چهارمین کارگاه فنی زهکشی
۱۸ آبان ماه ۱۳۸۵

قابلیت کاربرد پوسته برنج[1] به عنوان پوشش در زهکشی زیرزمینی[2]

کامی کابوسی[3]، عبدالمجید لیاقت[4]، حسن رحیمی[5]

چکیده:

با توجه به نقش و اهمیت زهکشی زیرزمینی و توجه ویژه به آن در جهت کنترل سطح ایستابی، تحقیقات گسترده‌ای در تمام نقاط دنیا برای یافتن راه‌حل‌های جدید و اقتصادی تر و همچنین دوست‌دار محیط زیست، خصوصاً در ارتباط با انواع لوله، مواد پوششی اطراف آنها و تکنیک‌های نصب و کارگذاری هر یک در حال اجرا می‌باشد. این تحقیق به منظور بررسی قابلیت بکارگیری پوسته برنج در زهکشی زیرزمینی بعنوان پوشش دور لوله صورت پذیرفته است و به این دلیل کارکرد آن با پوشش شن و ماسه مورد مقایسه قرار گرفت. به منظور شبیه‌سازی شرایط طبیعی اراضی زهکشی شده در آزمایشگاه و آزمایش فیلتراسیون و آبگذری پوسته برنج، از یک مخزن آب و خاک با دیواره جانبی دو جداره که علاوه بر امکان تنظیم سطح ایستابی در ارتفاع مورد نظر، بخشی از یک ترانشه زهکشی را شبیه‌سازی می‌نماید استفاده گردید. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که پوسته برنج حتی در تراکم‌های زیاد نیز دارای هدایت هیدرولیکی بالایی است که این امر می‌تواند متضمن کارکرد هیدرولیکی پوشش پوسته برنج باشد. همچنین در مقایسه با پوشش شن و ماسه، پوشش پوسته برنج کارکرد فیلتری مناسبی داشته است. **بعلاوه، اگرچه دبی زهکش با پوشش پوسته برنج کمتر از زهکش با پوشش شن و ماسه است، لیکن به دلیل مشکلات زیست محیطی و هزینه بالای تهیه و حمل و نقل شن و ماسه بویژه در مناطقی که منابع قرضه از محل پروژه فاصله**

1- Rice husk

۲- برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی

۳- دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی و هیئت علمی‌دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد گرگان

۴- دانشیار گروه آبیاری دانشگاه تهران

۵- استاد گروه آبیاری دانشگاه تهران

آدرس: کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده آب و خاک، گروه آبیاری و آبادانی شماره تماس: ۰۹۱۲۲۱۵۹۷۴۸

زیادی دارند و از طرفی در این مناطق پوسته برنج به مقدار فراوان موجود است، استفاده از پوشش پوسته برنج قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پوشش زهکش، فیلتر زهکش، پوسته برنج، شن و ماسه

مقدمه:

با عنایت به اهمیت پوشش در طرح‌های زهکشی اراضی، توجه به ملاحظات کلی طرح و جنبه‌های زیست محیطی، اقتصادی و فنی پروژه‌های زهکشی و تجارب بین‌المللی از مهمترین موارد در انتخاب نوع پوشش می‌باشد. پوشش‌های شن و ماسه که رایج‌ترین نوع پوشش لوله‌های زهکشی هستند قسمت زیادی از هزینه اجرایی یک طرح را بخود اختصاص می‌دهند. چرا که در بسیاری از مناطق، منابع قرضه صدها کیلومتر از محل پروژه فاصله داشته و مشکلات عدیده‌ای را در تأمین آن بوجود می‌آورد. برای مثال در بسیاری از پروژه‌های طرح توسعه نیشکر خوزستان فاصله حمل مصالح پوششی تا محل مصرف بین ۵۰ تا ۲۲۰ کیلومتر است. واضح است که حمل حدود چند میلیون تن مصالح از فاصله‌ای اینچنین دور آسان و کم هزینه نبوده است (۴). بعلاوه اینکه منابع قرضه شن و ماسه اغلب در مسیر رودخانه‌ها قرار دارد و برداشت شن و ماسه از آنها باعث تغییر رژیم جریان در فصل‌های بارندگی می‌شود که بدنبال آن مشکلات زیست محیطی جبران ناپذیری را ممکن است ببار بیاورد. پوشش‌های مصنوعی نیز که از بازیافت موادی مثل ضایعات پلی پروپیلن صنایع فرش به دست می‌آیند در امریکالی شمالی و اروپا رواج دارند. این نوع پوشش‌ها نیز بدلیل تجزیه بسیار کند و تولید مواد دیگر برای محیط زیست مناسب نیستند. در مقابل، پوشش‌های آلی که مواد طبیعی هستند و برای محیط زیست خطری ندارند، دارای مزایایی چون ارزانی، نصب آسان و عدم نیاز به طراحی خاص می‌باشند. با این حال طول عمر این مواد کاملاً متغیر است و شدیداً به شرایط محیطی و عواملی چون درجه حرارت، شرایط رطوبتی، pH محیط، فعالیت بیولوژیکی باکتری‌ها و حضور اکسیژن در محل بستگی دارد (۵ و ۱۰). در کشورهای اسکاندیناوی خاک اره حاصل از درختان مخروطی[1] اغلب به عنوان ماده پوششی برای لوله‌های زهکشی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳). در نروژ ۵۰٪ از خاک اره معمولاً بعد از ۲۰ سال تجزیه می‌شود. با این وجود به دلیل درجه حرارت پائین در کشورهای اسکاندیناوی برخی از زهکش‌ها بیش از ۳۰ سال طول عمر داشته‌اند. در این کشورها از خاک اره در لایه ای با ضخامت ۷۰-۵۰ میلیمتر بعنوان پوشش استفاده می‌شود (۳). در لیتوانی نتایج یک تحقیق چهار ساله که بین سال‌های ۹۸- ۱۹۹۴ صورت گرفت نشان داد که استفاده از پوشش خاک اره موجب بهبود کارکرد سیستم زهکشی گردید (۹).

پوسته برنج به عنوان یکی از مواد جانبی کارخانه‌های شالیکوبی به مقدار فراوان تولید می‌شود. بر اساس آمار منتشر شده توسط اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی تولید برنج ایران در سال زراعی

1- Coniferous tree

۸۱-۱۳۸۰ بالغ بر ۲،۷۰۰،۰۰۰ تن بوده است که با احتساب ۲۰٪ پوسته برنج میزان تولید این ماده قریب به نیم میلیون تن می‌باشد (۱). در مناطق شالیکاری ایران مقدار زیادی از پوسته تولید شده سوزانده و باعث آلودگی هوا می‌شود. مطالعات زیادی به منظور استفاده از پوسته برنج در غذای طیور، تولید کود کشاورزی، عایق‌بندی و پر کردن مصالح، تولید انرژی و سوخت، جذب آلودگی‌های زیستی (آلودگی‌های گازی و آبی) و غیره صورت گرفته است (۲ و۶ و۷ و۸). با این حال استفاده از پوسته برنج بعنوان پوشش زهکش سابقه علمی نداشته و برای نخستین بار در این تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد. پیش فرض اولیه در استفاده از این ماده بعنوان پوشش زهکش، بالا بودن سیلیس (درصد مواد معدنی) و درصد تخلخل آن بوده است. هدف کلی این تحقیق کاهش آلودگی محیط زیست ناشی از سوزاندن پوسته برنج، کاهش هزینه طرح‌های زهکشی و استفاده از مواد و مصالح بومی موجود در یک منطقه، بخصوص در شرایطی که دیگر منابع پوشش (مثل شن و ماسه) در دسترس نباشند، بوده است. برای رسیدن به این هدف، اهداف علمی‌طرح شامل موارد زیر مورد بررسی قرار گرفت:

۱- بررسی خصوصیات هیدرولیکی پوسته برنج از نظر آبگذری و فیلتراسیون

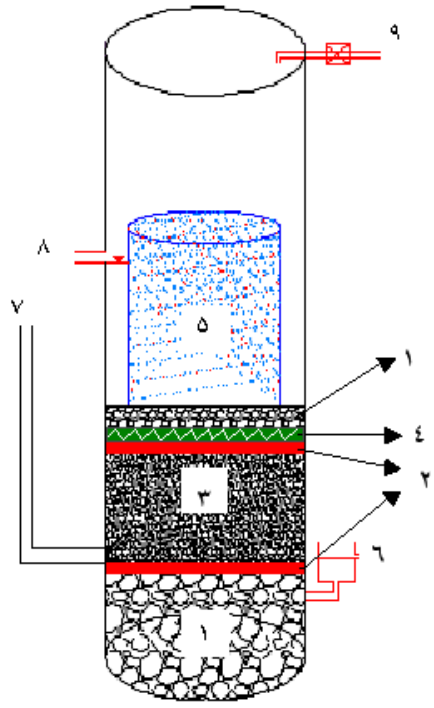
۲- بررسی قابلیت استفاده از پوسته برنج به جای پوشش شن و ماسه

مواد و روش‌ها:

برای تحقق اهداف علمی این تحقیق در ابتدا برخی از خصوصیات فیزیکی حائز اهمیت پوسته برنج شامل منحنی دانه‌بندی، تخلخل، وزن مخصوص ظاهری و حقیقی و درصد جذب آب اندازه‌گیری گردید. پوسته برنج به دلیل شکل خاصش (دوکی شکل بودن) این امکان را دارد که در مدت زمان‌های مختلف الک کردن منحنی دانه‌بندی متفاوتی داشته باشد، به این دلیل منحنی دانه‌بندی پوسته برنج برای مدت‌های زمانی ۵ ، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه الک کردن رسم گردید و مشاهده شد که با افزایش زمان علاوه بر افزایش شانس ذرات برای عبور از الک، بدلیل شکسته شدن ذرات پوسته برنج منحنی دانه‌بندی تغییر می‌کند. به این دلیل و نیز به منظور رعایت استانداردهایی که در تعیین منحنی دانه‌بندی خاک وجود دارد، مدت زمان ده دقیقه برای الک کردن در نظر گرفته شد و منحنی دانه‌بندی با سه تکرار رسم و بر اساس آن ضریب یکنواختی و ضریب انحنا منحنی محاسبه گردید.

هدایت هیدرولیکی پوشش زهکش از عوامل تأثیرگذار بر مقاومت ورودی جریان بوده که بر کارکرد هیدرولیکی پوشش نیز مؤثر است. هدایت هیدرولیکی پوشش‌های آلی و از جمله پوسته برنج بدلیل تراکم آنها، در اثر بار وارده از طرف ستون خاک بالای آنها، متغیر است. به این دلیل با ساخت یک هدایت‌سنج، تغییرات هدایت هیدرولیکی پوسته برنج در اثر اعمال بارهای استاتیکی مختلف مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، هدایت‌سنج از یک استوانه شفاف از جنس پلکسی گلاس به ضخامت ۸ میلیمتر، قطر ۲۰ سانتیمتر و ارتفاع ۱۲۰ سانتیمتر تشکیل شده است که در بدنه آن دو روزنه تعبیه شده است که روزنه بالایی نقش یک سرریز را ایفاء می‌کند و از آن برای ایجاد هد ثابت

استفاده می‌شود و روزنه پایینی بعنوان خروجی هدایت‌سنج می‌باشد که بوسیله لوله به یک مخزن دارای سرریز کنترل‌کننده سطح آب متصل می‌باشد. همچنین برای اندازه‌گیری شیب هیدرولیکی یک عدد پیزومتر در ارتفاع ۱۰ سانتیمتری از پایین هدایت‌سنج در بدنه آن تعبیه گردید. ورودی جریان به هدایت‌سنج در قسمت بالایی قرار دارد که به منظور جلوگیری از تلاطم در سطح، آب بوسیله یک لوله به درون استوانه هدایت شد. برای اجرای آزمایش از کف هدایت‌سنج تا محل نصب پیزومتر شن و ماسه درشت ریخته شد. به منظور جلوگیری از حرکت و خروج پوسته برنج یک توری فلزی نازک بر روی شن و ماسه مستقر گردید و سپس تا سطح مشخصی در داخل هدایت‌سنج پوسته برنج ریخته شد و مجدداً در بالای پوسته برنج یک توری فلزی قرار گرفت. برای اعمال بار از استوانه‌های بتنی به قطر ۱۵ سانتیمتر استفاده گردید و در هر مرحله پس از تعیین هدایت هیدرولیکی بر میزان بار افزوده گردید. همچنین به منظور پخش کردن بار استاتیکی در تمام سطح مقطع و جلوگیری از اثرات حاشیه ای از یک ورقه پلکسی گلاس مشبک به ضخامت ۸ میلیمتر استفاده گردید که این ورقه در بالای توری فلزی قرار داده شد و از آنجا که قرار دادن استوانه بتنی بر روی این ورقه مشبک منجر به بسته شدن سوراخ‌های روی ورقه و جلوگیری از عبور جریان از تمام سطح مقطع پوسته برنج می‌گردید، بر روی این ورقه مقداری قلوه سنگ درشت ریخته شد و سپس در بالای آن استوانه‌های بتنی قرار گرفت.

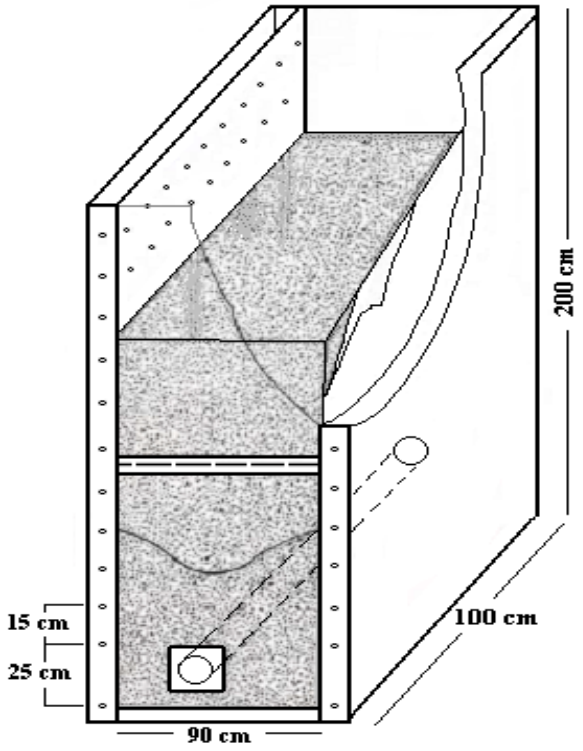


۱- شن و ماسه درشت
۲- توری فلزی نازک
۳- پوسته برنج
۴- صفحه مشبک پلکسی گلاس
۵- استوانه بتنی
۶- مخزن سرریز کننده خروجی
۷- پیزومتر
۸- سرریز تنظیم‌کننده سطح ایستابی
۹- ورودی جریان

شکل ۱- ساختمان هدایت‌سنج و اجزاء آن

برای بررسی خصوصیات آبگذری و فیلتراسیون پوسته برنج بعنوان پوشش دور لوله زهکش و مقایسه آن با پوشش رایج شن و ماسه در آزمایشگاه، از یک مخزن آب و خاک با دیواره جانبی دو جداره که

علاوه بر امکان تنظیم سطح ایستابی در ارتفاع مورد نظر، بخشی از یک ترانشه زهکشی را شبیه‌سازی می‌نماید، استفاده گردید (شکل۲). سطح ایستابی در دیواره‌های جانبی دو جداره از طریق سرریزهایی که به فاصله ۱۵ سانتیمتر از یکدیگر نصب شده بودند کنترل شده و آب از طریق روزنه‌هایی که در فواصل ۱۰ ×۱۰ سانتیمتر و قطر ۴ میلیمتر در دیواره‌های جانبی مخزن تعبیه شده اند، از دو طرف به داخل خاک جریان می‌یابد که شرایطی شبیه به جریان آب در داخل زمین به طرف لوله‌های زهکش را بازسازی می‌نماید. برای امکان برقراری جریان شعاعی، محور لوله زهکش در فاصله ۲۵ سانتیمتر از کف مخزن قرار داده شد. ورود آب به داخل بخش دو جداره از طریق شیرهای موجود در پایین‌ترین قسمت آن امکانپذیر می‌باشد و با ورود آب از این نقطه و افزایش تدریجی عمق آن عملاً امکان اشباع هر چه بهتر خاک و خروج حبابهای محبوس هوا فراهم می‌گردد. آب خروجی از زهکشها نیز توسط یک لوله جمع آوری و به مخازن رسوبگیری که در پشت مخزن آب و خاک قرار داشت، منتقل گردید تا پس از بر جای گذاشتن رسوبات از مخزن خارج شود.



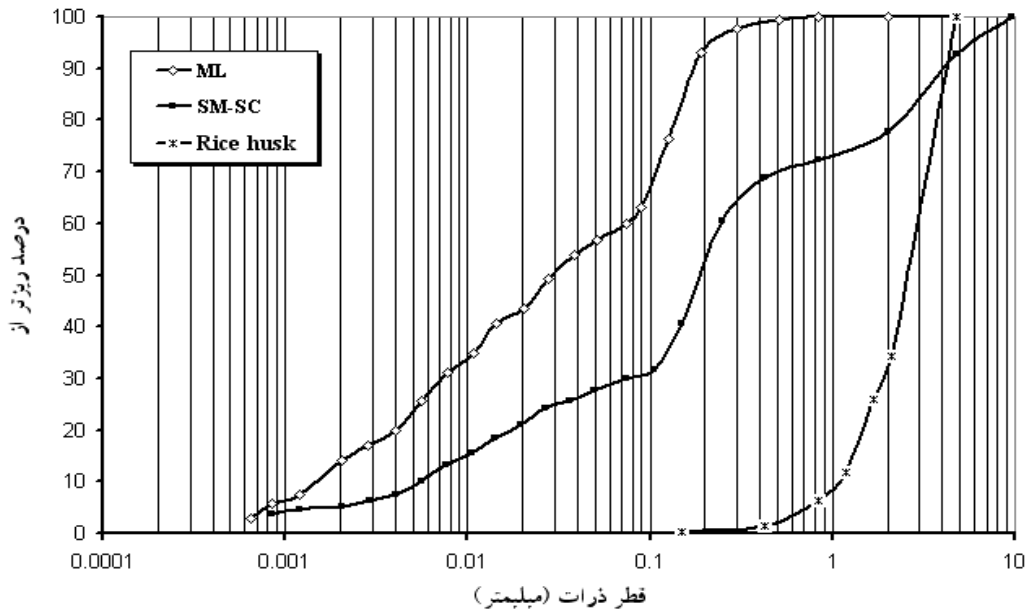
شکل ۲- جزئیات ساختمان مدل فیزیکی (مخزن خاک و آب)

آزمایش‌ها در دو نوع خاک (سبک و سنگین) که بر اساس استانداردهای موجود الزاماً به پوشش نیاز داشتند و در دو سطح ایستابی ۴۵ و ۹۰ سانتیمتر از مرکز لوله زهکش صورت گرفت. خاک سنگین دارای بافت لوم (شامل ۱۴٪ رس، ۴۳٪ سیلت و ۴۳٪ ماسه) و خاک سبک دارای بافت لوم ماسه‌ای (شامل

۶٪ رس، ۲۳٪ سیلت و ۷۱٪ ماسه) بود که در داخل این مخزن به ارتفاع ۱۵۰ سانتیمتر ریخته شد. میزان دبی جریان زهکشی شده و درجه حرارت آب خروجی در زمان اندازه‌گیری دبی، روزانه اندازه‌گیری گردید و این عمل تا زمانیکه دبی خروجی در چند روز متوالی تقریباً ثابت بماند، ادامه یافت. میزان رسوبات خروجی از زهکش و رسوبات بر جای مانده در داخل لوله زهکش نیز در پایان هر آزمایش تعیین گردید. لوله زهکش مورد استفاده در این تحقیق لوله PVC خرطومی‌به قطر۱۰ سانتیمتر بود که به ضخامت ۱۰ سانتیمتر در اطراف آن پوشش مورد نظر ریخته شد.

نتایج:

در اجرای آزمایش‌های زهکشی، انتخاب نوع خاک از اهمیت ویژه ای برخوردار است و بطور مستقیم بر نتایج حاصله اثر می‌گذارد. بر این اساس با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش‌های دانه‌بندی و حدود اتربرگ، خاک‌ها در سیستم یونیفاید طبقه‌بندی گردیدند و در نهایت خاک ML با بافت سنگین (سیلت با پلاستیسیته پایین همراه با ماسه ریز) و خاک SM-SC با بافت سبک (ماسه رسی سیلتی، ماسه سیلتی) که بر اساس توصیه SCS نیازمند پوشش بودند، مورد استفاده قرار گرفتند. منحنی دانه‌بندی خاک‌ها و پوسته برنج در شکل ۳ نشان داده شده است.



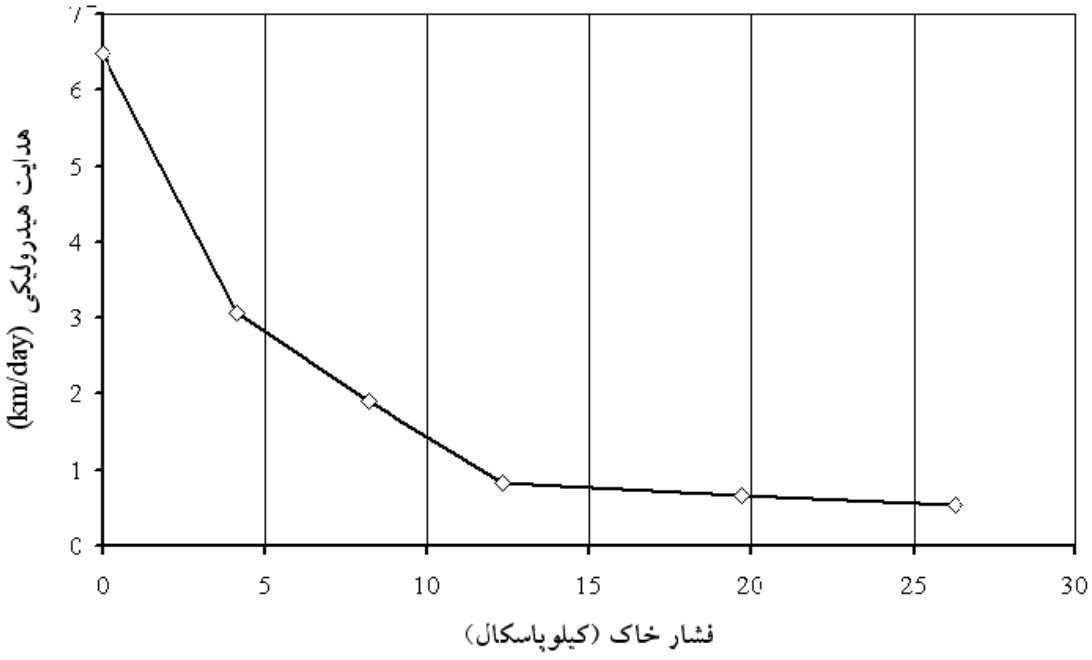
شکل ۳- منحنی دانه بندی خاک‌ها و پوسته برنج

همچنین خصوصیات فیزیکی پوسته برنج در جدول ۱ آورده شده است و همانطور که مشاهده می‌گردد درصد تخلخل پوسته برنج بسیار بالا و در حدود ۷۹٪ است. علت بالا بودن تخلخل پوسته برنج علاوه بر نحوه آرایش آن به دلیل دوکی شکل بودن پوسته برنج نیز می‌باشد.

ارائه نتایج تغییرات هدایت هیدرولیکی پوسته برنج تحت بارهای استاتیکی مختلف در شکل ۴ آورده شده است. دامنه تغییرات هدایت هیدرولیکی پوسته برنج تحت فشار ۲۶-۰ کیلو پاسکال بین ۵۰۰-۶۵۰۰ متر بر روز می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش فشار (یا افزایش تراکم)، هدایت هیدرولیکی کاهش می‌یابد اما در تراکم‌های بالا تقریباً ثابت می‌گردد. هدایت هیدرولیکی پوسته برنج حتی در تراکم‌های بالا نیز زیاد است که این امر کارکرد هیدرولیکی پوشش پوسته برنج را تضمین می‌نماید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی پوسته برنج

Cc	Cu	تخلخل (٪)	درصد جذب آب	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمترمکعب)	وزن مخصوص حقیقی (گرم بر سانتیمترمکعب)
۱/۱۶	۲/۸	۷۹	۴۱۰	۰/۰۸۱	۰/۳۶



شکل ۴- تغییرات هدایت هیدرولیکی پوسته برنج در فشارهای مختلف ستون خاک

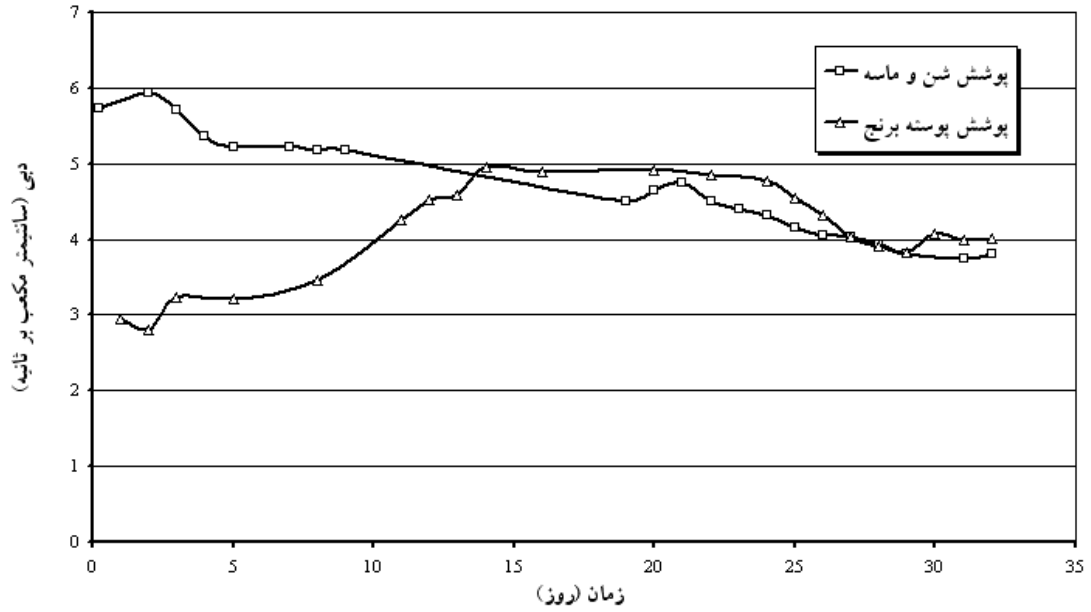
دبی خروجی از زهکش با پوشش شن و ماسه و زهکش با پوشش پوسته برنج برای خاک ML در دو سطح ایستابی ۴۵ و ۹۰ سانتیمتر به ترتیب در شکل‌های ۵ و ۶ آورده شده است. همانطور که در شکل ۵ دیده می‌شود، در سطح ایستابی ۴۵ سانتیمتر بین دبی نهائی خروجی (متوسط دبی در سه روز آخر) از زهکش با پوشش شن و ماسه و دبی نهائی خروجی از زهکش با پوشش پوسته برنج اختلاف زیادی

مشاهده نگردید و حتی دبی نهائی زهکش با پوشش پوسته برنج کمی بیشتر از زهکش با پوشش شن و ماسه بود. یکی از دلایل این امر بالاتر بودن دمای آب در زمان آزمایش پوشش پوسته برنج (متوسط دما در طول آزمایش ^{o}C ۲۴) در مقایسه با زمان آزمایش پوشش شن و ماسه (متوسط دما در طول آزمایش ^{o}C ۸) می‌باشد. همچنین با توجه به شکل ۶ برای سطح ایستابی ۹۰ سانتیمتر در خاک ML دبی خروجی نهائی از زهکش با پوشش شن و ماسه ۱/۴۵ برابر دبی خروجی نهائی از زهکش با پوشش پوسته برنج اندازه‌گیری گردید.

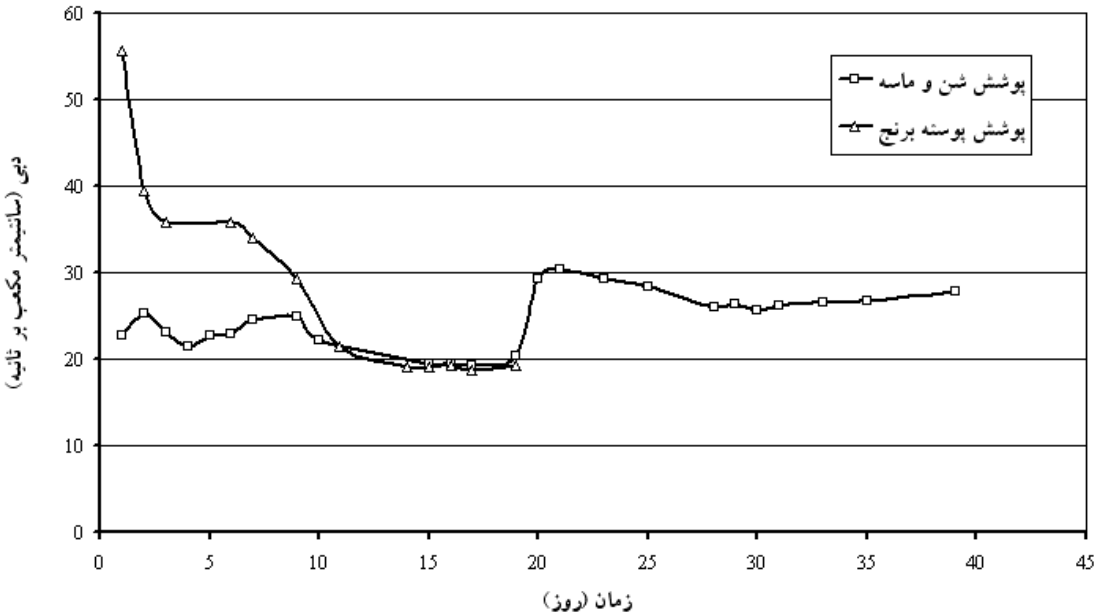
دبی خروجی از زهکش با پوشش شن و ماسه و زهکش با پوشش پوسته برنج برای خاک SM-SC در دو سطح ایستابی ۴۵ و ۹۰ سانتیمتر به ترتیب در شکلهای ۷ و ۸ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۷، برای سطح ایستابی ۴۵ سانتیمتر دبی نهائی خروجی از زهکش با پوشش شن و ماسه دو برابر دبی نهائی زهکش با پوشش پوسته برنج می‌باشد. همچنین، همانطور که در شکل ۸ دیده می‌شود، دبی خروجی از زهکش با پوشش شن و ماسه بسیار زیاد است که این امر بدلیل نشست خاک در داخل مخزن و ایجاد درز و شکاف در خاک در عمق نصب زهکش بود. به این خاطر از مقایسه آن با دبی خروجی از زهکش با پوشش پوسته برنج خودداری گردید. علت ایجاد درز و شکاف، فشار هیدرواستاتیکی است که از دو سمت جانبی و از بالا به خاک وارد شد که این امر به همراه متراکم نبودن خاک موجب نشست آن و ایجاد درز و شکاف گردید.

روند افزایشی دبی خروجی از زهکش در چند روز نخست، در سطح ایستابی ۴۵ سانتیمتر به دلیل افزایش تراز سطح ایستابی از صفر به ۴۵ سانتیمتر می‌باشد، اما در سطح ایستابی ۹۰ سانتیمتر قرائت دبی از زمان تثبیت سطح ایستابی در تراز ۹۰ سانتیمتر صورت گرفت.

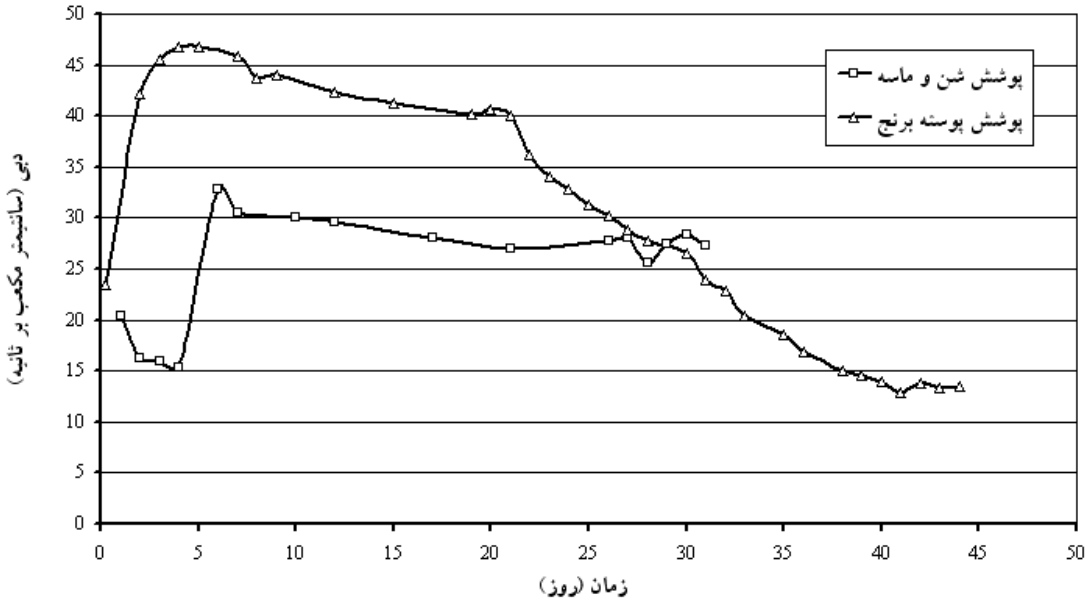
در تمام موارد دبی خروجی از زهکش‌ها سیر نزولی از خود نشان داد و در نهایت تقریباً در یک دامنه کوچک نوسان می‌کرد. علت کاهش دبی خروجی آن است که پس از پر کردن مخازن با خاک و برقرار شدن جریان، ذرات خاک در اطراف لوله و پوشش آرایش جدیدی یافته و ذرات ریزتر در داخل فضاهای خالی موجود بین ذرات پوشش قرار می‌گیرند که این امر موجب کاهش دبی می‌شود.



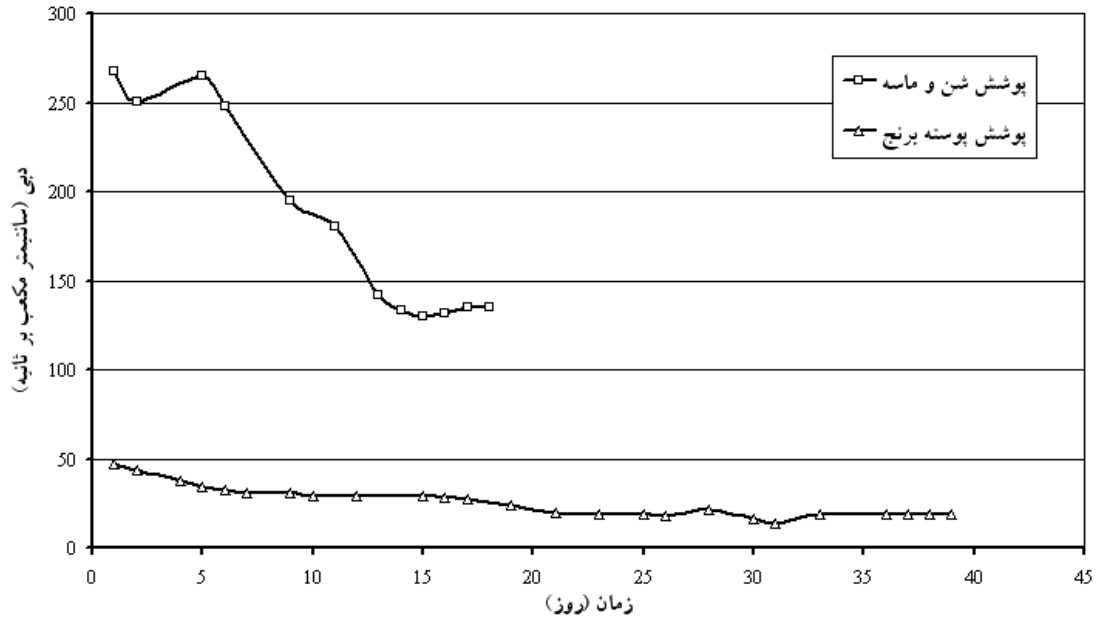
شکل ۵- دبی زهکش در سطح ایستابی ۴۵ سانتیمتر برای خاک ML



شکل ۶- دبی زهکش در سطح ایستابی ۹۰ سانتیمتر برای خاک ML



شکل ۷- دبی زهکش در سطح ایستابی ۴۵ سانتیمتر برای خاک SM-SC



شکل ۸- دبی زهکش در سطح ایستابی ۹۰ سانتیمتر برای خاک SM-SC

میزان رسوبات خروجی از زهکش و رسوبات بر جای مانده در داخل لوله زهکش برای تیمار زهکش با پوشش شن و ماسه در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به اینکه در هر دو خاک و برای هر دو سطح

ایستابی در تیمار زهکش با پوشش پوسته برنج هیچگونه رسوبی در داخل مخزن رسوبگیر و لوله زهکش مشاهده نگردید، مقادیر رسوب ارائه شده در جدول ۲ فقط مربوط به تیمار زهکش با پوشش شن و ماسه می‌باشد. عدم وجود رسوب در تیمار زهکش با پوشش پوسته برنج نشان از کارکرد فیلتری بسیار مناسب پوشش پوسته برنج دارد.

جدول ۲- میزان رسوبات خروجی از زهکش و بر جای مانده در داخل آن در تیمار پوشش شن و ماسه (گرم)

نوع خاک	سطح ایستابی ۴۵ سانتیمتر		سطح ایستابی ۹۰ سانتیمتر	
	داخل لوله زهکش	داخل مخزن رسوبگیر	داخل لوله زهکش	داخل مخزن رسوبگیر
SM-SC	اندک	صفر	۱۰	۵۹
ML	اندک	۱۵	۶۷	۲۵۱

بحث:

در جمع‌بندی نتایج می‌توان اظهار داشت که استفاده از پوشش پوسته برنج در مقایسه با پوشش شن و ماسه موجب کاهش دبی خروجی از زهکش می‌گردد، با این حال این امر به گونه ای نیست که نتوان از این ماده بعنوان پوشش زهکش استفاده نمود. علت کاهش دبی خروجی از زهکش با پوشش پوسته برنج، بافت ریز آن و دوکی شکل بودن پوسته برنج می‌باشد که باعث می‌شود ذرات خاک در فضای درون پوشش به دام افتاده و میزان مقاومت ورودی جریان افزایش یابد. این امر همچنین باعث می‌شود که هیچگونه رسوبی به داخل لوله زهکش وارد نگردد. بدین ترتیب اگرچه خطر رسوبگذاری در داخل لوله زهکش کاهش می‌یابد، اما با گذر زمان جمع شدن رسوبات در داخل پوشش موجب کاهش آبگذری پوشش می‌گردد که میزان دبی خروجی نهائی زهکش مؤید این امر می‌باشد. به نظر می‌رسد که با ترکیب پوسته برنج و شن و ماسه درشت می‌توان علاوه بر ایجاد شرایط هیدرولیکی مناسب و آبدهی بالا خطر انسداد معدنی پوشش را مرتفع نموده و هزینه تأمین پوشش شن و ماسه را به مقدار زیادی کاهش داد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در یک تحقیق دیگر، کارکرد پوشش با نسبت‌های مختلف اختلاط پوسته برنج و شن و ماسه مورد بررسی قرار گیرد. در نهایت می‌توان اظهار داشت که استفاده از پوسته برنج بعنوان پوشش بخصوص در مناطقی که امکان تأمین انواع دیگر پوشش وجود ندارد و این ماده در دسترس است قابل توصیه می‌باشد.

از آنجا که یکی از اهداف این تحقیق کاهش هزینه سیستم‌های زهکشی و استفاده از پتانسیل‌های بومی‌موجود در هر منطقه می‌باشد، در اینجا این سؤال مطرح می‌شود که با توجه به میزان پوسته برنج تولیدی در کشور چه مقدار از خطوط لوله زهکش را می‌توان بوسیله این ماده پوشش داد؟

همانطور که اشاره شد سالانه حدود نیم میلیون تن پوسته برنج در کشور تولید می‌شود که با توجه به جدول ۱ اگر وزن مخصوص ظاهری آن $100\ kg/m^3$ در نظر گرفته شود، سالانه ۵۰۰۰ متر مکعب پوسته

برنج در کشور تولید می‌شود. بنابراین اگر از پوشش پوسته برنج به ضخامت ۱۵ سانتیمتر در اطراف لوله زهکش به قطر ۱۰ سانتیمتر استفاده شود می‌توان سالانه بیش از ۳۵ کیلومتر از خطوط زهکشی را به وسیله این ماده پوشش داد.

در پایان یادآور می‌گردد که برای جمع‌بندی نهایی و توصیه استفاده از پوشش پوسته برنج لازم است که آزمایش‌های صحرایی حداقل به مدت ۵ سال در شرایط واقعی نیز صورت گیرد.

مراجع:

۱- آمارنامه کشاورزی، سایت وزارت جهاد کشاورزی ایران، http://www.agri-jahad.org

۲- اسدی، فاطمه، ن. میرغفاری و ح. شریعتمداری. ۱۳۸۲. حذف فلزات سنگین از محلول‌های آزمایشگاهی و فاضلاب‌های صنعتی بوسیله پوسته شلتوک برنج و خاک، هشتمین کنگره علوم خاک ایران، رشت

۳- گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳۸۳. مواد و مصالح سامانه‌های زهکشی زیرزمینی، شماره انتشار ۸۱

۴- گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳۸۱. نگرشی بر مسائل و مشکلات مطالعات و اجرای زهکشی زیرزمینی در ایران، شماره انتشار ۵۹

5- Knops, J.A.C. & W. Dierickx, 1979. Drainage material, proceedings of the international drainage workshop, ILRI, Wageningen, The Netherlands, 16-20 may, 1978

6- Lopez, E. Ramirez, 2003. Characterization of five agricultural by-products as potential biofilter carriers, Bioresource Technology 88, pp: 259-263

7- Munaf, E. & R. Zein, 1997. The use of rice husk for removal of toxic metals from wastewater, Environmental Technology, Vol. 18, No. 3, pp: 359-362

8- Munaf, E., R. Zein, R Kurniadi & I. Kurniadi, 1997. The use of rice husk for removal of phenol from wastewater as studied using 4-aminoantipyrine spectrophotometer method, Environmental Technology, Vol. 18, No. 3, pp: 365-358

9- Rimidis, A. & W. Dierickx, 2003. Evaluation of subsurface drainage performance in Lithuania, Agriculture Water Management 59, pp: 15-31

10- 10- Vlotman, W.F., L.S. Willardson & W. Dierickx, 2000. Envelope design for subsurface drains, ILIR, Wageningen, The Netherlands

The feasibility of rice husk application as envelope materials in subsurface drainage systems

Abstract:
Regarding to the role and importance of subsurface drainage in water table control, many studies have been made in the world to find out new techniques and more economic solutions, especially related to different pipe, envelope material and their installation. This research was conducted to investigate the use of rice husk in drainage as drain envelope material. In addition, it was compared with standard sand and gravel envelope. Therefore, some of physical and hydraulic properties of rice husk such as bulk density, void ratio, gradation curve and hydraulic conductivity were measured. Also, a 2-side walls physical model that simulates a part of drain trench enabling water table control was used to simulate land drainage in laboratory and to test filtration and water conductivity of rice husk envelope. This experiment was carried out in two soils, which definitely require envelope material based on standard methods.
The results of this study showed that hydraulic conductivity of the rice husk, even under high loads, is high enough to guarantee the hydraulic function of rice husk envelope. Also, the rice husk envelopes have appropriate filter function in comparison with mineral envelope. However discharge rate of drain with rice husk envelop was lower than drain with gravel envelope, but because of higher cost of mineral envelope, the use of rice husk envelope is reasonable.

Keyword: drain envelope, drain filter, rice husk, gravel