



کارایی باگاس نیشکر در کنترل گرفتگی پوشش‌های مصنوعی زهکشی در خاک‌های آهکی منطقه رامهرمز در مدل فیزیکی

عاطفه رئیسی نافچی^۱، عبدالرحیم هوشمند^{۲*} و عبدعلی ناصری^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز.

۲- نویسنده مسئول، دانشیار گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز. hooshmand_a@scu.ac.ir

۳- استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز.

پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۲۰

بازنگری: ۱۳۹۶/۶/۱۵

دریافت: ۱۳۹۵/۷/۲۲

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی عملکرد باگاس نیشکر در کنترل گرفتگی پوشش‌های مصنوعی زهکش‌های زیرزمینی در خاک‌های آهکی، در آزمایشگاه مدل‌های فیزیکی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز، از بهمن ۹۴ تا شهریور ۹۵ انجام شد. در این آزمایش از مدل فیزیکی یک‌به‌یک به طول ۱۰۰، عرض ۴۰ و ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متر که ترانشه زهکشی را شبیه‌سازی می‌کرد استفاده شد. در حالت اول آزمایش، باگاس نیشکر با خاک با نسبت حجمی ۳۰ به ۷۰ ترکیب گردید و دور پوشش زهکشی کارگذاری شد و به مدت ۲۰۰۰ ساعت جریان به صورت پیوسته برقرار شد. در حالت دیگر، آزمایش یادشده بدون حضور باگاس دور پوشش تکرار شد. دبی خروجی و تغییرات سطح ایستابی هر ده روز یک‌بار ثبت گردید. همچنین شاخص‌های رسوب‌گذاری کربنات کلسیم، شامل شاخص لائزیرلر، رایزنر و استیف-دیویس برای آب‌و خاک استفاده شده، مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد دبی خروجی در مدت زمان آزمایش، در حالتی که باگاس نیشکر دور پوشش لوله زهکش قرار داده شد، از ۱/۱ لیتر بر دقیقه در روز اول اندازه‌گیری به ۰/۷۸ لیتر بر دقیقه در روز هفتم اندازه‌گیری، یعنی حدود ۲۹ درصد کاهش یافت. در حالی که دبی خروجی در حالتی که باگاس دور پوشش زهکش وجود نداشت، از یک لیتر بر دقیقه در روز اول اندازه‌گیری به ۰/۴۸ لیتر بر دقیقه در روز هفتم اندازه‌گیری، یعنی حدود ۵۲ درصد کاهش یافت. در واقع باگاس نیشکر توانست ۲۳ درصد از کاهش دبی را کنترل کند. همچنین با وجود اینکه آب و خاک مورد استفاده، بر اساس شاخص‌های رسوب‌گذاری، دارای پتانسیل بالایی برای رسوب‌گذاری بودند، گرفتگی در مدت آزمایش اتفاق نیفتاد.

کلید واژه‌ها: لائزیرلر، رایزنر، استیف-دیویس، رسوب‌گذاری.

مقدمه

شن و ماسه از نوع استاندارد و شن و ماسه منطقه مقایسه نمودند. پس از بررسی و تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده در ارزیابی‌های مختلف، برترین گزینه فنی و اقتصادی در خصوص نحوه اجرای سیستم زهکشی زیرزمینی، بهترین پوشش برای فیلتراسیون زهکش‌های زیرزمینی و گزینه‌ای که بهترین عملکرد در کنترل سطح ایستابی و کنترل شوری داشت، تعیین گردید.

پدیده گرفتگی را می‌توان در سه دسته کلی گرفتگی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی طبقه‌بندی نمود. گرفتگی‌ها عموماً طی زمان و به تدریج اتفاق می‌افتد. ترکیب گرفتگی‌ها می‌تواند موجب تشدید روند گرفتگی شود. گرفتگی فیزیکی، در اثر حرکت ذرات خاک به طرف پوشش‌ها و توقف درون آن‌ها اتفاق می‌افتد. در گرفتگی شیمیایی، شناخت نوع رسوب غالب به عنوان اولین گام در شناخت این مشکل است. در گرفتگی شیمیایی، کیفیت شیمیایی و تغییر شرایط آب یا زه آب، باعث تشکیل رسوب مواد

اهداف زیادی برای استفاده از پوشش‌های زهکشی وجود دارد که محافظت در برابر رسوب‌گذاری و بهبود عملکرد هیدرولیکی در اطراف لوله‌های زهکشی، از جمله این اهداف است. پوشش‌های زهکشی به صورت معدنی، آلی و مصنوعی به کار برده می‌شوند که امروزه کارآمدترین نوع پوشش‌ها، مربوط به پوشش‌های حجیم معدنی است. این نوع پوشش‌ها کاملاً مورد اطمینان هستند زیرا به دلیل حجم زیاد می‌توانند مقدار زیادی از مواد خاکی را در خود نگه دارند و مشکلات ناشی از گرفتگی را تا حد زیادی کاهش بدهند اما هزینه بسیار زیاد، مشکلات تهیه، انتقال و کارگذاری و همچنین آثار زیست‌محیطی، کاربرد این نوع پوشش‌ها را محدود می‌کند (Ritzema et al., 2006).

Arvahi و Naseri (2006) در تحقیق خود عملکرد دو فیلتر مصنوعی از نوع pp450 و pp700 را با عملکرد دو فیلتر

مخصوص ظاهری و به دلیل حالت اسفنجی باعث افزایش تخلخل و سرعت نفوذپذیری خاک می‌شوند. باگاس از نظر فیزیکی شبیه کاه و کلش گندم است ولی خشبی تر و ضخیم‌تر و دارای نسبت کربن (C/N) حدود ۱۵۰ می‌باشد (Sayed and Kazemi, 1998).

Moghim et al. (2017) با مطالعه روی مدل زهکشی واقع در آزمایشگاه مدل‌های فیزیکی دانشکده‌ی علوم آب دانشگاه شهید چمران نشان دادند، وجود باگاس نیشکر به‌عنوان ماده کربنی در خاک، میزان نیترا را حدود ۵۰ درصد کاهش داد. همچنین مشخص شد گرفتگی این فیلتر در این مدت نسبتاً کم بوده و فیلترکربنی عملکرد مناسبی داشته است. از دیگر نتایج مدل فیزیکی، سرعت بالای خروج آب در ابتدا و کاهش سرعت خروج آب با گذشت زمان بوده است.

Hashemi et al. (2011) از ذرات چوب درخت توسکا، سبوس برنج و برگ درخت خرما برای تأمین منبع کربن (انرژی) میکروبی‌های عامل دینتریفیکاسیون برای حذف نیترا آب زهکشی استفاده نمودند. آن‌ها اعلام نمودند کاربرد تمامی این مواد برای رسیدن به هدف موردنظر مطلوب است، اما برگ درخت خرما، سبوس برنج و ذرات چوب به ترتیب بیشترین کارایی را در حذف نیترا دارند.

کلیه مواد گیاهی می‌توانند به‌عنوان ماده آلی اطراف زهکش قرار بگیرند و باعث تسهیل جریان شوند. لذا این مواد باید مورد آزمایش قرار گیرند تا بهترین آن‌ها برای این منظور انتخاب گردد. همچنین این مواد می‌توانند با توجه به شرایطی از قبیل فراوانی و ارزان بودن نیز مورد مطالعه قرار گیرند. تقاله نیشکر یا باگاس ۳۴ درصد وزن ساقه نیشکر را تشکیل می‌دهد و در صنایع مختلفی همچون کاغذسازی کاربرد دارد. در مجتمع‌های تولید نیشکر سالانه یک میلیون و ۲۰۰ هزار تن باگاس مازاد تولید می‌شود که به علت نبود صنایع تبدیلی سوزانده می‌شوند. این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر باگاس نیشکر اطراف پوشش زهکشی، در کنترل گرفتگی پوشش در خاک‌های حاوی کربنات کلسیم انجام شده است.

مواد و روش‌ها

هدف اصلی در این تحقیق بررسی توانایی باگاس نیشکر در کنترل گرفتگی پوشش‌های مصنوعی زهکشی در خاک‌های آهکی می‌باشد. از این‌رو مدل فیزیکی از ترانشه زهکش به ابعاد ۴۰×۱۰۰×۱۵۰ سانتی‌متر واقع در آزمایشگاه مدل‌های فیزیکی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز، از بهمن ۹۴ تا شهریور ۹۵ استفاده شد. در این مدل باگاس نیشکر با ترکیب خاک به نسبت ۳۰ به ۷۰ و به همراه پوشش زهکشی در کنار لوله زهکش قرار گرفت.

آماده‌سازی مدل فیزیکی

کم محلول در زهکش یا پوشش می‌شود. گرفتگی بیوشیمیایی نتیجه اثر فعالیت باکتری‌ها و ترکیبات شیمیایی آب است که موجب به وجود آمدن رسوب درون پوشش‌ها می‌گردد (Ghobadina and Rahimi, 2013).

در شرایطی که چندین نوع نمک در خاک وجود دارد نمک‌هایی که حلالیت بالاتری دارند در آب حل شده و از خاک خارج می‌شوند ولی نمک‌های با حلالیت کم، در خاک رسوب کرده و موجب ایجاد لایه‌های سخت در خاک و یا گرفتگی در پوشش می‌شوند. از میان نمک‌های موجود در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، سه ترکیب کربنات کلسیم (با حلالیت ۰/۱۳ گرم بر لیتر)، سولفات کلسیم (با حلالیت ۱/۹ گرم بر لیتر) و کربنات منیزیم (با حلالیت ۲/۵ گرم بر لیتر)، نمک‌هایی هستند که معمولاً در این مناطق به‌وفور یافت شده و دارای حلالیت پایینی هستند. از بین موارد فوق، تجمع کربنات منیزیم در خاک‌ها بسیار کم است، در حالی که دو نمک کربنات کلسیم و سولفات کلسیم به مقدار زیادتری یافت شده و می‌توانند بر اثر رسوب متوالی موجب گرفتگی شوند. مقدار کربنات کلسیم در خاک‌های مناطق خشک ممکن است تا ۸۰ درصد وزنی خاک برسد. این ماده در صورت فراهم بودن شرایط، سریع رسوب می‌کند و لایه‌ای سخت را تشکیل می‌دهد و موجب مسدود شدن سیستم می‌شود (FAO, 1973).

رسوب کربنات کلسیم در خاک‌ها تحت تأثیر عواملی نظیر تغییرات سرعت حرکت آب در خاک، تولید دی‌اکسید کربن توسط ریشه گیاهان و میکروبی‌ها، تغییرات فشار جزئی دی‌اکسید کربن در اتمسفر و غلظت کاتیون کلسیم در محلول خاک صورت می‌گیرد (Bresler et al., 2012).

کربنات کلسیم نمکی معکوس است، به این معنی که قابلیت انحلال این ماده با افزایش دما، کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش اسیدیته، حلالیت آن کاهش می‌یابد (Lindsay, 1979).

وجود کربنات کلسیم در تعدادی از زهکش‌ها در نقاط مختلف دنیا گزارش شده است. در بلژیک، کربنات کلسیم موجب سیمانی شدن سنگریزه‌های اطراف لوله زهکشی در یک سیستم زهکشی جاده شده و آن را به‌صورت توده‌ای فشرده و غیرقابل نفوذ درآورده است (Vlotman et al., 2000).

با توجه به تحقیق‌های انجام‌شده کربنات کلسیم رسوبی است که پتانسیل کاهش ظرفیت زهکش‌ها را دارد و این کاهش ظرفیت معادل گرفتگی فیزیکی خواهد بود (Ghobadina et al., 2011).

مطابق بررسی‌های انجام‌شده روی کیفیت زه آب‌های زهکش‌های مختلف کشاورزی در استان خوزستان، خطر رسوب‌گذاری کربنات کلسیم در تمام این زهکش‌ها وجود دارد و می‌تواند در صورت عدم توجه، مشکلی جدی برای زهکش‌ها به وجود آورد (Ghobadina et al., 2011).

مواد آلی به دلیل ماهیت خود، نقش مهمی در خواص فیزیکی خاک دارند. این مواد با جرم حجمی کم، باعث کاهش میزان جرم

داخلی تعبیه گردیده بودند از هر دو طرف به درون ستون خاک جریان می‌یافت تا شرایط مشابه جریان طبیعی داخل خاک به طرف لوله‌های زهکش را فراهم سازد. در این مطالعه از لوله زهکشی با طولی برابر ۴۰ سانتی‌متر و قطری برابر با ۱۲۵ میلی‌متر استفاده گردید. محل قرارگیری لوله زهکش در فاصله ۳۵ سانتی‌متری از کف مدل قرار داشت. مشخصات و شمای فیزیکی مدل در شکل (۱) نشان داده شده است. همچنین برای بررسی تغییرات بار هیدرولیکی اطراف زهکش از شش پیزومتر که در فاصله‌ی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متری لوله زهکش قرار گرفته بود، استفاده شد. موقعیت قرارگیری پیزومترها در شکل (۲) نشان داده شده است.

به‌منظور شبیه‌سازی ترانشه زهکش، از مدل فیزیکی- آزمایشگاهی زهکشی با دیواره‌های دوجداره از جنس شیشه به ضخامت ۱۰ میلی‌متر و پلاکسی گلاس (Plexiglass) به ضخامت شش میلی‌متر استفاده گردید. مدل مذکور به‌گونه‌ای طراحی گردید که بتواند شرایط مرزی را تا حد امکان برای لوله زهکش فراهم نماید. مدل مورد استفاده دارای ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متر، طول ۱۰۰ سانتی‌متر و عرض ۴۰ سانتی‌متر بود و دیواره‌های جانبی آن به‌صورت دوجداره بود. سطح ایستابی در این دیواره‌های جانبی کنترل می‌گردید و آب از طریق روزنه‌هایی که در فواصل ۱۰×۱۰ سانتی‌متر و قطر شش میلی‌متر در تمامی دیواره

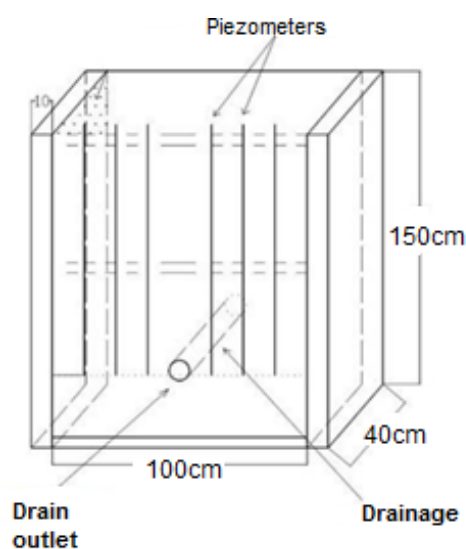


Fig. 1- Physical model details.

شکل ۱- جزئیات مدل فیزیکی

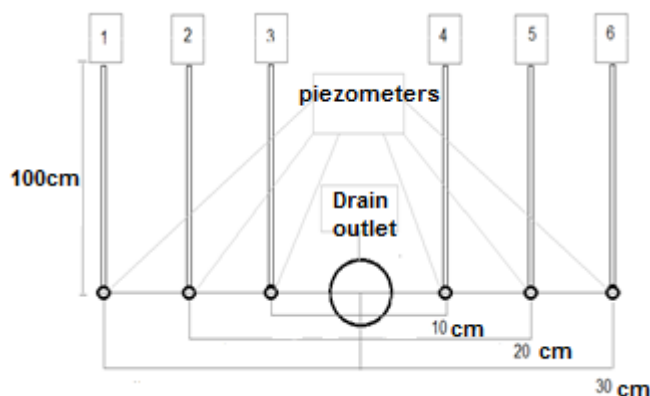


Fig. 2- Position of piezometers installed on the drain model

شکل ۲- موقعیت پیزومترها نصب شده روی مدل زهکش

گرفتگی پوشش مصنوعی، در حضور باگاس و عدم حضور باگاس با یکدیگر مقایسه گردید.

اندازه‌گیری‌ها

برای بررسی پتانسیل رسوب‌گذاری آب و خاک مورد استفاده از شاخص‌های رسوب‌گذاری، شامل شاخص لانژلیئر (Langelier) 1946، شاخص رایزنر 1944 (Ryznar) و شاخص استیف-دیویس 1952 (Stiff and Davis) استفاده شد. روابط (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب نمایانگر رابطه لانژلیئر، رایزنر و استیف-دیویس می‌باشند. همچنین برای بررسی مقاومت هیدرولیکی پوشش لوله زهکشی در طول آزمایش دبی خروجی و ارتفاع آب درون پیژومترها، در ابتدا هر سه روز یک بار انجام گرفت بعد از آن هر پنج روز و پس از آن هر ده روز یک بار. برای نشان دادن منحنی‌ها از داده‌های هر ده روز یک بار استفاده شد. در هر بار نمونه‌گیری، زمان پر شدن یک ظرف با حجم مشخص برای تعیین دبی خروجی اندازه‌گیری می‌شد. برای اندازه‌گیری سطح ایستابی، قرائت سطح آب در لوله‌های شفاف که به پیژومترها متصل بود و روی مدل قرار داشت انجام گرفت. برای اندازه‌گیری‌های کیفی زهاب خروجی از بطری‌های کوچک استفاده گردید که پس از هر آزمایش در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفته و خصوصیات آن‌ها ثبت می‌گردید. برای تحلیل داده‌های اندازه‌گیری شده در مدت آزمایش از آزمون T-test زوجی استفاده شد. داده‌ها به صورت خروجی‌های مدل در دو حالت حضور و عدم حضور باگاس دور پوشش زهکش تعریف شد.

$$LSI = pH - pH_s \quad (1)$$

$$RSI = 2pH_s - pH \quad (2)$$

$$S\&DSI = pH - pH_s \quad (3)$$

که در این رابطه pH اسیدیتته واقعی آب و pH_s اسیدیتته اشباع است؛ و از رابطه (۴) به دست می‌آید.

$$pH_s = p[Ca^{2+}] + p[HCO_3^-] + c \quad (4)$$

تهیه و آماده‌سازی خاک برای انجام آزمایش

خاک و آب مورد استفاده از خاک‌های آهکی منطقه رامهرمز و آب آبیاری این منطقه تهیه شد. با توجه به اینکه پوشش مورد استفاده منطقه رامهرمز از نوع پوشش مصنوعی pp450 بود پوشش استفاده شده برای انجام آزمایش نیز از همین نوع پوشش انتخاب شد. همچنین با توجه به اینکه پوشش در منطقه رامهرمز در عمق زمین نصب می‌شود و میکروارگانیسم‌های لایه زیرین خاک با سطح آن متفاوت می‌باشد لذا خاک از عمق نصب زهکش‌ها (۱/۵۰ متری) تهیه شد. پس از حمل خاک به آزمایشگاه به منظور خشک شدن آن به مدت ۱۰ روز روی زمین قرار گرفت. خاک پس از خشک شدن از الک شماره ۱۰ عبور داده شد. نتایج حاصل از انجام آزمایش برای تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مربوط به خاک مورد استفاده، در ابتدای آزمایش نشان داد این خاک دارای بافت لوم رسی، دارای اسیدیتته ۷/۶۴ و هدایت الکتریکی ۵/۰۲ دسی زیمنس بر متر بوده است. میزان گچ و آهک خاک به ترتیب دو درصد و ۵۶ درصد اندازه‌گیری شد. درصد ذرات خاک و برخی از خصوصیات شیمیایی خاک مورد مطالعه در جداول (۱) و (۲) نشان داده شده است. همچنین برخی از خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده در آزمایش در جدول (۳) نشان داده شده است.

نحوه انجام آزمایش

پس از آماده‌سازی مدل فیزیکی آزمایشگاهی، خاک نمونه به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر در مدل ریخته و با اعمال فشار و ضربه تا حد طبیعی متراکم گشت. تا جایی که ارتفاع خاک به ۱۰ سانتی‌متری کف لوله زهکش برسد و پس از آن لوله‌ی زهکش با پوشش مصنوعی pp450 قرار گرفت و اطراف آن به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر ترکیب خاک و باگاس قرار داده شد. لوله‌های پیژومتر نیز برای بررسی پروفیل سطح آب در اطراف لوله زهکش و در تراز زهکش قرار داده شد. پس از گذشت ۲۰۰۰ ساعت از شروع آزمایش (بهمن‌ماه ۹۴ تا اردیبهشت ۹۵) و ثبت اندازه‌گیری‌های لازم، مدل تخلیه شد و برای اندازه‌گیری گرفتگی پوشش مصنوعی در صورت عدم حضور باگاس به عنوان شاهد آزمایش (اردیبهشت ۹۵ تا شهریور ۹۵)، مجدداً آماده‌سازی شد. در پایان نتایج حاصل از

جدول ۱- درصد ذرات خاک مورد استفاده

Table 1- Physical properties of the soil (%)		
Silt	Clay	Sand
38.0	31.5	30.5

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی خاک مورد استفاده قبل از شروع آزمایش

Table 2- Chemical properties of the soil before start of experiment							
Parameter	Cl	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	K	Na	Mg	Ca

(meq/lit)	60.0	25.0	negligible	0.8	10.0	25.0	40.0
-----------	------	------	------------	-----	------	------	------

جدول ۳- برخی از خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده

Table 3- Chemical properties of the water before start of experiment

Parameter	Cl	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	K	Na	Mg	Ca
(meq/lit)	40.0	12.0	negligible	2	13.0	6.0	15.0

جدول ۴- شاخص‌های بررسی پتانسیل گرفتگی کربنات کلسیم در آب و خاک

Table 4 - Indicators for the study of the potential of carbonate carbonate in water and soil

Indicator	water	soil
Langelier	1.31	1.64
Ryznar	5.15	4.36
Stiff-Davis	1.46	1.84
Acidity	7.75	7.64

حالت عدم حضور باگاس دور پوشش زهکش، از روز چهارم به بعد کاهش یافت. این بیانگر کاهش دبی از روز اول اندازه‌گیری تا روز

چهارم در هر دو دوره آزمایش مربوط به گرفتگی‌های فیزیکی پوشش و لوله زهکش بوده است و پس از گذشت این مدت از آزمایش تأثیر باگاس در کنترل کاهش دبی در اثر رسوب کلسیم کربنات مشخص گردیده است. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود باوجود اینکه دبی خروجی اندازه‌گیری شده در هر دو دوره آزمایش سیر نزولی داشت، اما مقدار دبی اندازه‌گیری شده در حالتی که باگاس دور پوشش وجود داشت نسبت به حالتی که باگاس وجود نداشت بیشتر بوده است. به عبارت دیگر، در آزمایش بدون باگاس شیب کاهش دبی افزایش یافت. این موضوع نشان می‌دهد که حضور باگاس در تمام اندازه‌گیری‌ها باعث سهولت حرکت جریان آب به سمت زهکش گردیده است.

نتایج ارائه‌شده در شکل (۳) نشان می‌دهد که الگوی تغییرات دبی خروجی در هر دو آزمایش تا روز چهارم تقریباً مشابه بوده است؛ اما از روز چهارم آزمایش به بعد، مقدار دبی خروجی در حالتی که باگاس به دور پوشش زهکش قرار داده شده بود، تغییرات کمی داشته و حول مقدار معینی نوسان کرده است. این در حالی است که در آزمایشی که باگاس به دور پوشش زهکش وجود نداشته، دبی در طول دوره آزمایش در اکثر اندازه‌گیری‌ها کاهش یافته است. دلیل این امر را می‌توان تأثیر باگاس به‌عنوان یک ماده آلی و سهولت حرکت آب به درون زهکش در کنترل گرفتگی پوشش مصنوعی و سهولت جریان ورودی به زهکش دانست.

جدول (۵) نتایج آزمون T-test زوجی برای تغییرات دبی خروجی زهکش در حضور و عدم حضور باگاس دور پوشش زهکش را نشان می‌دهد. همان‌طور که جدول (۵) نشان می‌دهد معیار تصمیم برابر ۰/۰۴ است و چون از پنج درصد کمتر است فرض برابری میانگین‌ها رد می‌شود و می‌توان گفت اختلاف

نتایج و بحث

بررسی پتانسیل رسوب‌گذاری کربنات کلسیم

جدول (۴) نتایج محاسبات شاخص‌های پتانسیل رسوب‌گذاری کربنات کلسیم در آب و عصاره اشباع خاک مورد استفاده را نشان می‌دهد. به‌طور خلاصه، اگر در زهاب یا عصاره اشباع خاک مقدار کربنات بیش از دو میلی اکوی والانت بر لیتر و اسیدیته بیش از ۷/۵، مقدار LSI (شاخص لاتزیلر) و S&DSI (شاخص استیف-دیویس) مثبت و مقدار RSI (شاخص رایزنر) کمتر از هفت باشد نشان‌دهنده تمایل رسوب کلسیم کربنات در خاک‌های آهکی است (Ghobadinea and Rahimi, 2013). همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود شاخص لاتزیلر و استیف دیویس در آب و عصاره اشباع خاک مورد استفاده مثبت بوده است. همچنین مشاهده می‌شود که شاخص رایزنر کمتر از هفت و اسیدیته بیشتر از ۷/۵ بوده که مطابق آنچه توضیح داده شد تمام شاخص‌ها تمایل رسوب کربنات کلسیم، در آب و خاک مورد استفاده را نشان می‌دهند. به این ترتیب آب و خاک مورد استفاده پتانسیل رسوب‌گذاری کربنات کلسیم را دارند.

بررسی دبی خروجی زهکش

تغییرات دبی خروجی از زهکش نسبت به زمان در حالت حضور باگاس دور پوشش مصنوعی زهکش و عدم حضور آن در شکل (۳) نشان داده شده است. مشاهده تغییرات دبی در طول دوره آزمایش نشان می‌دهد در حالتی که دور پوشش زهکش باگاس وجود نداشت، نسبت به حالتی که لایه‌ای از باگاس دور پوشش قرار داشت میزان کاهش دبی بیشتر بوده است. نمودارهای دبی خروجی نشان می‌دهد که از روز چهارم به بعد تغییرات دبی در حالت حضور باگاس دور پوشش زهکش به حالت تقریباً ثابتی رسیده بود درحالی‌که دبی خروجی در

توانسته تغییرات دبی خروجی را نسبت به حالتی که باگاس دور پوشش زهکش وجود نداشته، کاهش دهد.

معناداری بین تغییرات دبی خروجی از زهکش در حالتی که باگاس دور پوشش قرار داده شده است و حالتی که باگاس دور پوشش قرار نگرفته وجود دارد. این بدان معناست که حضور باگاس

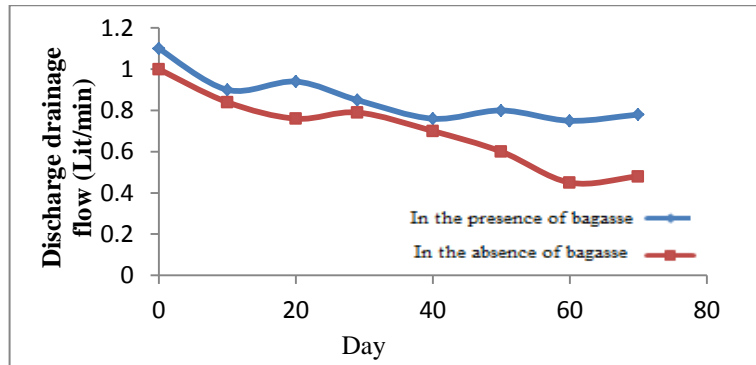


Fig. 3- Drainage discharge changes in the presence and absence of bagasse around drainage

شکل ۳- تغییرات دبی خروجی زهکش در حضور و عدم حضور باگاس اطراف زهکش

جدول ۵- نتایج آزمون T-test زوجی برای تغییرات دبی خروجی زهکش در حضور و عدم حضور باگاس اطراف پوشش

Table 5- Paired T-test results for drainage discharge changes in the presence and absence of Bagasse around the coating

Mean	Std. Error Mean	Std. Deviation	Paired differences		t	df	Decision criteria
			Confidence Interval				
			Lower	Upper			
0.157	0.103	0.036	0.071	0.241	4.31	7.000	0.004

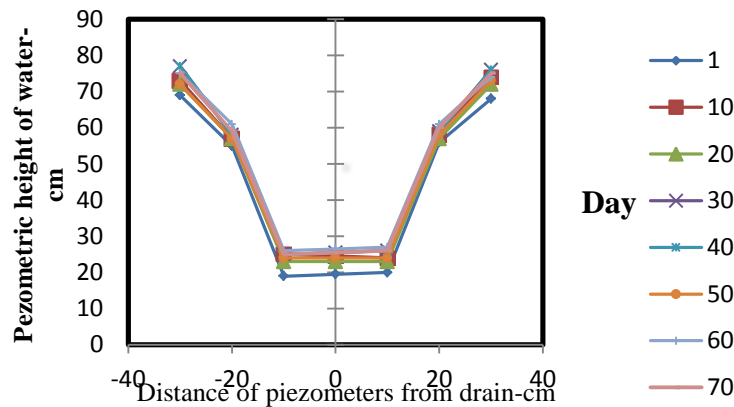


Fig 4. Changes in water height Piezometers installed around drainage in the presence of bagasse around the drainage cover.

شکل ۴- تغییرات ارتفاع آب پیزومترها نصب شده در اطراف زهکش در حضور باگاس اطراف پوشش زهکش

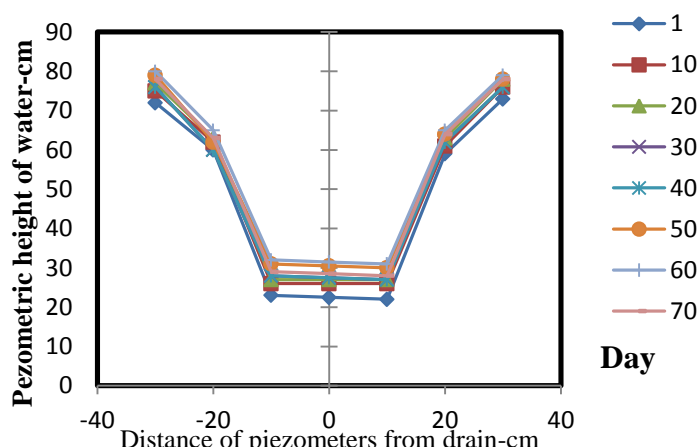


Fig 5. Changes in water heights Piezometers installed around drainage in the absence of bagasse around the drainage cover.

شکل ۵- تغییرات ارتفاع آب پیزومترها نصب شده در اطراف زهکش در عدم حضور باگاس اطراف پوشش زهکش

بررسی سطح ایستابی پیزومترها اطراف زهکش با

دبی خروجی

شکل‌های (۶) و (۷) تغییرات سطح ایستابی در پیزومترهای اطراف زهکش و دبی خروجی را در حالتی که باگاس نیشکر اطراف پوشش زهکش قرار گرفت و حالتی که باگاس اطراف پوشش وجود نداشت را نشان می‌دهند. در شکل‌های (۶) و (۷) مشاهده می‌شود که به‌طور کلی باگذشت زمان دبی خروجی کاهش یافته است. در تمام اندازه‌گیری‌ها، کاهش دبی خروجی افزایش سطح ایستابی در پیزومترها را به دنبال داشته است. این امر نشان می‌دهد که همواره کاهش دبی با افزایش مقاومت جریان ورودی همراه بوده است.

از مقایسه سطح ایستابی در پیزومترها نصب شده در اطراف زهکش در هر دو دوره آزمایش می‌توان مشاهده نمود که در هر دو آزمایش سطح ایستابی پیزومترها افزایش پیدا کرده است اما این افزایش سطح ایستابی در هر شش پیزومتر در حالتی که دور پوشش لوله زهکشی باگاس وجود نداشته، بیشتر بوده است و این بیانگر مقاومت کمتر جریان ورودی به زهکش در صورت وجود باگاس دور پوشش زهکش است.

نتایج آزمون T-test زوجی برای تغییرات سطح ایستابی پیزومترها در حالت حضور و عدم حضور باگاس دور پوشش زهکش در فاصله ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر از زهکش در جداول (۷)، (۸) و (۹) نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد در هر سه فاصله ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متری پیزومترها از زهکش، اختلاف معناداری در افزایش سطح ایستابی پیزومترها در دو حالت آزمایش وجود داشته است.

بررسی سطح ایستابی پیزومترها

شکل (۴) و شکل (۵) تغییرات سطح ایستابی اندازه‌گیری شده در هریک از پیزومترها نصب شده در اطراف لوله زهکش را در حالتی که لایه‌ای از باگاس در ترکیب با خاک به دور پوشش مصنوعی قرار داده شده است و حالتی که باگاس دور پوشش وجود ندارد، نشان می‌دهند. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، سطح آب در هر شش پیزومتر در روز اول اندازه‌گیری، در پایین‌ترین سطح اندازه‌گیری شده، قرار داشته است. این موضوع نشان می‌دهد که در روز اول آزمایش، کمترین مقاومت در برابر جریان به زهکش، وجود داشته است. این در حالی است که در نوبت دوم اندازه‌گیری (روز دهم آزمایش)، مقدار ارتفاع پیزومترها به شکل چشمگیری افزایش یافته است. این بدان معنی است که مقاومت در برابر جریان ورودی به زهکش، به شکل مشهودی افزایش یافته است. دلیل افزایش مقاومت جریان در این نوبت را می‌توان جابه‌جایی و تجمع ذرات ریز خاک همچون سیلت، در مسیر پوشش و روزنه‌ها و همچنین پر شدن نسبی تخلخل مؤثر خاک نسبت به نوبت اول آزمایش دانست.

همچنین از شکل‌های (۴) و (۵) می‌توان دریافت که سطح ایستابی در پیزومترها در پایان آزمایش در هر دو حالت حضور و عدم حضور باگاس دور پوشش زهکش، در سطح بالاتری از شروع آزمایش بوده است. این موضوع نشان می‌دهد که باگذشت زمان مقاومت پوشش نسبت به جریان افزایش یافته است که در حالتی که باگاس دور پوشش قرار نداشته، این افزایش مقاومت در برابر جریان بیشتر شده است.

جدول ۶- سطح ایستایی در طی انجام آزمایش در حالت حضور و عدم حضور باگاس اطراف پوشش زهکشی
Table 6- The Surface of the station during the experiment in the presence and absence of bagasse around drainage drainage

In the absence of bagasse around drainage							In the presence of bagasse around drainage							Distance from the drain
-30	-20	-10	0	10	20	30	-30	-20	-10	0	10	20	30	
72	60	23	22.5	22	59	73	69	55	19	19.5	20	56	68	1 day
75	62	26	26	26	61	76	73	57	24	24	24	58	74	10 day
77	63	27	27	27	63	78	72	57	23	23	23	57	72	20 day
74	59	25.5	24.75	24	60	75	76	57	24	24	24	58	75	30 day
76	60	28	27.5	27	62	76	77	58	25	25.5	26	59	76	40 day
79	62	31	30.5	30	64	78	72	57	24	24	24	58	73	50 day
80	65	32	31.5	31	65	79	75	61	26	26	26	61	74	60 day
78	63	29	28.5	28	64	78	75	59	24	24.5	25	60	75	70 day

توجه: اعداد مربوط به فاصله صفر (روی زهکش) از میانگین قرائت های سطح ایستایی در پیزومترهای فاصله ۱۰ سانتی متری به دست آمده است.

این فیلتر گرفتگی کمی در مدت آزمایش داشته است. همچنین اعلام کردند که زهاب خروجی در ابتدا دارای سرعت بیشتری بود که با گذشت زمان سرعت خروج زهاب کاهش یافت.

Moghimi et al. (2017) طی تحقیق خود در رابطه با عملکرد باگاس نیشکر به عنوان فیلتر لوله زهکشی در کاهش نیترات خروجی روی مدل فیزیکی مورد استفاده، اعلام کردند که

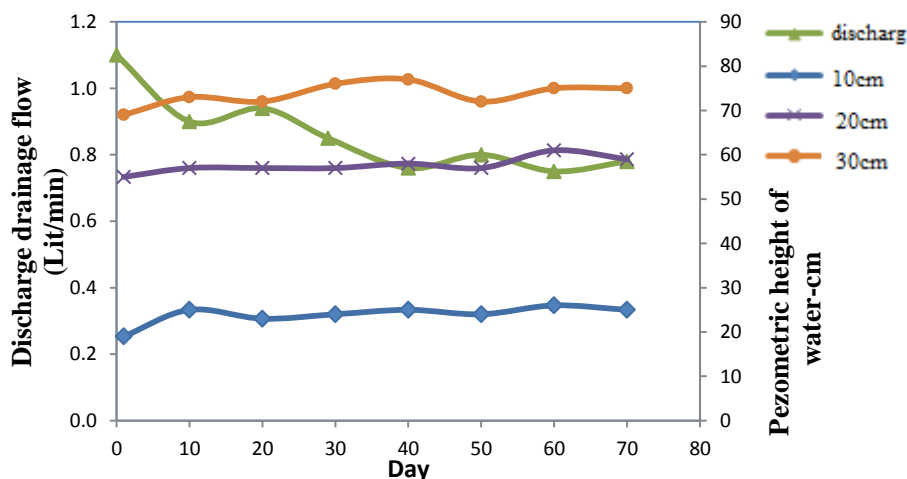


Fig. 6- Mean changes in the level of piezometers around drainage and outlet discharge in the presence of bagasse around the coating

شکل ۶- میانگین تغییرات سطح ایستایی پیزومترها اطراف زهکش و دبی خروجی در حضور باگاس اطراف پوشش

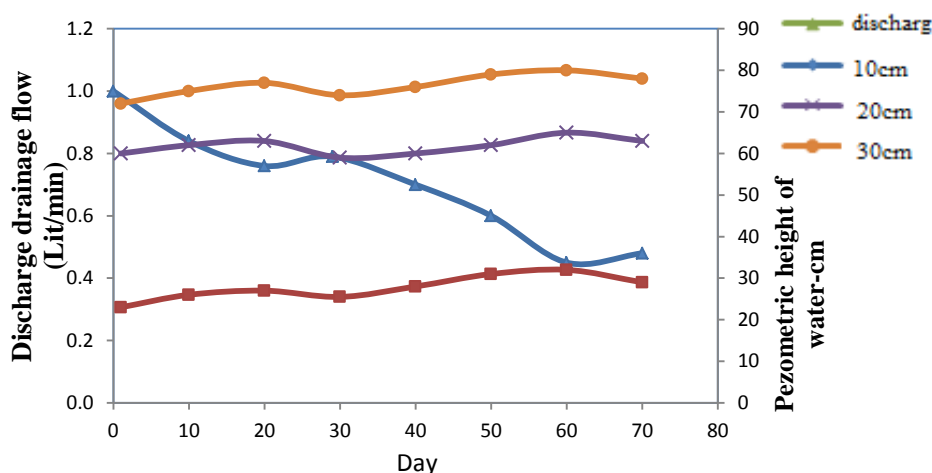


Fig. 7- Mean changes in the level of piezometers around drainage and outlet discharge in the absence of bagasse around the coating

شکل ۷- میانگین تغییرات سطح ایستابی در پیزومترها اطراف زهکش و دبی خروجی بدون حضور باگاس اطراف پوشش

جدول ۷- نتایج آزمون T-test زوجی برای میانگین تغییرات سطح ایستابی پیزومترها در فاصله ۳۰ سانتی متری در حضور و عدم حضور باگاس اطراف پوشش زهکش

Table 7- Paired t-test results for the average level change of piezoelectric sensors at a distance of 30 cm in the presence and absence of bagasse around drainage drainage

Mean	Std.Error Mean	Std. Deviation	Paired differences		t	df	Decision criteria
			Confidence Interval				
			lower	upper			
2.931	1.740	0.520	1.701	4.170	5.631	7.000	0.001

جدول ۸- نتایج آزمون T-test زوجی برای میانگین تغییرات سطح ایستابی پیزومترها در فاصله ۲۰ سانتی متری در حضور و عدم حضور باگاس اطراف پوشش زهکش

Table 8- Paired t-test results for the average level change of piezoelectric sensors at a distance of 20 cm in the presence and absence of bagasse around drainage drainage

Mean	Std.Error Mean	Std. Deviation	Paired differences		t	df	Decision criteria
			Confidence Interval				
			lower	upper			
2.561	1.321	0.462	1.450	3.660	5.412	7.000	0.001

جدول ۹- نتایج آزمون T-test زوجی برای میانگین تغییرات سطح ایستابی پیزومترها در فاصله ۱۰ سانتی متری در حضور و عدم حضور باگاس اطراف پوشش زهکش

Table 9- Paired t-test results for the average level change of piezoelectric sensors at a distance of 10 cm in the presence and absence of bagasse around drainage drainage

Mean	Std.Error Mean	Std. Deviation	Paired differences		t	df	Decision criteria
			Confidence Interval				
			lower	upper			
3.870	2.571	0.912	1.720	6.021	4.251	7.000	0.004

زهکش قرار داده شد، از ۱/۱ لیتر بر دقیقه در روز اول اندازه گیری به ۰/۷۸ لیتر بر دقیقه در روز هفتم اندازه گیری، یعنی حدود ۲۹ درصد کاهش یافت. درحالی که دبی خروجی در حالتی که باگاس

نتیجه گیری

نتایج این آزمایش نشان داد دبی خروجی در خاک مورد استفاده در مدت زمان آزمایش، در حالتی که باگاس نیشکر دور پوشش لوله

۲۰ و ۳۰ سانتی‌متری از لوله زهکش به‌طور معناداری کاهش داد و باعث سهولت جریان اطراف زهکش گردید با این حال می‌توان گفت که آبدهی زهکش در هر دو حالت حضور و عدم حضور باگاس در اطراف پوشش لوله زهکش قابل قبول است و نیازی به استفاده از باگاس در اطراف پوشش مصنوعی نمی‌باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از سردبیر، ویراستارها و داورهای محترم مجله علوم و آبیاری کمال تشکر و قدردانی را دارند. همچنین از مسئولین محترم آزمایشگاه‌های کیفیت آب و مدل‌های فیزیکی دانشگاه شهید چمران اهواز برای همکاری بی‌دریغ ایشان تشکر و قدردانی می‌نمایند.

دور پوشش زهکش وجود نداشت، از ۱ لیتر بر دقیقه در روز اول اندازه‌گیری به ۰/۴۸ لیتر در دقیقه در روز هفتم اندازه‌گیری، یعنی حدود ۵۲ درصد کاهش یافت. در واقع باگاس نیشکر توانست ۲۳ درصد از کاهش دبی را کنترل کند. همچنین نتایج حاکی از آن بود که با وجود اینکه آب و خاک مورد استفاده، بر اساس شاخص‌های رسوب‌گذاری، دارای پتانسیل بالایی برای رسوب‌گذاری بودند، اما گرفتگی در مدت آزمایش در هیچ یک از حالات آزمایش اتفاق نیفتاد.

باگاس نیشکر در اطراف زهکش به‌طور معناداری کاهش دبی خروجی را کنترل کرد. در حالی که لایه‌ای از باگاس دور پوشش زهکشی وجود داشت، کاهش دبی نسبت به حالتی که باگاس اطراف پوشش وجود نداشت ۲۳ درصد کمتر بود. همچنین باگاس نیشکر شیب افزایش سطح ایستابی پیژومترها را در فاصله‌های ۱۰،

References

- 1- Arvahi, A. and Naseri, A., 2006. Technical and Economic Evaluation of Application of Artificial Filters in Underground Drainage System and Comparison with Conventional Filters of Sand d in Abadan Villages. *Irrigation and Drainage Master's thesis, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan.* (In Persian).
- 2- Bresler, E., McNeal, B.L. and Carter, D.L., 2012. *Saline and sodic soils: principles-dynamics-modeling* (Vol. 10). Springer Science & Business Media.
- 3- Ghobadina, M. and Rahimi, H., 2013. Clogging of drain covers. *Seventh Drainage and Environmental Workshop.* (In Persian).
- 4- Ghobadina, M., Rahimi, H., Felavia, A., Sohrabi, t., Purbabai, A. and Skoncelos, A., 2011. Investigation of Calcium carbonate sedimentation in geotextile coating of agricultural drainage in laboratory conditions. *Journal of Water and Soil, 24(3)*, pp.427-438. (In Persian).
- 5- Hashemi, S.E., Heidarpour, M. and Mostafazadeh-Fard, B., 2011. Nitrate removal using different carbon substrates in a laboratory model. *Water Science and Technology, 63(11)*, pp.2700-2706.
- 6- Irrigation, D., 1973. *Salinity-An International Source Book.* FAO/UNESCO/Hutchinson, London.
- 7- Lindsay, W.L., 1979. *Chemical equilibria in soils.* John Wiley and Sons Ltd.
- 8- Langelier, W.F., 1946. Chemical equilibria in water treatment. *Journal (American Water Works Association), 38(2)*, pp.169-178.
- 9- Moghimi, N., Naseri, A., Soltani mohamadi, A. and Hashemi Garmdareh, A., 2017. Study of sugarcane bagasse performance in reducing nitrate from drainage drainage of underground drainage. *Journal of Irrigation Sciences and Engineering, 39(2)*, pp.49-61. (In Persian).
- 10- Ritzema, H.P., Satyanarayana, T.V., Raman, S. and Boonstra, J., 2008. Subsurface drainage to combat waterlogging and salinity in irrigated lands in India: Lessons learned in farmers' fields. *Agricultural Water Management, 95(3)*, pp.179-189.
- 11- Ryznar, J.W., 1944. A new index for determining amount of calcium carbonate scale formed by a water. *Journal-American Water Works Association, 36(4)*, pp.472-483.
- 12- Sayad, Gh. and Kazemi, H., 1998. Effect of sugarcane bagasse application on some physical properties of soil. *Journal of Water and Soil, 15(1)*, pp.57-67. (In Persian).

-
- 13- Stiff Jr, H.A. and Davis, L.E., 1952. A method for predicting the tendency of oil field waters to deposit calcium carbonate. *Journal of Petroleum Technology*, 4(09), pp.213-216.
- 14- Vlotman, W.F., Willardson, L.S. and Dierickx, W., 2000. *Envelope Design for Subsurface Drains* (No. 56). ILRI.