنوعی مورد

استفاده

در شکل ۱۱ نمودار تغییرات نسبت هدایت هیدرولیکی پوشش به هدایت هیدرولیکی خاک نشان داده شده است. نمودار نشانگر آنست که:

- در پوشش مصنوعی به علت ورود ذرات ریز خاک به داخل و حبس آنها در منافذ پوشش، هدایت هیدرولیکی پوشش کاهش می یابد. در زهکش با پوشش معدنی این کاهش از بار آبی ۵۰ سانتیمتر آغاز می گردد.

- در هر دو نوع پوشش به طور متوسط مقدار $\frac{K_e}{K_s}$ بزرگتر

از یک می باشد، بنابراین هر دو نوع پوشش معیار گیرود $\left(\frac{K_e}{K_s} \geq 0.1\right)$ (۱۹۸۸ و ۱۹۹۶) و اولین معیار کورنر

$\left(\frac{K_e}{K_s} \geq 1\right)$ (۱۹۹۴) که آن را برای بعضی ایالات آمریکا پیشنهاد کرده است، تأمین می نمایند.

- پوشش مصنوعی معیار دوم کورنر (۱۹۹۴)

$\left(\frac{K_e}{K_s} \geq 10\right)$ را در هیچکدام از بارهای آبی تأمین

نمی کند. پوشش معدنی نیز تا بار آبی ۵۰ سانتیمتر این معیار را تأمین می کند لیکن بعد از آن با افزایش بار آبی و

۵۰ سانتیمتر نشان داده شده است. با توجه به این نمودارها می توان نتیجه گرفت که:

- در بار آبی ۳۰ سانتیمتر کاهش هدایت هیدرولیکی مجموع خاک - پوشش نسبت به زمان شروع آزمایش در زهکش با پوشش معدنی ۵۱/۸ درصد و در زهکش با پوشش مصنوعی ۵۸/۱ درصد می باشد.

- در بار آبی ۵۰ سانتیمتر کاهش هدایت هیدرولیکی مجموع خاک - پوشش نسبت به زمان شروع آزمایش در زهکش با پوشش معدنی ۴۶/۲ درصد و در زهکش با پوشش مصنوعی ۵۹/۰ درصد می باشد.

ب- نتایج آزمایش نسبت گرادیان

در شکل ۸ نمودار تغییرات دبی خروجی از زهکشها با زمان در بارهای آبی مختلف نشان داده شده است.

این نمودار نشان می دهد که:

- عموماً در هر دو نوع پوشش، در هر بار آبی در پایان آزمایش (بعد از ۲۴ ساعت) دبی خروجی از زهکش کاهش می یابد. نوسانات احتمالی دبی بعلاوه ایجاد حفره در خاک، تغییرات دما و یا خطای آزمایش می باشد.

- در هر بار آبی بیشترین تغییرات دبی در ۶ ساعت اول آزمایش رخ می دهد.

- در تمام بارهای آبی، دبی خروجی از زهکش با پوشش معدنی بیشتر از دبی خروجی از زهکش با پوشش مصنوعی است.

- درصد افزایش دبی خروجی از زهکش به ازای هر ۱۰ سانتیمتر افزایش بار آبی در زهکش با پوشش معدنی بیشتر از زهکش با پوشش مصنوعی می باشد.

در شکل ۹ نمودار تغییرات هدایت هیدرولیکی مجموع خاک - پوشش نسبت به زمان در هر دو نوع پوشش در بارهای آبی مختلف نشان داده شده است. نمودار نشانگر آنست که:

- در زهکش با پوشش معدنی تا بار آبی ۵۰ سانتیمتر، هدایت هیدرولیکی مجموع خاک - پوشش افزایش پیدا کرده است، زیرا تا این بار آبی ذرات خاک به مقدار بسیار ناچیزی وارد پوشش معدنی شده است. با توجه به نمودار می توان دریافت که با افزایش بیشتر بار آبی و ورود ذرات خاک به داخل منافذ یا خلل و فرج پوشش، هدایت هیدرولیکی مجموع خاک - پوشش کاهش یافته است.

- در زهکش با پوشش مصنوعی با افزایش بار آبی در طول زمان به دلیل ورود ذرات خاک به داخل منافذ پوشش هدایت هیدرولیکی مجموع خاک - پوشش کاهش می یابد.

در دبی خروجی نیز به دلیل ایجاد حفره در خاک یا تغییرات دما است.

- در یک بار آبی ثابت هدایت هیدرولیکی مجموع خاک- پوشش در زهکش با پوشش معدنی به طور متوسط بیشتر از هدایت هیدرولیکی مجموع خاک- پوشش در زهکش با پوشش مصنوعی است.

- پتانسیل گرفتگی معدنی یک پوشش توسط نسبت گرادیان بیان می گردد. در آزمایشهای انجام شده نسبت گرادیان در زهکش با پوشش مصنوعی همواره بزرگتر از یک می باشد و بیانگر استعداد این نوع پوشش برای گرفتگی می باشد.

- در هر دو نوع خاک با افزایش بار آبی نسبت گرادیان افزایش پیدا می کند، لیکن این افزایش در پوشش مصنوعی بیشتر است.

- به رغم عملکرد فنی بهتر پوشش معدنی (شن و ماسه) نسبت به پوشش مصنوعی (ژئوتکستایل)، پوشش مصنوعی نیز نیاز زهکشی را تأمین کرده و هر دو نوع پوشش در مقایسه با عملکرد مورد انتظار (مطابق معیارهای مورد نظر، بخصوص معیار هیدرولیکی) عملکرد قابل قبولی دارند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان این مقاله از مسئولین محترم دانشکده مهندسی علوم و آب دانشگاه شهید چمران اهواز که امکان انجام این تحقیق را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می گردد.

ورود ذرات خاک به داخل پوشش این نسبت کاهش می یابد و معیار کورنر را تأمین نمی کند.

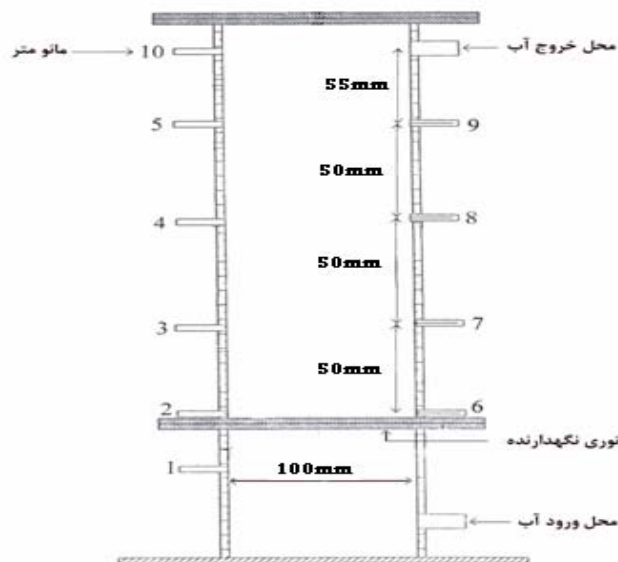
- با توجه به تجزیه و تحلیل بالا می توان به این نتیجه رسید که به رغم عملکرد فنی بهتر پوشش معدنی (شن و ماسه) نسبت به پوشش مصنوعی (ژئوتکستایل)، پوشش مصنوعی نیز نیاز زهکشی را تأمین کرده و هر دو نوع پوشش در مقایسه با عملکرد مورد انتظار (مطابق معیارهای مورد نظر بخصوص معیار هیدرولیکی) عملکرد قابل قبولی دارند.

نتیجه گیری

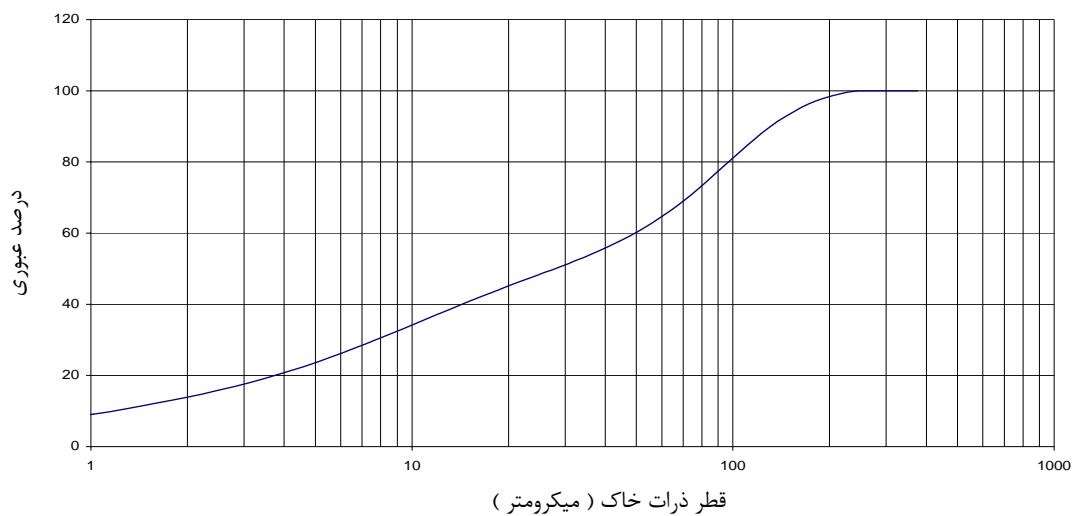
نتایج حاصل از این تحقیق به طور خلاصه در جدولهای ۱ و ۲ آورده شده است. همانطور که این جدولها نشان می دهند:

- در یک بار آبی ثابت و در یک نوع خاک، دبی خروجی از زهکش با پوشش مصنوعی همواره کمتر از دبی خروجی از زهکش با پوشش معدنی می باشد.

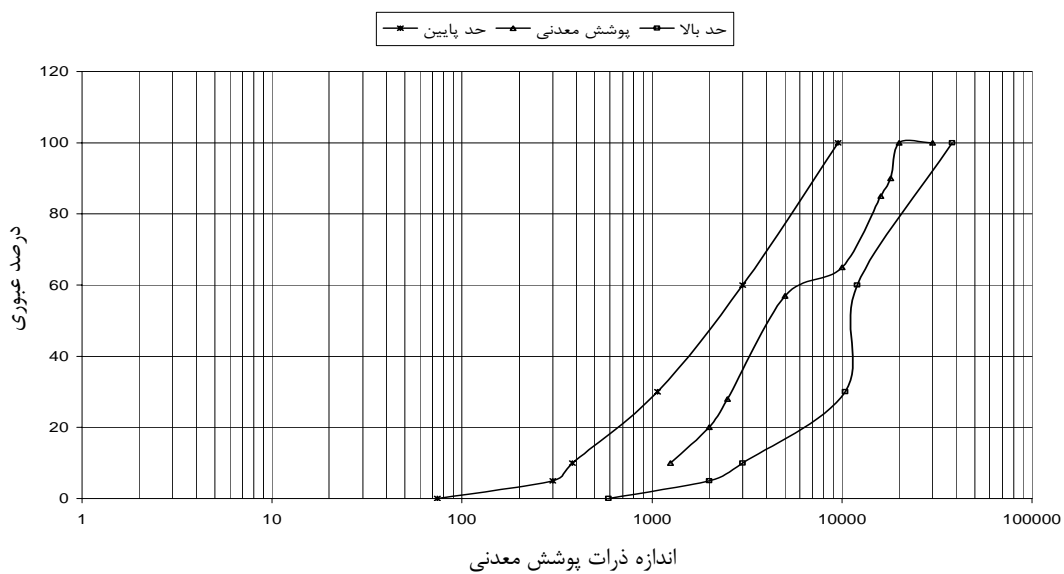
- بدین ترتیب که در این نوع خاک در یک بار آبی ثابت دبی خروجی از زهکشها و هدایت هیدرولیکی مجموع خاک - پوشش در هر دو نوع زهکش کاهش می یابد. لیکن این کاهش در زهکش با پوشش مصنوعی بیشتر می باشد. عامل اصلی کاهش دبی خروجی از زهکشها و هدایت هیدرولیکی مجموع خاک- پوشش، ورود ذرات خاک به داخل پوشش است که باعث گرفتگی منافذ یا خلل و فرج پوشش می گردد و آرایش مجدد ذرات خاک اطراف پوشش می باشد. نوسانات مشاهده شده



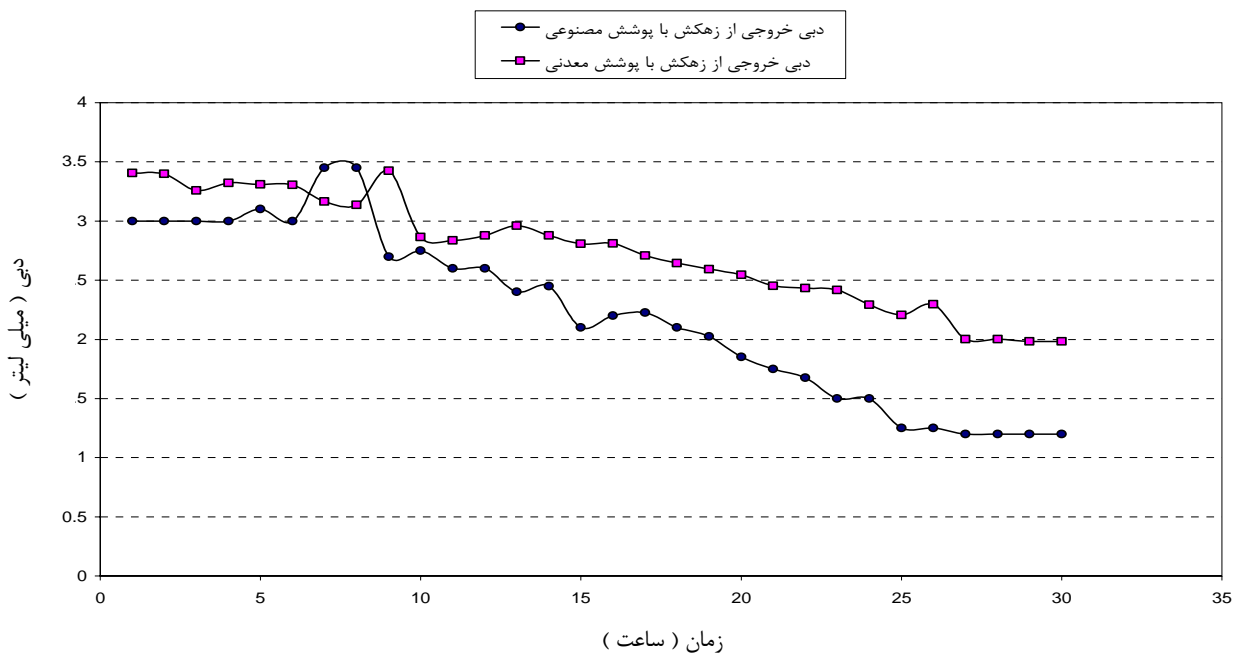
شکل ۱- دستگاه نفوذسنج شماره ۱



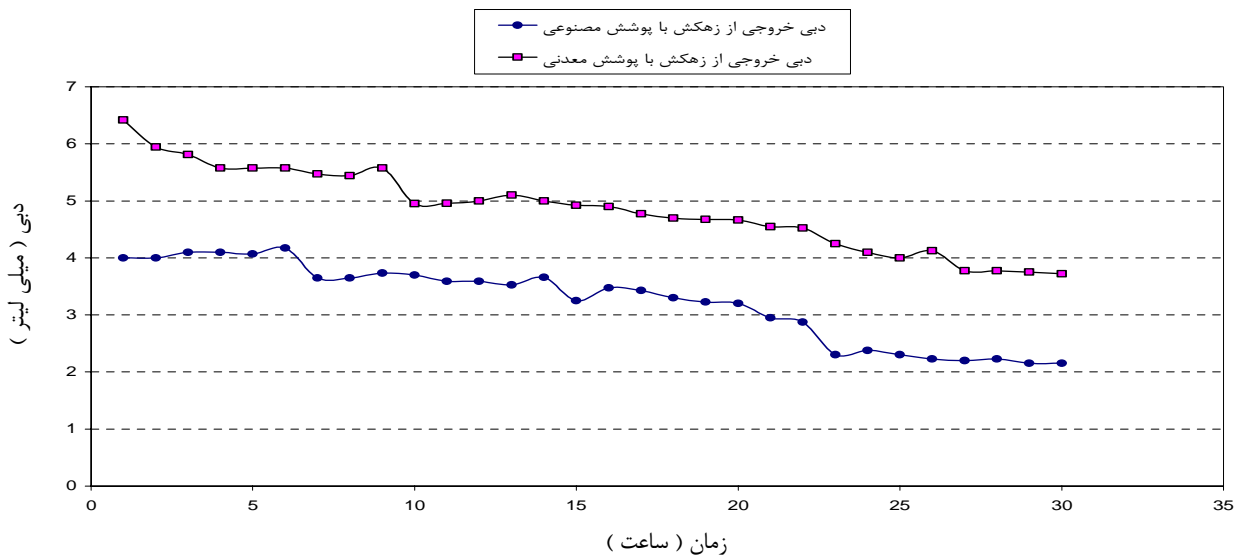
شکل ۲ - منحنی دانه بندی نمونه خاک مورد بررسی



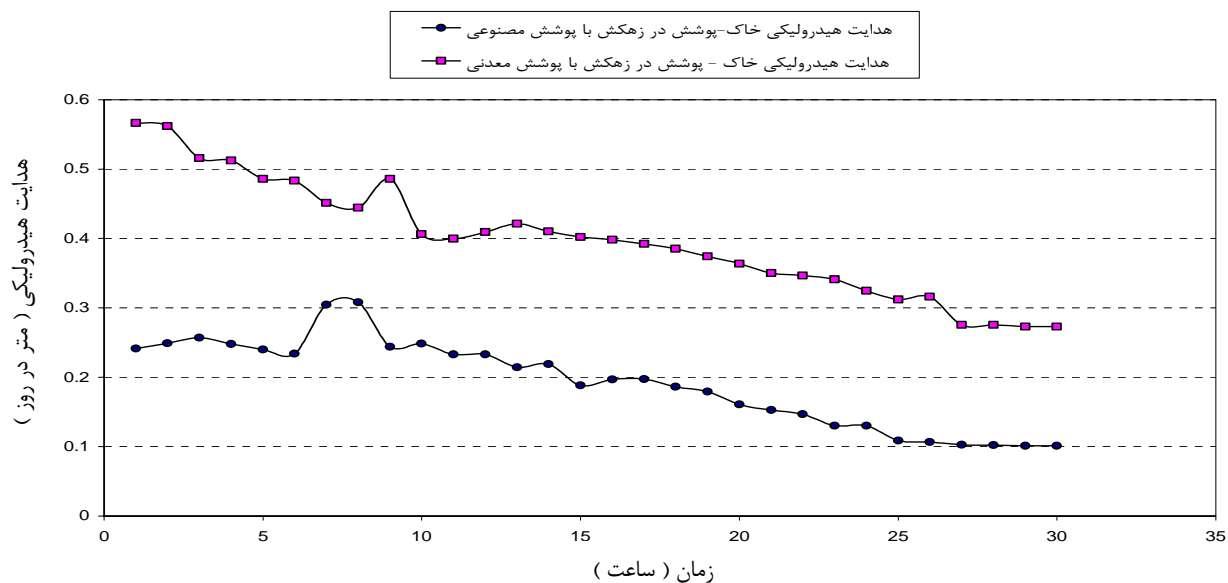
شکل ۳ - منحنی دانه بندی پوشش معدنی (شن و ماسه) طراحی شده برای خاک مورد نظر



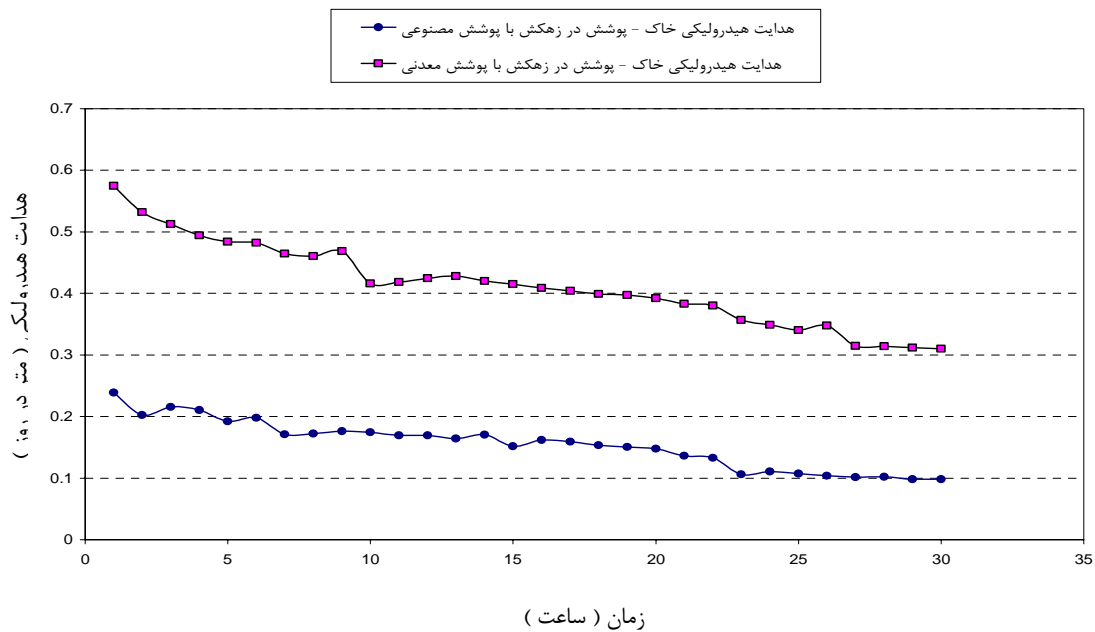
شکل ۴- منحنی تغییرات دبی خروجی از زهکش (بار آبی ۳۰ سانتیمتر)



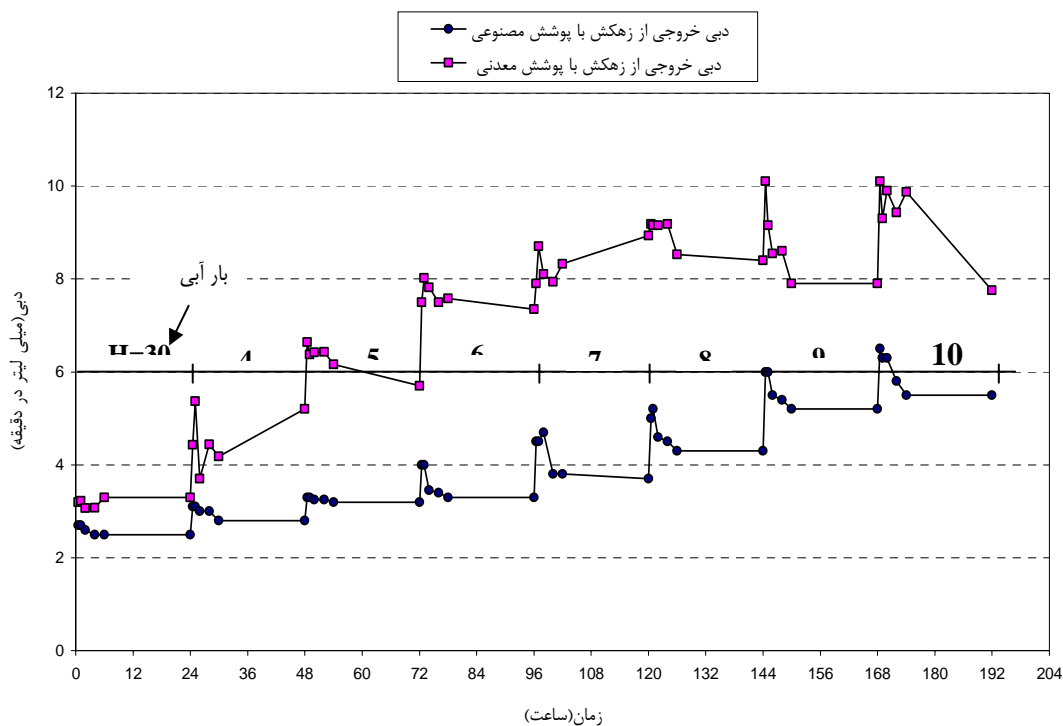
شکل ۵- منحنی تغییرات دبی خروجی از زهکش (بار آبی ۵۰ سانتیمتر)



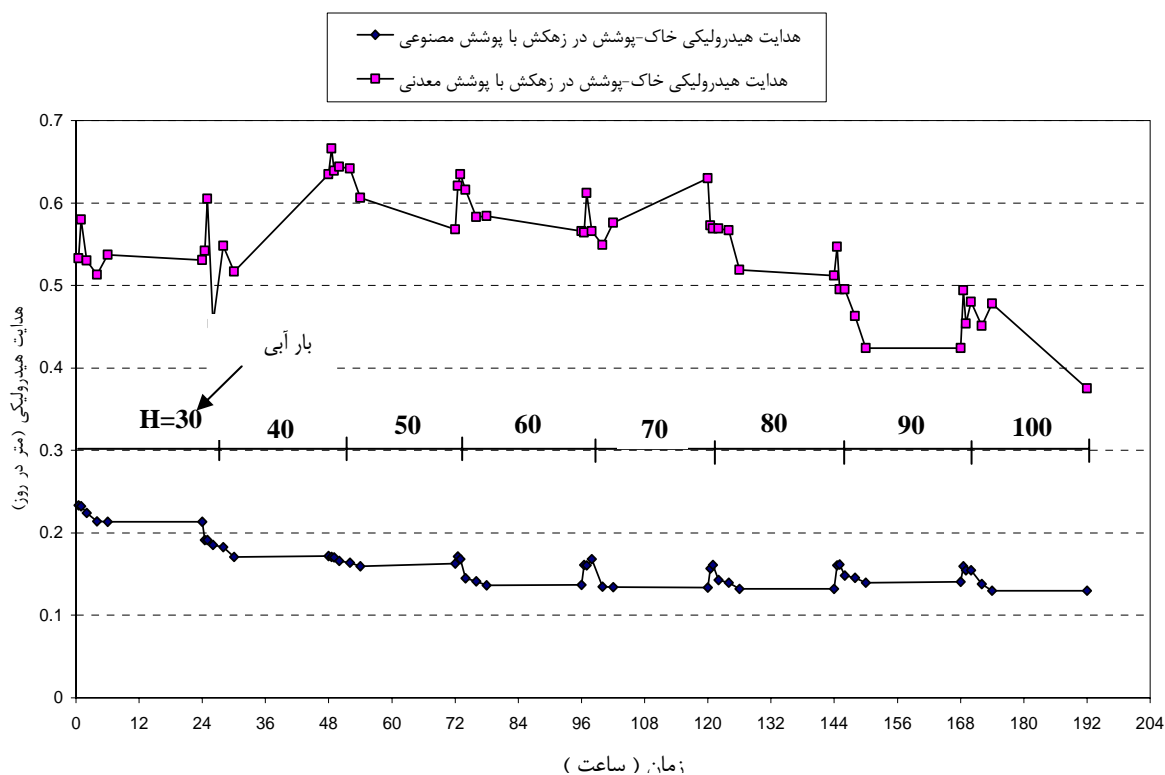
شکل ۶- منحنی تغییرات هدایت هیدرولیکی خاک - پوشش (بار آبی ۳۰ سانتیمتر)



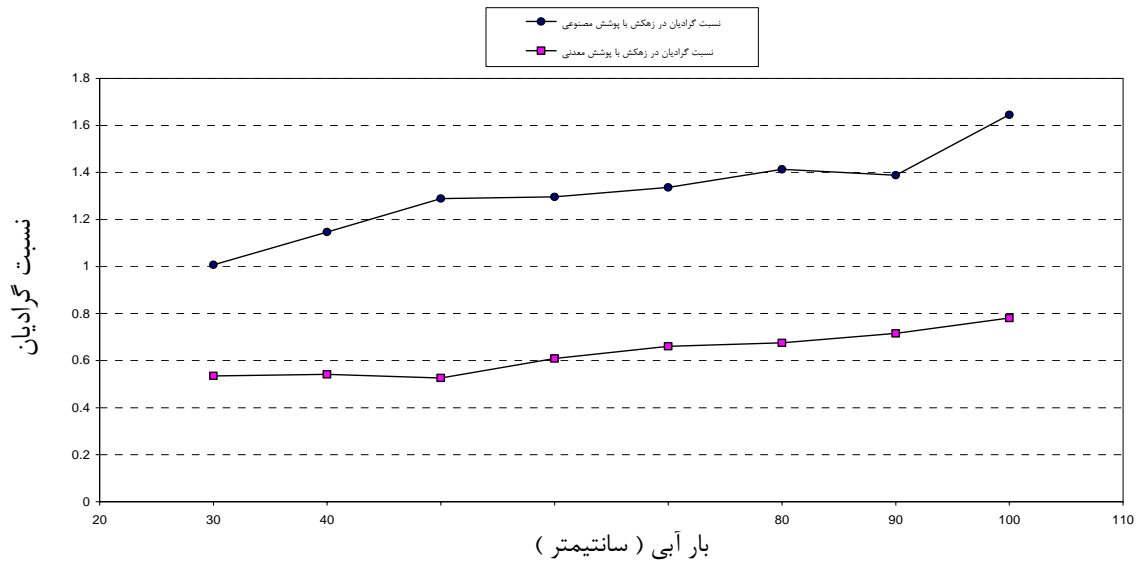
شکل ۷- منحنی تغییرات هدایت هیدرولیکی خاک - پوشش (بار آبی ۵۰ سانتیمتر)



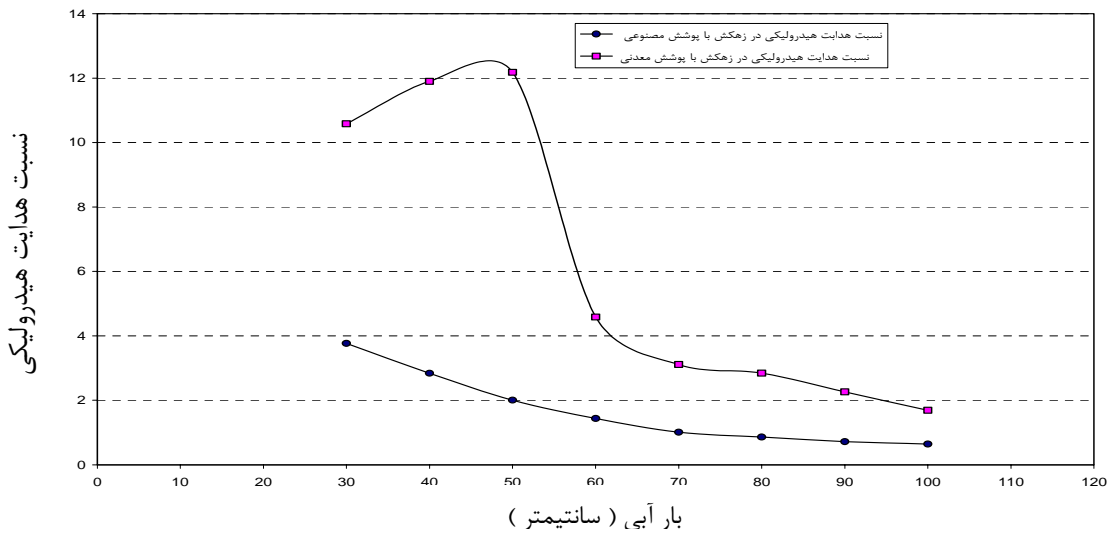
شکل ۸- منحنی تغییرات دبی خروجی از زهکش با زمان در بارهای آبی



شکل ۹- منحنی تغییرات هدایت هیدرولیکی با زمان در بارهای مختلف



شکل ۱۰- منحنی تغییرات نسبت گرادیان با بار آبی



شکل ۱۱- منحنی تغییرات نسبت هدایت هیدرولیکی با بار آبی

جدول ۱- محاسبه مقادیر متوسط دبی، هدایت هیدرولیکی، نسبت گرادیان و نسبت هدایت هیدرولیکی در زهکش با پوشش معدنی

$\frac{K_e}{K_s}$	GR	$K_e \left(\frac{m}{day} \right)$	$K_{es} \left(\frac{m}{day} \right)$	$K_s \left(\frac{m}{day} \right)$	i_e	i_{es}	i_s	$Q \left(\frac{ml}{min} \right)$	بارآبی (cm)
۱۰/۹۱	۰/۵۴۴	۳/۲۵	۰/۵۲۸	۰/۲۸۸	۰/۲۳۱	۱/۴۲	۲/۶۱	۳/۱۹	۳۰
۱۱/۹۵	۰/۵۴۱	۳/۶۲	۰/۵۵۰	۰/۳۰۳	۰/۲۹۰	۱/۹۱	۳/۵۲	۴/۵۵	۴۰
۱۲/۱۸	۰/۵۴۱	۴/۱۴	۰/۶۲۸	۰/۳۴۰	۰/۳۷۲	۲/۴۴	۴/۵۱	۶/۲۹	۵۰
۴/۵۸	۰/۶۰۹	۱/۷۴	۰/۶۰۱	۰/۳۶۶	۱/۱۰۵	۳/۰۹	۵/۰۷	۷/۶۳	۶۰
۳/۱۱	۰/۶۶۱	۱/۲۴	۰/۵۸۳	۰/۳۸۵	۱/۶۹۰	۳/۴۷	۵/۲۶	۸/۳۱	۷۰
۲/۸۵	۰/۶۷۶	۱/۰۶	۰/۵۵۲	۰/۳۷۳	۲/۰۵۳	۳/۹۵	۵/۸۴	۸/۹۳	۸۰
۲/۲۶	۰/۷۱۶	۰/۷۵۹	۰/۴۶۹	۰/۳۳۵	۲/۷۶۸	۴/۴۹	۶/۲۷	۸/۷۰	۹۰
۱/۶۹	۰/۷۸۱	۰/۶۰۲	۰/۴۵۶	۰/۳۵۶	۳/۷۶۵	۴/۹۷	۶/۳۶	۹/۳۹	۱۰۰

پارامترهای ذکر شده در جدول قبلاً تعریف شده اند

جدول ۲- محاسبه مقادیر متوسط دبی، هدایت هیدرولیکی، نسبت گرادیان و نسبت هدایت هیدرولیکی در زهکش با پوشش معدنی

$\frac{K_e}{K_s}$	GR	$K_e \left(\frac{m}{day} \right)$	$K_{es} \left(\frac{m}{day} \right)$	$K_s \left(\frac{m}{day} \right)$	i_e	i_{es}	i_s	$Q \left(\frac{ml}{min} \right)$	بارآبی (cm)
۳/۷۷	۱/۰۰۷	۰/۸۴۲	۰/۲۲۲	۰/۲۲۴	۰/۷۲۲	۲/۷۴	۲/۷۲	۲/۵۹	۳۰
۲/۸۴	۱/۱۴۷	۰/۵۹۵	۰/۱۸۳	۰/۲۱۰	۱/۱۷	۳/۸۳	۳/۳۴	۲/۹۷	۴۰
۲/۰۰	۱/۲۸۹	۰/۴۲۹	۰/۱۶۶	۰/۲۱۴	۱/۸۴	۴/۷۷	۳/۷۰	۳/۲۵	۵۰
۱/۴۴	۱/۲۹۶	۰/۲۷۹	۰/۱۵۰	۰/۱۹۴	۳/۱۱	۵/۸۰	۴/۴۷	۳/۵۷	۶۰
۱/۰۱	۱/۳۳۷	۰/۲۰۱	۰/۱۴۹	۰/۱۹۹	۵/۰۶	۶/۸۳	۵/۱۱	۴/۱۷	۷۰
۰/۸۶۱	۱/۴۱۴	۰/۲۰۸	۰/۱۴۴	۰/۲۰۴	۵/۴۶	۷/۸۶	۵/۵۶	۴/۶۵	۸۰
۰/۷۱۸	۱/۳۸۹	۰/۱۶۸	۰/۱۶۹	۰/۲۳۴	۸/۰۰	۷/۹۷	۵/۷۴	۵/۵۵	۹۰
۰/۶۴۳	۱/۶۴۶	۰/۱۵۳	۰/۱۴۴	۰/۲۳۸	۹/۳۳	۹/۸۹	۶/۰۱	۵/۹۸	۱۰۰

فهرست منابع:

۱. ابن جلال، ر. و شفاعی بچستان، م، ۱۳۷۱. اصول نظری و عملی مکانیک خاک، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
۲. اکرم، م. ۱۳۸۱. نگرشهای جدید در طراحی زهکشی. مجموعه مقالات نگرشی بر مسایل و مشکلات مطالعات و اجرای زهکشی. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
۳. پرتو اعظم، ر. و کشکولی، ح. ۱۳۸۰. فیلترهای بکار رفته در زهکش های زیرزمینی اراضی میان آب، ملاتانی، دانشگاه شهید چمران اهواز و واحد کشت و صنعت امیر کبیر در خوزستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۴. حسن اقلی، ع. و رحیمی، ح. ۱۳۷۵. بررسی عملکرد فنی لوله های زهکش زمین بافته در مقایسه با لوله های زهکشی رایج، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
۵. علیزاده، ا. ۱۳۷۶. زهکشی اراضی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۶. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳۸۳. مواد و مصالح سامانه های زهکشی.
7. Ahmat, H. A., Seyfullah, H. O., and Tuncer, B.E. 2005. Constriction size of geotextile filter. *Journal of Geotextile and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 131, pp : 28-38.
8. Dierickx, W. and Yuncuoglu, H. 1982. Factors affecting the performance of drainage envelope materials in structurally unstable soils. *Journal of Agricultural Water Management*, Vol. 5, pp : 215- 225.
9. Giroud, J. P. 1996. Granular Filters and Geotextile Filters. *Proceedings of Geofilter*, Montreal, Canada, pp: 565 – 680.
10. Giroud, J.P. 1988. Review of Geotextile Filter Design Criteria. First Indian Conference, Bombay, India, Dec. 1988, pp : 1-6.
11. Hisn- Yu Shan, 2001. Effect of boundary condition on the hydraulic behavior of geotextile filtration system. *Journal of Geotextile and Geomembranes*, Vol.19, pp: 509-527.
12. Ingold, T.S., 1994. *The Geotextiles and Geomembranes Manual*, 1st edition, Published by Elsevier, Oxford, UK. 610 pp.
13. Ingold, T.S and K.S. Miller, 1988. *Geotextiles and Hand book*, published by: Thomas Telford Ltd.152 pp.
14. John, N.W.M., 1987. *Geotextiles* , Published by: Champan and Hall, U.S.A.347 pp.
15. Koerner, R. M. *Designing with Geosynthetics*. 3rd edition, USA. pp : 1-313, 783.
16. Sekendar, M. A. Entrance resistance of drainage enveloped pipes. *Journal of Agricultural Water Management*, Vol.5, pp: 351-360
17. Skaggs, R.W. and Y.K. Tang, 1979. Effect of drain diameter opening and envelope on watertable drawdown, ASAE. PP: 326-333 .
18. Vlotman, W.F. 1998. Agriculture envelope design laboratory testing. Reprinted from *Filtration and Drainage Proceeding of Conference American Society of Civil Engineers*. Pp : 18-21.
19. Vlotman, W.F., Willardson, L.S. and Dierickx, W. 2000. Envelope design for subsurface drain. ILRI publication 56, 358 pp.