نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد۷، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۱۳۲-۱۲۲

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 7, Summer 2013, p. 122-132

بررسی اثر عمق سطح ایستابی و دبی آب آبیاری بر عمق اختلاط و کیفیت زه‌آب زیرزمینی خروجی از مدل آزمایشگاهی

مینا شکیبا[۱*]، عبدالمجید لیاقت[۲]، فرهاد میرزایی[۳]

چکیده

معمولاً زه‌آب ورودی به داخل لوله زهکش زیرزمینی، حاصل از اختلاط آب آبیاری و آب زیرزمینی شور می‌باشد که در مناطق خشک، مشکلات زیادی را به لحاظ زیست محیطی ایجاد می‌نماید. در این تحقیق جهت بررسی تأثیر عمق سطح ایستابی بر شوری زه آب خروجی و عمق اختلاط آب آبیاری و آب زیرزمینی در زیر زهکش، از یک مدل فیزیکی از جنس پلاکسی گلاس استفاده شد. منظور از عمق اختلاط، دورترین خط جریان در زیر محل نصب لوله زهکش می‌باشد. برای انجام آزمایش ها ابتدا به آب داخل منبع زیرزمینی، پرمنگنات پتاسیم و NaCl اضافه گردید تا EC آب به ۲۰ دسی زیمنس بر متر برسد. در مدل از سیستم آبیاری قطره‌ای برای تأمین آب آبیاری استفاده گردید و سطح ایستابی در عمق مشخصی در زیر سطح خاک تثبیت شد. با عکس‌برداری هنگام ثابت شدن سطح‌ایستابی، آرایش خطوط تعیین گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که با افزایش دبی آب آبیاری، ارتفاع سطح ایستابی و عمق‌اختلاط افزایش یافت و باعث افزایش شوری زه‌آب خروجی گردید. همچنین رابطه عمق اختلاط با ضریب زهکشی به صورت یک تابع نمایی گزارش شد. در نهایت عمق اختلاط به صورت یک معادله سهموی و به عنوان تابعی از فاصله زهکش‌ها و بار آبی در وسط زهکش به دست آمد. با مقایسه مقادیر شوری زه‌آب خروجی با شوری آب آبیاری، این نتیجه حاصل شد که مقدار زیادی از آب زهکشی شده به آب زیرزمینی تعلق دارد و غلظت نمک زه‌آب خروجی تحت تاثیر شوری آب زیرزمینی قرار می‌گیرد. به علاوه میزان نمک خارج شده توسط زه آب بعد از ثابت شدن سطح ایستابی، به ارتفاع سطح ایستابی بستگی دارد و با افزایش ارتفاع سطح ایستابی، عمق ناحیه شسته شده توسط جریانات نفوذی افزایش می یابد. با توجه به نتایج توصیه می‌شود عمق نصب و فاصله زهکش‌ها کمتر در نظر گرفته شود تا به تبع آن، ارتفاع سطح ایستابی و عمق اختلاط کاهش یافته واز خروج نمک‌های اعماق پایین‌تر جلوگیری به عمل آید.

واژه‌های کلیدی: عمق اختلاط، زهکش، شوری، سطح ایستابی

مقدمه

استفاده بهینه و پایدار از منابع آب و خاک، با افزایش جمعیت و کاهش سرانه این منابع امری اجتناب ناپذیر می باشد. محدودیت منابع آبی کشور از یک سو و توسعه پروژه های صنعتی و کشاورزی، همگام با رشد جمعیت از سوی دیگر، سبب نزول کیفیت منابع آب شده است. با توجه به کمبود آب در کشور، برای مدیریت بهینه منابع آب، سیستم های آبیاری و زهکشی بایستی به طور صحیح طراحی و مدیریت شوند. شوری خاک نیز از مسایل اصلی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک با تراز سطح آب کم عمق می باشد. حدود ۲۳/۵میلیون هکتار (نزدیک به ۱۴/۲ درصد) از کل مساحت کشور و حدود ۳۰ درصد از اراضی قابل کشت در کشور شور می باشند (نوذری، ۱۳۸۸). با توجه به عدم دسترسی به منابع آب در بخشی از خاک‌های مطلوب برای کشاورزی و همچنین وجود خاک با کیفیت نامطلوب در برخی مناطق که آب در دسترس است، لزوم احیا و اصلاح در خاک های با کیفیت نامناسب اجتناب ناپذیر به نظر می رسد. شوری آب و خاک از عوامل محدود کننده تولید محصول درمناطق خشک و نیمه خشک می باشد که در صورتیکه با مساله کمبود آب نیز همراه باشد، کاهش قابل توجه تولید محصول را به همراه خواهد داشت. از موارد تأثیرگذار بر شوری خاک، می توان به حضور آب زیرزمینی شور و کم‌عمق اشاره نمود. علیرغم پیشرفت های اخیر در زهکشی، کیفیت آب زیرزمینی و اثرات مخرب آن بر محیط زیست، از مسائل نگران کننده در حال حاضر می‌باشد. در مناطقی که از سامانه های زهکشی به منظور آبشویی و احیای اراضی استفاده می گردد (مانند اراضی واقع در خوزستان)، کیفیت زه آب خروجی و چگونگی دفع آن از اهمیت بالایی برخوردار است. لذا برای مدیریت

۱- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: minashkb@yahoo.com)
۲و۳- به ترتیب استاد و دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران

Archive of SID
www.SID.ir

صحیح زه آب، باید شناختی مناسب از چگونگی تشکیل زه آب و منشأ آلودگی آن به دست آورد. جریان آب به سمت زهکش های زیرزمینی در سه بخش جریان عمودی، افقی و شعاعی واقع می شود. به طور کلی در طراحی عمق و فاصله زهکش ها، باید شبکه جریان تجزیه و تحلیل شده و مسیرهای واقعی خطوط جریان آب به سمت زهکش ها، میزان و نحوه انتقال نمک و سهم هر یک از لایه‌های زیرین خاک در جریان تعیین گردد. واتسون نتایج تحقیقات دیمپتر و انگلند و چایلدز را در مورد جریان به سمت زهکش های لوله ای در خاک های همگن را به صورت گرافیکی در یک نمودار نشان داد (مارشال ۱۹۹۶). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود سه منحنی اول بر اساس تحقیقات چایلدز در سال ۱۹۴۳، برای نسبت‌های مختلف عمق لایه غیر قابل نفوذ به فاصله زهکش ها $\frac{D}{S}$ به ازاء مقادیر مختلف ۰، ۰/۰۱۵، ۰/۰۵ و منحنی آخر به ازای مقدار بی‌نهایت برای نسبت عمق لایه غیر قابل نفوذ به فاصله زهکش ها بر اساس تحقیقات دیمپتر و انگلند بدست آمده است (مارشال ۱۹۹۶). در شکل ۱، v ضریب زهکشی، s فاصله زهکش ها، K هدایت هیدرولیکی اشباع خاک، h ماکزیمم ارتفاع سطح ایستابی بین دو زهکش و D عمق لایه غیر قابل نفوذ می‌باشد.

واتسون با مقادیر عددی نشان داد که نتایج حاصل از معادله هوگات با نتایج حاصل از نمودار بسیار به هم نزدیک می باشند (مارشال ۱۹۹۶).

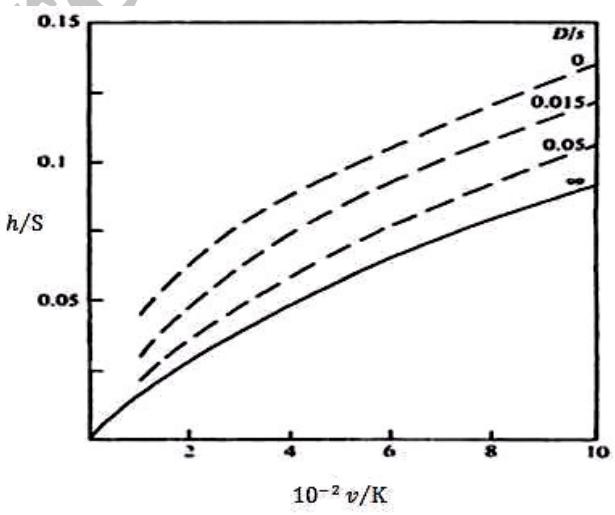
نتایج تحقیقات نوذری (۱۳۸۸) در خوزستان بیان گر آن بود که زمانی که دبی زه‌آب افزایش می‌یابد، شوری زه آب خروجی نیز بیشتر می شود. از آنجائی که متوسط شوری زه‌آب خروجی از زهکش در مقایسه با شوری آب آبیاری و شوری آب زیرزمینی در لایه های نزدیک زیر زهکش در آن اراضی مقادیر بسیار بالاتری داشت، این نتیجه حاصل گردید که جریان های شعاعی در زیر لوله زهکش با آب زیر زمینی لایه های شور ترکیب شده و سبب افزایش شوری زه‌آب گردیده است. عملیات آبیاری باعث کاهش شوری لایه های پایین زیر لوله زهکش به مرور زمان خواهد شد. ولی در چنین مناطقی شوری بالای آب زیر زمینی به عنوان عامل تأثیرگذار بر کیفیت زهکشی باعث شده است تا شوری زه‌آب کماکان تا چندین سال بعد از آبشویی اولیه خاک در حد بالا باقی بماند.

به عبارت دیگر زمان رسیدن به حالت تعادل (یعنی زمانی که شوری زه‌آب به حد ۲-۲/۵ برابر شوری آب آبیاری برسد) چند سال به طول خواهد انجامید.

بررسی Ayars et al., (1987) نشان داد که زهکش های عمیق تر نسبت به زهکش هایی که در عمق کمتری نصب شده‌اند کیفیت زه‌آب پایین تری دارند.

Grismer (1993) به بررسی تأثیر فاصله زهکش‌های زیرزمینی بر کیفیت زه‌آب خروجی در دره سن جوا کین کالیفرنیا که دارای آب زیرزمینی کم عمق شور بود پرداخت و به این نتیجه رسید که، با افزایش عمق و فاصله زهکش ها، کیفیت زه‌آب خروجی کاهش می‌یابد.

Guitjens et al., (1997) مطالعات وسیعی را بر روی کیفیت زه آبها انجام دادند. ایشان به این نتیجه رسیدند که معادلات مرسومی که برای طراحی سیستم های زهکشی جهت مصون نگه داشتن خاک در برابر ماندابی و شور شدن مورد استفاده قرار می گیرد، جهت مدیریت کیفیت زه آب ها کافی نمی‌باشد و این معادلات باید به روابطی که جابجایی و تغییرات شیمیایی در محلول خاک نواحی اشباع را در نظر می گیرند، ارتباط داده شوند.



شکل ۱- نمودار در مقابل برای نسبت های

Archive of SID

www.SID.ir

Hornbuckel et al., (2007) سیستم زهکشی چند عمقی را را با سیستم زهکشی تک عمقی مورد مقایسه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که، سیستم زهکشی چند عمقی سطح ایستابی را بهتر کنترل می نماید و آبشویی بهتری نسبت به سیستم تک عمقی دارد. همچنین شوری زه‌آب در زهکش های کم عمق نسبت به زهکش های عمیق بسیار کمتر بوده است.

از آنجائی که بار سطح ایستابی بر عمق نفوذ آب آبیاری از ناحیه بالای زهکش به زیر زهکش و اختلاط آن با آب زیرزمینی با کیفیت نامطلوب مؤثر است، هدف از این تحقیق، بررسی اثر عمق سطح ایستابی بر عمق اختلاط آب نفوذ یافته و آب زیرزمینی و کیفیت زه آب خروجی است که به عنوان گامی مؤثر در طراحی و مدیریت سامانه های زهکشی و بهبود کیفیت زه‌آب خروجی از آن استفاده گردد.

مواد و روش ها

شرح مدل آزمایشگاهی

جهت بررسی تأثیر سطح ایستابی بر روی عمق اختلاط آب آبیاری و آب زیرزمینی موجود در زیر زهکش، یک مدل فیزیکی از جنس پلاکسی گلاس ساخته شد. ابعاد مدل، طول ۱۸۶ سانتی متر، عرض ۲۰ سانتی متر و ارتفاع ۹۰ سانتی متر بود که به طور کامل آب بندی شد. شکل ۲ نمایی کلی از مدل را نشان می‌دهد. کف مدل به منزله لایه غیر قابل نفوذ در نظر گرفته شد. جهت تعیین موقعیت سطح ایستابی در خاک، پیزومترهایی در جداره مدل نصب گردید. به منظور ایجاد یک محیط همگن و یکنواخت، از خاک ماسه ساحلی ریزبافت با هدایت هیدرولیکی ۵۰ متر در روز و با رنگ روشن برای پر کردن مدل استفاده شد. در قسمت فوقانی مدل نیز ازسامانه آبیاری قطره ای و از آب آبیاری با شوری ۱ دسی زیمنس بر متر استفاده گردید. در یک طرف مدل یک لوله تغذیه جانبی آب زیرزمینی تا عمق ۵ سانتی‌متری از کف تعبیه شد. دو محل متفاوت برای نصب لوله زهکش به قطر ۱۲ سانتی متر در مدل نظر گرفته شد. ابتدا لوله زهکش در عمق ۴۶ سانتی متری ازسطح خاک نصب شد. سپس عمق نصب زهکش به ۳۲ سانتی‌متری از سطح خاک تغییر یافت. با استفاده از فیلتر ژئوتکستایل، سطح جانبی لوله زهکش پوشش داده شد. برای انجام آزمایش ها ابتدا به داخل منبع تأمین آب زیرزمینی، پرمنگنات پتاسیم (به عنوان ماده رنگی) و NaCL اضافه گردید تا شوری آب به ۲۰ دسی زیمنس بر متر برسد. با استفاده از لوله تغذیه، ابتدا سطح آب زیرزمینی تا زیر زهکش تثبیت می شد، به طوری که فاصله زیر زهکش تا کف مدل به طور یکنواخت رنگی شود. سپس با انجام آبیاری با دبی ثابت و مشخص از بالای سطح خاک در مدل، سطح ایستابی در بالای زهکش در عمق مشخصی در زیر سطح خاک تثبیت می شد. با توجه به الگوی جریان به سمت زهکش ها، ابتدا نفوذ آب از سطح خاک به طرف سطح ایستابی عمود و رو به پایین و پس از ورود آب به منطقه اشباع، خطوط جریان به صورت افقی به سمت زهکش ها جریان می یافت و در اطراف زهکش نیز به صورت شعاعی وارد لوله می شد. از آنجائی که دیواره جعبه شفاف بوده، مشاهده خطوط جریان به سهولت میسر شد. با عکس برداری در فواصل زمانی کوتاه هنگام ثابت شدن سطح ایستابی، خط جریان تعیین می‌گردید. بعد از شستشوی محیط متخلخل، با تغییر دبی ورودی، سطح ایستابی در عمق دیگری تثبیت شد و عمق شستشوی ماده رنگی در شرایط جدید اندازه گیری گردید. آزمایش به ازای ۵ دبی مختلف (۰/۰۱۸۵، ۰/۰۳۳/۰۲۵، ۰/۰۴۵و ۰/۰۶۵ لیتر بر ثانیه) در عمق نصب ۴۶ سانتیمتری زهکش و در ۱۰ دبی در عمق نصب ۳۲ سانتیمتری (۰/۰۱۰، ۰/۰۱۵، ۰/۰۱۷، ۰/۰۲۱، ۰/۰۲۵، ۰/۰۲۹، ۰/۰۳۳، ۰/۰۴۵، ۰/۰۶۲۵و ۰/۰۶۶۶ لیتر بر ثانیه) تکرار و داده ها در مورد شاخص های ارتفاع سطح ایستابی، میزان عمق شستشوی ماده رنگی، میزان دبی خروجی زهکش و شوری زه‌آب جمع آوری شد. دبی خروجی از زهکش نیز با روش حجمی و به طور مستقیم اندازه‌گیری شد.

شکل۲- نمای کلی مدل آزمایشگاهی

نتایج و بحث

با ایجاد اعماق سطوح ایستابی مختلف، مسیرخطوط جریان با تزریق ماده رنگی پر منگنات پتاسیم که از جدار مدل شفاف پلاکسی گلاس قابل رویت بود و سپس عکس برداری و رقومی کردن آن و انتقال مقادیر به نرم افزار اکسل ترسیم شد.

اطلاعات جمع آوری شده در قالب داده های بی بعد مؤثر بر سطح ایستابی و عمق معادل، برای عمق نصب ۳۲ سانتی متری زهکش با استفاده از نرم افزار کامپیوتریMini-tab و تحلیل آماری مورد بررسی قرار گرفت. برای بدست آوردن رابطه توسط نرم افزار Mini-tab پارامترها باید بصورت داده های بی بعد وارد نرم افزار

Archive of SID

www.SID.ir

شده و بهترین معادله با توجه به بالاترین ضریب همبستگی بین پارامترها انتخاب شود. ارتفاع سطح ایستابی به صورت تابعی از عوامل بی بعد شده موثر بر آن بصورت زیر معرفی شد:

$$\frac{h}{D} = f(\frac{q}{K}, \frac{x}{L})$$

که در آن:

h= ارتفاع سطح ایستابی از لبه پایین لوله زهکش در فواصل مختلف از طرفین لوله زهکش بر حسب متر

D= فاصله لوله زهکش ازلایه نفوذناپذیر (کف مدل آزمایشگاهی) بر حسب متر

q= ضریب زهکشی بر حسب متر مکعب بر ثانیه

K= هدایت هیدرولیکی اشباع خاک بر حسب متر در ثانیه

x= فاصله از دیواره مدل بر حسب متر

L= فاصله بین دو زهکش (عرض مدل آزمایشگاهی) بر حسب متر

عمق اختلاط نیز به صورت تابعی از عوامل بی بعد شده موثر بر آن بصورت زیر معرفی شد:

$$\frac{d}{D} = f(\frac{q}{K}, \frac{x}{L})$$

d= عمق اختلاط بر حسب متر

بهترین معادله رگرسیونی از میان مدل های مورد بررسی با توجه به بالاترین ضریب همبستگی بین پارامترها به صورت یک معادله بیان شد. مقایسه بین مقادیر اندازه‌گیری شده و برآورد شده از معادله برای زهکش نصب شده در عمق ۴۶ سانتی متری، اعتبار معادله را مورد تایید قرار داد.

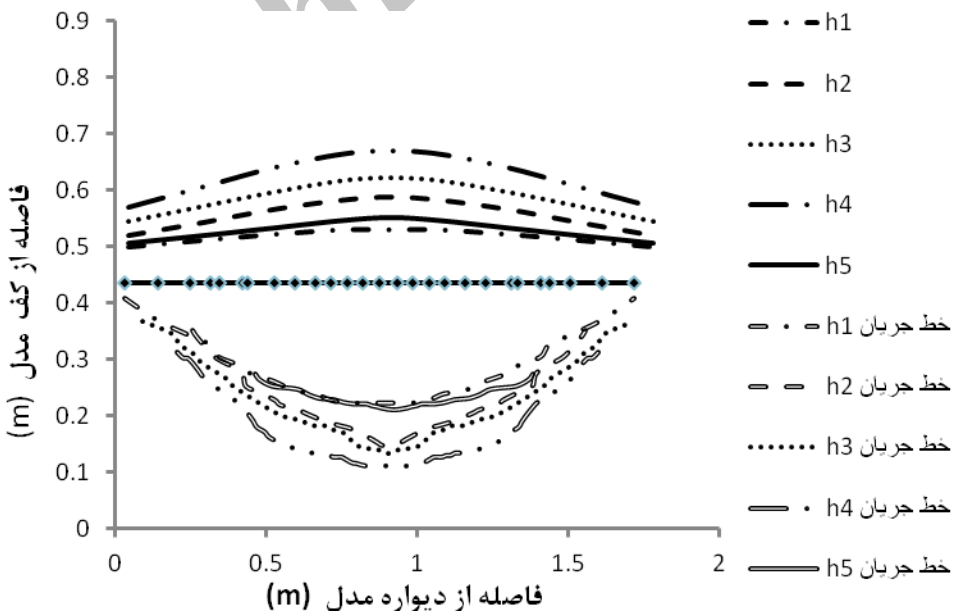
اثر اعماق مختلف سطح ایستابی مختلف بر عمق اختلاط

شکل ۳ سطح ایستابی و خط جریان را به ازای دبی های مختلف در عمق نصب زهکش ۴۶ سانتی متری از سطح خاک و شکل ۴ به ازای عمق نصب زهکش ۳۲ سانتی متری نشان می‌دهد. به طوری که در شکل های ۳ و ۴ ملاحظه می شود، با افزایش دبی ورودی، ارتفاع سطح ایستابی در فاصله بین دو زهکش افزایش یافته و در چنین شرایطی، خطوط جریان از محل نصب زهکش فاصله گرفته، یعنی اینکه عمق اختلاط افزایش می‌یابد. عمق اختلاط به صورت یک معادله سهموی تابع فاصله می‌باشد. بار هیدرولیکی روی زهکش نسبت به فاصله افقی بین دو زهکش از یک معادله درجه چهار با ضریب همبستگی بالا تبعیت می‌کند.

اثر بار هیدرولیکی بر روی دبی زهکش

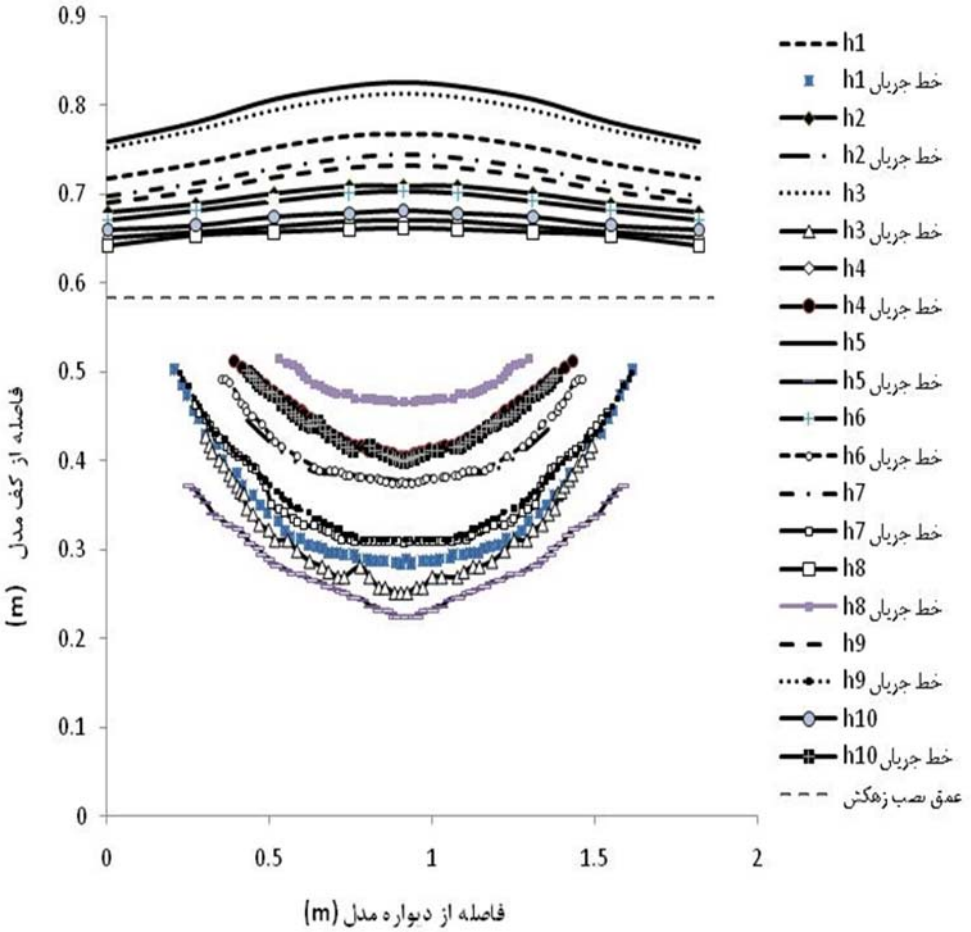
برای بررسی تأثیر بار ایستابی بر روی دبی زهکشی شده، از نسبت ارتفاع سطح ایستابی بین دو زهکش به فاصله زهکش ها h_m/L به نسبت ضریب زهکشی به هدایت هیدرولیکی q/K استفاده شد. که در شکل۵ قابل مشاهده است. همان طور که ملاحظه می‌شود، نسبت q/K به h_m/L از یک تابع نمایی پیروی می‌کند. D عمق نصب زهکش می باشد.

با استفاده از این روابط با داشتن مقدار ضریب زهکشی، فاصله زهکش ها و هدایت هیدرولیکی، ماکزیمم ارتفاع سطح ایستابی در وسط دو زهکش قابل محاسبه خواهد بود و به طوریکه با تغییر ضریب زهکشی، موقعیت سطح ایستابی در وسط دو زهکش به سهولت قابل محاسبه خواهد بود.

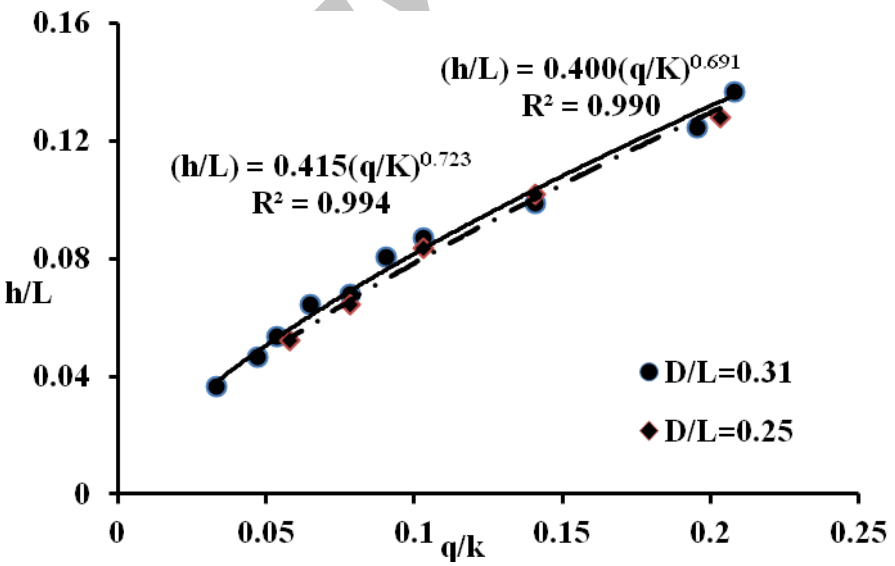


شکل۳- نمودار سطح ایستابی و خط جریان در دبی های مختلف نسبت به محل نصب زهکش

www.SID.ir



شکل٤- نمودار سطح ایستابی و خط جریان در دبی های مختلف نسبت به فاصله از دیواره مدل



شکل ٥- رابطه ارتفاع سطح ایستابی بین دو زهکشh به فاصله زهکش ها L به نسبت شدت آبیاری به هدایت هیدرولیکی تعیین می‌گردد.

یانگز(۱۹۸۵) یک معادله زهکشی ساده برای محاسبه میزان افت سطح ایستابی پیشنهاد کرد. یانگز رابطه بین h/0.5L و q/k را برای شرایط q/k<۰/۱ را به صورت زیر بدست آورد.

www.SID.ir

$$\frac{h_m}{0.5L} = \left(\frac{q}{L}\right)^{\frac{1}{a}}$$

$$a = e = 1.36 \qquad d/D \to \infty$$

$$a = 2(d/D)^{d/D} \qquad 0 < d/D < 0.35$$

به منظور مقایسه نتایج این تحقیق با نتایج یانگز داده‌های اندازه‌گیری با توجه به شرایط تعیین شده توسط یانگز بررسی شدند. از بین داده‌ها فقط شش آزمایش در عمق۳۲ سانتی‌متری نصب زهکش از سطح خاک شرایط لازم را داشتند(q/k<۰/۱). همانطور که در شکل ۶ مشاهده می شود رابطه به دست آمده از آزمایش ها به نتایج یانگز نزدیک و مقدار توان رابطه a=1.3 بدست آمد.

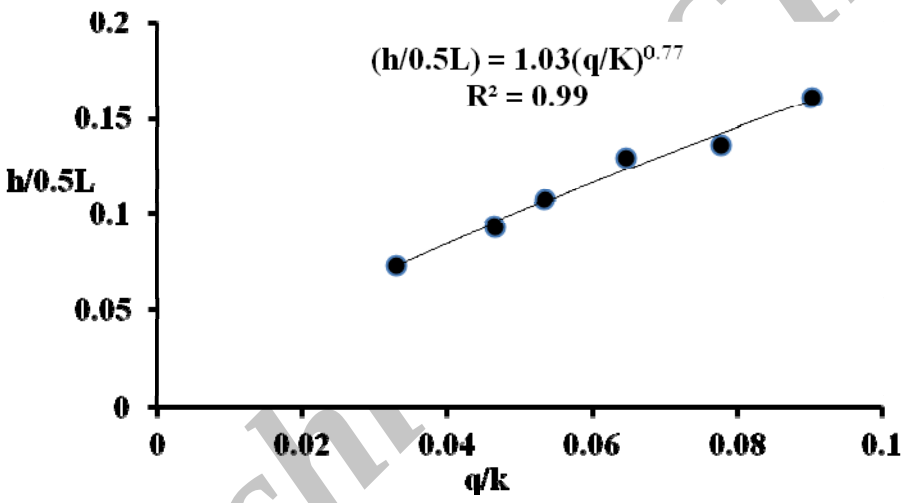
$$\frac{h_m}{0.5L} = 1.03\left(\frac{q}{L}\right)^{0.77}$$

$$a = 1/0.77 = 1.3$$

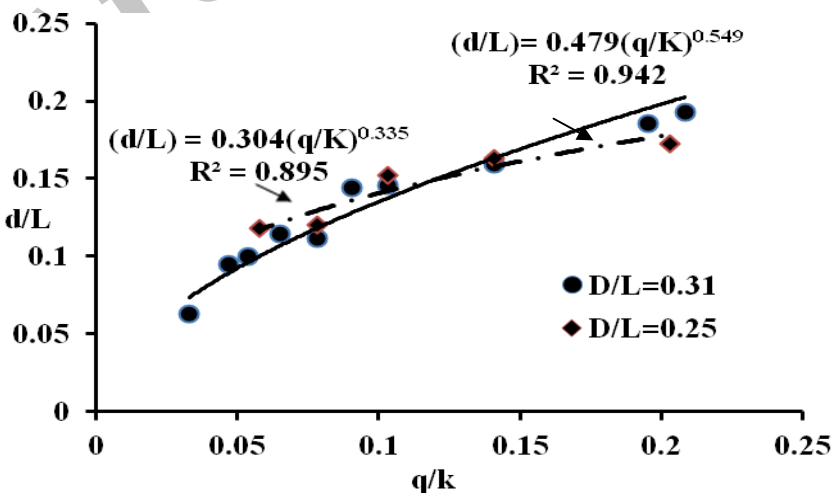
برای بررسی اثر دبی ورودی بر عمق اختلاط، نسبت عمق اختلاط به فاصله زهکش‌ها (d/L)در مقابل شدت آبیاری به هدایت هیدرولیکی (q/K)در یک نمودار رسم گردید (شکل۷).

همان طور که در شکل مشاهده می شود، رابطه این نسبت ها نیز از یک تابع درجه دو با ضریب همبستگی بالا پیروی می کند و با افزایش دبی ورودی، عمق اختلاط افزایش می‌یابد. با افزایش دبی ورودی، بار آبی در وسط دو زهکش افزایش یافته که سبب دورتر شدن خطوط جریان به سمت زهکش و افزایش عمق اختلاط می گردد. این روابط برای تعیین عمق اختلاط در زیر زهکش ، با داشتن ضریب زهکشی، فاصله زهکش ها و هدایت هیدرولیکی قابل استفاده خواهد بود. در شرایطی که نوسانات سطح ایستابی در وسط دو زهکش موجود نباشد، با داشتن دبی زهکش می‌توان عمق اختلاط معادل را بدست آورد.

اثر دبی آب آبیاری بر عمق اختلاط



شکل ٦- رابطه بین q/k و$h_m/0.5L$در عمق نصب۳۲ سانتی متری زهکش از سطح خاک



شکل ۷- نمودار رابطه ارتفاع سطح ایستابی بین دو زهکشh به فاصله زهکش ها L به نسبت شدت آبیاری به هدایت هیدرولیکی

www.SID.ir

از آنجائی که بار هیدرولیکی و دبی زهکش‌ها تابعی از زمان بوده و دائم در حال تغییر می‌باشند. چنین روابطی بخصوص برای شبیه سازی حرکت آب و املاح در مدل‌های زهکشی مفید خواهد بود.

در تمامی مدل های شبیه سازی حرکت آب و املاح، عمق معادل به عنوان حداکثر عمق ناحیه اختلاط در زیر زهکش در نظر گرفته شده است. عمق اختلاط می تواند به عنوان جایگزین مناسب برای عمق معادل مطرح شود.

تعیین عمق اختلاط در فاصله مشخص از زهکش

با استفاده از تحلیل آماری و بی بعد کردن سطح ایستابی ، دبی خروجی از زهکش و فاصله از دیواره مدل، معادله ۱ استخراج گردید. مشابهاُ معادله ۲ با بی بعد کردن عمق اختلاط، دبی خروجی و فاصله زهکش تا کف مدل به دست آمد. از ترکیب دو رابطه فوق رابطه سطح ایستابی و عمق اختلاط حاصل شد (معادله ۳). طبق نتایج آماری، ضرایب معادله از اطمینان ۹۹ درصد برخوردار می‌باشند.

$$\frac{h}{D} = 0.0539 - 6.81\left(\frac{x}{L}\right)^4 + 1.83\left(\frac{q}{K}\right) \quad (۱)$$

$$\frac{d}{D} = 0.143 - 27.1\left(\frac{x}{L}\right)^4 + 2.34\left(\frac{q}{K}\right) \quad (۲)$$

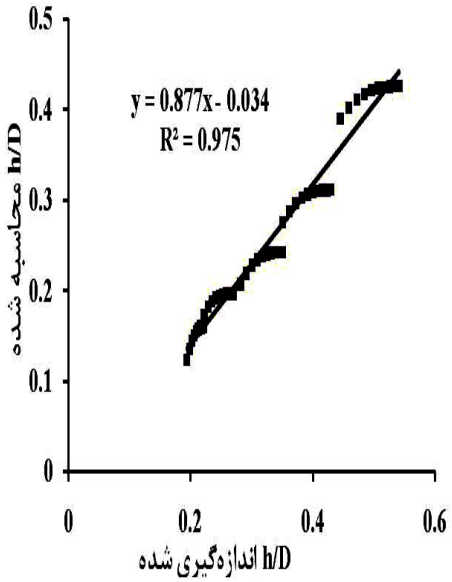
$$d = h\,\frac{0.143 - 27.1\left(\frac{x}{L}\right)^4 + 2.34\left(\frac{q}{K}\right)}{0.0539 - 6.81\left(\frac{x}{L}\right)^4 + 1.83\left(\frac{q}{K}\right)} \quad (۳)$$

در معادله (۱)، h : بار سطح ایستابی بین زهکش ها (متر)، D: عمق نصب زهکش (متر)، q: ضریب زهکشی (متر در روز)، k: هدایت هیدرولیکی خاک اشباع (متر در روز)، L: فاصله زهکش ها (متر)، x: فاصله از دیواره مدل (متر) و در معادله (۲) d: عمق اختلاط (متر) می باشد.

برای بررسی اعتبار معادلات فوق، از داده‌های حالت اول عمق نصب زهکش که در استخراج معادلات بکار نرفته بود استفاده گردید. مقادیر h/D، d/D وd اندازه گیری شده و برآورد شده از روابط ۲،۱و۳ در شکل‌های ۸،۹و ۱۰ نشان داده شده است. به طوری که ملاحظه می‌گردد بین مقادیر اندازه گیری و برآورد شده، همبستگی بسیار بالایی برقرار است. بیشترین همبستگی به میزان ۹۷ درصد مربوط به نسبت h/D و بعد از آن، مربوط به عمق اختلاط و با ضریب همبستگی ۹۴ تعلق دارد.

افزایش دبی آب آبیاری و اثر آن بر شدت کاهش شوری زه آب

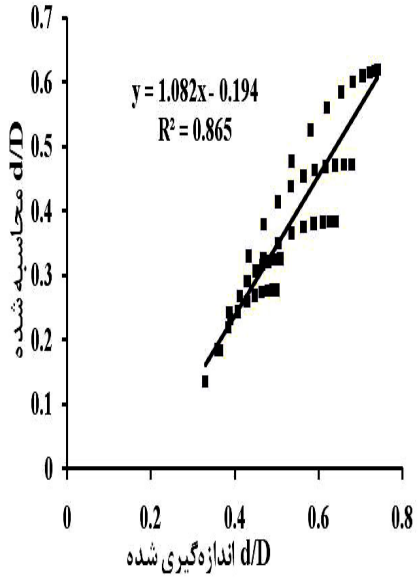
با توجه به مقادیر شوری زه‌آب خروجی در مقایسه با شوری آب آبیاری که در حدود یک دسی زیمنس بر متر می‌باشد برای عمق ۳۲ سانتی متری نصب زهکش، این نتیجه حاصل شد که مقدار زیادی از آب زهکشی شده به آب زیرزمینی تعلق دارد و غلظت نمک زه‌آب خروجی تحت تأثیر شوری آب زیرزمینی قرار می‌گیرد. نوذری (۱۳۸۸) نیز در تحقیقات خود نشان داد که میزان آبی که از بالای زهکش وارد آن می شود بسیار کمتر از آبی است که از پایین و از طریق آب زیرزمینی وارد زهکش می شود. ژوری و همکاران (۲۰۰۳)، در شبیه سازی عملیات استفاده مجدد از زه آب جهت آبیاری زمین های کشاورزی نشان داد که مقدار زیادی از آب زهکشی به آب زیرزمینی تعلق دارد.



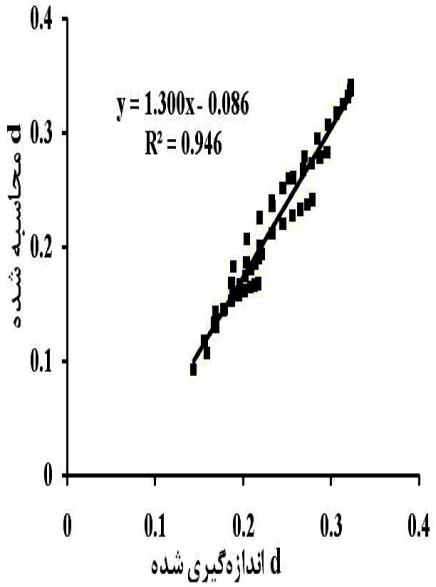
شکل۸- مقایسه مقادیر اندازه گیری و برآورد شده توسط معادله (۱) برای نسبت h/D

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۹- مقایسه مقادیر اندازه گیری و برآورد شده توسط معادله (۲) برای نسبت d/D



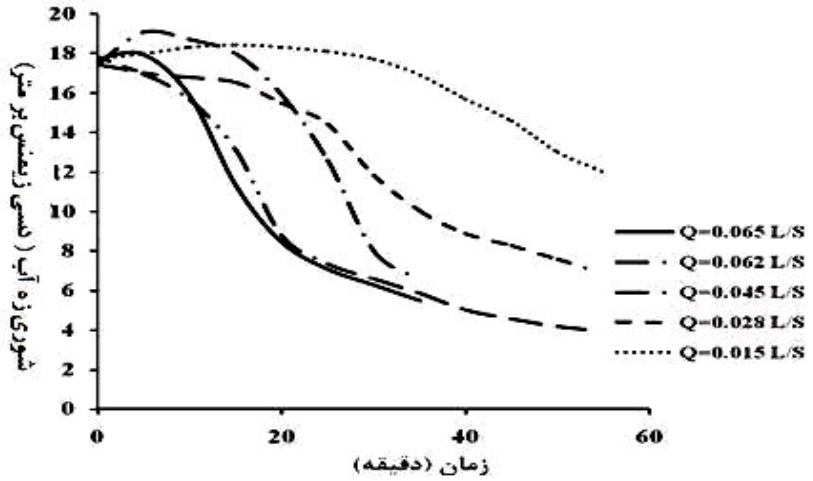
شکل۱۰- مقایسه مقادیر اندازه گیری و برآورد شده توسط معادله (۳) برای d

همان طور که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود دبی زه‌آب خروجی در دقایق ابتدای آزمایش در حدود ۱۸ دسی زیمنس بر متر بود که به شوری آب زیرزمینی (۲۰ دسی زیمنس بر متر) نزدیک می‌باشد و با گذشت زمان شوری کاهش یافت که دلیل آن، حجم ثابت سفره آب زیرزمینی شور و اختلاط آن با آب آبیاری غیرشور می‌باشد. شکل ۱۱ همچنین نشان می‌دهد که با افزایش دبی آب آبیاری، شدت کاهش شوری بیشتر است. بنابراین با تصور حجم ثابت آبخوان که با واقعیت هم خوانی ندارد، زمان رسیدن به تعادل بستگی به حجم آبخوان و میزان آب آبیاری دارد، که هر چه آب آبیاری کاربردی بیشتر باشد، زمان رسیدن به تعادل (نزدیک شدن به شوری آب آبیاری) سریعتر خواهد بود. این زمان بسته به شرایط منطقه و حجم آبخوان و مدیریت آبیاری در شرایط واقعی ممکن است چند سال به طول انجامد.

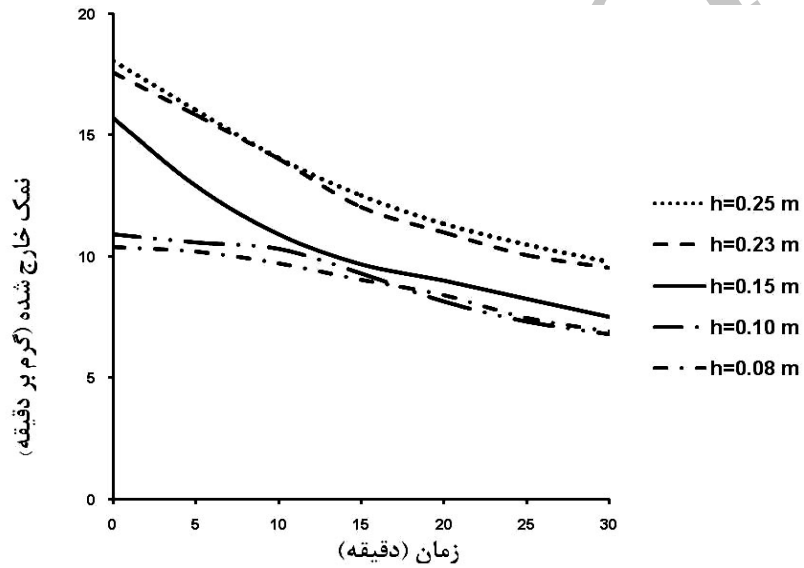
اثر عمق سطح ایستابی بر شوری زه‌آب خروجی

برای بررسی تأثیر عمق سطح ایستابی بر شوری زه‌آب خروجی از زهکش، مقادیر نمک خروجی از زهکش به ازای سطح ایستابی‌های مختلف در شکل۱۲ نشان داده شده است.

www.SID.ir



شکل۱۱- مقادیر شوری زه‌آب به ازای دبی‌های مختلف در طول آزمایش در عمق دوم نصب زهکش



شکل۱۲- مقادیر نمک خروجی از زهکش به ازای سطح ایستابی‌های مختلف در طول آزمایش

همان طور که در شکل۱۲ مشاهده می‌شود، با افزایش بار سطح ایستابی بین دو زهکش، بر میزان نمک خروجی از زهکش افزوده می‌شود. h بار سطح ایستابی در وسط دو زهکش می‌باشد. به عنوان مثال میزان نمک خارج شده در h=۰/۲۵ متر بعد از ثابت شدن سطح ایستابی برابر با ۱۸/۰۸ گرم می‌باشد، در حالی که این مقدار برای h= ۰/۰۸ متر به ۱۰/۴۱ گرم می‌رسد. با توجه به اینکه میزان شوری آب زیرزمینی در ابتدای هر دو آزمایش یکسان و برابر با ۲۰ دسی زیمنس بر متر بود پس می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش بار سطح ایستابی بین دو زهکش، حجم ناحیه ای از زیر زهکش که با آب نفوذ یافته از بالای زهکش اختلاط می یابد، افزایش یافته است و باعث افزایش میزان نمک خروجی توسط زه‌آب گردیده است. تحقیقات نوذری (۱۳۸۸) در اراضی تحقیقاتی مرکز تحقیقات نیشکر واحد امیرکبیر نشان داد که پس از آبیاری، شوری زه آب خروجی بیشتر می شود و به شوری لایه های زیرین لوله های زهکش نزدیک می شود. زمانی که دبی زه آب پایین است هدایت هیدرولیکی زه آب خروجی نیز کمتر است. بطور کلی می توان نتیجه گرفت در مناطقی که آب زیرزمینی کم عمق و بسیار شور است، با افزایش سطح ایستابی، عمق اختلاط افزایش یافته و شوری زه آب خروجی نیز افزایش می یابد.

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

در این تحقیق به بررسی تـأثیر عمـق سـطح ایسـتابی بـر عمـق اختلاط پرداخته شد. با توجه به اینکه با افزایش سطح‌ایسـتابی، عمـق خطوط اختلاط افزایش می یابد، بنابراین می تـوان نتیجـه گرفـت در مناطقی که آب زیرزمینی کم عمق و بسیار شور است (مانند شرایط در استان خوزستان)، عمق اختلاط افزایش یافته و شوری زه آب خروجی نیز افزایش می یابد. لذا توصیه می شود در چنین مناطقی عمق نصب و فاصله زهکش ها کمتر در نظر گرفته شود تا به تبع آن، ارتفاع سطح ایستابی و عمق اختلاط کاهش یابد و در نتیجه از خروج نمـک هـای اعماق پایین تر جلوگیری به عمل آید.

در مدل های شبیه سازی حرکت آب و املاح به منظـور مـدیریت زه آب شور بهتر است به جای عمق معادل، عمـق اخـتلاط جـایگزین شود تا تاثیر بار سطح ایستابی نیز بر شوری در نظر گرفته شود.

مراجع

Ayars, J.E., Patton, S.H and Shoneman, R.A. (1987). Drain water quality from arid irrigated lands proceeding of the 5 thNal Drain. Symp. Chicago. USA. PP.220-230.

Grismer, M.E. (1993). Subsurface drainage system design and drain water quality. J. Irrigation and drainage engineering. ASCE. 119:537-543.

Guitijens, J.C., Ayars, J.E. and Grismer, M.E.(1997). Drainage design for water quality management: Overview. J.Irrigation and Drainage engeering. ASCE. 123:148-153.

Hornbuckle, J.W. Christen, E.W. and Faulkner R.D. (20070. Evaluating a multilevel subsurface drainage system for improved drainage water quality. Agricultural Water Management. 89:208-216.

Jurry, W.A., Tuli, A and Letey, J. (2003). Effect of travel time on management of a sequential reuse drainage operation. Soil Soc. Am. Journal, 67, pp. 1122-1126.

Pazira, E. Homaee, M. (2010). Salt leaching efficiency of subsurface drainage system at presence of diffusing saline water table boundary. A CASE study in Khuzestan plains,IRAN.XVIIth Word Congress of the International Commission of Agricultural Engineering(CIGR). Qeuebeccity.Canadajune 13-17.

Marshall, J. winspere Holmes, J. Rose, C. W. (1996). Soil Physics. Cambridge University Press. 453 Pages.

Nozari, H. ,Liaghat, A. and Kholghi, M.(2010), Simulation of Drainage system in Unsteady State Condition, Using SYSTEM Dynamics. Proceedings of Sixth Workshop on Drainage and Environment, Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, publication (66-57).

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/٤
تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۲۵

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 7, Summer 2013, p. 122-132

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد۷، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۱۳۲-۱۲۲

Assessment of Water Table Depth and Irrigation Water Discharge on Drainage Water Quality and Mixing Region under Drain in a Laboratory Model

M. Shakiba[1*], A. Liaghat[2], F.Mirzaei[3]

Abstract

Drainage water that flows to the subsurface drains is compound of irrigation water and salinity ground water that causes many environmental problems. In this study a physical model from Plexiglas was made to investigate effect of water table head on the mixing depth and drainage water quality. Mixing depth is the outer flow path under the tile drain. A saline water of K2MnO4 and NaCl were added to subsurface reservoir to simulate a ground water with 20 dS/m salinity. In the upper part of model a drip irrigation system was installed to apply water. Water table head is fixed by applying the constant irrigation discharge. The outer flow path was recorded on the Plexiglas side using a photograph. The results of this study indicated that by increasing the irrigation discharge, the water table head in midpoint and mixing depth increases, so salinity of drainage water increases. The relationship between mixing depth and drainage water discharge reports as a power function. Finally mixing depth was obtained as a parabolic equation. Mixing depth was introduced as a function of distance and water table between two drains. In comparison the salinity of drainage water with irrigation water the results showed that the great deal of drainage water is from ground water. Also the amount of salt that is carried by drainage water, after fixing water table head, is depended to water table head. The depth of leached zone with percolation flow increases when the water table head increases. It is advised to reduce installation depth of drains to decline water table and mixing water depth and prevent outflow of salinity of lower depths.

Key words: Mixing depth, Drain, Salinity, Water table

Archive of SID

1- Graduated in MSc in Irrigation Eng. Dept, University of Tehran
(*.Corresponding Author Email: minashkb@yahoo.com)
2- Professor and Associate Professor University of Tehran

www.SID.ir