نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۰، ص. ۷۵۶-۷۴۶

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.4, Sep-Oct 2011, p. 746-756

تأثیر زهکش‌های جمع‌کننده در کاهش ضریب زهکشی

(مطالعه موردی: واحد کشت و صنعت امیرکبیر، خوزستان)

محمدرضاعسگری[1*]- عبدالمجید لیاقت[2]- مسعود پارسی نژاد[3]

تاریخ دریافت:۸۸/۱۱/۱۱
تاریخ پذیرش:۹۰/۳/۲۴

چکیده

در سیستم‌های زهکشی زیرزمینی گرچه نقش اصلی جذب و دفع زه‌آب از خاک‌رخ بر عهده لترال‌ها است، لیکن چنان‌چه جمع‌کننده‌ها از لوله‌های مشبک یا منقطع ساخته شده باشند، بخشی از زه‌آب مستقیماً از طریق جمع‌کننده‌ها تخلیه می‌شود. در طراحی زهکش‌های زیرزمینی، این بخش از تخلیه به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات لازم و دشوار بودن برآورد میزان آن معمولاً مورد توجه قرار نمی‌گیرد. در صورتی که میزان تخلیه زه‌آب توسط جمع‌کننده‌ها تعیین و ضریب زهکشی طرح نسبت به آن اصلاح گردد، زهکش‌های زیرزمینی می‌توانند با فواصل بیشتر و ظرفیت کمتر و در نتیجه اقتصادی‌تر طراحی شوند. این تحقیق با هدف تعیین میزان تخلیه جمع‌کننده‌ها و تعدیل ضریب زهکشی در شبکه زهکشی زیرزمینی واحد کشت و صنعت امیرکبیر (از واحدهای کشت و صنعت نیشکر خوزستان) به انجام رسیده است. در منطقه مورد مطالعه بافت خاک‌ها بطور کلی متوسط تا سنگین و در بعضی از موارد بسیار سنگین می‌باشد. اندازه‌گیری سطح ایستابی، تخلیه لترال‌ها و جمع‌کننده‌ها در مزرعهٔ ARC2-14 به مساحت ۲۵ هکتار در اراضی تحقیقاتی مرکز تحقیقات نیشکر در واحد امیرکبیر که یکی از واحدهای هفت‌گانهٔ طرح توسعه نیشکر می‌باشد در سال ۱۳۸۸ ثبت گردیده است. همچنین شعاع تأثیر جمع‌کننده‌ها و نیز وضعیت سطح ایستابی در حد فاصل زهکش‌های مزرعه نیز اندازه‌گیری و مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها نشان داد که به طور متوسط ۲/۸ لیتر در ثانیه یا ۲ میلیمتر در روز زه‌آب مستقیماً از طریق جمع‌کننده‌ها جذب و تخلیه می‌شود. مقایسه تخلیه مستقیم جمع‌کننده‌ها با تخلیه کل سیستم نشان داد که به‌طور متوسط ۲۴ درصد از کل تخلیه شبکه زهکشی از طریق جمع‌کننده‌ها صورت می‌گیرد که در صورت اعمال آن بر ضریب زهکشی طرح، ضریب زهکشی به جای ۸/۲۴ میلیمتر در روز به رقم ۶/۲۴ میلیمتر در روز کاهش یافته، که این میزان باعث افزایش فواصل زهکش ها از ۴۰ به ۴۴ متر می‌شود. همچنین شعاع تأثیر جمع‌کننده‌ها ۵۰ متر محاسبه شد.

واژه های کلیدی: تعدیل ضریب زهکشی، زهکش جمع‌کننده، جریان ماندگار

مقدمه

طراحان به طور عموم، به سبب در دسترس نبودن مزارع آزمایشی و عدم انجام پایش در طرح‌های اجرا شده، به حداکثر کردن تعدادی از پارامترهای طراحی روی می‌آوردند. در زمینه ضریب زهکشی، طراحان پرمصرف‌ترین گیاه را از میان الگوی کشت انتخاب می‌کنند. برخی از طراحان پا را از این حد نیز فراتر گذارده و به جای در نظر گرفتن فاصله زمانی یکی دو ماهه با حداکثر مصرف، کمترین فاصله آبیاری را برای تخلیه زه‌آب از دل خاک برمی‌گزینند. برخی از آنها نقش جمع‌کننده‌ها را در تخلیه زه‌آب نادیده می‌گیرند و بسیاری از آنها زهکشی طبیعی خاک را فراموش می‌کنند. مجموعه این عوامل موجب می‌شود که ضریب زهکشی بیش از مقدار واقعی آن برآورد شود (۳). از طرفی در طرح‌های زهکشی، همانند هر طرح دیگر درآمد آتی پروژه باید بتواند جواب‌گوی این سرمایه‌گذاری باشد. لذا تجزیه و تحلیل اقتصادی یکی از عملیات بسیار مهمی است که به منظور توجیه مخارج و مقایسه بین گزینه‌های مختلف باید صورت گیرد و اغلب کوشش مدیران طرح‌ها در کاهش هزینه‌ها است.

فواصل زهکش‌ها در سیستم زهکشی زیرزمینی عامل مهمی در تعیین شاخص‌های اقتصادی می‌باشد، به‌نحوی که با افزایش فواصل می‌توان هزینه‌های اجرایی طرح را در حد مطلوب کاهش داد. از طرفی ضریب زهکشی پارامتر بسیار حساسی است که نقش به‌سزایی در تعیین فواصل زهکش‌ها ایفا می‌کند و محاسبه دقیق آن، روی فاصله

۱،۲و۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: mrasgary@ut.ac.ir)

Archive of SID
www.SID.ir

زهکش‌ها و بالتبع کاهش هزینه‌های اقتصادی تأثیر قابل توجهی دارد (۵).

در راستای ارائه راه‌کارهای کاهش هزینه‌های اقتصادی، گزینه‌های مختلفی می‌تواند مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. از این رو بهینه‌سازی طراحی زهکش‌ها در این جهت باعث توجیه اقتصادی طرح خواهد شد. تاکنون پژوهش‌هایی در مورد کاهش میزان ضریب زهکشی صورت گرفته است. با یک‌پارچه گرفتن سیستم زهکشی و آبیاری می‌توان حجم زهکشی را کاهش داد و بهبود این ضریب می‌تواند به طور معنی‌داری بر روی فاصله زهکش‌ها و در نتیجه کاهش هزینه اقتصادی طرح مؤثر واقع گردد (۱۰ و ۱۷). در حال حاضر ضریب زهکشی با محاسبه ترازنامه آب تخمین زده می‌شود و تنها تأثیر لترال‌ها در تخلیه زه‌آب لحاظ می‌شود، حال آن‌که در شبکه‌های زهکشی کشورمان بعد از راه‌اندازی شبکه، مقادیر اندازه‌گیری شده شدت زهکشی کمتر از مقدار ضریب زهکشی محاسبه‌ای برای طرح می‌باشد، به نحوی که این اختلاف کاملاً مشهود است (۱ و ۲).

در بسیاری از روابط مبتنی بر جریان‌های ماندگار، فاصله زهکشی تقریباً (نه تحقیقاً) با جذر ضریب زهکشی نسبت معکوس دارد. نگاهی سطحی به این رابطه ممکن است نقش خطا را در برآورد ضریب زهکشی کم اهمیت جلوه دهد، اما توجه به این امر که کاهش ضریب زهکشی به میزان ۲۰ تا ۳۰ درصد موجب افزایش فاصله زهکش‌ها به میزان حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد می‌شود و در نتیجه موجب کاهش قابل ملاحظه هزینه‌ها می‌گردد، اهمیت آن را آشکار می‌کند (۳). به نقل از سرویس حفاظت خاک آمریکا عنوان شده است که ضریب زهکشی واقعی ممکن است تا ۴۰ درصد از ضریب زهکشی محاسبه شده کمتر باشد زیرا در روش‌های محاسباتی، جذب آب توسط جمع‌کننده‌ها و زهکش‌های طبیعی نادیده گرفته شده است (۱).

در سطح بین‌المللی نیز این گرایش وجود دارد. تحقیقات مختلفی در جهت بازبینی معیارهای طراحی زهکشی در مصر، هند و پاکستان صورت گرفته که جمیعاً نشان می‌دهد که معیارهای طراحی بسیار محافظه‌کارانه بوده است. در مصر ضریب زهکشی اولیه در طراحی ۰/۹۵ میلیمتر در روز محاسبه شده بود که نهایتاً پس از بازبینی معیارهای طراحی محققین به این نتیجه رسیدند که ضریب زهکشی ۰/۹ میلیمتر در روز می‌تواند برای پایین آوردن سطح ایستابی و شوری کارآمد باشد، در حالی که مقدار این ضریب در طراحی ۱/۵–۱/۲۵ میلیمتر در روز برآورد شده است. همچنین تحقیقات در هند نشان می‌دهد که میزان ضریب زهکشی طراحی (۲ میلیمتر در روز) به منظور کنترل شوری می‌تواند به ۱/۵–۱ میلیمتر در روز کاهش یابد. نتایج پایش داده‌ها و شبیه‌سازی‌های انجام شده توسط کامپیوتر در پاکستان اشاره بر این موضوع دارد که ضریب زهکشی می‌تواند از مقدار اولیه ۳/۵ میلیمتر بر روز به میزان ۱/۵ میلیمتر بر روز، یعنی تا ۵۰ درصد میزان طراحی کاهش داده شود (۹، ۱۶ و ۱۸).

میزان تخلیه‌ای که مستقیماً توسط جمع‌کننده‌ها صورت می‌گیرد، بخشی از ضریب زهکشی اراضی است که با لحاظ کردن آن، ضریب زهکشی لترال‌ها کاهش یافته و در نتیجه فواصل لترال‌ها افزایش و ظرفیت آنها کاهش می‌یابد. در این صورت طرح زهکشی با هزینه کمتری به مورد اجرا گذاشته می‌شود. از سوی دیگر تخلیه مستقل جمع‌کننده‌ها می‌تواند بر موازنه مؤلفه‌های بیلان سفره سطحی تأثیر گذاشته و موجب افت نسبی سطح ایستابی و احتمالاً کنترل محدودیت‌های زهکشی در آن بخش از اراضی شود که این محدودیت از شدت زیادی برخوردار نیست و از این طریق، نیاز به احداث لترال‌های زهکشی در بخش‌هایی از اراضی منتفی خواهد شد (۱).

در اراضی کشت و صنعت امام خمینی جهت بررسی‌های تکمیلی و تعیین عملکرد سیستم زهکش‌های پلکانی، یکی از مزارع این واحد که در آن زهکش‌های پلکانی با فاصله ۳۵ متر نصب شده‌اند انتخاب گردید. سپس در مزرعه مورد نظر سه ردیف چاهک مشاهده‌ای در فواصل ۲۵۰، ۵۰۰ و۷۵۰ متری از جمع‌کننده مزرعه نصب شدند. از نتایج نوسانات سطح ایستابی مشهود بود که عمق سطح ایستابی به سمت جمع‌کننده یا محل تخلیه لترال، بیشتر می‌شود که دو دلیل اصلی این امر یکی افزایش عمق به سمت جمع‌کننده و دیگری نقش جمع‌کنندها در کنترل سطح ایستابی می‌باشد (۸).

در طرح بهبهان، خطوط جمع‌کننده نیز به صورت جذب‌کننده اجرا شده‌اند. این زهکش‌ها بخش قابل ملاحظه‌ای از آب‌های زیرزمینی را تخلیه نمودند. در تعدادی از مزارع حاشیه منطقه زه‌دار، به اعتبار وجود خطوط جمع‌کننده، از اجرای زهکش‌های مزرعه صرفنظر شد. با منظور نمودن اثرات این زهکش‌ها در تخلیه آب زیرزمینی، فواصل خطوط زهکش‌ها برحسب شرایط ۲۰–۱۰ متر افزایش داده شد (۴).

مرکز تحقیقات پروژه زهکشی کشاورزی هند با تحقیقات انجام گرفته در پروژه راجستان[1]، اولین پروژه بزرگ ملی هندوستان که اجرای آن از سال ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۸ به‌طول انجامید، با لحاظ کردن نقش جمع‌کنندها در جمع‌آوری زه‌آب مزرعه، میزان ضریب زهکشی طراحی را که ۲ میلیمتر در روز بود به میزان ۱/۵ میلیمتر در روز کاهش داد که همین امر منجر به افزایش فواصل زهکش‌ها از ۶۰ به ۶۷ متر شد (۱۵). ارزیابی کارائی سیستم زهکشی در دلتای نیل و ترکیه حاکی از نقش ۴۰–۲۰ درصدی جمع‌کننده‌ها در جمع‌آوری زه‌آب منطقه تحت تأثیر خود می‌باشد (۱۱، ۱۲ و ۱۳). کیم و همکاران (۱۴) در بخشی از آزمایشات خود، دبی ورودی به لترال را تحت تأثیر جمع‌کننده مورد بررسی قرار دادند. نتایج محاسبات نشان داد هر چه به جمع‌کننده نزدیک می‌شویم به‌دلیل تأثیر جمع‌کننده، سطح ایستابی و نهایتاً شدت ورود آب به داخل لترال‌ها کاهش می‌یابد.

1- Rajasthan

Archive of SID

www.SID.ir

بنابراین، ارائه یک راه‌کار مناسب برای درک میزان تأثیر جمع‌کننده‌ها در مقدار تخلیه زه‌آب و همچنین تعیین شعاع تأثیر، نحوه و میزان اثر آنها روی سطح ایستابی می‌تواند هر چه بهتر در طراحی دقیق و کاهش هزینه طرح زهکشی زیرزمینی کمک کند. اهداف این تحقیق عبارت از بررسی تأثیر زهکش‌های جمع‌کننده بر ضریب زهکشی، تعدیل ضریب زهکشی با احتساب سهم زهکش‌های جمع‌کننده در تخلیه زه‌آب، تعیین سهم هر یک از اجزاء سیستم زهکشی (لترال، جمع‌کننده) در تخلیه زه‌آب و بررسی تأثیر ضریب زهکشی تعدیل‌شده بر فواصل زهکشی در واحد کشت و صنعت امیرکبیر واقع در خوزستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

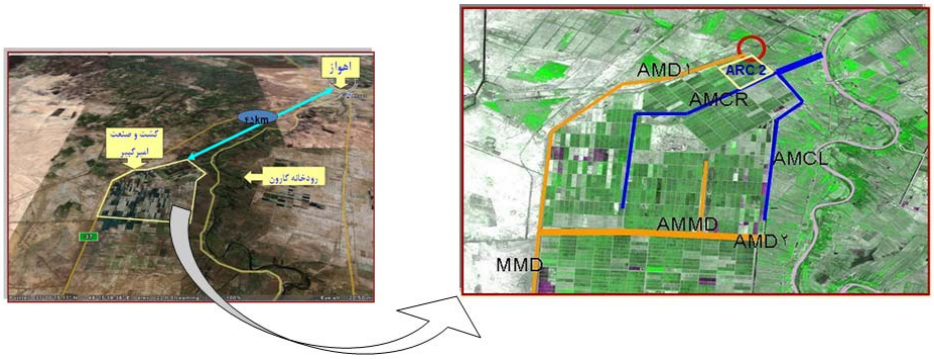
واحد کشت و صنعت امیرکبیر در ۴۵ کیلومتری جنوب اهواز و در غرب رودخانه کارون و شرق جاده اهواز به خرمشهر واقع است. موقعیت جغرافیایی این واحد دارای حد شمالی ۳۱ درجه و ۱۵ دقیقه، حد جنوبی ۳۱ درجه و ۴۰ دقیقه، حد شرقی ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه (رودخانه کارون) و حد غربی ۴۸ درجه و ۱۲ دقیقه (جاده اهواز- خرمشهر) می‌باشد. اراضی واحد کشت و صنعت امیرکبیر به قطعات منظم ۲۵ هکتاری در ابعاد ۲۵۰ در ۱۰۰۰ متر تقسیم شده است (۶). شبکه زهکشی اجرا شده در محل انجام تحقیق مرکب از لوله‌های پلاستیکی هستند که در عمق ۱/۸ در سرآب لوله‌ها تا ۲/۲ متر در محل اتصال به لوله‌های کلکتور از سطح زمین متناسب با شیب طبیعی اراضی کارگذاری شده است. نوع کلکتور اجرا شده در منطقه مورد مطالعه لوله‌های بتنی به قطر ۵۰۰ میلی‌متر و طول ۱ متر می‌باشد. در پیرامون لوله‌های زهکشی از فیلتر شنی با ضخامت حدود ۱۰ سانتی‌متر اجرا شده است که دانه‌بندی آنها نیز مطابق با مشخصات SCS صورت گرفته است. این تحقیق در فاصله بین دو منهول در مزرعه ARC2-14 از مزارع تحقیقات نیشکر به اجرا درآمد.

مقادیر دبی برای محدوده تغذیه کننده ایستگاه پمپاژ زهکشی مربوط به ARC2 که شامل ۱۸ مزرعه می‌باشد و زه‌آب نیمی از مزارع را تخلیه می‌کند، به‌منظور مقایسه ضریب زهکشی محدوده با ضریب زهکشی طراحی و مشخص کردن سهم جمع‌کننده‌ها در جمع‌آوری زه‌آب اندازه‌گیری شده است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه (ARC2) واقع در واحد کشت و صنعت امیرکبیر را نشان می‌دهد.

در منطقه مورد مطالعه بافت خاک‌ها بطور کلی متوسط تا سنگین و در بعضی از موارد بسیار سنگین می‌باشد. بر طبق اندازه‌گیری‌های انجام شده بر روی نمونه‌های دست نخورده در آزمایشگاه، قابلیت نفوذ خاک‌ها در برخی از موارد متوسط ولی در بیشتر موارد آهسته تا خیلی آهسته می‌باشد. منحنی مشخصه رطوبتی خاک در منطقه مورد مطالعه در شکل ۲ نشان داده شده است.

مزرعه آزمایشی مورد نظر به وسیله دو گروه ۵ تایی لوله‌های زهکش زیرزمینی زهکشی می‌شود. لوله‌های مذکور دارای طول ۵۰۰ متر و عمق متوسط ۲ متر بوده و به فاصله ۴۰ متر از یکدیگر قرار دارند که پنج رشته از آن‌ها زه‌آب نصف مزرعه (۱۲/۵ هکتار) را به جمع‌کننده‌ی شمالی و پنج رشته‌ی دیگر به همان شکل زه‌آب را به جمع‌کننده‌ی جنوبی مزرعه تخلیه می‌نمایند.

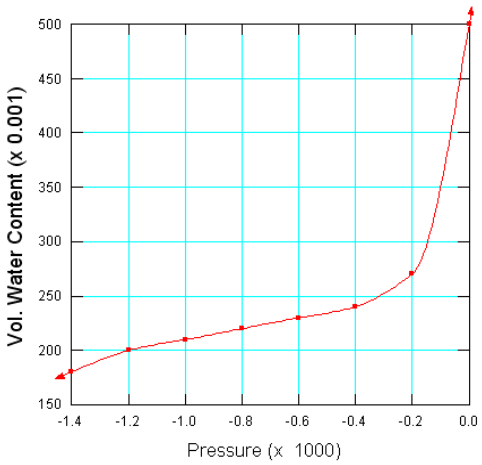
لوله‌های جدار چاهک از نوع P.V.C (پی وی سی) با قطر سه چهارم اینچ و طول ۲ متر انتخاب شد. در طول لوله سوراخ‌هایی به قطر ۳ میلیمتر و به فواصل چهار سانتی‌متر ایجاد گردید و هنگام قرارگیری در چاهک، اطراف آن با فیلتر شن و ماسه پوشانده شد. چاهک‌های مطالعاتی در مزرعه در سه ردیف در طول لترال‌ها و بین فواصل لوله‌های زهکش نصب گردید. طرز قرارگیری در ردیف اول و سوم به این ترتیب بود که از محل ورود لوله زهکش به داخل جمع‌کننده به فواصل ۱۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ متر و در ردیف میانی بمنظور بررسی دقیق‌تر شیب سطح ایستابی به سمت لوله جمع‌کننده و مشاهده‌ی شعاع تأثیر جمع‌کننده، توزیع مکانی چاهک‌ها فشرده‌تر گردید و در فواصل ۱۰، ۵۰، ۱۵۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ متر عمود بر جمع‌کننده نصب گردید. شکل ۳ محل قرار گرفتن چاهک‌ها در مزرعه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت عمومی واحد کشت و صنعت امیرکبیر و منطقه مورد مطالعه (ARC2)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲ - منحنی مشخصه رطوبتی خاک منطقه مورد مطالعه

پس از تجهیز چاهک‌ها و فراهم آمدن امکان قرائت سطح ایستابی، نوسانات سطح ایستابی با توجه به در نظر گرفتن حالت پیک سطح ایستابی ۲ الی ۳ روز بعد از آبیاری از تاریخ ۱۳۸۸/۲/۱۵ تا ۱۳۸۸/۷/۲۲ اندازه‌گیری شد. دلیل تأخیر در اندازه‌گیری سطح ایستابی بعد از آبیاری، خاک سنگین مزارع بود که بعد از گل شدن عبور از مزرعه غیر ممکن بود. در کل، سطح ایستابی در ۱۹ آبیاری و بازه زمانی ذکر شده در هر یک از چاهک‌ها همزمان قرائت شد و مبنای محاسبات قرار گرفت.

از آنجایی‌که فواصل محاسبه شده زهکش‌ها در مرحله طراحی با شرایط ماندگار، همخوانی قابل قبولی با روش‌های غیرماندگار داشته از این‌رو از فرمول هوخهات برای محاسبه دبی زهکش‌ها استفاده شد. میزان هدایت هیدرولیکی و عمق معادل با توجه به مطالعات انجام شده در محدوده در مرحله طراحی به‌ترتیب ۱/۳ متر در روز و ۲ متر در محاسبات اعمال شده است (۷).

در این تحقیق جهت دستیابی به میزان کاهش ضریب زهکشی با در نظر گرفتن نقش جمع‌کنندگی جمع‌کننده‌ها، از بیلان حجمی زه‌آب در یک بازه از جمع‌کننده استفاده شده است. برای این منظور بازه‌ای از جمع‌کننده که تعداد مشخصی لترال به آن ریخته می‌شود (در این جا فاصله بین دو منهول در یک قطعه زراعی، ۲۵۰ متر) مشخص شده و میزان آب ورودی و خروجی به جمع‌کننده و میزان آب ورودی توسط لترال‌های موجود در این بازه اندازه‌گیری و نهایتاً با بستن بیلان حجمی طبق رابطه ۱، میزان تأثیر جمع‌کننده‌ها در جمع‌آوری زه‌آب مشخص شده است (شکل ۴):

$$\Delta Q = (Q_{out} - Q_{in}) - \sum_{i=1}^{n} q_i \quad (۱)$$

در این رابطه:

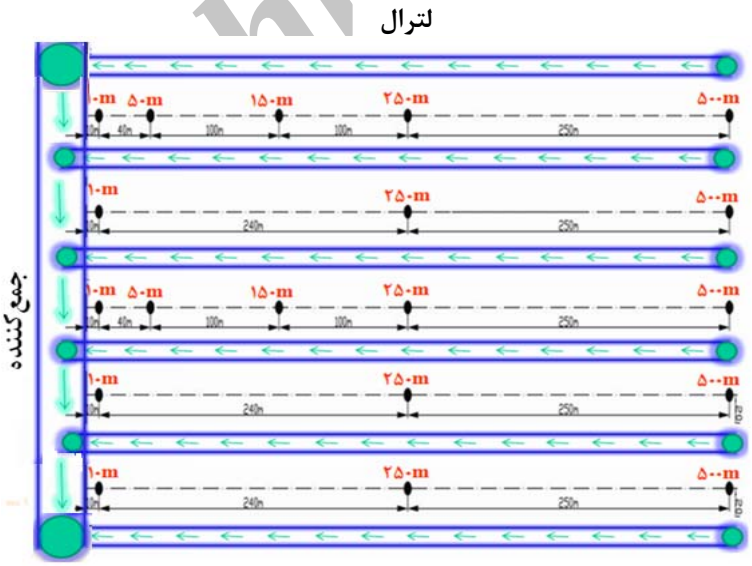
Q_{in}= دبی ورودی به جمع‌کننده،

Q_{out}= دبی خروجی از جمع‌کننده،

q= دبی لترال،

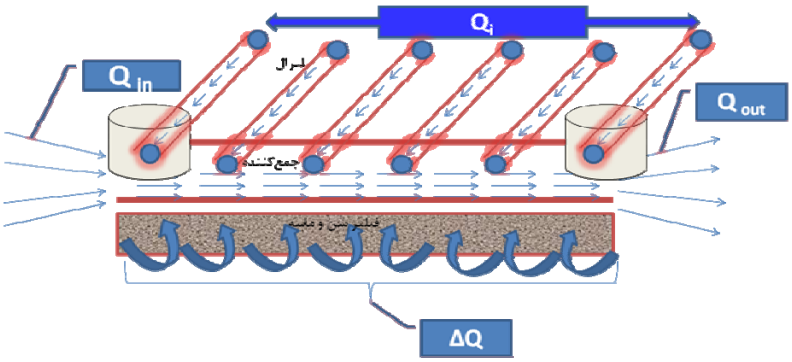
n= تعداد لترال ها در بازه مورد مطالعه و

ΔQ= میزان زه‌آب زهکشی‌شده توسط جمع‌کننده می‌باشد.



شکل ۳ - محل قرارگیری چاهک‌ها بین دو لوله زهکش و عمود بر جمع‌کننده

www.SID.ir



شکل ٤- شکل شماتیک از بیلان حجمی زه‌آب در بازه‌ای مشخص از جمع‌کننده

میزان جریان ورودی به جمع‌کننده و خروجی از آن توسط دستگاه التراسونیک اندازه‌گیری شد. در روش التراسونیک، از اندازه‌گیری اختلاف زمان، ناشی از رفت و برگشت سیگنال صوت، در درون سیال، استفاده می گردد اگر سیگنال صوت، با سرعت ثابت V_1 از نقطه A به B ارسال گردد، سرعت‌های رفت و برگشت این سیگنال در صورت تساوی مسیرهای رفت و برگشت، برابر V_1-V و V_1+V است. این اختلاف سرعت، در دو قسمت رفت و برگشت، به اختلاف زمان رفت و برگشت، تبدیل می‌گردد و اگر این اختلاف، اندازه‌گیری گردد، امکان اندازه‌گیری سرعت سیال در درون لوله فراهم می‌گردد. با در اختیار داشتن این سرعت می‌توان دبی آب عبوری را محاسبه کرد که از حاصل ضرب سرعت در سطح مقطع لوله بدست می‌آید. در مزرعه مورد مطالعه قطر لوله‌های جمع‌کننده ۵۰ سانتی‌متر می‌باشد.

هدف این تحقیق بازنگری در میزان ضریب زهکشی طراحی می‌باشد، از این‌رو مبنای محاسبات، ضریب زهکشی طراحی بوده و سهم زهکش‌های جمع‌کننده نسبتی از ضریب زهکشی طراحی درنظر گرفته شده است. با توجه به شکل ۴ می‌توان سهم جمع‌کننده‌ها در تخلیه زه‌آب (ΔQ) را به عنوان درصدی از ضریب زهکشی طراحی منظور کرد. قابل ذکر است که لترال ابتدا و انتهایی هر کدام در نیمی از تخلیه زه‌آب بازه انتخاب شده تأثیر دارند در نتیجه در محاسبات زه‌آب پنج لترال لحاظ شده است.

همچنین جهت ارزیابی عملکرد زهکش‌ها در کنترل سطح ایستابی، از شاخص RGWD[1] عمق نسبی آب زیرزمینی استفاده شده که به صورت معادله ۲ تعریف می‌شود (۸):

$$RGWD=\frac{\text{متوسط عمق سطح ایستابی در طول فصل}}{\text{عمق مطلوب سطح ایستابی در طول فصل}} \quad (۲)$$

مقدار بهینه و مطلوب این شاخص یک است و می‌تواند در محدوده ۰/۸ تا ۱/۲ قرار گیرد که مقادیر زیاد آن نشان‌دهنده زهکشی زیاد و مقادیر کمتر از حد آن به معنی زهکشی ضعیف است.

1- Relative Ground Water Depth

نتایج و بحث

نتایج اندازه‌گیری نوسانات سطح ایستابی

جهت بررسی نقش جمع‌کننده‌ها بر کنترل سطح ایستابی، با توجه به متوسط مقادیر قرائت شده در چاهک‌های واقع در فواصل ۱۰ ، ۲۵۰ و ۵۰۰ متری از جمع‌کننده، منحنی‌های نوسانات بار سطح ایستابی در فواصل مختلف از جمع‌کننده رسم گردید (شکل ۵). قابل ذکر است چاهک‌های ۵۰ و ۱۵۰ متری تنها در ردیف وسط بمنظور مطالعه دقیق شعاع تأثیر جمع‌کننده نصب گردیده از این‌رو نوسانات سطح ایستابی در چاهک‌های واقع در فواصل ۱۰ ، ۲۵۰ و ۵۰۰ متری از جمع‌کننده که در هر سه ردیف موجود می‌باشد مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است.

جدول۱ - مقادیر محاسبه شده شاخص RGWD در مزرعه آزمایشی

فاصله از جمع‌کننده به متر	۱۰	۲۵۰	۵۰۰
متوسط عمق سطح ایستابی در طول دوره به سانتی‌متر	۱۸۱	۱۵۲	۱۳۰
مقدار شاخص RGWD	۱/۳۹	۱/۱۷	۱/۰۱
عملکرد سیستم در کنترل سطح ایستابی	خوب	خوب	خوب

نکته قابل توجه که از نتایج جدول ۱ و شکل ۵ مشهود می‌باشد این است که افزایش عمق سطح ایستابی به سمت جمع‌کننده یا محل تخلیه لترال، بیشتر می‌شود که دو دلیل اصلی این امر یکی افزایش عمق زهکش‌ها به سمت جمع‌کننده و دیگری نقش جمع کننده‌های روباز در کنترل سطح ایستابی است که در طراحی‌ها این نقش در نظر گرفته نمی‌شود. در واقع عمق سطح ایستابی با نزدیک شدن به جمع‌کننده افزایش می‌یابد که همین موضوع حاکی از نقش کلکتور در جمع‌آوری زه‌آب می‌باشد که باعث پایین افتادن سطح ایستابی می‌باشد. به طور کلی می‌توان گفت در سرآب لترال‌ها یعنی فاصله

Archive of SID

www.SID.ir

۵۰۰ متری از جمع‌کننده سطح ایستابی تحت تأثیر تنها تخلیه لترال‌ها می‌باشد اما با نزدیک شدن به جمع‌کننده سطح ایستابی علاوه براینکه تحت تأثیر لترال‌ها باشد تحت تأثیر جمع‌کننده نیز بوده، به همین دلیل است که با نزدیک شدن به جمع‌کننده عمق سطح ایستابی افزایش می‌یابد. همانطور که اشاره شد مقادیر زیاد شاخص RGWD نشان دهنده زهکشی زیاد می‌باشد که سیر صعودی این شاخص از فاصله ۵۰۰ متری تا ۱۰ متری از کلکتور حاکی از این امر است شدت زهکشی با نزدیک شدن به کلکتور افزایش می‌یابد دلیل این امر همانطور که ذکر شد تأثیر نقش جمع‌کننده در تخلیه زه‌آب را می‌رساند.

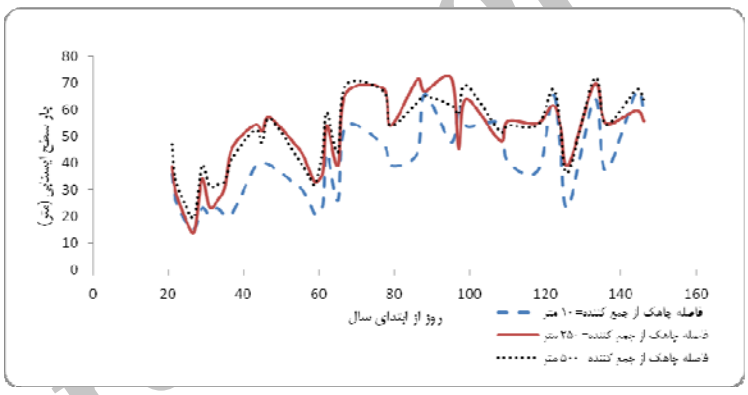
نتایج اندازه‌گیری تخلیه جمع‌کننده و لترال‌ها

اندازه‌گیری همزمان میزان تخلیه جمع‌کننده و لترال‌ها و مقایسه این مقادیر با توجه به بیلان حجمی می‌تواند نتیجه مناسبی برای تشخیص نقش جمع‌کننده‌ها در جمع‌آوری زه‌آب اراضی ارائه دهد. نتیجه اندازه‌گیری‌های تخلیه جمع‌کننده و لترال‌ها در شکل ۶ آورده شده است.

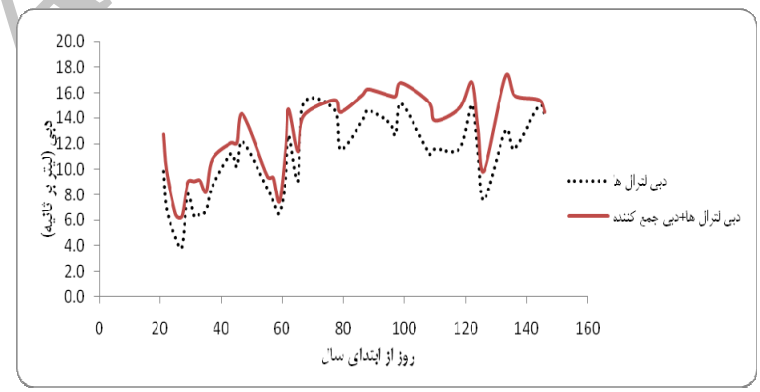
همانطور که مشاهده می‌شود دبی جمع‌کننده بیشتر از دبی لترال‌ها بوده که این اختلاف در واقع نقش جمع‌کننده‌ها در جمع‌آوری زه‌آب را مشخص می‌کند، از این‌رو با در نظر گرفتن نقش مستقیم جمع‌کننده‌ها در تخلیه زه‌آب اراضی، بخشی از ضریب زهکشی، بدون اینکه توسط لترال‌ها جذب و به داخل جمع‌کننده‌ها تخلیه شود، مستقیماً توسط لوله‌های جمع‌کننده جذب می‌شود. در این شرایط لترال‌ها میزان آب کمتری را نسبت به ضریب زهکشی پیش‌بینی‌شده جمع‌آوری می‌کنند، بنابراین لترال‌ها می‌توانند با ضریب زهکشی کمتری طراحی شوند.

بررسی نتایج مربوط به دبی زهکش‌ها در ایستگاه پمپاژ

حجم زه‌آب تولیدی در منطقه مورد مطالعه (ARC2) در ایستگاه پمپاژ زهکشی که زه‌آب مربوط به همین ناحیه را جمع‌آوری می‌کند اندازه‌گیری شد. همچنین میزان ضریب زهکشی با توجه به وسعت منطقه که شامل ۱۸ مزرعه ۲۵ هکتاری می‌باشد محاسبه و نتایج مربوطه با حالت طراحی مقایسه گردید (شکل ۷).



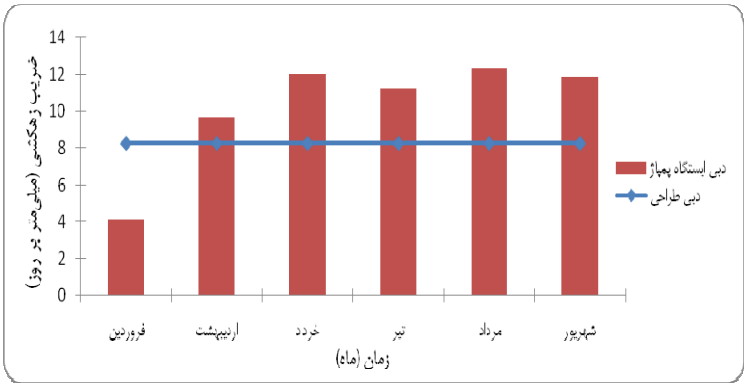
شکل ۵ – نوسانات پیک سطح ایستابی در حالت بین لترال‌ها و در فواصل مختلف نصب چاهک‌ها نسبت به جمع‌کننده مزرعه ARC2-14



شکل ٦– مقادیر اندازه‌گیری شده تخلیه جمع‌کننده و لترال‌ها

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۷- مقایسه ضریب زهکشی طراحی با ضریب زهکشی واقعی کل محدوده ARC 2

تأثیر تعدیل ضریب زهکشی بر فواصل زهکش‌ها

در روابط ریاضی تعیین فواصل زهکش‌ها (از جمله روابط هوخهات و دونان)، فواصل زهکش‌ها با جذر ضریب زهکشی نسبت معکوس دارد، به عبارت دیگر:

$$L \propto f(q^{\frac{1}{2}}) \qquad (۳)$$

از این رو با توجه به رابطه فوق، میزان افزایش ضریب زهکشی با توجه به مقادیر تعدیل شده این ضریب با در نظر گرفتن نقش جمع‌کنندگی جمع‌کننده، نسبت به شرایط طراحی در جدول ۲ آورده شده است.

ارقام مندرج در جدول ۲ نشان می‌دهد جمع‌کننده‌ها به طور مستقیم ۰/۰۰۱۹-۰/۰۰۲۱ متر بر روز از زه‌آب اراضی را جمع‌آوری و تخلیه می‌کنند که با توجه به سطح پوشش آنها (سطح تحت تخلیه لترال در نیمی از مزرعه) به میزان ۱۲/۵ هکتار، معادل ۰/۲۴-۰/۲۲ لیتر بر ثانیه بر هکتار یا ۳-۲/۷۵ لیتر بر ثانیه است.

به این ترتیب تعدیل ضریب زهکشی بر اساس نتایج این تحقیق از طریق اعمال تخلیه مستقیم جمع‌کننده‌ها نسبت به شرایط طراحی، منتج به کاهش این ضریب به میزان ۲۳ تا ۲۵ درصد خواهد شد. کاهش ضریب زهکشی به میزان ۲۳ تا ۲۵ درصد، با توجه به رابطه ۳ به طور متوسط موجب افزایش فواصل زهکش‌ها به میزان ۱۰ درصد می‌گردد. با توجه به اینکه متوسط فواصل لترال‌های اجرا شده در اراضی محل تحقیق ۴۰ متر است، با اعمال ضرایب تصحیح فوق‌الذکر، فواصل لترال‌ها ۴ متر افزایش پیدا می‌کند.

واحد کشت وصنعت امیرکبیر همانطور که ذکر شد ۱۲۰۰۰ هکتار مساحت دارد که حدود ۳۰ درصد از مساحت این محدوده دارای فواصل زهکشی ۴۰ متر می‌باشد. با توجه به طول لوله‌های زهکشی که ۵۰۰ متر می‌باشد هر لوله مساحت حدود ۲ هکتار را زهکشی می‌کند که با افزایش فواصل زهکش‌ها از ۴۰ به ۴۴ متر مساحت تحت زهکشی توسط هر لوله زهکش به ۲/۲ هکتار گسترش می‌یابد. این افزایش فواصل زهکش‌ها باعث کاهش طول لوله‌گذاری به میزان ۱۰ درصد می‌شود و نهایتاً کاهش هزینه‌های مربوط به لوله‌گذاری را بدنبال خواهد داشت. این امر از لحاظ اقتصادی باعث صرفه‌جویی در مرحله اجرا خواهد شد.

جدول ۲- مقدار ضریب زهکشی طراحی، مقادیر اندازه‌گیری شده ضرایب زهکشی جمع‌کننده، لترال و کل مزرعه و محاسبه نسبت ضریب زهکشی اندازه‌گیری شده جمع‌کننده به طراحی

محل مورد بررسی	ضریب زهکشی طراحی (متر بر روز)	ضریب زهکشی جمع‌کننده (متر بر روز)	ضریب زهکش لترال‌ها (متر بر روز)	ضریب زهکشی کل مزرعه (متر بر روز)	نسبت ضریب زهکشی جمع‌کننده به طراحی (درصد)
مزرعه ARC2-14	۰/۰۰۸۲۴	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۸۳	۰/۰۱۰۴	۲۵
کل منطقه ARC2	۰/۰۰۸۲۴	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۸	۰/۰۱۰۲	۲۳

Archive of SID

www.SID.ir

شعاع تأثیر جمع‌کننده‌ها

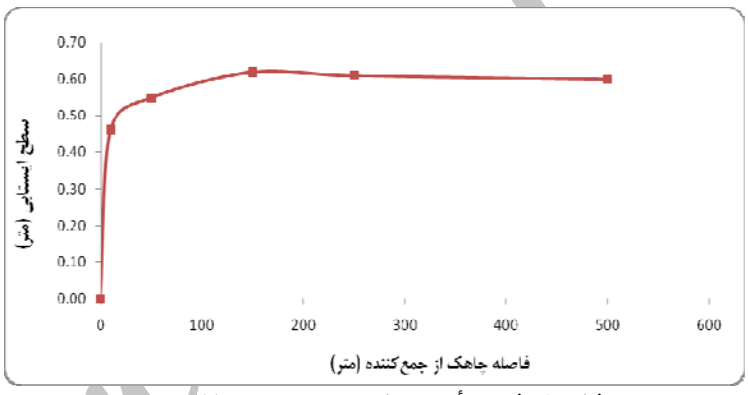
با توجه به تخلیه زه‌آب توسط جمع‌کننده‌ها، از نظر تأثیر بر روی سطح ایستابی، این جمع‌کننده‌ها مثل لترال‌ها عمل کرده و سطح ایستابی مجاور را تا اندازه‌ای پایین می‌برند. نتایج متوسط اندازه‌گیری‌های سطح ایستابی وسط زهکش‌ها در چاهک‌های مشاهده‌ای و عمود بر جمع‌کننده منطقه مورد مطالعه در شکل ۸ نشان داده شده است.

به‌طوری که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، سطح ایستابی تا فاصله حدود ۱۵۰ متری از محور جمع‌کننده، تحت تأثیر تخلیه جمع‌کننده افت کرده است. این تغییر شکل مبین گرادیان هیدرولیکی آب زیرزمینی برای جریان به سمت جمع‌کننده می‌باشد. همچنین نتایج شکل شماره ۵ و ۸ کاملاً نشان می‌دهد که عمق سطح ایستابی با نزدیک شدن به جمع‌کننده افزایش می‌یابد یعنی در نزدیکی جمع‌کننده بخشی از آب به سمت لترال و بخشی دیگر به سمت جمع‌کننده رفته و مستقیماً توسط جمع‌کننده تخلیه می‌شود که نتایج حاصله در شکل ۸ که می‌خواهد شعاع تأثیر جمع‌کننده را بررسی کند نشان می‌دهد از فاصله ۵۰۰ متری تا ۱۵۰ متری زه‌آب توسط لوله‌های لترال خارج می‌شود اما از فاصله ۱۵۰ متری به بعد جمع‌کننده نیز در تخلیه زه‌آب سهیم می‌شود که با بررسی شیب هیدرولیکی این تأثیر از فاصله‌ی ۵۰ متری تا خود جمع‌کننده مشهود و قابل ملاحظه می‌باشد. بمنظور محافظه‌کارانه گرفتن نتایج، فاصله ۵۰ متری بعنوان شعاع تأثیر کلکتور در نظر گرفته شده است. نتایج بدست آمده از مرجع ۶ و ۸ نیز حاکی از این امر می‌باشد.

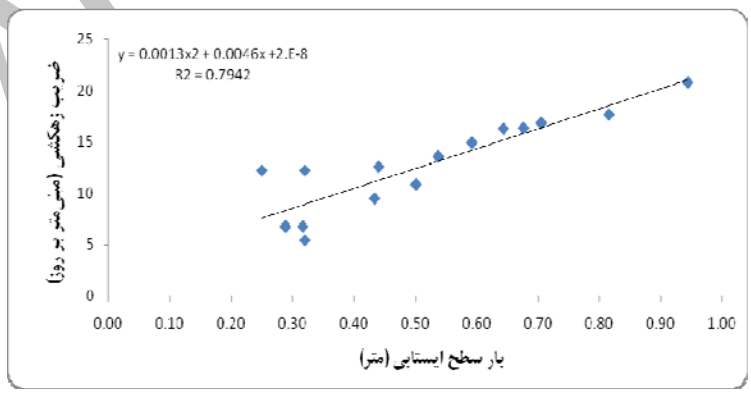
تغییرات ضریب زهکشی جمع‌کننده با توجه به نوسانات سطح ایستابی در شکل ۹ ارائه شده است.

بطور کلی برای تأیید نتایج و وجود همبستگی بین نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری صحرایی و رابطه هوخهات که برای اندازه‌گیری دبی لترال‌ها با استفاده از سطح ایستابی و هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده در مزرعه استفاده شد بصورت زیر عمل می‌شود که در شکل ۸ آورده شده است:

$$q=\frac{4kh^2}{L^2}+\frac{8kdh}{L^2}\quad a=\frac{4k}{L^2},b=\frac{8kd}{L^2}\rightarrow q=ah^2+bh$$



شکل ۸- شعاع تأثیر جمع‌کننده مزرعه مورد مطالعه



شکل ۹- همبستگی ضریب زهکشی کل مزرعه در مقابل بار هیدرولیکی

www.SID.ir

رابطه بین سطح ایستابی و ضریب زهکشی به صورت زیر استخراج شد:

$$q = 0.0013\ h^2 + 0.0046\ h$$

همانطور که در شکل ۹ نشان داده شده همبستگی بین ضریب زهکشی و سطح ایستابی اندازه‌گیری شده با توجه به رابطه هوخهات $R^2 \cong ۰/۸$ می‌باشد که در سطح مطالعات صحرایی قابل قبول می‌باشد.

با توجه به نتایج شیب سطح ایستابی به‌دست آمده در شکل ۸ و رابطهٔ به‌دست آمده از همبستگی بین مقادیر ضریب زهکشی جمع‌کننده و سطح ایستابی مبتنی بر شرایط ماندگار (شکل ۹)، می‌توان نتیجه گرفت شعاع تأثیر جمع‌کننده تا فاصلهٔ ۵۰ متری قابل ملاحظه می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد ضریب زهکشی تعدیل شده با اعمال تخلیه جمع‌کننده‌ها، به میزان ۲۳ تا ۲۵ درصد نسبت به ضریب زهکشی طراحی کمتر است. تعدیل ضریب زهکشی به طریق فوق، فواصل لترال‌ها را به طور متوسط به میزان ۱۰ درصد افزایش می‌دهد که موجب صرفه‌جویی در هزینه‌های اجرایی است. جمع‌کننده‌ها در محل انجام تحقیق، سطح ایستابی را در نواری به عرض ۱۰۰ متر در طول جمع‌کننده مستقیماً تحت تأثیر قرار داده و موجب افت مشهود آن شده است. جهت بررسی عملکرد سیستم بر کنترل سطح ایستابی، از شاخص RGWD استفاده شده که نتایج نوسانات سطح ایستابی و RGWD روند کاهش این شاخص را با افزایش فاصله از جمع‌کننده نشان می‌دهد. دلیل اصلی این امر نقش جمع‌کننده‌ها در کنترل سطحی ایستابی است. در واقع جمع‌کننده‌ها از طریق تخلیه بخشی از آب نیمرخ خاک با تأثیرگذاری بر موازنه مؤلفه‌های بیلان لایهٔ آب‌دار زیرزمینی، متوسط سطح ایستابی اراضی را کاهش می‌دهند. لیکن میزان شعاع تأثیر یاد شده یا حداکثر فاصلهٔ تغییر شکل سطح ایستابی نسبت به وضعیت اولیه، تحت تأثیر تخلیه جمع‌کننده است.

استاندارد کردن روش‌ها و معیارهای طراحی متناسب با شرایط کشور ما، متضمن دقت، صحت و یکنواختی طرح‌ها و امکان ارزیابی و کنترل و مقایسه عملکردها است. از اینرو پیشنهاد می‌گردد در پاره‌ای از معیارهای طراحی نظیر ضریب زهکشی تجدید نظر شود. اثرات اجزای شبکه زهکشی شامل جمع‌کننده‌ها و زهکش‌های اصلی باید در کاهش مشکل زهکشی و ارائه طرحی با تراکم کمتر و ارزانتر ملحوظ شود. اجرای مرحله‌ای شبکه‌های زهکشی و اعمال اثرات اجرای زهکش‌های اصلی و جمع‌کننده‌ها در سیاست‌گزاری و برنامه‌ریزی عملیات اجرائی، که پیش نیاز آن مدیریت اجرایی واحد می‌باشد، مد نظر قرار گیرد. نهایتاً از نتایج حاصل از این تحقیقات برای بهینه‌سازی مبانی طراحی طرح‌های جدید یا بهسازی طرح‌های موجود می‌توان استفاده کرد.

منابع

۱- آذری ا. و مصطفی زاده ب. ۱۳۸۰. تعدیل ضریب زهکشی در دشت مغان، مجموعه مقالات دومین کارگاه فنی زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۲۷ اردیبهشت ماه ۱۳۸۰، تالار توانیر تهران، ۲۲ صفحه.

۲- ادیمی م. ۱۳۸۵. نگرش اجمالی بر وضع موجود، چالش‌ها و رویکردهای زهکشی در ایران. مجموعه مقالات چهارمین کارگاه فنی زهکشی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۲۰ صفحه.

۳- اکرم م. ۱۳۸۰. نگرش های جدید در طراحی زهکشی، مجموعه مقالات نگرشی بر مسائل و مشکلات مطالعات و اجرای شبکه های زهکشی زیرزمینی در ایران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، نشریه شماره ۵۹، ۲۷۹ صفحه.

۴- لطفی ا. ۱۳۸۰. ارزیابی شبکه زهکشی زیرزمینی دشت بهبهان. دومین کارگاه فنی زهکشی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۹ صفحه.

۵- مریدنژاد ع. ۱۳۸۷. بازنگری برخی ضوابط طراحی شبکه های زهکشی کشور. مجموعه مقالات پنجمین کارگاه فنی زهکشی و محیط زیست، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۲۴ صفحه.

۶- منصوری سرنجیانه ف. ۱۳۸۴. بررسی پارامترهای طراحی سیستم زهکشی زیرزمینی در پروژه آبیاری و زهکشی کشت وصنعت امیرکبیر. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران، ۱۵۴ صفحه.

۷- مهندسین مشاور یکم. ۱۳۷۰. خلاصه گزارش مطالعات مرحله اول و دوم طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی واحدهای امیرکبیر و میرزا کوچک خان، جلد اول.

۸- ناصری ع. و حمزه س. ۱۳۸۷. بررسی عملکرد هیدرولیکی و نوسانات سطح ایستابی زهکش های پلکانی در خاک های مطبق. پروژه وزارت نیرو، شرکت سهامی سازمان آب و برق خوزستان، معاونت طرح و توسعه شبکه های آبیاری و زهکشی، دفتر تحقیقات و استانداردهای شبکه

Archive of SID

www.SID.ir

های آبیاری و زهکشی. کد پروژه: ۸۶۴۲۲/۲۲۰، ۲۳صفحه.
9- Abdel Dayem S., and Ritzema H.P. 1990. Verification of drainage design criteria in the Nile Delta, Egypt. Irrigation and Drainage Systems. 4: 117–131.
10- Ayars J.E., and Grismer M.E. 1997. Water quality as design criterion in drainage water management system. J. Irrig. Drain. Eng. 123, 148–153.
11- Bahceci I., Dinc N., Fuat Tari A., Agar A., and Sonmez B. 2006. Water and salt balance studies, using SaltMod, to improve subsurface drainage design in the Konya–Cumra Plain, Turkey. Agricultural Water Management. 85, 261-271.
12- Bos M.G., Abdel-Dayem S., and Abdel-Rahman A.F. 1994. Assessing performance of irrigation and drainage: examples from Egypt. Proceedings 8th IWRA World Congress on Water Resources, Cairo, November 1994. Volume 1, T4-S1, pp. 61–68.
13- El Atfy H., Wahid El Din O., El Gamaal H., and Ritzema H.P. 1990. Hydraulic performance of subsurface collector drains in Egypt. In: Symp. on Land Drainage for Salinity Control in Arid and Semi-Arid Regions, Cairo, Vol. 3, pp. 393-405.
14- Kim S.H., Ahn K.H., and Ray C. 2008. Distribution of discharge intensity along small-diameter collector well laterals in a model riverbed filtration. J. Irrig. Drain. Eng., 134(4), 493-500.
15- Nigland H.J., Caroon F.W., and Ritzema H.P. 2005. Subsurface Drainage Practices: Guidelines for the implementation, operation and maintenance of subsurface pipe drainage systems. Wageningen, Alterra, ILRI Publication no. 60, pp. 608.
16- Ritzema H.P., Satyanarayana T.V., Raman S., and Boonstra J. 2008. Subsurface drainage to combat water logging and salinity in irrigated lands in India: lessons learned in farmers' fields. Agricultural Water Management. Agricultural Water Management, Volume 95, Issue 3, March 2008, Pages 179-189.
17- Safwat A.D. 1998. Performance of some drainage systems in Nile Delta. ASAE Proceeding of the 7th Annual Drainage.
18- Wolters W. 2000. Research on Technical Drainage Issues: Lessons learned from the IWASRI/NRAP Project 1988–2000. Publication 226, International Water logging and Salinity Research Institute: Lahore, Pakistan; 36 pp.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.4, Sep-Oct 2011, p. 746-756

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۰، ص. ۷۵۶-۷۴۶

Effectiveness of Collector Drain on Drainage Coefficient
(A Case Study: Amir-Kabir Agriculture and Industry Department, Khuzestan Province)

M. Asgari[1*] - A. Liaghat[2]- M. Parsinezhad[3]

Received: 31-1-2010
Accepted: 14-6-2011

Abstract

Although lateral drains play the main role in removal of excess water from soil profile in subsurface drainage systems, but it is assumed that perforated collectors can directly remove a part of drainwater from soils. This part of discharge in subsurface drains is not usually taken into consideration in drainage design criteria, due to lack required information and its difficult estimation. If the level of collectors' drain discharge is determined, drainage coefficient for laterals can be adjusted depending. Consequently the distance between laterals is increased and economic value of drainage system design is more justified. This research was conducted in drainage network of Amirkabir Agro-Industrial Unit with the purpose of determining collectors' discharge level and lateral's drainage coefficient adjustment. Therefore, measurement of water table, discharge of laterals and collectors in ARC2-14 farm having 25 hectare size was measured. Results obtained from field measurements indicate collectors directly discharge approximately 2.8 litter water per second or 2 mm per day or about 24% of total drainage discharge within the system. The actual drainage coefficient will then be reduced from 8.24 to 6.24 mm/day. This change will result an increase in lateral distance from 40 to 44 m.

Keywords: Drainage coefficient modification, Collector or collecting drainage, Constant flow

Archive of SID

1,2,3- MSc Student, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture, Tehran University (Karaj), Respectively
(*- Corresponding Author Email: mrasgary@ut.ac.ir)

www.SID.ir