



ششمین کارگاه فنی زهکشی و محیط زیست

■ کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران ■ سازمان آب و برق خوزستان ■ کمیته منطبقه‌ای آبیاری و زهکشی خوزستان

عنوان:

استفاده از مبانی جدید در طراحی سیستم‌های زهکشی زیرزمینی و تأثیر آن‌ها روی روش‌های اجرائی در خوزستان

نویسندگان:

عبد علی ناصری^۱، علی ارواهی^۲

چکیده

هدف از انجام این تحقیق، بررسی عملکرد سیستم‌های زهکشی زیرزمینی کم عمق (کمتر از ۱/۵ متر) بر نوسانات سطح ایستابی و شوری خاک در نخیلات آبادان، بررسی پارامترهای طراحی سیستم زهکشی‌های زیرزمینی و بررسی امکان تعمیم نتایج بدست آمده برای منطقه می باشد. در این بررسی، ارزیابی عملکرد سیستم زهکشی زیرزمینی با به کار گیری چهار نمونه از پوشش‌های زهکشی‌های زیرزمینی شامل پوشش شن و ماسه موجود در منطقه، پوشش شن و ماسه استاندارد شده، پوشش مصنوعی پلی پروپیلن با شاخص منافذ ۷۰۰ و پوشش مصنوعی پلی پروپیلن با شاخص منافذ ۴۵۰ میکرون در مزرعه آزمایش نخیلات آبادان صورت گرفت. تعداد ۱۶ لاترال (زهکش زیرزمینی) در مزرعه ای به وسعت ۱۲ هکتار از جنوبی ترین اراضی طرح آبیاری و زهکشی نخیلات آبادان در سال ۱۳۸۳ اجرا و نصب گردید. تعداد چهار خط زهکش زیرزمینی با هر یک از این پوشش‌ها، اجرا شده و چاهک‌های مشاهده ای لازم برای اندازه‌گیری مقاومت هیدرولیکی، منحنی سطح ایستابی و سایر پارامترهای مورد نیاز روی زهکش‌ها و در بین دو خط زهکش در فواصل ۰/۲۵، ۰/۵۰ و ۰/۷۵ طول لاترال نصب گردید و در آن‌ها بررسی‌های زیر انجام گردید: الف- بررسی عملکرد سیستم-های زهکشی زیرزمینی کم عمق (کمتر از ۱/۵ متر) بر نوسانات سطح ایستابی و شوری خاک در نخیلات آبادان ب- بررسی تأثیر کاربرد مبانی جدید روی پارامترهای طراحی سیستم زهکش‌های زیرزمینی.

نتایج بدست آمده نشان می‌دهند که گزینه‌هایی که عملکرد بالاتری در کنترل سطح ایستابی و شوری نشان

۱- دانشیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهیدچمران اهواز.

۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

دادند، به ترتیب اولویت عبارت بودند از: اجرای سیستم زهکشی زیرزمینی با به کارگیری فیلتر مصنوعی پلی پروپیلن ۴۵۰ و اجرای سیستم زهکشی زیرزمینی با به کارگیری فیلتر شن و ماسه استاندارد. زهکشی زیرزمینی با عمق کمتر از ۱/۵ متر و استفاده از فیلترهای مصنوعی نوع PP450، نشان دهنده عملکرد خوب فیلترها و همچنین تولید زه آب کمتر نسبت به زهکش‌های نصب شده در عمق بیشتر است. تولید زه آب کمتر یعنی آثار زیست محیطی منفی کمتر. ضمناً این عمل باعث می‌شود که ضمن کاهش هزینه‌ها، سرعت نصب زهکش‌ها را با استفاده از ترنچ‌های سریع به صورت چشمگیری افزایش یابد.

واژه‌های کلیدی: پوشش معدنی، پوشش مصنوعی، پلی پروپیلن، زهکشی زیرزمینی، زهکشی جزر و مدی.

مقدمه

توسعه روز افزون و الزام به آبیاری سبب شده است که مقادیر معتنا بهی از آب به طرق مختلف هدر رفته و به آب زیرزمینی بپیوندد و نتیجه آن نیز در اکثر موارد ماندابی شدن اراضی و یا شور شدن خاک بوده است (بای بوردی، ۱۳۷۲). بهره‌برداری مجدد از خاک‌هایی که مورد استفاده ممتد و آبیاری مداوم قرار داشته و بخصوص مناطقی که خاک شور و سدیمی دارند، مستلزم اعمال روش‌های مناسب زهکشی و اصلاح اراضی خواهد بود. در شرایط آبیاری با آب شور و یا در اراضی ساحلی که تحت تأثیر جزر و مد دریا قرار دارند، این مسئله اهمیت بیشتری پیدا می‌کند (علیزاده، ۱۳۷۴). وزارت کشاورزی با عنایت به بررسی‌های انجام شده در سال ۱۳۴۷ توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد مساحت اراضی شور در ایران را ۲۳/۵ میلیون هکتار می‌داند که معادل ۱۴/۲ درصد سطح کل کشور و معادل ۳۰ درصد اراضی دشت‌ها و فلات‌های کم ارتفاع کشور است. وزارت کشاورزی از این میزان ۷/۷ میلیون هکتار را آماده اجرای عملیات بهسازی می‌داند و معتقد است که ۸/۲ میلیون هکتار آن را خاک‌های باتلاقی شور تشکیل می‌دهد که اصلاح آن نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد و اصولاً ۷/۶ میلیون هکتار دیگر آن را غیر قابل اصلاح می‌داند. گرچه این آمار بسیار قدیمی است ولی آمار جدیدتری از منابع داخل در دست نیست (اکرم، ۱۳۸۱). اجرای سیستم‌های زهکشی زیرزمینی مدرن در دهه ۱۳۷۰ و طی سال‌های اخیر در اراضی واحدهای هفت گانه طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی و همچنین کشت و صنعت میان آب که جمعاً وسعتی در حدود ۹۰۰۰۰ هکتار را تشکیل می‌دهند، فرصت مناسبی را برای تجربه اندوزی در طراحی و اجرای سیستم‌های زهکشی زیرزمینی برای مشاورین، کارفرمایان، پیمانکاران و سایر علاقمندان این رشته فراهم آورد. استفاده از سیستم زهکش‌های کلکتور لوله‌ای توأم با ایستگاه‌های پمپاژ زهکشی نیز خود تجربه جدیدی در شرایط ایران می‌باشد. در هر حال، سطح زیر پوشش شبکه‌های مدرن آبیاری در ایران (در حال ساخت و بهره برداری) حدود ۳ میلیون هکتار و سطح تحت پوشش سیستم زهکشی مدرن حدود ۲۰۰۰۰۰ هکتار می‌باشد. مقایسه این دو رقم نشان دهنده این واقعیت است که در زمینه مطالعات طراحی طرح‌های زهکشی زیرزمینی و شناخت و بررسی مشکلات اجرایی و به ویژه مسائل بهره‌برداری و عملکرد آنها هنوز در آغاز راه قرار داریم (مداح، ۱۳۸۱). بهترین راه برای فائق آمدن به این مشکلات، احداث مزارع آزمایشی و یا ارزیابی طرح‌های مناطق مشابه است. این کار سال‌های سال است که در کشورهای پیشرفته انجام می‌شود و راهنمای بسیار خوبی برای رفع کاستی‌ها و اشتباهات گذشته است. حتی در کشورهایی نظیر هند، پاکستان و مصر نیز ارزیابی طرح‌های زهکشی به عنوان یک اصل پذیرفته شده و به

طور پیوسته اصلاحاتی در طراحی زهکشی انجام می‌شود (اکرم، ۱۳۸۱). بنابراین با ارزیابی عملکرد زهکش‌های اجرا شده و بررسی نقاط ضعف و قوت آنها، می‌توان با نگاهی جامع‌تر طرح‌های آینده را در اختیار برنامه‌ریزان قرار داد. به طور کلی در ایران برنامه‌های زهکشی بیشتر به دلیل اصلاح اراضی و یا کنترل مقدار املاح در خاک است و زهکشی به منظور خارج کردن آب اضافی از خاک، جز در مناطق مردابی و زهدار، مورد نیاز مبرم نیست (بای بوردی، ۱۳۷۲).

به طور کلی سیستم‌های زهکشی در مزرعه دو نوع و یا ترکیبی از آنها می‌باشند: الف- زهکشی سطحی که برای خارج کردن آب‌های سطحی در مزرعه طراحی می‌شوند و ب- زهکشی عمقی یا زیرزمینی که برای تخلیه یا کنترل آب تحت الارضی و یا خارج کردن و کنترل نمک که در این صورت از آب به عنوان منتقل کننده نمک استفاده می‌گردد (وزارت کشور ایالات متحده آمریکا^۱، ۱۹۸۴). اصولاً سیستم‌های زهکشی زیرزمینی به منظورهای زیر احداث می‌گردد:

الف - بهسازی اراضی زراعی، ب - جلوگیری از شور شدن اراضی، ج - پایین آوردن سطح آب زیرزمینی و زدودن املاح جمع شده در خاک (کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۷۷).

ارزیابی عملکرد زهکش‌های اجرا شده در اراضی تحت توسعه نیشکر، بخصوص در منطقه جنوبی خوزستان، نشان

می‌دهد که عمق کارگذاری زهکش‌ها را می‌توان کاهش داد و در نتیجه با مسائل بهره برداری و تخلیه بی مورد آب‌های زیرزمینی که در پایین دست باعث بروز مسائل زیست‌محیطی می‌شوند، کمتر مواجه شد (منصوری، ۱۳۸۴). نتایج آزمایش‌ها در خصوص اجرای سیستم زهکشی زیرزمینی با به کارگیری پوشش شن و ماسه در اراضی طرح توسعه نیشکر نشان داده است که فیلتر شن و ماسه از عملکرد مناسبی برخوردار می‌باشد (پرتو اعظم، ۱۳۸۰). در مصر، کاهش عمق نصب زهکش‌ها و کاربرد فیلترهای مصنوعی باعث کاهش هزینه‌ها و افزایش عملکرد محصول به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد نسبت به حالت‌های استاندارد شده است (موسسه تحقیقات زهکشی^۲، ۲۰۰۱).

در راستای استفاده از مبانی و روش‌های مدرن زهکشی در خوزستان، مزرعه آزمایش به همت سازمان آب و برق خوزستان و تحت مدیریت مهندسین مشاور انهار جنوب در سال ۱۳۸۳ در شبکه آبیاری و زهکشی نخیلات آبادان احداث گردید. در گام نخست، تحقیقاتی در خصوص ارزیابی فنی و اقتصادی کاربرد فیلترهای مصنوعی و معدنی در سیستم زهکشی زیرزمینی انجام پذیرفت که گزارش‌های اولیه آن توسط ارواحی (۱۳۸۴) و ارواحی و ناصری (۱۳۸۶) ارائه شده‌اند. فیلترهای به کار رفته در آن مزرعه شامل دو نوع فیلتر معدنی (۱- فیلتر شن و ماسه موجود در منطقه و ۲- فیلتر شن و ماسه استاندارد) و دو نوع فیلتر مصنوعی (۱- فیلتر مصنوعی پلی پروپیلن ۴۵۰ و ۲- فیلتر مصنوعی پلی پروپیلن ۷۰۰) می‌باشد و عمق نصب زهکش‌ها از ۱/۲ تا ۱/۵ متر بود. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد فیلتر مصنوعی پلی پروپیلن ۴۵۰ و پس از آن فیلتر شن و ماسه استاندارد به ترتیب دارای بالاترین راندمان و قابل توصیه فنی و اقتصادی در سیستم زهکشی زیرزمینی نخیلات آبادان می

1 - U.S. Department of the Interior

2 - Drainage Research Institute (DRI)

باشد. از سوی دیگر، دو گزینه فیلتر شن و ماسه موجود در منطقه و فیلتر مصنوعی پلی پروپیلن ۷۰۰ دارای عملکردی ضعیف و غیر قابل توصیه ارزیابی شدند. برای تعمیم استفاده از مبنای و روشهای جدید زهکشی زیرزمینی برای کل منطقه لازم بود که ارزیابی عملکرد سیستم زهکشی زیرزمینی با به کارگیری فیلترهای مذکور و عمق نصب کمتر از ۱/۵ متر مورد بررسی دقیق قرار گیرد. این تحقیق در مزرعه آزمایشی زهکشی شبکه آبیاری و زهکشی نخیلات آبادان و خرمشهر با اهداف زیر انجام گرفت: ۱- بررسی عملکرد سیستمهای زهکشی زیرزمینی کم عمق (کمتر از ۱/۵ متر) بر نوسانات سطح ایستابی و شوری خاک در نخیلات آبادان و ۲- بررسی پارامترهای طراحی سیستم زهکشهای زیرزمینی.

مواد و روشها

آب شرب شهرهای آبادان و خرمشهر، آب مورد نیاز نخیلات موجود و همچنین آب مورد نیاز واحدهای صنعتی منطقه از طریق رودخانههای اروند و یا بهمنشیر تأمین می‌شود. اکولوژی این رودخانه در اثر کاهش دبی، ورود پسابهای کشاورزی و صنعتی از بالادست و برگشت آب شور از پایین دست با مشکل جدی روبرو شده است.

۱- وضع موجود آبیاری و زهکشی: آبیاری نخیلات در شرایط موجود از طریق انهار اصلی منشعب از اروندرود به دو روش صورت می‌گیرد. روش اول غرقاب شدن اراضی در هنگام مد می‌باشد که بیشتر در اراضی پست مشاهده می‌شود و روش دیگر، آبیاری از طریق انهار فرعی منشعب از انهار اصلی است. زهکشی نخیلات آبادان و خرمشهر از طریق انهار جزر و مدی و در طی دوره جزر صورت می‌گیرد. در اراضی که رقوم زمین پایین‌تر از مد است و آبیاری به روش غرقابی صورت می‌گیرد، زهکشی غالباً وظیفه تخلیه آب سطح زمین را انجام می‌دهد ولی در مواردی که آبیاری به روش آبیاری زیرزمینی و از طریق نهرهای فرعی بین نخیلات صورت می‌گیرد، تا اندازه‌ای زهکشی بهتری انجام می‌شود و معمولاً در این مناطق عملکرد نخیلات بهتر است.

با احداث شبکه آبیاری ضرورت دارد که شبکه زهکشی آنها مورد توجه جدی قرار گیرد. چون در نظر است عملیات آبیاری از حالت سنتی آن، یعنی جزر و مدی، خارج شده و به یک روش غرقابی کنترل شده (سطحی) تغییر یابد به ناچار آب بیشتری به پروفیل خاک منتقل شده و با توجه به کم عمق بودن لایه محدودکننده در این اراضی، تمهیداتی باید قائل شد تا آب مازاد بر نیاز آبی گیاه و نیاز آبشویی، از پروفیل خاک خارج گردد.

۲- منابع خاک و لایه بندی آن: توپوگرافی اراضی جزیره آبادان دارای تغییرات زیادی نمی‌باشد. متوسط شیب طولی اراضی جزیره آبادان به سمت دریا تقریباً در حدود یک سانتی‌متر در هر کیلومتر است که به نظر می‌رسد کمی بیشتر از شیب طولی رودخانه اروند باشد. در ضمن شوری بسیار شدید آب های زیر زمینی منطقه در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ دسی‌زیمنس برمتر و یا بیشتر در پاره‌ای از مناطق مشاهده شده است.

لایه‌بندی پروفیل خاک به این ترتیب است که تا عمق ۱/۱ متری خاک ها به طور طبیعی دارای وضعیت زهکشی مناسبی هستند. زیر عمق ۱۵۰ تا ۱۶۰ سانتی متری که نزدیک به متوسط عمق آب دریاست خاک دارای بافت خیلی سنگین و ساختمان فشرده بوده و نفوذپذیری این لایه از خاک بسیار کم می‌باشد، بنابراین

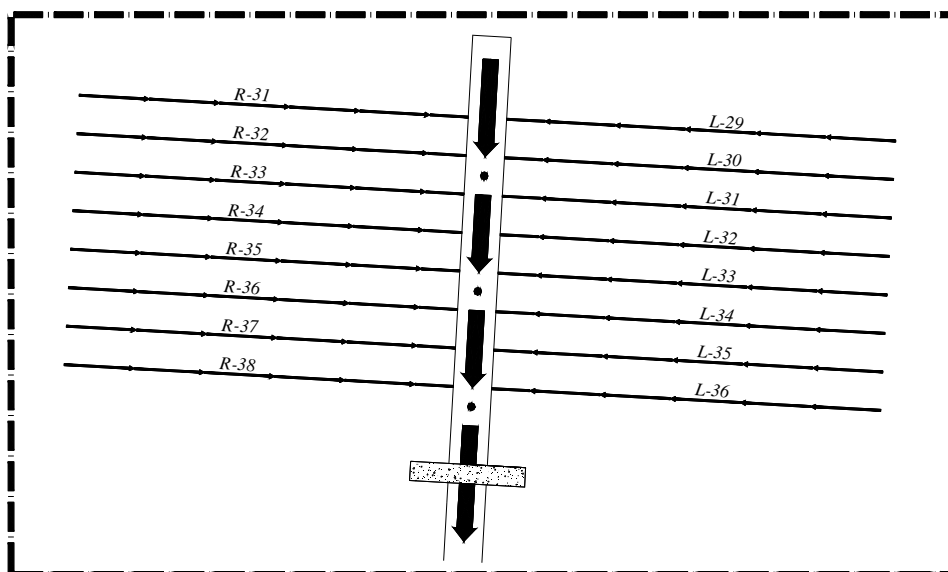
عمق ۱۵۰ سانتی متری به عنوان لایه محدود کننده (لایه نفوذناپذیر نسبی) در نظر گرفته شده است. بین لایه خاک فوقانی و لایه تحتانی لایه ای وجود دارد که دارای خلل و فرج ریز و خیلی ریز بوده و کمی ریشه‌های نازک در این عمق گسترش دارند. وجود لایه نفوذناپذیر در عمق کم استفاده از آبیاری زیرزمینی در روش سنتی آبیاری نخیلات منطقه را فراهم کرده بود.

به منظور اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی خاک از روش چاهک ارنست استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند که لایه سطحی تا عمق یک متری از سطح زمین دارای هدایت هیدرولیکی در حدود ۰/۷۵ متر در روز بوده ولی در عمق بین ۱ تا ۱/۵ متری سطح زمین این مقدار به کمتر از ۰/۲۵ متر در روز تنزل کرده و در عمق بیش از ۱/۵ متری هدایت هیدرولیکی خاک تا حدود ۰/۰۵ متر در روز تنزل می‌کند.

۳- محل اجرای تحقیق: این تحقیق در مزرعه آزمایشی به مساحت تقریبی ۱۲ هکتار در واحد KQ۸، یکی از ۲۲ واحد شبکه آبیاری و زهکشی آبادان و خرمشهر، به اجرا درآمد. موقعیت جغرافیایی این مزرعه عبارت از ۳۰ درجه و ۱ دقیقه و ۵۰ ثانیه عرض جغرافیایی و ۴۸ درجه و ۲۹ دقیقه و ۵ ثانیه طول جغرافیایی می‌باشد. در ضمن آرایش سیستم زهکشی در مزرعه آزمایشی مطابق شکل (۱) است. در این مزرعه تعداد ۱۶ لاترال زیرزمینی با به کارگیری چهار نوع پوشش از قبیل پوشش شن و ماسه منطقه، پوشش شن و ماسه استاندارد، پوشش مصنوعی پلی پروپیلن ۷۰۰ و پوشش مصنوعی پلی پروپیلن ۴۵۰ میکرون اجرا و نصب گردیده است. انتخاب پوشش‌های مصنوعی پلی پروپیلن ۷۰۰ و ۴۵۰ میکرون، با توجه به تجارب آزمایشگاهی به دست آمده در طرح زهکشی توسعه نیشکر می‌باشد. در تعیین فیلتر استاندارد از جنس شن و ماسه معیارهای مختلفی وجود دارند که معروفترین آن‌ها روشهای USBR^۱ و NRCS^۲ می‌باشد. محدوده دانه‌بندی مورد نیاز مصالح سنگی فیلتر توسط روش پیشنهادی USBR عموماً درشت‌تر از روش پیشنهادی NRCS می‌باشد. در این اراضی با توجه به منحنی دانه‌بندی شاخص خاک منطقه، محدوده دانه‌بندی فیلتر مناسب به روش USBR و NRCS، در محدوده ای واقع بین حد بالای NRCS و حد پایین USBR می‌باشد و به عنوان فیلتر استاندارد شن و ماسه معرفی می‌شود. از سوی دیگر، با توجه به کمبود معادن شن و ماسه در منطقه و هزینه حمل شن و ماسه مناسب از معدن تا محل پروژه، تصمیم بر این شد تا از پوشش شن و ماسه موجود در منطقه که دارای کیفیت چندان مناسبی نبوده و حُسن عمده آن در کاهش هزینه‌ها است، استفاده گردد.

لاترال‌های R31,R-32,R-33,R-34 توسط پوشش شن و ماسه منطقه، لاترال‌های R-35,R-36,R-37,R-38 توسط پوشش شن و ماسه استاندارد، لاترال‌های L-29,L-30,L-31,L-32 توسط پوشش مصنوعی پلی پروپیلن ۷۰۰ و لاترال‌های L-33, L-34, L-35, L-36 توسط پوشش مصنوعی پلی پروپیلن ۴۵۰، اجرا و نصب گردیده‌اند.

1- United States Bureau of Reclamation.
2- Natural Resource Conservation Service.



شکل ۱- نقشه شماتیک مزرعه آزمایشی زهکشی KQ8

۴- مبنای طراحی زهکش های زیرزمینی: میزان ضریب زهکشی با احتساب ترکیب کشت نخیلات و کشت میانکار بین ۴/۴ تا ۴/۶ میلی متر در روز میباشد. بنابراین ضریب زهکشی روش های حدوداً ۴/۵ میلیمتر در روز است. از طرف دیگر کاهش عمق زهکش ها و نصب زهکش ها روی لایه محدود کننده می تواند از شدت تخلیه آبهای زیرزمینی که مقدار آن ۱/۵ میلیمتر در روز است، بکاهد. به عبارت دیگر ضریب زهکشی ۳ میلیمتر در روز در طراحی مورد استفاده قرار گرفت.

عمق کنترل سطح ایستایی در طراحی شبکه زهکشی به دو عامل اصلی بستگی دارد: ۱- عمق ریشه گیاهان تحت کشت، ۲- عمق بحرانی جهت جلوگیری از صعود جریان کاپیلاریته در خاک. لذا در تعیین عمق کنترل سطح ایستایی به نیازهای ریشه نخل و کشتهای میانکار توجه شده و در نهایت عمق کنترل سطح ایستایی معادل ۰/۸ متر از سطح خاک در نظر گرفته شده است و عمق نصب زهکشهای زیر زمینی بر اساس عمق ریشه نخل (معادل ۰/۸ متر) و عمق لایه محدودکننده (نیمه نفوذپذیر) معادل ۱/۵ متر از سطح زمین و با در نظر گرفتن حداقل بار آبی مورد نیاز جهت تخلیه زه آب، عمق نصب زهکش های زیرزمینی بین ۱/۵-۱/۲ متر از سطح زمین در نظر گرفته شده است.

فاصله زهکش ها با در نظر گرفتن معادلات جریان همگام و غیر همگام (جدول ۱)، معادل ۳۰ متر برآورد گردید، لازم به یادآوری است که این فاصله نیز با توصیه آقایان اسمدما^۱ و کاوالارس^۲ کارشناسان بین المللی زهکشی در گزارش خود تحت عنوان طرح زهکشی اراضی جزیره آبادان مطابقت دارد (شرکت مهندسی مشاور انهار جنوب، ۱۳۸۴).

1- Smedema

2- Cavelaars

جدول ۱- خلاصه نتایج محاسبه فاصله زهکشها به روشهای هوخهات، گلوور، دام و McWhorter

| عمق نصب زهکش به سانتی متر | | | | روش | |
|---------------------------|-------|-------|-------|------------|--------|
| H=۱۵۰ | H=۱۴۰ | H=۱۳۰ | H=۱۲۰ | | |
| ۲۹ | ۲۶ | ۲۴ | ۲۲ | خاک مطبق | هوخهات |
| ۳۷ | ۳۵ | ۳۱ | ۲۸ | خاک همگن | |
| ۳۵ | ۳۳ | ۳۰ | ۲۶ | گلوور- دام | |
| ۴۱ | ۳۷ | ۳۳ | ۲۹ | McWhorter | |

دبی عبوری از زهکش های زیرزمینی با فرض اینکه ابتدای زهکش به اندازه نصف فاصله زهکش ها از مرز زمین فاصله دارد، از رابطه (۱) به دست می آید. دبی طراحی زهکش ها در شرایطی که خاک منطقه پایدار و از لوله های پلاستیکی استفاده شود، با توجه به ۲۵ درصد ضریب رسوبگذاری به دست می آید (علیزاده، ۱۳۷۴):

$$Q = \frac{q \times S \times \left(L + \frac{S}{2} \right)}{1000 \times 3600 \times 24} \quad (1)$$

در رابطه بالا، Q دبی زهکش (مترمکعب بر ثانیه)، S فاصله زهکش ها (متر) و q ضریب زهکشی است. قطر زهکش ها نیز با فرض شرایط جریان غیر یکنواخت با استفاده از روابط (۲)، (۳) و (۴) محاسبه می گردد که Q_d دبی طراحی، d قطر داخلی لوله موجدار بر حسب متر، n ضریب زبری مانینگ و i شیب طولی لوله های زهکشی است. با توجه به روابط ذکر شده، قطر زهکش ها (D) معادل ۷۰ میلی متر به دست می آید که جهت جلوگیری از گرفتگی احتمالی و بسته به روش کارگذاری لوله های زهکشی با حفر و یا بدون حفر ترانشه^۱، حداقل قطر لوله های زهکشی به ترتیب معادل ۱۰۰ میلی متر منظور می گردد.

$$n = 0.015 + 0.02d - 0.013d^2 \quad (2)$$

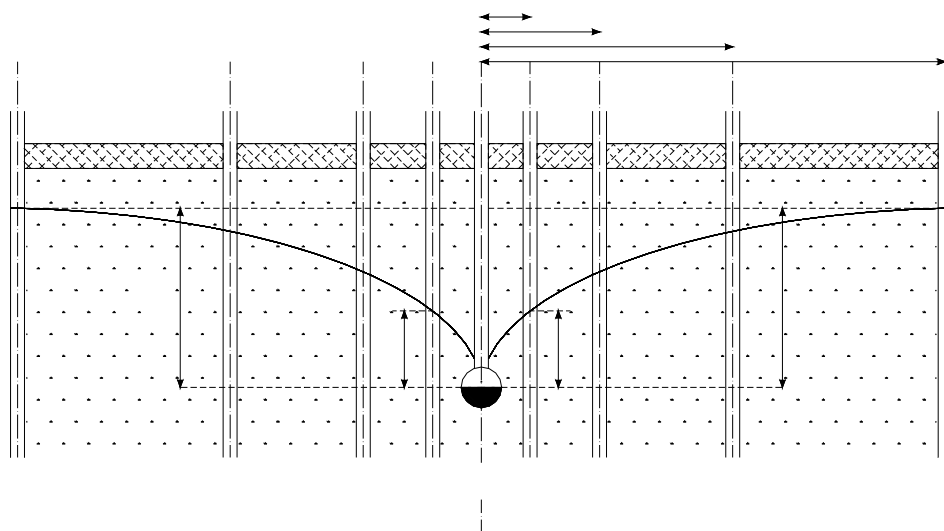
$$K_m = \frac{0.54}{n} \quad (3)$$

$$D = \left[\frac{Q_{design}}{K_m \times i^{0.5}} \right]^{\frac{1}{2.67}} \quad (4)$$

۵- لوله چاهکهای مشاهده ای: لوله چاهکهای مشاهده ای از نوع لوله پولیکا با قطر سه اینچ و طول ۱/۵ متر انتخاب شد. در قسمت انتهایی لوله ها برش هایی به طور موازی و به فواصل چهار سانتی متر ایجاد شد. چاهکهای مشاهده ای به منظور تعیین شاخص های عملکرد زهکش های زیرزمینی، مقایسه پوشش های مختلف و بررسی نوسانات سطح آب قبل و پس از آبیاری و آبشویی به کار رفته اند.

طرح های پیشنهاد شده برای آرایش مزرعه آزمایشی این گونه است که ردیف های مخصوص چاهک های مشاهداتی در فواصل ۰/۲۵ و ۰/۵ و ۰/۷۵ از طول زهکش قرار می گیرند و محل قرارگیری چاهک های

مشاهداتی: ۱) وسط فاصله بین زهکش ها، ۲) در فاصله ۵ متری از زهکش، ۳) در فاصله ۱/۵ متری از زهکش، ۴) در فاصله ۰/۴ تا ۰/۵ متری از زهکش و ۵) دقیقاً در بالای زهکش، میباشد (دایل من و تی رافورد، ۱۹۷۶). در این تحقیق، الگوی فوق مطابق شکل (۲) مورد استفاده قرار گرفت و به طور کلی در این مزرعه تعداد ۱۸۴ چاهک مشاهده ای نصب گردید.



شکل ۲- موقعیت چاهکهای مشاهده ای نصب شده نسبت به لوله زهکش زیرزمینی

۶- جمع آوری اطلاعات: به منظور اندازه‌گیری نوسانات سطح ایستابی پس از نصب و تجهیز چاهکهای مشاهده ای، فراهم آمدن قرائت سطح ایستابی و توقف پروسه آبشویی، نوسانات سطح ایستابی به طور روزانه و روزانه سه مرتبه در ساعات ۷ صبح، ۱۱ صبح و ۱۵ عصر، قرائت و ثبت گردیده اند. جهت قرائت چاهکهای مشاهده ای و تعیین عمق سطح ایستابی نسبت به سطح زمین، از فلوتر استفاده شد. همچنین به منظور تعیین خصوصیات کمی و کیفی آب خروجی زهکش‌ها و آب آبیاری در مدت زمانی که پروسه آبشویی در حال انجام بود، اندازه‌گیری شوری آب آبیاری توسط دستگاه EC متر صورت گرفت. جهت اندازه‌گیری دبی خروجی از زهکش‌ها از روش حجمی استفاده شد. در زمان اندازه‌گیری دبی خروجی از زهکش‌ها، از آب آنها برای به دست آوردن مقدار EC، نمونه‌برداری به عمل آمد میزان EC زه آب خروجی به صورت روزانه اندازه‌گیری شد. در نهایت، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه در ۱۰ نقطه از مزرعه آزمایشی، نمونه‌های دست خورده در سه عمق مختلف (۰-۳۰)، (۳۰-۶۰) و (۶۰-۹۰) سانتی متر توسط اگر برداشت گردید. این نمونه‌ها در طول تحقیق دو بار جمع آوری شده است که زمان اول، قبل از انجام آبشویی بوده و زمان دوم، پس از گذشت چند روز از توقف آبشویی می‌باشد.

نتایج و بحث

با توجه به اینکه اطلاعات به طور روزانه و هر روز در سه زمان برداشت گردیده، ضرورت داشت تا اختلاف و تغییر اطلاعات بین سه زمان بررسی شود. پس از بررسی، با توجه به اینکه اختلاف معنی دار و قابل توجهی

بین سه زمان فوق مشاهده نگردید، تصمیم گرفته شد که اطلاعات برداشت شده در ساعت ۱۱ صبح، مبنای محاسبات و تحلیل اطلاعات باشد. سپس، آن دسته از لاترال های زیرزمینی که در حاشیه مرزهای مزرعه و لاترال هایی که منحنی آنها متأثر از به کار بردن دو نوع پوشش مختلف در زهکش ها بود، به منظور کاهش خطا از گردونه محاسبات کنار گذاشته شدند. در نهایت، آخرین گام، ترسیم منحنی های نوسانات سطح ایستابی برای لاترال های باقیمانده بود. پس از بررسی منحنی های فوق، به عنوان شاخص برای هر یک از پوشش های به کار رفته، یک لاترال که دارای بهترین شرایط هیدرولیکی در میان سایر لاترال های همدسته بود، انتخاب گردید که عبارتند از، لاترال ۳۳- (پوشش شن و ماسه منطقه)، ۳۶-R (پوشش شن و ماسه استاندارد)، ۳۰- (پوشش مصنوعی پلی پروپیلن ۷۰۰) و ۳۴- (پوشش مصنوعی پلی پروپیلن ۴۵۰). ضروری است که اطلاعات بدست آمده در این بخش حول دو محور اساسی زیر به طور جداگانه بررسی شوند. این دو محور عبارتند از: ۱- ارزیابی و بررسی عملکرد زهکش های زیرزمینی و ۲- ارزیابی و بررسی پارامترهای طراحی.

همانگونه که ذکر شد، در گزارشهای اولیه (ارواحی، ۱۳۸۴ و ارواحی و ناصری، ۱۳۸۶) به بررسی و ارزیابی فنی و اقتصادی فیلتراسیون زهکش های زیرزمینی در این اراضی پرداخته شد و در نتیجه، عملکرد دو فیلتر شن و ماسه موجود در منطقه و فیلتر مصنوعی پلی پروپیلن ۷۰۰ مردود و غیر قابل توصیه ارزیابی گردید. در این تحقیق تنها به منظور تأیید مجدد نتایج به دست آمده در تحقیق اولیه و اطمینان کامل از آنها، پرداخته خواهد شد.

۱- ارزیابی و بررسی عملکرد زهکش های زیرزمینی: هدف از زهکشی در نواحی خشک و نیمه خشک، کنترل شوری از طریق خارج کردن آب مازاد از پروفیل خاک و همچنین پایین آوردن سطح ایستابی است. لذا در این مطالعه، عملکرد زهکش های زیرزمینی از جنبه های زیر مورد بررسی قرار گرفت.

الف- کنترل سطح ایستابی: جهت ارزیابی عملکرد زهکش ها در کنترل سطح ایستابی می توان از شاخص RGWD^۱ (عمق نسبی آب زیرزمینی) استفاده کرد که به صورت زیر تعریف می شود:

متوسط عمق سطح ایستابی در طول دوره بر حسب متر

$$RGWD = \frac{\text{عمق مطلوب سطح ایستابی در طول دوره بر حسب متر}}{\text{مقدار بهینه و مطلوب این شاخص برابر با یک است و این شاخص می تواند در محدوده ۰/۸ تا ۱/۲ قرار گیرد.}} \quad (۵)$$

مقدار بهینه و مطلوب این شاخص برابر با یک است و این شاخص می تواند در محدوده ۰/۸ تا ۱/۲ قرار گیرد. که مقادیر زیاد آن نشان دهنده زهکشی بیش از حد^۲ و مقادیر کمتر به معنی کمبود زهکشی^۳ است. مقادیر این شاخص، با در نظر گرفتن عمق مطلوب سطح ایستابی برای کشت نخیلات معادل ۰/۸ متر محاسبه و در جدول (۲) آمده است. چنان که از نتایج جدول (۲) مشخص است، زهکش هایی که در بخش فیلتر مصنوعی PP-450 قرار دارند، عملکرد خوبی را از خود نشان داده و زهکش های بخش فیلتر شن و ماسه استاندارد عملکرد متوسط و نسبتاً قابل قبولی را نشان داده اند، اما زهکشهایی که در دو بخش فیلترهای شن و ماسه

1 - Relative Ground Water Depth

2 - Over drainage

3 - Under drainage

منطقه و فیلتر مصنوعی PP-700 قرار گرفته اند، دارای عملکردی ضعیف و غیر قابل قبول در کنترل سطح ایستابی می باشند.

ب- مقایسه عملکرد سیستم زهکشی زیرزمینی و زهکشی سنتی: با توجه به اینکه نخیلات آبادان و اراضی این منطقه در گذشته به صورت جزر و مدی تحت آبیاری قرار می گرفت و این اراضی دارای سیستم زهکشی سنتی بر پایه همان پدیده جزر و مد میباشد، ضرورت مقایسه این دو گزینه از دو جنبه کنترل سطح ایستابی و شوری خاک را بوجود می آورد. به این منظور با توجه به اطلاعات بدست آمده از چاهک مشاهده ایهای واقع در مرزهای مزرعه، جهت ارزیابی عملکرد نسبی دو سیستم در خصوص وضعیت سطح ایستابی نسبت به دیگری، رابطه ای به صورت زیر تعریف شد که نتایج آن در جدول (۲) آمده است.

وسط نوسانات سطح ایستابی زهکش زیرزمینی بر حسب متر

$$P = \frac{\text{توسط نوسانات سطح ایستابی زهکشی سنتی بر حسب متر}}{\text{توسط نوسانات سطح ایستابی زهکشی سنتی بر حسب متر}} \quad (۶)$$

که P عملکرد سیستم زهکشی زیرزمینی نسبت به زهکشی سنتی (جزر و مدی) است. مقدار عددی P بیشتر یا کمتر از یک، نشان دهنده افزایش یا کاهش عملکرد سیستم زهکشی زیرزمینی نسبت به زهکشی جزر و مدی است. چنانکه از نتایج جدول (۲) مشخص است، زهکش هایی که در بخش فیلتر مصنوعی PP-450 قرار دارند، دارای بیشترین افزایش عملکرد نسبت به زهکش های سنتی می باشند. اما زهکش هایی که در بخش شن و ماسه منطقه قرار گرفتند، دارای عملکردی غیر قابل قبول نسبت به زهکش های سنتی در کنترل سطح ایستابی می باشند. فاصله نزدیک زهکش های سنتی (در حدود ۶ متر) عامل اصلی کنترل سطح ایستابی می باشد.

ج- خروج نمک از پروفیل خاک (ناحیه ریشه): جهت ارزیابی سیستم زهکشی در کنترل نمک می توان شاخص SEI (شاخص نمک خروجی^۱) را به کار برد که به صورت رابطه زیر تعریف میشود:

$$SEI = ((\overline{EC}_i - \overline{EC}_d) / \overline{EC}_i) \quad (۷)$$

که \overline{EC}_i متوسط شوری آب آبیاری (نمک ورودی بر حسب دسی زیمنس بر متر) و \overline{EC}_d شوری زه آب خروجی (نمک خروجی بر حسب دسی زیمنس بر متر) می باشد. این شاخص بایستی در طول اجرای سیستم و در طول دوره کمتر یا مساوی صفر باشد (یعنی نمک خروجی بیشتر از نمک ورودی باشد). نتایج محاسبه شاخص SEI در جدول (۲) ارائه شده است. با توجه به نتایج جدول (۲)، در هر چهار بخش، این شاخص در تمام دوره منفی بوده که نشان دهنده خروج نمک از ناحیه ریشه می باشد. البته نکته قابل ذکر این است که دو بخش از زهکش های زیرزمینی که دارای پوشش شن و ماسه منطقه و پوشش مصنوعی PP-700 هستند، بالاترین ضریب SEI را دارند. با توجه به ارزیابی عملکرد این زهکش ها در قسمت قبل و پایین بودن عملکردشان، می توان نتیجه گرفت که قسمت قابل توجهی از نمک خروجی، متأثر از نمک موجود در آب زیرزمینی و خروج آن توسط لاترال بوده است. اما در خصوص دو بخش دیگر از سیستم زهکشی زیرزمینی شامل پوشش های شن و ماسه استاندارد و فیلتر مصنوعی PP-450 با توجه به عملکرد بالا و مطلوبشان در

کنترل سطح ایستابی، می توان نتیجه گرفت که غالب نمک خروجی ناشی از شوری آب آبیاری و پروسه آبهویی می باشد.

جدول ۲- نتایج محاسبه شاخص های P ، RGWD و SEI در مزرعه آزمایشی زهکشی

| SEI | P | RGWD | فیلتر |
|-------|------|------|---------------------|
| -۷/۹۴ | ۰/۹۴ | ۰/۵۴ | شن و ماسه منطقه |
| -۴/۴۴ | ۱/۳۱ | ۰/۷۳ | شن و ماسه استاندارد |
| -۷/۷۱ | ۱/۲۶ | ۰/۶۵ | پلی پروپیلن ۷۰۰ |
| -۴/۶۸ | ۱/۳۳ | ۰/۹۳ | پلی پروپیلن ۴۵۰ |

د- شوری خاک: یکی دیگر از اهداف زهکشی پایین نگه داشتن شوری خاک از طریق آبهویی است. شوری خاک قبل و پس از آبهویی در هر چهار بخش مزرعه در عمق های مختلف اندازه گیری شد (جدول ۳). در تمام بخش های مزرعه، به استثنای بخشی که شامل فیلتر شن و ماسه منطقه است، کاهش نسبی متوسط شوری در پروفیل خاک دیده میشود. ضمن اینکه در بخش شن و ماسه منطقه، بخصوص در عمق (۳۰-۰) سانتی متر، افزایش شوری را در خاک داریم که این به سبب عملکرد پایین زهکشی و صعود و تجمع نمک در اثر تبخیر سطحی به لایه فوقانی خاک می باشد. در بخشی که شامل پوشش مصنوعی پلی پروپیلن ۷۰۰ می باشد هر چند که کاهش نسبی شوری دیده میشود، اما روند کاهش شوری رضایت بخش نبوده، که علت اصلی آن عملکرد نه چندان خوب سیستم زهکشی زیرزمینی می باشد.

در نمونه گیری های اولیه قبل از نصب سیستم زهکشی زیرزمینی، تحلیل نمونه های خاک حاکی از این بود که شوری خاک بین ۳۸ الی ۵۰ دسی زیمنس بر متر می باشد. اما با توجه به مقادیر به دست آمده در بخشی که دارای پوشش مصنوعی پلی پروپیلن ۴۵۰ و پوشش شن و ماسه استاندارد می باشند، شوری خاک قبل از آبهویی بسیار پایین تر از نمونه برداری های اولیه است. این بدان خاطر است که در فاصله زمانی نصب زهکش ها تا آبهویی اولیه در این منطقه بارش نسبتاً زیادی رخ داده که با توجه به عملکرد خوب زهکشی در بخش های مذکور، باعث آبهویی ناخواسته و پیش از موعد گردیده است. این خود دلیل دیگری برای تأیید عملکرد سیستم زهکشی در دو بخش پوشش مصنوعی پلی پروپیلن ۴۵۰ و پوشش شن و ماسه استاندارد می باشد. جهت ارزیابی عملکرد سیستم زهکشی در کنترل شوری خاک می توان از شاخص REC^۱ استفاده نمود:

$$REC = \text{شوری بحرانی خاک} / \text{متوسط شوری خاک} \quad (۸)$$

مقدار بهینه این شاخص برابر با یک است. در اینجا شوری بحرانی برابر شوری آستانه محصول در نظر گرفته می شود که در مورد خرما، ۴ دسی زیمنس بر متر می باشد. در این مقدار، محصول دچار هیچ کاهشی در عملکرد نخواهد شد. شاخص REC برای تمام بخش های مزرعه محاسبه شد که نتایج آن در جدول (۴) آمده است. با بررسی جدول (۴)، به وضوح به شرایط بحرانی در این اراضی پی خواهیم برد و تنها در بخش فیلتر مصنوعی PP-450 شاهد مقدار نسبتاً کم خطری برای شاخص REC هستیم. در بخش پوشش شن و ماسه

1- Relative EC

استاندارد، شاخص در حد متوسطی قرار دارد. البته در هر دو بخش ذکر شده نیاز به کاهش هر چه بیشتر شوری می باشد. با توجه به اینکه عملکرد و تأثیر اجرای سیستم های زهکشی بر تولید محصول به مدت یک تا پنج سال پس از احداث سیستم مشخص خواهد شد، نباید انتظار داشت تا به سرعت اثرات مطلوب زهکشی خود را نشان دهند. در بخش های پوشش شن و ماسه منطقه و پلی پروپیلن ۷۰۰، شاخص فوق نشان دهنده وضعیت بسیار بحرانی می باشد.

جدول ۳- مقادیر متوسط شوری (بر حسب دسی زیمنس بر متر) در پروفیل خاک (قبل و پس از آبشویی)

| پس از آبشویی | | قبل از آبشویی | | فیلتر | |
|--------------|-------|---------------|-------|-------|--------|
| (۶۰-۹۰) | -۶۰ | (۰-۳۰) | -۹۰ | -۶۰ | (۰-۳۰) |
| | (۳۰) | | (۶۰) | (۳۰) | |
| ۲۴/۳ | ۲۴/۳ | ۳۷/۷ | ۲۲/۷ | ۲۵/۱ | ۲۸/۶ |
| ۱۰/۹۳ | ۸/۹۲ | ۱۴/۸۲ | ۱۱/۵ | ۱۲/۱۲ | ۲۰/۰ |
| ۱۹/۶۵ | ۱۶/۷۵ | ۲۲/۶۵ | ۲۰/۹۶ | ۲۲/۵ | ۲۷/۴۵ |
| ۸/۳ | ۶/۷۲ | ۷/۲۶ | ۱۰/۸۴ | ۹/۷۲ | ۷/۹۲ |

جدول ۴- نتایج شاخص REC در مزرعه آزمایشی (قبل و پس از آبشویی)

| پس از آبشویی | | قبل از آبشویی | | فیلتر | |
|--------------|--|---------------|--|---------------------|--|
| ۷/۲ | | ۶/۳۵ | | شن و ماسه منطقه | |
| ۲/۹ | | ۳/۶۲ | | شن و ماسه استاندارد | |
| ۴/۹۲ | | ۵/۹ | | پلی پروپیلن ۷۰۰ | |
| ۱/۸۵ | | ۲/۴ | | پلی پروپیلن ۴۵۰ | |

۲- بررسی پارامترهای طراحی زهکش های زیرزمینی: طراحی سیستم زهکش های زیرزمینی در شرایط جریان ماندگار و غیر ماندگار صورت می گیرد. لذا در این مطالعه با استفاده از معادلات زهکشی در هر دو حالت فاکتورهای طراحی برآورد شده و با مقادیر مورد استفاده در طراحی مقایسه شدند. با توجه به عملکرد نامطلوب سیستم زهکشی در دو بخش زهکشی با پوشش شن و ماسه منطقه و پوشش پلی پروپیلن ۷۰۰، اصولاً نیازی به بررسی پارامترهای طراحی سیستم زهکشی نمی باشد و با توجه به عملکرد ضعیف زهکشی در این بخش ها لازم است تا پارامترهای طراحی تغییر یابند.

الف- شرایط جریان ماندگار: در این شرایط، عموماً از معادله هوخهات استفاده می شود که می توان به شکل زیر آن را بیان نمود:

$$q = Ah^2 + Bh \quad (9)$$

$$A = \frac{4k}{L^2} \quad (10)$$

$$B = \frac{8kd}{L^2} \quad (11)$$

در روابط فوق، q ضریب زهکشی (متر بر روز)، h بار سطح ایستابی در نقطه وسط بین دو زهکش (متر)، K هدایت هیدرولیکی (متر بر روز)، d عمق معادل (متر) و L فاصله بین لوله‌های زهکش (متر) می باشد. با اندازه‌گیری دبی آب خروجی از زهکش (q) و بار سطح ایستابی در نقطه وسط بین دو زهکش (h) و رسم منحنی، می‌توان یک رابطه درجه دوم همانند رابطه بالا برقرار نمود. آنگاه با معلوم بودن فاصله زهکش‌ها می‌توان پارامترهای هدایت هیدرولیکی و عمق معادل را برآورد نمود. نتایج محاسبات فوق در جدول (۵) ارائه شده است. بررسی جدول (۵) نشان می‌دهد که مقادیر هدایت هیدرولیکی و عمق معادل به دست آمده در مزرعه، در بخش‌های پوشش شن و ماسه استاندارد و فیلتر مصنوعی PP-450، اختلاف قابل توجهی را با پارامترهای طراحی سیستم زهکشی نشان نمی‌دهد و در مجموع پارامترهای طراحی خوب ارزیابی می‌شود. ب- شرایط جریان غیر ماندگار: در حالتی که نوسانات سطح آب زیرزمینی در اثر تغذیه خیلی سریع باشد، کاربرد روابط جریان غیرماندگار توصیه شده و معادله گلوور - دام (معادله ۱۲) به کار می‌رود:

$$\alpha t = 2.3 \log(h_{t_2}/h_{t_1}) \quad (12)$$

در رابطه فوق، α ضریب عکس‌العمل، h_{t_1} و h_{t_2} بار هیدرولیکی در زمان‌های t_1 و t_2 بر حسب متر و t مدت زمان مشاهده بر حسب روز است. از طرف دیگر می‌توان با محاسبه α ، آبدهی ویژه μ را از معادله (۱۳) به دست آورد:

$$\mu = \frac{\pi^2 kd}{\alpha L^2} \quad (13)$$

در هنگام طراحی زهکش‌های زیرزمینی، مقدار μ اغلب از رابطه تجربی (۱۵) محاسبه می‌شود، که در آن K هدایت هیدرولیکی بر حسب سانتیمتر در روز و μ بر حسب درصد به دست می‌آید. نتایج محاسبات α و μ در بخش‌های مختلف مزرعه در جدول (۵) آمده است. بررسی جدول (۵) نشان می‌دهد که مقادیر α و μ به دست آمده در مزرعه، در بخش‌های پوشش مصنوعی PP-450 و پوشش شن و ماسه استاندارد، اختلاف قابل توجهی را با پارامترهای طراحی نشان نمی‌دهند و در مجموع پارامترهای طراحی نسبتاً خوب ارزیابی می‌شوند.

$$\alpha = 2.3 \times \left[\frac{\log(h_2) - \log(h_1)}{(t_2 - t_1)} \right] \quad (14)$$

$$\mu = k^{0.5} \quad (15)$$

جدول ۵- نتایج محاسبات هدایت هیدرولیکی، عمق معادل، ضریب عکس‌العمل و آبدهی ویژه در مزرعه

آزمایشی زهکشی

| پارامتر فیلتر | K (m/day) | D (m) | α (1/day) | μ % معادله (۱۳) | μ % معادله (۱۵) |
|---------------------|--------------|----------|---------------------|------------------------|------------------------|
| شن و ماسه استاندارد | ۰/۲۳ | ۲/۷ | ۰/۰۶۱ | ۱۱ | ۴/۸ |
| پلی پروپیلن ۴۵۰ | ۰/۷ | ۱/۹ | ۰/۰۸۵ | ۱۳ | ۸/۳ |
| پارامترهای طراحی | ۰/۲۵ | ۲/۲۸ | ۰/۰۹ | ۷ | ۷ |

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

ارزیابی عملکرد سیستم زهکشی زیرزمینی و مقایسه آن با زهکشی سنتی (جزر و مدی) نشان داد که گزینه‌های: ۱- اجرای سیستم زهکشی زیرزمینی با پوشش فیلتر مصنوعی پلی پروپیلن ۴۵۰ و ۲- اجرای سیستم زهکشی زیرزمینی با پوشش فیلتر شن و ماسه استاندارد، به ترتیب دارای بهترین نتایج بوده و جایگزین مناسبی برای زهکشی سنتی (جزر و مدی) می‌باشند. اجرای سیستم زهکشی زیرزمینی با به کارگیری پوشش‌های شن و ماسه منطقه و فیلتر مصنوعی پلی پروپیلن ۷۰۰ قابل توصیه نبوده و اجرای آنها در اراضی نخیلات آبادان پیشنهاد نمی‌شود. نتایج این تحقیق در مقایسه با تحقیقات مشابه توسط پرتو اعظم (۱۳۸۰)، منصور (۱۳۸۴) و تحقیقات موسسه تحقیقات زهکشی (۲۰۰۱)، نشان دهنده تایید کاربرد فیلتر مصنوعی و اهمیت نصب زهکش‌های زیرزمینی در عمق کم می‌باشد.

در انتها یادآوری می‌شود که با استفاده از نتایج بدست آمده، زهکشی زیرزمینی با عمق کمتر از ۱/۵ متر و استفاده از فیلترهای مصنوعی نوع PP450 در مزرعه نخل سبز فرشاد به مساحت ۴۰۰ هکتار در شمال خرمشهر در سال ۸۵ توسط بخش خصوصی احداث شده‌اند. نتایج بهره‌برداری از این مزرعه نشان دهنده عملکرد خوب فیلترها و همچنین تولید زه آب کمتر نسبت به زهکشهای نصب شده در عمق بیشتر است. تولید زه آب کمتر یعنی آثار زیست محیطی منفی کمتر. محصول تولیدی در این مزرعه نیز علیرغم دو سال خشکسالی متوالی و افزایش شوری آب رودخانه کارون در منطقه خرمشهر، از وضعیت رضایتبخشی برخوردار بوده است. لذا پیشنهاد می‌گردد که زهکشی اراضی در خوزستان با عمق کم و فیلترهای مصنوعی صورت گیرد. ضمناً این عمل باعث می‌شود که ضمن کاهش هزینه‌ها، سرعت نصب زهکشها را با استفاده از ترنچرهای سریع به صورت چشمگیری افزایش یابد.

سپاسگزاری

از وزارت محترم نیرو، کارفرمای محترم این طرح (سازمان آب و برق خوزستان)، از هیئت مدیره محترم شرکت مهندسی مشاور انهار جنوب و همچنین از پیمانکار محترم این طرح (شرکت سد و عمران پارس گستر) که بدون همکاری آنها انجام این تحقیق امکان پذیر نبود، کمال سپاس را داشته و قدردانی می‌نماییم.

منابع

- ۱- ارواحی، ع. ۱۳۸۴. ارزیابی فنی و اقتصادی کاربرد فیلترهای مصنوعی در سیستم زهکشی زیرزمینی و مقایسه آن با فیلترهای متداول شن و ماسه در نخیلات آبادان. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.
- ۲- بای بوردی، م. ۱۳۷۲. اصول مهندسی زهکشی و بهسازی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- اکرم، م. ۱۳۸۱. نگرش‌های جدید در طراحی زهکشی. مجموعه مقالات نگرشی بر مسائل و مشکلات مطالعات و اجرای زهکشی زیرزمینی در ایران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، نشریه شماره ۵۹.
- ۴- اکرم، م. ۱۳۸۱. مسائل و مشکلات اجرای شبکه‌های زهکشی زیرزمینی در ایران. مجموعه مقالات نگرشی بر مسائل و مشکلات مطالعات و اجرای زهکشی زیرزمینی در ایران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، نشریه شماره ۵۹.

۵- اکرم، م. ۱۳۸۱. روش‌ها و مشکلات اجرایی زهکش‌های زیرزمینی در طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی. مجموعه مقالات نگرشی بر مسائل و مشکلات مطالعات و اجرای زهکشی زیرزمینی در ایران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، نشریه شماره ۵۹.

۶- پرتو اعظم، ر. ۱۳۸۰. ارزیابی فیلترهای بکار رفته در زهکش‌های زیرزمینی در اراضی میان آب، واحد کشت و صنعت امیر کبیر خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی ملائانی، دانشگاه اهواز.

۷- شرکت مهندسین مشاور انهار جنوب. ۱۳۸۴. خلاصه ای از تدوین مبانی و روش‌های اجرایی نوین در شبکه زهکشی نخیلات جنوب جزیره آبادان. گزارش تفصیلی عملیات اجرایی شبکه زهکشی نخیلات آبادان. تیرماه ۱۳۸۴.

۸- علیزاده، ا. ۱۳۷۴. زهکشی اراضی، طرح و برنامه ریزی سیستم‌های زهکشی در کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۹۶.

۹- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳۷۷. مفاهیم زهکشی و شوری آب و خاک. نشریه شماره ۲۲.

۱۰- منصوری، فاروق. ۱۳۸۴. بررسی پارامترهای طراحی سیستم زهکشی زیرزمینی در پروژه آبیاری و زهکشی طرح توسعه نیشکر (مطالعه موردی واحد امیر کبیر). پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۱۱- مداح، م. ۱۳۸۱. روش‌ها و مشکلات اجرایی زهکش‌های زیرزمینی در طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی. مجموعه مقالات نگرشی بر مسائل و مشکلات مطالعات و اجرای زهکشی زیرزمینی در ایران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، نشریه شماره ۵۹.

۱۲- ناصری، ع و ارواحی، ع. ۱۳۸۶. ارزیابی فنی و اقتصادی کاربرد فیلترهای مصنوعی در سیستم زهکشی زیرزمینی و مقایسه آن با فیلترهای متداول شن و ماسه در نخیلات آبادان. مجله علوم کشاورزی ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، جلد ۳۸، شماره ۳، سال ۱۳۸۶.

13- Cavelaars, J.C., Vlotman, W.F., and Spoor, G. 1994. Subsurface Drainage Systems, Chapter 21. In : Ritzema, H.P. (Ed.). Drainage Principles and Applications. ILRI Publication 16, 2nd Ed. Wageningen, the Netherlands. pp. 827-930.

14- Dieleman, P.J., and Trafford, B.D. 1976. Drain Testing. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 28, Food and Agricultural Organisation of the United Nations, Rome, Italy. 172 pp.

15- Drainage Research Institute (DRI). 2001. Subsurface drainage research on design, technology & management. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen, The Netherlands.

16- U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation. 1984. Drainage manual. United States Government Printing Office, Denver, Colorado.

