

وزارت کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی

نشریه شماره ۱۴

# بررسی کارایی لوله زهکش ژئوتکستایل (زمین بافت) در مقایسه با لوله زهکش رایج در مدلهای آزمایشگاهی

دکتر حسن رحیمی

عضو هیئت علمی گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران

مهندس علیرضا حسن اقلی

کارشناس آبیاری و زهکشی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



نشر آموزش کشاورزی

۱۳۷۶

## اهمیت موضوع

استفاده از ژئوتکستایل (زمین بافت) بعنوان لوله زهکش زیرزمینی و فیلتر لوله‌های زهکش رایج در سالهای اخیر رواج یافته است. نظر به اهمیت موضوع، در این تحقیق سعی گردیده تا ویژگیهای هیدرولیکی و مکانیکی یکنوع مصالح ژئوتکستایل بعنوان لوله زهکش زیرزمینی بی‌نیاز از فیلتر در مدل آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به وسعت مناطق زه‌دار در سطح کشور و اهمیت زهکشی زیرزمینی و بعلاوه هزینه بالای تهیه فیلترهای شن و ماسه‌ای (در نتیجه دوری منابع قرصه از محل پروژه‌ها)، راه‌حلهایی که بتواند در عین کارایی، نیاز به این مواد را برطرف نموده یا کاهش دهد از بالاترین اولویتها برخوردار است.

## لوله زهکش ژئوتکستایل

لوله‌ای که جدیداً تحت عنوان لوله زهکش ژئوتکستایل (Geotextile) یا زمین بافت، در ایران معرفی گردیده، از نوع لوله‌های زهکش انعطاف‌پذیر می‌باشد. ژئوتکستایل مورد استفاده در تولید آنها از نوع بافته بوده و از تارهای پلی‌استر و پودهایی از جنس نی‌های توخالی پلی‌پروپیلن تشکیل شده که بصورت ورقهایی با عرض ۹۰ سانتیمتر و طولی مابین ۱۰۰ تا ۵۰۰ متر تولید و پس از برش با عرض مناسب و دوخت حرارتی آن، به لوله‌ای با قطر دلخواه تبدیل می‌گردد.

## مراحل تحقیق

مراحل اصلی تحقیق حاضر را می‌توان در چهار بخش، به شرح زیر خلاصه نمود:

- بررسی خصوصیات زهکشی لوله ژئوتکستایل در مقایسه با لوله زهکش رایج دارای فیلتر شن و ماسه‌ای در مدل‌های آزمایشگاهی.
- بررسی خصوصیات هیدرولیکی سیستم خاک - ژئوتکستایل در دستگاه نفوذسنج (Permeameter).
- بررسی میزان تغییر شکل پذیری لوله ژئوتکستایل در عمق ترانشه‌های زهکشی حفر شده در مزرعه (علاوه بر نتایج مشاهدات در مدل‌های آزمایشگاهی).
- تعیین مشخصات ژئوتکستایل مورد نظر در آزمایشگاه.

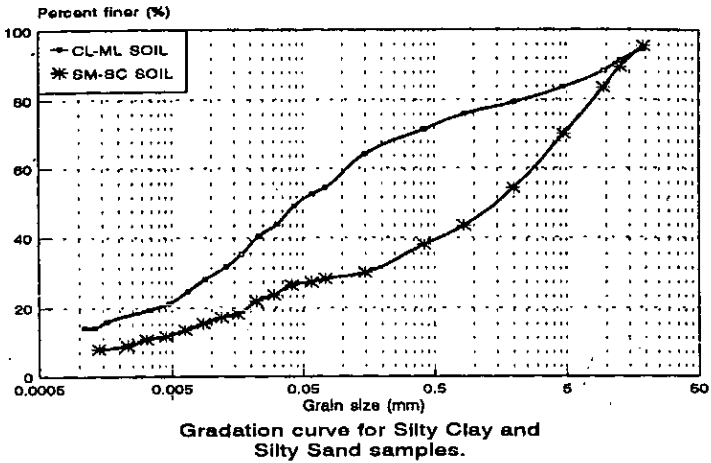
## خاک

در اجرای آزمایش‌های زهکشی، انتخاب نوع خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و بطور مستقیم بر نتایج حاصله اثر می‌گذارد. چون یکی از خصوصیات مهم مورد بررسی، قدرت فیلتراسیون لوله‌های زهکش ژئوتکستایل است (عمل نمودن آن بعنوان لوله و فیلتر) بنابراین خاک‌های مورد نظر بگونه‌ای انتخاب گردیدند که الزاماً به فیلتر زهکشی نیاز داشته باشند.

در این آزمایش دو نوع خاک استفاده شد. نمونه اول دارای بافت سنگین (رس سیلتی با طبقه بندی CL-ML در سیستم یونیفاید) و نمونه دوم دارای بافتی متوسط تا سبک (ماسه سیلتی یا SM-SC) می‌باشد.

## ۱- مدل آزمایشگاهی

برای شبیه سازی ترانشه‌های زهکشی، دو مخزن خاک و آب با دیواره‌های جانبی دو جداره بگونه‌ای ساخته شد که در ابعاد واقعی، بخشی از یک ترانشه زهکشی و لوله و فیلتر نصب شده در آن را بازسازی نمایند. مدل‌های مذکور بگونه‌ای طراحی گردیده‌اند که شرایط مرزی جهت

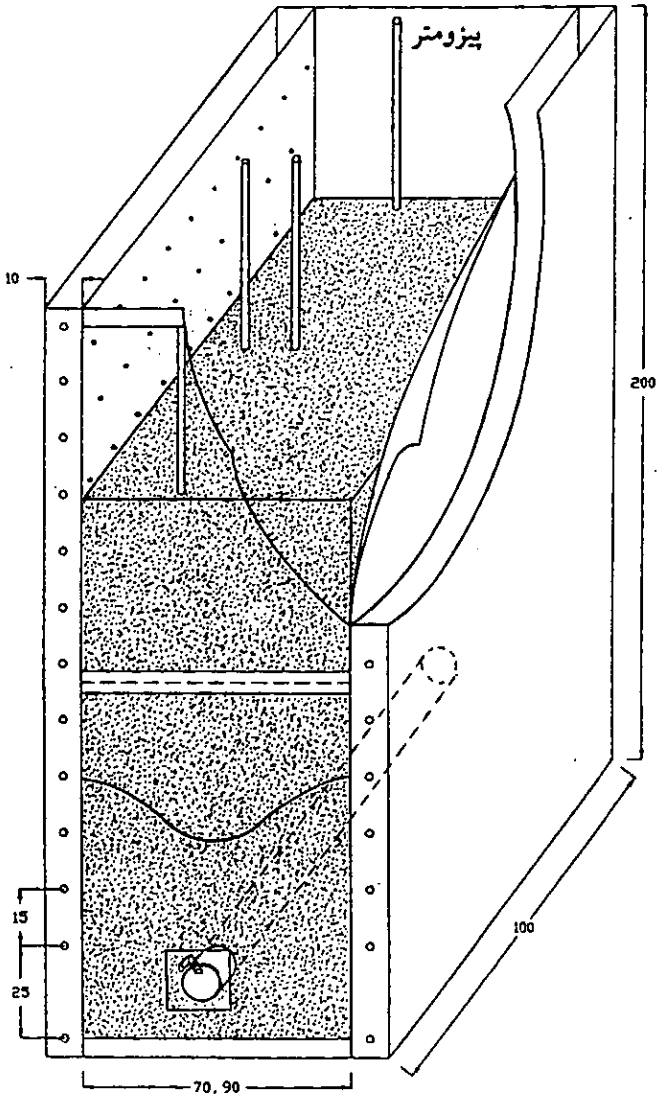


نمودار ۱- منحنی دانه بندی نمونه های خاک مورد بررسی

هر دو نوع لوله زهکش (لوله ژئوتکستایل و لوله زهکش رایج از جنس PVC به همراه فیلتر شن و ماسه ای آن) تا حد امکان همانند یکدیگر باشد. با کنترل سطح ایستابی در قسمت های دو جداره و نفوذ آب از طریق روزنه های موجود بر دیواره های داخلی از هر دو طرف بداخل خاک، شرایطی شبیه به شرایط جریان آب در داخل زمین بطرف لوله های زهکش بازسازی می شود. بعلاوه با کارگذاری پیژومترهایی در داخل مخازن، عمق سطح آب در هر نقطه قابل اندازه گیری می باشد. نصب سرریزی بر دهانه خروجی لوله، موجب ایجاد جریانی از آب در تمام مقطع لوله گردیده و شرایط را هر چه بیشتر به شرایط لوله های طویل زهکش موجود در مزرعه نزدیک می نماید.

آبدهی لوله های زهکش که توسط مدل آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفت، نشان از عملکرد بهتر لوله رایج به همراه فیلتر شن و ماسه ای در مقایسه با لوله زهکش ژئوتکستایل دارد. در خاک CL-ML آبدهی لوله رایج بین ۴/۹ تا ۵/۵ برابر و در خاک SM-SC بین ۲/۱ تا ۲/۷ برابر لوله ژئوتکستایل بدست آمد. بعلاوه خیز سطح ایستابی نسبت به محور لوله، در مجاورت زهکش و در وسط طول لوله ژئوتکستایل حدوداً ۱/۷ تا ۱/۹

بررسی کارایی لوله زهکش ژئوتکستایل (زمین بافت) در ...



شکل ۱- جزئیات مدل آزمایشگاهی (ابعاد به سانتی متر)

برابر لوله رایج بوده و بیانگر وجود مقاومت بیشتر بر سر راه جریان آب جهت ورود به داخل لوله ژئوتکستایل است. نتایج بدست آمده نشان

پرسی کارایی لوله رهگسی ژئوتکستایل (زمین حالت) در ...

می‌دهند که عملکرد لوله‌های زهکش رایج و ژئوتکستایل از نظر ورود رسوبات به داخل لوله و در هر دو نوع خاک تقریباً مشابه یکدیگر می‌باشد.

## ۲- نفوذ سنج

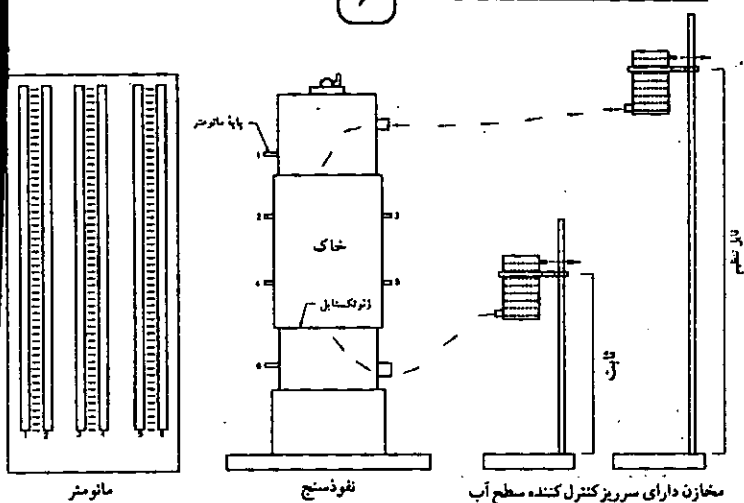
نفوذ سنج دستگاهی است که جهت تعیین نفوذپذیری یک سیستم خاک - ژئوتکستایل و نیز پتانسیل گرفتگی معدنی ژئوتکستایل تحت شرایط جریان یک بعدی بکار برده می‌شود. پتانسیل گرفتگی عبارت است از استعداد یک ورقه ژئوتکستایل معین به کاهش نفوذپذیری در نتیجه مسدود شدن روزه‌های آن توسط ذرات خاک و یا تشکیل یک لایه محدود کننده جریان بر سطح آن. هدف از ساخت و بکارگیری این دستگاه بررسی پدیده‌هایی است که در سطح ژئوتکستایل در ارتباط با خاک بوقوع پیوسته، و با برقراری ارتباط مناسب بین ترکیب خاک - ژئوتکستایل، می‌توان خطر انسداد را در شرایط موجود (در صورت بکارگیری ژئوتکستایل در شرایط مزرعه) پیش بینی نمود.

نتایج بدست آمده از این تحقیق حاکی از آن است که نفوذپذیری مجموعه به شدت تحت تأثیر بافت خاک قرار داشته و ناپایداری و در نتیجه انتقال ذرات به مجاورت ورقه ژئوتکستایل به میزان قابل توجهی آبگذری را کاهش می‌دهد. آبگذری سیستم در خاکهای سبک بیشتر از بافت سنگین می‌باشد، لیکن کاهش آن با گذشت زمان در خاک سبک بیش از خاک سنگین بوده است. استعداد یک ژئوتکستایل به گرفتگی و انسداد بوسیله ذرات خاک توسط نسبت گرادیان تعریف شده، که با توجه به مقدار قابل ملاحظه آن (بین ۶۰ تا ۸۰) و بزرگتر بودن از واحد، بر انسداد معدنی شدید نمونه ژئوتکستایل مورد بررسی دلالت می‌کند.

## ۳- بررسی تغییر شکل پذیری لوله ژئوتکستایل

جهت بررسی میزان تغییر شکل بوجود آمده در لوله ژئوتکستایل، از روش مشاهده مستقیم لوله پس از پایان هر مرحله آزمایش در مدل

بررسی کارایی لوله زهکنی ژئوتکستایل (زمان بافت) در ...



شکل ۲- دستگاه نفوذسنج و ضمائم آن

آزمایشگاهی و صحرایی استفاده گردید. بمنظور انطباق هر چه بیشتر با شرایط واقعی نصب لوله زهکش، دو ترانشه به عمق ۲ متر در مزرعه حفر و پس از لوله گذاری با خاک پر گردید. سپس لوله ها در وضعیت موجود و جهت حفظ تغییر شکل بوجود آمده، با دوغاب گچ کاملاً پر شده و با خارج نمودن آنها از زیر خاک، میزان تغییر شکل حاصله مورد بررسی قرار گرفت.

برطبق مشاهدات آزمایشگاهی و صحرایی بعمل آمده، تغییر شکل لوله در خاک سنگین که خاکی پایدار است بین  $7/8$  تا  $31/6$  درصد قطر لوله و در خاک سبک که بشدت ناپایدار است به ۱۰۰ درصد قطر لوله بالغ گردید.

#### ۴- تعیین مشخصات ژئوتکستایل

خصوصیات دیگر ژئوتکستایل مورد بررسی که در آزمایشگاه تعیین شد به قرار زیر است:

عدم یکنواختی بافت، قطر ظاهری روزنه  $0/100$  میلی متر، وزن واحد سطح  $816$  گرم بر متر مربع، مقاومت کششی  $800$  کیلوگرم بر متر عرض و ضخامت متوسط  $3/5$  میلی متر.

بررسی کارایی لوله زهکش ژئوتکستایل (زمین بافت) در ...

## چه باید کرد (توصیه و پیشنهادها)

علیرغم اختلافات مشاهده شده در عملکرد لوله‌های زهکش ژئوتکستایل و رایج، نتیجه این تحقیق بمعنی مردود شناخته شدن زهکشهای ژئوتکستایل نبوده، بلکه با اعمال تمهیدات و انجام بعضی اصلاحات به شرح زیر، می‌توان از این لوله بگونه‌ای بسیار مثبت و باراندمان بالا استفاده نمود. در این رابطه، عدم نیاز به فیلتر شن و ماسه‌ای بعنوان مهمترین مزیت مصالح مذکور قابل طرح می‌باشد. اصلاحات مورد نظر عبارتند از:

الف) اصلاح خصوصیات هیدرولیکی ژئوتکستایل با کار بیشتر بر روی تکنولوژی بافت آنها جهت حصول یکنواختی مناسب، تولید منسوجاتی متناسب با خاکهای مورد نظر، تغییر مواد مورد استفاده در تولید و...

ب) اصلاح ویژگیهای مکانیکی و خصوصیات باربری آن توسط ابداع روشهای مناسب کارگذاری لوله (بعنوان مثال حفر ترانشه کم عرض به اندازه قطر لوله یا متراکم نمودن خاک اطراف لوله به میزان مناسب در حین کارگذاری). همچنین تقویت ساختمان لوله تولیدی با استفاده از حلقه‌های سخت کننده مجزا یا به شکل فنر مارپیچی و یاسایر تمهیداتی که تغییر شکل پذیری لوله را کاهش دهند.

بدیهی است که پس از اصلاح خصوصیات لوله مذکور و حصول نتایج مطلوب آزمایشگاهی، لازم است اقدام به آزمایش آنها در شرایط واقعی مزرعه نمود. در صورت کسب نتایج مناسب در دراز مدت می‌توان استفاده از آنها را بعنوان لوله زهکش بدون نیاز به فیلتر، توصیه کرد.

## منابع مورد استفاده

- 1- Annual book of ASTM standards, 1993. Section 4 : Construction, Road and Paving Materials,... Vol. 04.03.
- 2- ASTM, 1987. Geotextile testing and the design engineer, PCN 04-952000-38.



- 3- Broughton, Robert S., Karim Chirara and Robert B. Bonnell, 1987. Tests of drain tubes with pin holes and small slots, ASAE Pub. 07-87.
- 4- Dierickx, Willy and Habib - ur - Rehman and Shafiq - ur - Rehman, 1992. Significant design and selection parameters for synthetic envelopes, Proc. of 5th International Drainage Workshop, Lahore - Pakistan, ICID - CIID, IWASRI, 1992, Vol. 3.
- 5- Dierickx, W., Ch. Lennoz - Gratin and L. C. P. Stuyt, 1987. Joint european research into land drainage envelopes, Proc. of the 5th National Drainage Symposium, ASAE Pub. 07-87.
- 6- FAO, 1984. Drainage testing, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, FAO 28.
- 7- Ingold, T. S., 1994. Geotextiles and geomembrains manual, 1st edition, Pub. by Elsevier, London.
- 8- Ingold, T. S. and K. S. Miller, 1988. Geotextiles handbook, Pub. by Thomas Telford Ltd.
- 9- Scott, J. D., 1980. The filtration - permeability test. First Canadian Symp on Geotextiles.