Archive of SID

اولین همایش ملی زهکشی در کشاورزی پایدار
تهران - ۸ اسفندماه ۱۳۹۲

بررسی اثر زهکش‌های مطبق بر خصوصیات هیدرولیکی جریان خروجی

محمد سلیمی

دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان(salimi17@yahoo.com)

حسین شریفان

استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (h_sharifan47@yahoo.com)

ابوطالب هزارجریبی

استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (aboh10@yahoo.com)

موسی حسام

استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (mhesam@yahoo.com)

چکیده

مسائل مختلفی از جمله زهکشی بیش از حد توسط زهکش‌های معمولی و حجم بالای زهاب و نمک خروجی از زهکش‌ها و مشکلات مربوط به دفع زهاب‌های خروجی از یک سو و منافع حاصل از افزایش عمق زهکش‌ها نظیر کاهش هزینه‌ها و ایجاد شرایط مطلوب برای تنفس ریشه‌ها از سوی دیگر باعث شده تا تلاش‌های فراوانی در جهت بهینه نمودن عمق نصب زهکش‌ها انجام گیرد. زهکشی مطبق به دلیل نصب زهکش‌ها در دو عمق مختلف می‌تواند به عنوان گزینه‌ای در جهت تعدیل اثرات مثبت و منفی زهکش‌های کم‌عمق و عمیق مورد استفاده قرار گیرد. در تحقیق حاضر با افزایش عمق زهکش نصب‌شده در بین دو زهکش دیگر به بررسی تاثیر این نوع زهکش بر افت سطح ایستابی و دبی خروجی زهکش‌ها پرداخته شد. نتایج نشان داد زهکشی مطبق ضمن افت سطح ایستابی بیشتر، دبی کمتری نسبت به زهکش معمولی دارد.

واژه های کلیدی: زهکشی مطبق، زهکشی غیر هم‌عمق، زهکشی پلکانی، عمق زهکشی.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

عمق نصب زهکش‌های زیرزمینی تحت تأثیر پارامترهای مختلفی قرار دارد و خود نیز بر پارامترهای طراحی تاثیر می‌گذارد. عمق نصب زهکش‌ها بستگی به لایه‌بندی، بافت، هدایت هیدرولیکی و خصوصیات فیزیکی خاک، عمق ریشه گیاهان، ماشین‌های نصب لوله‌های زهکشی، هزینه اجرای طرح و سود حاصل از آن، آب و هوای منطقه و مسائل زیست‌محیطی دارد. عمق نصب زهکش‌های زیرزمینی از پارامترهای مهم در طراحی سیستم‌های زهکشی است و انتخاب عمق نصب مناسب در عملکرد مطلوب سیستم‌های زهکشی نقش مهمی را ایفا می‌کند. تصمیم‌گیری در انتخاب عمق نصب زهکش‌ها به دلیل اثراتی که در عملکرد سیستم‌های زهکشی دارد، بررسی جامعی را می‌طلبد. افزایش عمق نصب زهکش‌ها، باعث تهویه و آبشویی بیشتر در ناحیه توسعه ریشه و به دنبال آن افزایش عملکرد گیاه و همچنین افزایش میزان نفوذ عمقی و کاهش رواناب سطحی می‌شود که کاهش فرسایش خاک را به دنبال دارد. از طرف دیگر افزایش عمق نصب زهکش‌ها افزایش حجم زهاب خروجی از زهکش‌های زیرزمینی و بدتر شدن کیفیت زهاب به خصوص در مناطق با آب‌های شور کم عمق را به دنبال دارد. همچنین افزایش عمق نصب زهکش‌ها باعث تخلیه بیش از حد آب نا حیه ریشه گیاه و ایجاد تنش خشکی در برخی بازه‌های زمانی می‌شود. کاهش عمق نصب زهکش‌ها نیز اثرات مختلفی را به همراه خواهد داشت. کاهش عمق نصب زهکش‌ها سبب کاهش سهم زهاب زیرزمینی و بهتر شدن کیفیت زهاب خروجی شده و از طرفی باعث افزا یش احتمال ایجاد شرایط ماندابی و تجمع نمک در ناحیه ر یشه گیاه و درنتیجه کاهش عملکرد گیاه و همچنین افزایش مقدار رواناب سطحی و فرسایش خاک می‌شود. بدیهی است کاهش عمق نصب زهکش منجر به کاهش فواصل لوله‌گذاری می‌شود که خود افزایش هزینه‌ها را در پی خواهد داشت. برای ایجاد تعادل بین اثرات مثبت و منفی افزایش و کاهش عمق نصب زهکش‌ها، حالت دیگر استفاده از زهکش‌های زیرزمینی با عمق کارگذاری متفاوت یا به عبارتی زهکش مطبق یا پلکانی می‌باشد. در این نوع سیستم زهکشی، خطوط زهکش مجاور هم، در دو عمق متفاوت نصب می‌شوند، به طوری که لوله‌های زهکش به طور یک در میان به صورت کم‌عمق و عمیق نصب می‌شوند. لذا می‌توان از اثرات مثبت افزایش یا کاهش عمق نصب زهکش استفاده نموده و اثرات منفی آن‌ها را کاهش داد. همچنین برخی شرایط از قبیل افزایش ضریب زهکشی به علت تغییر الگوی کشت، اشتباه در تعیین فواصل زهکش‌ها در زمان طراحی و یا تغییر مشخصات هیدرولیکی خاک پس از اجرای طرح، باعث می‌شوند سیستم زهکشی موجود به خوبی عمل نکرده و نیاز به اصلاح داشته باشد که در چنین شرایطی جمع‌آوری سیستم قبلی و جاگذاری سیستم جدید هزینه زیادی را در بر خواهد داشت و هزینه‌ای که صرف سیستم قبلی شده از دست می‌رود. یکی از راه‌های اصلاح چنین سیستمی که به وسیله آن سیستم کنونی نیز حفظ می‌شود، استفاده از سیستم زهکشی مطبق است. دبور و چو (۱۹۷۵) دو معادله تحلیلی، یکی برای جریان پایدار و بر اساس فرضیات دوپویی و فورشهایمر و دیگری با استفاده از روش باور و ون‌شیلفگارد برای جریان ناپایدار برای طراحی سیستم زهکش‌های نصب‌شده در دو عمق مختلف ارائه دادند. بررسی‌های آیارز (۱۹۸۷) نشان می‌دهد که شوری زهاب خارج شده از زهکش‌های نصب شده در عمق ۲ متری بیش از شوری زهاب خارج شده از زهکش‌هایی است که در عمق ۱/۷ متری نصب شده‌اند. زهکش‌هایی که در عمق بیشتری نصب شده‌اند، دارای زهاب خروجی بیشتری نیز خواهند بود و زمانی که خروج زهاب از زهکش‌های کم‌عمق متوقف می‌شود، خروج زهاب از زهکش‌های عمیق‌تر ادامه دارد. سبتی (۱۹۸۹) با فرض اینکه سطح اولیه ایستابی به شکل سهمی است، یک روش تحلیلی و یک روش عددی برای پیش‌بینی جریان ناپایدار سطح ایستابی برای سیستم زهکشی در دو عمق مختلف ارائه نمود و نشان داد که دو روش فوق برای خاک‌های یکنواخت نتایج مشابهی ارائه می‌دهند . ورما و همکاران (۱۹۸۹) با استفاده از معادله خطی بوسینسک، یک معادله تحلیلی برای سیستم زهکشی در دو عمق مختلف بدست آوردند. قائمی و ویلاردسون (۱۹۹۲) زهکش‌های کم‌عمق را علیرغم رفع مشکل ماندابی، در

www.SID.ir

Archive of SID

کنترل موثر شوری خاک در بلندمدت ناموفق شمردند. همچنین مطالعات وسیعی توسط گوئیتجنز و همکاران (۱۹۹۷) بر روی کیفیت زهاب‌ها انجام شد. هورنباکل و کریستن (۱۹۹۹) با ارزیابی شوری خاک‌های آبیاری شده منطقه فاریاب مورامبیج در جنوب شرقی استرالیا دریافتند که با افزایش عمق خاک، شوری خاک افزایش یافت. همچنین مشخص شد که بطور متوسط میزان نمک ذخیره شده در محدوده ۲-۱ متری نسبت به عمق کمتر از ۱ متر، حدود ۴ برابر افزایش داشت. کریستن و اسکهن (۲۰۰۱) با بررسی‌های مزرعه‌ای در نواحی تحت آبیاری جنوب شرقی استرالیا، تاثیر اصلاح پارامترهای طراحی و مدیریت سیستم‌های زهکشی زیرزمینی بر کمیت و کیفیت زهاب‌ها را مورد ارزیابی قرار دادند. آیارز و همکاران (۲۰۰۶) جهت بهبود مدیریت آب، زهکشی کنترل‌شده را مورد بررسی قرار دادند. هورنباکل و همکاران (۲۰۰۷) سیستم زهکشی چندعمقی را برای بهسازی کیفیت آب زهکشی با سیستم زهکشی تک‌عمقی مقایسه کردند. رحیمی خوب و همکاران (۱۳۸۵) یک مدل ریاضی از طریق روش عددی تفاضل‌های محدود برای پیش‌بینی وضعیت سطح ایستابی بین دو زهکش زیرزمینی که در دو عمق مختلف نصب شده‌اند، ارائه دادند. نوری و همکاران (۱۳۸۶) کاهش حجم زهاب را با کنترل سطح ایستابی و آبیاری زیرزمینی در کرج گزارش نموده‌اند. حمزه و همکاران (۱۳۸۹) تاثیر سیستم زهکشی مطبق بر کمیت و کیفیت زهاب خروجی از مزرعه وتغییر اثرات زیست محیطی زهاب در اثر تغییر سیستم زهکشی معمولی به پلکانی را مورد بررسی قرار دادند. یزدان‌پناه و همکاران (۱۳۹۰) با آبشویی خاک‌های شور و سدیمی همراه با مواد اصلاحی در اراضی استان کرمان به این نتیجه رسیدند که در تمامی تیمارها سدیم محلول در نزدیک خاک دارای کمترین مقدار بوده و با افزایش عمق غلظت آن افزایش می‌یابد. جهت طراحی و نصب زهکش‌های پلکانی و تعیین نوسانات سطح ایستابی و دبی خروجی از زهکش‌ها فرمول‌ها و روش‌های مختلفی ارائه شده است که می‌توان با بهره جستن از این روش‌ها و ارزیابی عملکرد زهکش‌های اجرا شده و بررسی نقاط ضعف و قوت آنها، نگاهی جامع‌تر برای طرح‌های آینده در اختیار برنامه ریزان و طراحان قرار داد. در این تحقیق تاثیر زهکشی مطبق با افزایش عمق زهکش میانی نسبت به دو زهکش کناری بر روی دبی زهاب و افت سطح ایستابی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

با توجه به اینکه انجام آزمایش‌ها با در نظر گرفتن حالت‌های مختلف استقرار لوله‌های زهکش در شرایط واقعی در مزارع آزمایشی چند هکتاری مستلزم صرف هزینه و زمان زیادی است؛ لذا استفاده از مدل‌های فیزیکی جهت سهولت مطالعات توجیه‌پذیر می‌باشد. برای انجام این تحقیق نیز یک مدل زهکشی آزمایشگاهی ساخته شد. این مدل به ابعاد ۴×۱/۲×۱ متر دارای ۹ خروجی جهت نصب لوله‌های زهکش به فاصله ۳۰ و ۶۰ و ۹۰ سانتی‌متر از کف و به فاصله ۱۲۰ سانتی‌متر از هم می‌باشد. در این مدل برای لوله‌های زهکشی از لوله‌های پولیکا ۴ استفاده شد که دارای قطر داخلی۳۴ میلی‌متر بودند. این لوله‌ها با فیلترهای مصنوعی پوشانده شدند. در هر طرف مدل تعداد ۱۱ شیر با فواصل ۱۰ سانتیمتری جهت ورود آب و تنظیم ارتفاع سطح ایستابی در ارتفاعات مختلف تعبیه شد. به اینصورت که منبع تامین آب به یکی از شیرها وصل و برای تنظیم ارتفاع سطح ایستابی، شیر هم ارتفاع متناظر با آن جهت خروج آب باز گذاشته می‌شد.جهت توزیع یکنواخت آب در خاک، در هر طرف مدل یک صفحه فلزی سوراخ‌دار نصب شد تا آب در فاصله بین صفحه مذکور و دیواره مدل در ارتفاع مورد نظر جمع شده و از طریق سوراخ‌ها وارد خاک شود. جهت قرائت سطح ایستابی و ارتفاع پیزومتریک، در فواصل مختلف از زهکش‌ها، تعداد ۸۵ پیزومتر به صورت مربعی و به فاصله ۱۵ سانتیمتر از هم نصب شد. برای از بین بردن اثر ناشی از سطوح داخلی مدل بر جریان آب در خاک و قرائت صحیح پیزومترهای نصب شده، به قسمت داخلی پیزومترها که داخل خاک قرار می‌گرفت یک لوله ۱۰ سانتیمتری نصب و این لوله‌ها توسط یک شبکه فلزی مهار شد تا در اثر وزن و نشست خاک، به سمت پایین جابجا نشوند.

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین جهت جلوگیری از ورود خاک و اشیاء خارجی به درون آن‌ها انتهای لوله‌ها با توری بسته شد. برای پر کردن مدل، خاک مورد نیاز از مزرعه آموزشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به صورت لایه لایه منتقل و در مدل ریخته شد. در حین خاکریزی، خاک داخل مدل تدریجا اشباع شد تا کم‌کم نشست نماید و از آسیب زدن یا جابجا کردن لوله‌ها به پایین در اثر نشست دفعی خاک جلوگیری شود.

شکل (۱): نمای کلی مدل استفاده شده در تحقیق

داده برداری

پس از ریختن خاک در مدل و اشباع کردن آن، شیر ورودی جهت تامین آب و شیر خروجی جهت تنظیم ارتفاع سطح ایستابی باز شد. با تنظیم دبی ورودی بر اساس زهاب خروجی و آب خارج‌شده از شیر تنظیم ارتفاع سطح ایستابی و ثابت شدن دبی خروجی از لوله‌های زهکشی، شرایط ماندگار در مدل برقرار شد. پس از برقراری شرایط ماندگار، اقدام به قرائت پیزومترها و اندازه‌گیری دبی خروجی از زهکش‌ها شد. ارتفاع پیزومترها از روی شبکه میلی‌متری نصب شده بر روی بدنه مدل و دبی خروجی به روش حجمی اندازه گیری شد. به این ترتیب که ابتدا داده‌های مربوط به زهکش‌ها به صورت معمولی برداشت شد و سپس با افزایش عمق زهکش وسط دوباره داده‌برداری انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

دبی خروجی از زهکش‌ها

پس از اندازه‌گیری دبی خروجی از زهکش‌ها نتایج زیر حاصل شد

جدول (۱): دبی زهاب خروجی از لوله‌های زهکش(L/h)

تیمار	لوله سمت راست	لوله میانی	لوله سمت چپ	مجموع
همه لوله ها در ارتفاع ۹۰ cm	۲۱/۹۶	۱/۲۵۷	۱/۶۲	۲۴/۸۳۷
۳۰ cm افزایش عمق لوله میانی	۱۸/۴	۳/۰۶	۱/۲۶	۲۲/۷۲
۶۰ cm افزایش عمق لوله میانی	۱۳/۱۲۵	۳/۹	۲/۱۳۹	۱۹/۱۶۴

همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش عمق لوله میانی، ۱- دبی خروجی از لوله میانی با افزایش عمق آن افزایش پیدا می‌کند که به دلیل افزایش بار آبی روی آن می‌باشد. ۲- دبی لوله‌های کناری روند کاهشی دارند که در تبیین علت آن می‌توان عنوان کرد که هم به دلیل افزایش عمق و دبی زهکشی میانی، بخشی از دبی این زهکش‌ها توسط زهکش میانی تخلیه شده، همچنین افت بار آبی ناشی از دبی میانی نیز بر این روند تاثیر گذاشته. ۳- دبی مجموع نیز با افزایش عمق زهکشی میانی، روند کاهشی داشته که می‌توان علت آن را افت بار آبی ناشی از افزایش عمق زهکش میانی ومتعاقب آن کاهش دبی زهکش‌ها دانست.

ارتفاع سطح ایستابی

نتایج حاصل از اندازه‌گیری ارتفاع سطح ایستابی بین زهکش سمت راست و زهکش میانی به ترتیب فاصله از زهکش راست در جدول زیر مشاهده می‌شود.

جدول (۲): ارتفاع سطح ایستابی بین دو زهکش بر حسب فاصله از زهکش سمت راست

فاصله از زهکش / تیمار	۳۷ سانتی متر	۵۲ سانتی متر	۶۷ سانتی متر	۸۲ سانتی متر	۹۷ سانتی متر	۱۰۹ سانتی متر	بیشترین ارتفاع ایستابی
همه لوله ها در ارتفاع ۹۰ cm	۹۹۲ (mm)	۱۰۱۸ (mm)	۹۸۶ (mm)	۸۷۱ (mm)	۹۶۰ (mm)	۹۵۵ (mm)	۱۰۱۸ (mm)
۳۰ cm افزایش عمق لوله میانی	۸۶۰ (mm)	۸۶۸ (mm)	۸۴۰ (mm)	۸۰۲ (mm)	۷۶۵ (mm)	۶۶۸	۸۶۸ (mm)
۶۰ cm افزایش عمق لوله میانی	۷۳۵ (mm)	۷۴۲ (mm)	۷۶۴ (mm)	۶۲۴ (mm)	۶۰۰ (mm)	۳۲۸ (mm)	۷۶۴ (mm)

www.SID.ir

Archive of SID

همانطور که مشخص است با افزایش عمق زهکش میانی، در همه فواصل افت سطح ایستابی اتفاق افتاده که دلیل آن به طور واضح، ناشی از خروج زهاب بیشتر از زهکش میانی است.

نتیجه گیری و پیشنهادات

در این تحقیق زهکشی مطبق با زهکشی معمولی مقایسه گردید و نتایج زیر به دست آمد.

- با افزایش عمق زهکش میانی، دبی زهکش عمیق افزایش و دبی زهکش‌های کم عمق کاهش می‌یابد.
- با افزایش عمق زهکش میانی، دبی مجموع زهکش‌ها کاهش می‌یابد.
- در تمام فاصله بین دو زهکش افت سطح ایستابی به وجود می‌آید و حداکثر عمق سطح ایستابی نیز افت پیدا می‌کند.
- زهکشی مطبق در عین افت سطح ایستابی بیشتر، زهاب کمتری را خارج می‌کند و این یعنی مشکلات مربوط به دفع زهاب و اثرات مخرب زیست محیطی آن کمتر از زهکشی معمولی است.

از آنجا که با افت سطح ایستابی بیشتر، می‌توان فاصله زهکش‌ها را بیشتر گرفت، پیشنهاد می‌شود تاثیر اجرای زهکش مطبق بر افزایش فاصله لوله‌های زهکشی و منافع اقتصادی حاصل از آن نیز مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

۱- حمزه، س.، ناصری، ع. ع.، جعفری، س. کشکولی، ح. ع. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر سیستم زهکشی مطبق بر کمیت و

۲- کیفیت زهاب خروجی از مزرعه و کاهش اثرات زیست محیطی. سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی(دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب).

۳- رحیمی خوب، ع. ۱۳۸۵ ، مدل ریاضی جریان آب در زهکش‌های نصب شده در دو عمق مختلف، مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی(دانشگاه شهید چمران اهواز)۱۰ الی ۱۲ بهمن۱۳۸۹.

۴- نوری، ح، ع . لیاقت، ح . فرداد، و م . چایی‌چی. ۱۳۸۶. بهبود کیفیت آب زهکشی با استفاده از مدیریت سطح ایستابی در یک منطقه نیمه‌خشک ایران. مجله آبیاری و زهکشی ایران، سال اول، شماره یک. صفحه ۴۸-۴۱

۵- یزدان‌پناه، ن .پذیرا، ا .نشاط، ع .و محمودآبادی، م.، ۱۳۹۰. تاثیر برخی روش‌های اصلاح خاک شور و سدیمی در توزیع عمقی کاتیون‌های محلول با استفاده از ستون خاک مجله پژوهشهای آبخیزداری. شماره۹۱

6- Ayars, J.E., Patton, S.H, and Schoneman, R.A. 1987.Drain water quality from arid irrigated lands. In: Proceedings of 5th National drainage Symposium. Chicago, USA. pp. 220-230.

7- Ayars, J.E., Christen, E.W.& Hornbuckle, J.W. 2006. Controlled drainage for improved water management in arid regions irrigated agriculture. Agric. Water Manage 86:128-139.

8- Christen, E and Skehan, D. 2001. Design and management of subsurface horizontal drainage to reduce salt loads. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 127(3), 148-155.

9- DeBoer, D. W., and Chu, S. T., 1975. Bi-level subsurface drainage theory. Trans. ASAE, 18(4): 664-667.

www.SID.ir

Archive of SID

10- Ghaemi, A.A, and Willardson, L.S., 1992. Salt management in a shallow drained soil with an artesian pressure. In: Land Reclamation: Advance in Research and Technology, Proceedings of the international Symposium, 14-15 December, Nashville, Tennessee, ASCE.
11- Guitjens, J.C., Ayars, J.E, and Grismer, M.E. 1997. Drainage design for water quality management: Overview. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 123(3), 148-153.
12- Hornbuckle, J.W., E.W. Christen, 1999. Physical properties of soils in the Murrumbidgee and Coleambally irrigation areas. CSIRO Land and Water Technical Report 17/99 <http:// www.clw.csiro.au/publications/technical99/tr17-99.
13- Hornbuckle, J.W., Christen, E.W., Faulkner, R.D., 2007. Evaluating a multi-level subsurface drainage system for improved drainage water quality. Agric. Water Manage. 89, 208–216.
14- Sabti, N.A., 1989. Linear and nonlinear solution of the Boussinesq equation for the bi-level drainage problem.Agric. Water Manage. 16, 269-278.
15- Verma, A.K., Gupta, S.K., Singh, K.K., Chauhan, H.S., 1998. An analytical solution for design of bi-leve ldrainage systems. Agric. Water Mgmt. 37, 75-92.

www.SID.ir