Archive of SID

اولین همایش ملی زهکشی در کشاورزی پایدار
تهران - هشتم اسفندماه ۱۳۹۲

طراحی نرم افزار ارزیابی پوشش‌های زهکشی به زبان ویژوال بیسیک

محمدرضا ناقدی فر
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی (m.rezanaghedifar@gmail.com)
سید علی ناقدی فر
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک تبدیل انرژی(ali.naghedifar@yahoo.com)
کامران داوری
دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد(k.davary@gmail.com)

چکیده

پوشش‌های زهکشی از مهمترین اجزای سیستم‌های زهکشی هستند که کارایی و عمر سیستم را تحت تأثیر مستقیم قرار می‌دهند. طراحی و ارزیابی پوشش‌های زهکشی فرآیندی پیچیده و مبتنی بر روش‌های تجربی است. عدم وجود تجربه کافی و گستردگی نظریه‌های طراحی پوشش و در نتیجه وقت گیر بودن فرآیند طراحی و ارزیابی، اهمیت وجود یک نرم‌افزار جامع را نشان می‌دهد. نرم‌افزار حاضر جهت طراحی و ارزیابی پوشش های زهکشی، به زبان ویژوال بیسیک نوشته شده است. این نرم‌افزار توانایی طراحی و ارزیابی پوشش‌های دانه‌ای و پوشش‌های مصنوعی را دارد. به منظور سنجش صحت و دقت نرم‌افزار، دو نوع پوشش دانه‌ای (الف و ب) برای سیستم زهکشی موجود در خاکی با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مشخص مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از نرم‌افزار، نیاز به پوشش را برای زهکش‌ها تأیید می نماید. همچنین پوشش الف به عنوان پوشش مناسب‌تر انتخاب و قطر پوشش زهکشی حداقل ۷۵ میلی‌متر توصیه شد.

واژه های کلیدی: پوشش زهکش، فیلتر، نرم‌افزار.

مقدمه

عبارتپوششبهعنوانیکنام کلیبرایهرمادهمصنوعیکهبهمنظوربهبودعملکردلولههایزهکشیبهکارمی رود،استفادهشدهاست. پوششیزهکش،بهمادهمتخلخلیگفتهمی‌شودکهبهمنظوربهبودشرایطهیدرولیکیلوله زهکشومحافظتآندر برابرورودموادرسوبی،دراطرافآننصبمی‌گردد. فیلتر، مادهمتخلخلیاستکهازمیانآنگازویامایعیعبوردادهمی‌شودتامواد‌معلقآنجداگردد(کیولارس، ۱۹۹۴).

طراحی فیلتر و پوشش‌های زهکشی فرآیندی پیچیده و مبتنی بر روش‌های تجربی است. عدم وجود شرایط مناسب برای آزمون و خطا بر روی یک پروژه، گستردگی نظریه‌ها و روش‌های تجربی برای طراحی فیلتر و پوشش زهکشی، عدم وجود متخصصین طراحی فیلتر به دلیل فقدان تجربه کافی و عدم کنترل و بازنگری، باعث عدم توانایی استفاده جامع و آسان از تمامی تجربیات گذشته شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

توجه به نکات ذکرشده از یک سو و وابستگی شدید پروژه‌های زهکشی به طراحی مناسب برای فیلترهای زهکشی از سوی دیگر اهمیت توسعه روشی جامع در این زمینه را دوچندان می‌نماید. در این شرایط وجود نرم‌افزاری جامع شامل ایده‌ها و نظریه‌های موجود در این عرصه می‌تواند گامی شایان توجه در ارتقای کیفیت و ماندگاری پروژه‌های زهکشی باشد.

از مصالح مختلفی می‌توان جهت پوشش زهکشی استفاده نمود. پوشش‌های معدنی دانه‌ای ، پوشش‌های آلی و پوشش‌های مصنوعی انواع مختلفی از پوشش‌های زهکشی هستند.

نکته مهم در طراحی پوشش‌های معدنی دانه‌ای تطابق دانه‌بندی پوشش با ذرات خاک است(ریتزما، ۱۹۹۴).نتایج آزمایش‌ها در خصوص اجرای سیستم زهکشی زیرزمینی با به‌کارگیری پوشش شن و ماسه در اراضی طرح توسعه نیشکر نشان داده است که فیلتر شن و ماسه از عملکرد مناسبی برخوردار است (پرتو اعظم، ۲۰۰۱). به منظور طراحی پوشش‌های زهکشی معیارها و نظریه‌های مختلفی ارائه شده است. اولین معیار توسط ترزاقی در زمینه سازه‌های هیدرولیکی ارائه شد. بعد از آن سرویس حفاظت خاک آمریکا و کمیته احیای اراضی ایالات‌متحده اقدام به ارائه معیارهایی برای طراحی پوشش نمودند.این معیارها تابعی از منحنی دانه‌بندی خاک بود(ریتزما، ۱۹۹۴).

مواد آلی

کههمانموادزائدکشاورزیهستنددربرخیازکشورهاباشرایطویژهبهصورتموفقیت‌آمیزیبهعنوانمادهپوششیمورداستفادهقرارگرفته‌اند (دیرکس و بوتا، ۱۹۹۵ و استویت و همکاران ۲۰۰۰).

استفادهازپیتبهعنوانپوششزهکش‌هایسفالیتاقبلازدهه۱۹۵۰مرسومبودهاست.

هدایتهیدرولیکیپیتبهدلیلتورمدرشرایطرطوبتیدائمبهمیزانقابل‌توجهیکاهشمی‌یابد (دیرکس و همکاران، ۱۹۹۵).

موادپوششیمصنوعیشاملموادمختلفپلیمریهستند. اینموادمی‌توانندازجنسپلی‌آمید،انواعپلی‌استر،پلی‌اتیلنوپلی‌پروپیلنباشند.

تحقیقات نشان می‌دهند کهالیافپلی‌پروپیلندرشرایطمزرعهودرمعرضنورمستقیمخورشیدبعداز۳سالازبینمی‌روند. البتهشرایطمحلکارگذاریونصبآن‌هادرزیرزمینباهوایآزادکاملاًمتفاوتبودهونیازبهتحقیقاتبیشتردراینزمینهاست(دیرکس ،۱۹۸۰).

مواد و روش‌ها

زبان برنامه‌نویسی و محیط برنامه

به منظور طراحی این نرم‌افزار از زبان برنامه‌نویسیویژوال‌بیسیک[1] نسخه ۲۰۱۲بر پایه دات‌نت فریم ورک[2] ۴استفاده شده است.این برنامه قابلیت تشخیص نیاز یا عدم نیاز به زهکش برای خاک‌های مختلف را داشته و علاوه بر آن می‌تواند با استفاده از روش‌های نموداری و یا محاسباتی به مقایسه داده‌های ورودی با نظریه‌هایارائه‌شده بپردازد. همچنین این نرم‌افزار قابلیت تعیین قطر مورد نیاز برای پوشش‌های زهکشی را دارا می‌باشد. این برنامه برای پوشش‌های زهکشی دانه‌ای (شن و ماسه‌ای) و پوشش‌های مصنوعی طراحی شده است.

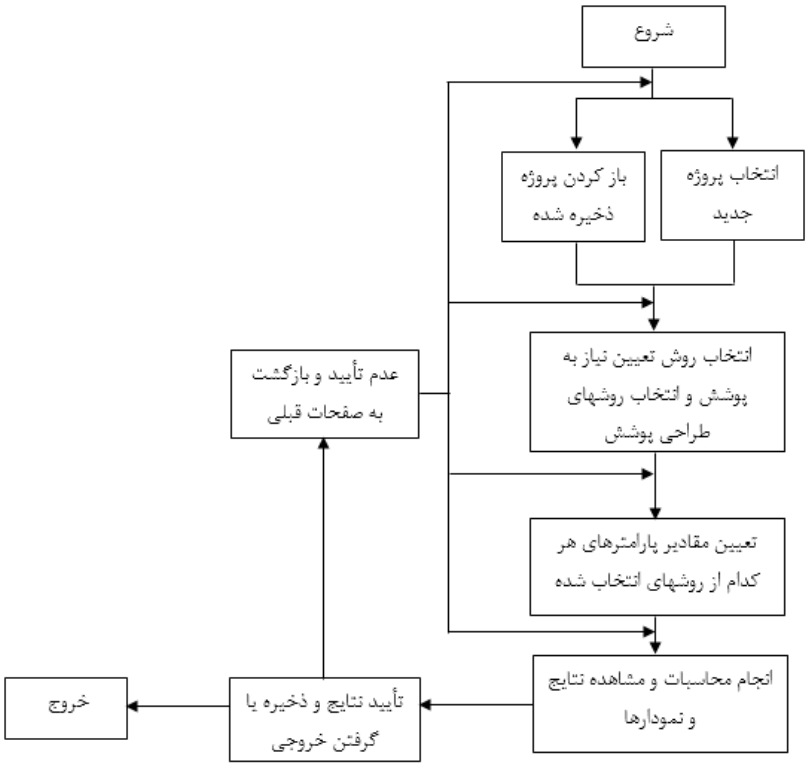
نرم‌افزار در ۴ صفحه اصلی طراحی شده است. از ویژگی‌های بارز این برنامه محیطی ساده،با کمترین نیاز به داده‌های ورودی بوده که امکان پیشبرد گام به گام مراحل طراحی را به مهندس طراح می‌دهد.

الگوریتم این برنامه مطابق شکل(۱) است.

[1]Visual Basic
[2].Net Frameworks

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۱): الگوریتم نرم‌افزار طراحی پوشش زهکشی

بررسی نیاز به پوشش

نیاز یا عدم نیاز به پوشش زهکشی احتیاج به جمع‌آوری اطلاعات محلی دارد. جمع‌آوری اطلاعات کافی نیز نیاز به صرف وقت و هزینه دارد. همچنین استفاده از تجربیات گذشته نمی‌تواند در تمام زمین‌ها مورد استفاده قرار گیرد(کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۸). به همین دلیلنظریه‌ها و روش‌های مختلفی برای تشخیص ضرورت استفاده از پوششزهکشارائه شده است که از جمله آن‌هامی‌توان به موارد زیر اشاره نمود (اسمیدما و همکاران، ۲۰۰۴):

الف) روش رس و نسبت جذب سدیم

ب) روش رس

ج) روش شاخص پلاستیسیته و ضریب یکنواختی خاک

د) روش گرادیان شکست هیدرولیکی

در صورت استفاده از هر کدام از روش‌های فوق نیازی به استفاده از سایر روش‌ها نیست (کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۸). با این حال هر کدام از روش‌های مذکور دارای معایب و محاسنی می‌باشند. به همین دلیل نرم‌افزار حاضر قادر به انجام محاسبات با تمامی روش‌ها به صورت همزمان است.

به طور کلی روش رس به صورت اولیه می‌تواندمشخص‌کننده نیاز یا عدم نیاز به پوشش باشد اما در مناطق خشک نتایج حاصل از این روش نسبت به مناطق مرطوب از اطمینان کمتری برخوردارند. زیرا در این مناطق خاک ناپایدارتر است. در این موارد ترکیب روش رس با یکی از روش‌های رس و نسبت جذب سدیم و یا روش گرادیان شکست هیدرولیکی می‌تواند مفید باشد. زیرا در صورتی که میزان رس بیش از ۴۰ درصد و درصد جذب سدیم کمتر از ۸ تا ۱۲ باشد، احتیاجی به پوششنیست(کومبهر، ۱۹۹۲).

شاخص پلاستیسیته و ضریب یکنواختی معیارهایی هستند که تمایل خاک به واردکردن رسوبات سیلتی به لوله‌های زهکش و لذا نیاز به پوشش برای دور لوله را می‌توان از روی آن‌ها تشخیص داد(اسمیدما و همکاران ، ۲۰۰۴).

یکی از بهترین روش‌ها جهت تشخیص نیاز به پوشش، استفاده از گرادیان شکست هیدرولیکی است.زیرا این روش تلفیقی از شاخص پلاستیسیته، هدایت هیدرولیکی اشباع و وجود رس می‌باشد(اسمیدماو همکاران ، ۲۰۰۴).

www.SID.ir

Archive of SID

معیارها انتخاب پوشش

معیارهای گوناگونی جهت ارائه پوشش مناسب تحت شرایط مختلف وجود دارد. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش‌های آزمایشگاهی(آزمایش‌هایآبگذری در واحد ضخامت، آزمایش نسبت گرادیان، آزمون جریان طولانی مدت، آزمایش نسبت هدایت هیدرولیکی) ومعیارهای عمومی اشاره نمود. نرم‌افزار حاضر از معیارهای عمومی زیر استفاده می‌نماید:

الف- معیارهای عمومی پوشش‌های دانه‌ای معدنی

الف-۱- معیارهای ترزاقی: ترزاقی معیارهایی را برای طراحی فیلتر سد ارائه کرد که بعداً در طراحی پوشش‌زهکش‌هایزیرزمینی نیز به‌کاربرده شد(ولاتمن، ۱۹۹۰، استویت و ویلاردسون، ۱۹۹۹).

الف-۲- معیارهای کمیته احیای اراضی ایالات‌متحده: این معیارها مبتنی بر منحنی دانه‌بندی خاک، مخصوصاً d_{60}(اندازه‌ای از قطر ذرات که ۶۰ درصد مواد تشکیل‌دهنده از آن کوچک تر باشند) و ضریب یکنواختی و ضریب انحنا است(استویت و ویلاردسون، ۱۹۹۹). همچنین این کمیته روشی نموداری جهت تعیین بازه مجاز منحنی دانه‌بندی پوشش‌های زهکشی برای خاکی مشخص ارائه داده است.

الف-۳- معیارهای سرویس حفاظت منابع طبیعی: در سال ۱۹۷۱ معیارهایی توسط این سرویس ارائه و بعداً در سال ۱۹۸۸ تجدیدنظر شد. معیارهای پوشش و فیلتر توسط این سرویس به صورت مجزا ارائه‌شده‌اند(دفتر استانداردها و معیارهای فنی ، وزارت نیرو ۱۳۸۴و سینگ ۱۹۹۲).

الف-۴- معیارهای ولاتمن و همکاران: این معیارها نیز بر اساس منحنی دانه‌بندیبه اظهارنظر در مورد پوشش دانه‌بندی می‌پردازد. در این روش از شاخص‌های دو بخش ریز و درشت منحنی دانه‌بندی به صورت مجزا استفاده می‌شود (استویت و ویلاردسون، ۱۹۹۹ و ولاتمن و همکاران ۱۹۹۹).

الف-۵- معیارهای شیرارد و همکاران: معیارهای ارائه‌شده توسط شیرارد و همکاران به منظور حفاظت سازه‌های هیدرولیکی ارائه شده بود اما از اصولی تبعیت می‌نمود که در انتخاب مواد پوششی زهکش‌های زیرزمینی کاربرد دارند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که چنانچه فیلتری با جریان آب اولیه دچار شکست نشود، احتمالاً به طور دائم عملکرد موفقیت‌آمیزی خواهد داشت. نهایتاً شیرارد و همکاران علاوه بر ارائه معیارهایی، به این نتیجه رسیدند که شن و سنگریزه با دانه‌بندی خوب، فیلتری عالی برای خاک‌های سیلتی و شنی ریز یکنواخت بوده و ضرورتی برای مشابه بودن منحنی دانه‌بندی پوشش با منحنی دانه‌بندی خاک نیست (استویت و ویلاردسون، ۱۹۹۹).

ب-معیارهای عمومی پوشش‌هایمصنوعی

ب-۱- معیارهای ولاتمن و همکاران: O_{90}(اندازه‌ای از قطر پوشش که ۹۰ درصد منافذ پوشش از آن کوچک تر باشند) بهترین معیاری است که تا کنون برای پوشش‌ها یافت شده است. این شاخص به اندازه منفذ مؤثر[3] مشهور است. این معیار قبلاً برای ژئوتکستایل‌ها به‌کاررفته بودند(اوجینک، ۱۹۷۵).

در استفاده از پوشش‌های مصنوعی ۴ معیار کلی باید در نظر گرفته شود (ولاتمن ۱۹۹۷ و ولاتمن ویلاردسون ۱۹۹۹):

الف- معیارهای نگهداری

ب- معیارهای هیدرولیکی

ج- معیارهای جلوگیری از انسداد منافذ پوشش

د- معیارهای مکانیکی

ب-۲- معیارهای استاندارد اروپایی پوشش‌های مصنوعی:

در سال ۱۹۹۴ یک کارگروه از کارشناسان اروپایی تقسیم‌بندی جدیدی برای پوشش‌های نرم پیش تافته[4] ارائه دادند. معیارهای طراحی پوشش ارائه‌شده تنها برای پوشش‌های ژئوتکستایل و پوشش‌های نرم پیش تافته معتبر می‌باشند(استویت و ویلاردسون، ۱۹۹۹).

[3]Effective Opening Size
[4]Pre-wrapped Loose Material

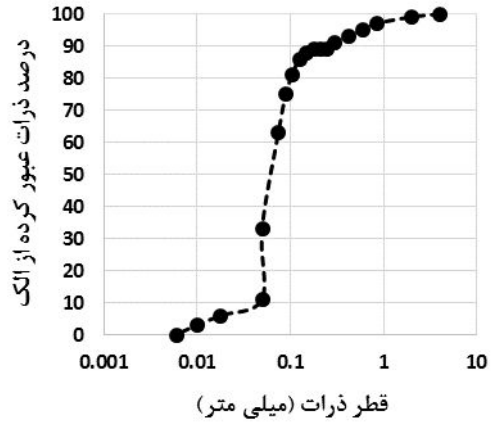
www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

ارزیابی صحت کارکرد نرم‌افزار

به منظور سنجش صحت و دقت نرم‌افزار، از خاکی که منحنی دانه‌بندی آن مطابق شکل (۲) می‌باشد، استفاده شده است.



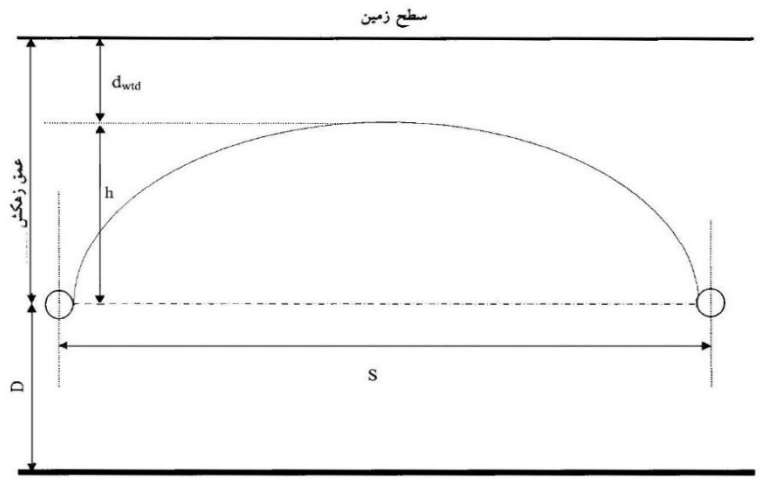
شکل(۲): منحنی دانه‌بندی خاک

جدول(۱) : خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

درصد رس	شاخص پلاستیسیته (٪)	نسبت عرض دامنه	هدایت هیدرولیکی (m/day)	نسبت جذب سدیم
۳۳	۱۲	۳	۰/۹۵	۱۳

با توجه به منحنی دانه بندی، بافت خاک از نوع لوم رسی- شنی[5] می باشد. هدف نشان دادن توانمندی‌هاینرم‌افزار برای تعیین نیاز یا عدم نیاز زهکش به پوشش و نیز ارزیابیدو پوشش مختلف برای خاکاست. سایر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مطابق جدول(۱) می‌باشد.

ابعاد سیستم زهکشی در جدول(۲) ارائه شده است.شکل(۳) پارامترهای موجود در جدول(۲) را نشان می‌دهد.



شکل(۳):پارامترهای سیستم زهکشی

جدول(۲) : ابعاد سیستم زهکشی

قطر زهکش (m)	عمق زهکش(m)	D (m)	S (m)	d_{wtd}(m)	h(m)	سطح منافذ در واحد طول زهکش (m^2/m)
۰/۱	۳	۳/۵	۵	۱/۲۵	۱/۷۵	۰/۰۰۳۸۰۶

شکل (۴) منحنی دانه‌بندیپوشش‌های دانه‌ای الف و ب را نشان می‌دهد.

[5]Sandy Clay Loam

www.SID.ir

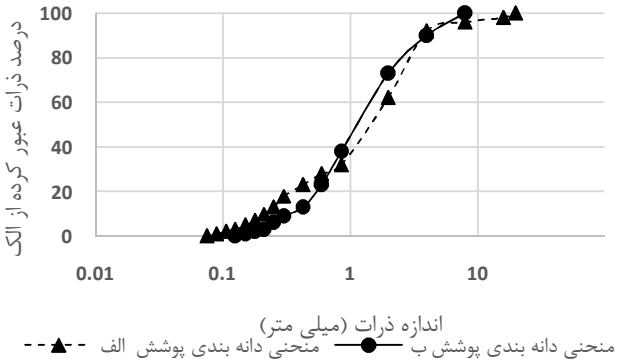
Archive of SID

جدول(۳) : بررسی نیاز یا عدم نیاز به زهکش

روش رس	روش رس و نسبت جذب سدیم	روش شاخص پلاستیسیته و ضریب یکنواختی خاک	روش گرادیان شکست هیدرولیکی
زهکش به پوشش احتیاج ندارد	زهکش به پوشش احتیاج دارد	زهکش به پوشش احتیاج دارد	زهکش به پوشش احتیاج دارد

بررسی نیاز یا عدم نیاز به پوشش

نتایج بررسی نیاز یا عدم نیاز به پوشش با استفاده از ۴ روش موجود درنرم‌افزار مطابق جدول(۳) است.با توجه به اینکه



شکل(۴): منحنی دانه‌بندی پوشش‌های الف و ب

۳ روش احتیاج به پوشش را تأیید می‌نمایند و تنها یک روش عدم نیاز به پوشش را توصیه می‌کند، زهکش‌ها نیاز به پوشش داشته و اقدام به ارزیابی دو پوشش الف و ب می‌نماییم.

برای انتخاب پوشش، از روش‌های ارزیابی پوشش دانه‌ای استفاده می‌نماییم. نتایج ارزیابی پوشش‌ها مطابق جداول(۴) و (۵) است.در این جداول در ستون اول نام روش، در ستون دوم تأیید یا عدم تأیید معیارهای مورد نیاز برای پوشش توسط نرم‌افزار و در ستون سوم توصیه‌های هر روش توسط نرم‌افزار (از جمله قطر پوشش) داده شده است.

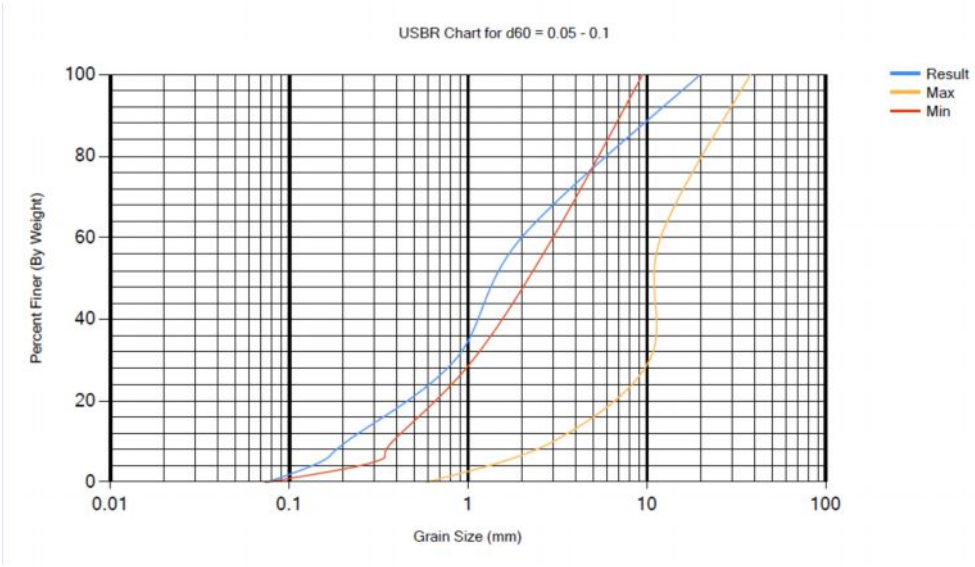
جدول(۴) : نتایج ارزیابی پوشش زهکشی نوع الف با نرم‌افزار

نام روش	تأیید یا عدم تأیید	توضیحات
ترزاقی	تأیید	این پوشش می‌تواند آب شویی ذرات ریز جلوگیری نماید. هدایت هیدرولیکی پوشش حدوداً ۱۰ برابر هدایت هیدرولیکی خاک است. حداقل قطر پوشش ۷۵ میلی‌متر توصیه می‌شود.
شیراراد	تأیید	برای خاک‌های شنی و رسی با $d_{85} = 0.1 - 0.5\ mm$ ، خاک‌هایرسی ریزدانه با $d_{85} = 0.03 - 0.1\ mm$، خاک‌های سیلتی ریزدانه با پلاستیسیته پایین و با $d_{85} = 0.03 - 0.1\ mm$، خاک‌های با بافت ریز و $d_{85} < 0.02\ mm$ وسایر خاک‌های رسی ریزدانه مناسب است. حداقل قطر پوشش ۷۵ میلی‌متر توصیه می‌شود.
کمیته احیای اراضی ایالات‌متحده	عدم تأیید	این روش، خاک و پوشش مذکور را چه برای پوششی از جنس مصالحدانه‌بندی شده طبیعی مدور و چه برایمصالحدانه‌بندی شده سنگ شکسته غیر مدورمناسب نمی‌داند.
سرویس حفاظت منابع طبیعی	عدم تأیید	خاک و پوشش مذکور برای مصالح دانه‌بندی شده جهت ایجاد پوشش زهکشی مناسب نیست.
سرویس حفاظت منابع طبیعی	تأیید	خاک و پوشش مذکور برای مصالح دانه‌بندی شده جهت ایجاد فیلتر زهکشی مناسب است. حداقل قطر ۷۵ میلی‌متر توصیه می‌شود.

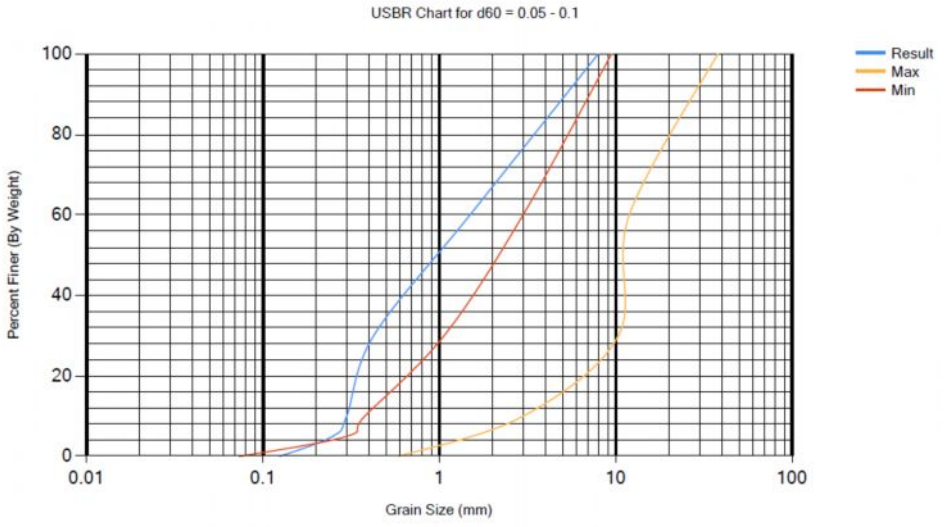
شکل (۵) و (۶) نتایج روش نموداری ارائه شده توسط کمیته احیای اراضی ایالات‌متحدهبرای مقایسه منحنی دانه بندی پوشش‌های زهکشی با بازه مجاز منحنی دانه‌بندی پوشش برای خاک مورد نظر را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل(۵):مقایسه منحنی دانه‌بندی پوشش الف با بازه مجاز



شکل(۶):مقایسه منحنی دانه‌بندی پوشش ب با بازه مجاز

جدول(۵) : نتایج ارزیابی پوشش زهکشی نوع ب با نرم‌افزار

نام روش	تأیید یا عدم تأیید	توضیحات
ترزاقی	تأیید	این پوشش می‌تواند از آب شویی ذرات ریز جلوگیری نماید. هدایت هیدرولیکی پوشش حدوداً ۱۰ برابر هدایت هیدرولیکی خاک است. حداقل قطر پوشش ۷۵ میلی‌متر توصیه می‌شود.
شیراد	تأیید	برای خاک‌های شنی و رسی با $d_{85} = 0.1 - 0.5\ mm$ ، خاک‌های رسی ریزدانه با $d_{85} = 0.03 - 0.1\ mm$و سایر خاک‌های رسی ریزدانه مناسباست. حداقل قطر پوشش ۷۵ میلی‌متر توصیه می‌شود.
کمیته احیای اراضی ایالات‌متحده	عدم تأیید	این روش، خاک و پوشش مذکور را برای پوشش یکنواخت طبیعی مناسبنمی‌داند.
سرویس حفاظت منابع طبیعی	تأیید	این روش، خاک و پوشش مذکور رابرای پوششی از جنس مصالح یکنواخت مناسب می‌داند. حداقل قطر پوشش ۸ سانتی‌متر توصیه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

بر طبق شکل‌های(۵) و (۶) و نیز جداول(۴) و (۵) می‌توان نتیجه گرفت که پوشش الف و ب با در نظر گرفتن تمهیداتی قابل‌استفادهمی‌باشند. پوشش الف دامنه وسیع تری از خاک‌ها (از جمله خاک مورد بررسی در این مطالعه) را در بر می‌گیرد و نیز در روش نموداری به بازه مجاز مورد نظر نزدیک‌تر می‌باشد. همچنین قطر پوشش مورد نیاز برای این پوشش به طور کلی از قطر مورد نیاز برای پوشش ب کمتر است. بنابراین می‌تواند از نظر اقتصادی به صرفه‌تر باشد. دلیل این امر را می‌توان به قرار گرفتن پوشش الف در بازه پوشش‌هایدانه‌بندی شده نسبت داد(بر خلاف پوشش ب که در بازه پوشش‌های یکنواخت قرار می‌گیرد). بنابراین استفاده از پوشش الف از اولویت بیشتری نسبت به پوشش ب برخوردار است.

منابع

۱- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ، گروه کار زهکشی و محیطزیست. ۱۳۸۸. پوشش‌های زهکشی

۲- وزارت نیرو شرکت مدیریت منابع آب ایران، راهنمای طراحی و انتخاب مواد و مصالح برای زهکش‌های زیرزمینی، نشریه شماره ۳۶۸

3- Cavelaars, J.C. W.F. Vlotman, and G. Spoor. 1994. Subsurface drainage systems. In: DrainagePrinciples and Applications. H.P. Ritzema (ed.) Publ. 16, 2nd ed. ILRI, Wageningen, The Netherlands,pp. 827-929.

4- Dierickx, W. 1980. Electrolytic analog study of the effet of openings and surrounds of various permeabilities on the performance of field drainage pipes. Rep. 77, Natl. Inst. Agric. Eng., Merelbeke, Belgium, 238p.

5- Dierickx, W., Bhutta, M.N., Shafiq-ur-Rehman and W. Ratiq. 1995. Laboratory evaluation of synthetic drain envelope. Publication 145, IWASRI, Lahore, Pakistan.

6- Dierickx, W., Bhutta, M.N., Shafiq-ur-Rehman and W. Ratiq. 1995. Laboratory evaluation ofsynthetic drain envelope. Publication 145, IWASRI, Lahore, Pakistan.

7- Huinink, J.T.M. 1992. Revision of selection criteria for envelope materials. Landinrichting 32(3), 31-33.

8- Kumbhare, P.S., K.V. Rao, K.V.G.K. Rao, H.S. Chauhan and R.J. Oosterbaan. 1992. Perormance of some synthetic drain filter materials in sandy loam soils. In: Proceedings 5 th International DrainageWorkshop, Volume III, W.F. Vlotman (ed.), February 8-15 , Lahore, Pakistan.

9- Lennoz-Gratin, C. 1992. Envelopes to prevent pipe mineral clogging of subsurface drainage systems: a review of French standards. In: Proc 5th International Drainage Workshop. W.F. Vlotman (ed.). Lahore, Pakistan. Vol. III, 5.18-5.25.

10- Mackenzie, A. J. 1962. Chemical treatment of mineral deposits in drain tile. Journal of Soil and Water Conservation

11- Mckyes, E., R.B. Bonnell and R.S. Broughton. 1992. A study on the application of synthetic fabric instead of gravel drainage envelopes to increase the longevity and effectiveness of drainage systems. Report to CIDA. Center for drainage studies, McGill University, Macdonald Campus, Ste-Anne-de-Bellevue, Quebec, Canada, p 34

12- Merriam-Webster. 1993. Collegiate Dictionary 10th ed. Merriam-Webester Inc., Springfield, MA,USA.

13- Ogink, H.J.M., 1975. Investigations on the Hydraulic Characteristics of Synthetic Fabrics. Delft Hydraulics Laboratory. Publ. 146.p. 834-835

14- PartoAazam, R. 2001. Evaluate of Envelopes Usage in Subsurface Drainage System in Miyanab Land. M.S thesis, Chamran University, Ahvaz, Iran.

15- Ritzema H.P. 1994 Drainage Principles and Applications Publ. 16, 2nd ed. ILRI, Wageningen, The Netherlands,

16- Smedema, Lambert K. Vlotman, William F. Rycroft, David W. 2004. Modern Land drainage : planning, design and management of agricultural drainage systems

17- Stuyt, L.C.P.M., W. Dierickx, and J. Martinez Betran. 2000. Materials for subsurface land drainage systems. FAO Irrigation and Drainage Papers, No. 60, Rome, Italy.

www.SID.ir