نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال سوم، شماره اول، پاییز ۱۳۹۲

ISSN 2251-7480

اثر عمق زهکش و لایه محدود کننده بر دبی و شوری زهاب در اراضی فاریاب جنوب خوزستان

روح الله مختاران[۱*]، عبدعلی ناصری[۲]، حیدرعلی کشکولی[۳] و سعید برومند نسب[٤]

۱) دانشجوی دکتری؛ دانشکده مهندسی علوم آب؛ دانشگاه شهید چمران اهواز؛ اهواز؛ ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات: alimokhtaran@gmail.com

۲) استاد؛ گروه آبیاری و زهکشی؛ دانشکده مهندسی علوم آب؛ دانشگاه شهید چمران اهواز؛ اهواز؛ ایران

۳) استاد؛ گروه آبیاری و زهکشی؛ دانشکده مهندسی علوم آب؛ دانشگاه شهید چمران اهواز؛ اهواز؛ ایران

٤) استاد؛ گروه آبیاری و زهکشی؛ دانشکده مهندسی علوم آب؛ دانشگاه شهید چمران اهواز؛ اهواز؛ ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰٦/۰٦ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۲٦

چکیده

کاهش دادن مقدار زهاب خروجی و بالا نگه داشتن سطح ایستابی در نزدیکی عمق ریشه با کاهش عمق کارگذاری زهکش‌ها درجهت حفاظت از منابع آب و خاک، از نگرش‌های نوین زهکشی می‌باشد. در این تحقیق برای بررسی تأثیر کاهش عمق زهکشی بر شوری و دبی زهاب، دو مزرعه R۹-۱۱ با عمق متوسط زهکشی۲ متر با فاصله ۶۰ متر و مزرعهR۸-۷ با عمق متوسط زهکشی ۱/۴ متر و فاصله ۴۰ متر در اراضی کشت نیشکر جنوب خوزستان انتخاب شد. طی دوره تحقیق با احداث شش گروه پیزومتر در دو مزرعه با فواصل مختلف از جمع کننده زهاب، تراز سطح آب زیرزمینی و دبی زهاب به صورت روزانه و شوری آب زیرزمینی و زهاب در هر دور آبیاری اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که با افزایش آبیاری ها، اختلاف بار هیدرولیکی بین لایه های پایین نسبت به لایه های بالایی در هر دو مزرعه جریان عمودی را به سمت بالا برقرار می‌کند. همچنین با کاهش عمق کار گذاری زهکش‌ها، مقدار شوری آب زیرزمینی کاهش یافت، لیکن این تغییرات شوری به عمق لایه محدود کننده نیز وابسته بود. همچنین مشخص شد که شوری زهاب علاوه بر شوری آب آبیاری تحت تاثیر شوری آب زیرزمینی بوده و تفاوت در عمق زهکشی، موقعیت لایه محدود کننده و وجود عدسی‌های ماسه‌ای بر این شوری موثر است. همچنین با کاهش عمق زهکشی دبی زهاب به شدت کاهش یافت به طوری که در مزرعه R۹-۱۱، دبی زهاب خروجی ۳/۸۶ لیتر برثانیه و در مزرعه R۸-۷ این مقدار به۰/۷۴ لیتر بر ثانیه رسید.

واژه‌های کلیدی: دبی زهاب؛ شوری؛ عمق کارگذاری زهکش‌ها؛ عمق لایه محدودکننده

مقدمه

احداث سیستم زهکشی به منظور اصلاح خاکهای شور و حفاظت از اراضی در مقابل شوری مجدد در خاکهای جنوب خوزستان ضروری می باشد. در گذشته در مناطق نیمه خشک با آب زیرزمینی شور و کم عمق، سامانه‌های زهکشی به منظور پایین نگه داشتن سطح ایستابی از عمق ریشه طراحی و اجرا می‌گردید. لیکن امروزه در زمینه زهکشی نگرش‌های جدیدی مطرح گردیده است(علی‌نژاد و کاوه، ۱۳۹۱؛ پذیرا، ۱۳۹۱؛ اسدی کپورچال و همکاران، ۱۳۹۲). در نگرش جدید برای زهکشی، هدف کاهش دادن میزان زهاب خروجی جهت حفاظت از منابع آب و خاک مانند زهکشی کنترل شده می‌باشد. در این سیستم با بالا آوردن عمق زهکش‌ها و بالا نگه داشتن سفره آب زیرزمینی در مجاورت عمق ریشه، استفاده گیاه از آب

زیرزمینی را باعث می‌گردد. کیفیت این آب زیرزمینی در مناطق مرطوب مناسب و قابل استفاده گیاه می‌باشد (هاشمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۱). لیکن در مناطق خشک به دلیل شور بودن آب زیرزمینی، اعمال این شیوه به منظور استفاده گیاه بدون اشکال نمی‌باشد. تحت شرایط استثنایی طرح‌های نیشکر در خوزستان به علت نفوذ عمقی پیوسته در تلفات آبیاری در شش ماه از سال (اواخر اسفند ماه تا اوائل مهر) که تعداد آبیاری‌ها به بیش از ۲۱ بار می‌رسد، باعث شده با توجه به اختلافی که بین چگالی آب آبیاری و آب زیرزمینی شور وجود دارد، آب به طور نسبی مناسب آبیاری به صورت شناور بر روی سفره آب زیرزمینی شور قرار گیرد که در اثر نفوذ به منطقه ریشه تا اندازه‌ای نیاز آبی گیاه را تأمین خواهد نمود. با توجه به آنچه بیان شد این سئوال پیش می‌آید که کاهش عمق کارگذاری زهکش‌ها در اراضی نیشکر جنوب خوزستان چه تأثیری بر شوری آب زیرزمینی، شوری و دبی زهاب خروجی خواهد داشت؟ همچنین وضعیت بافت خاک، عمق لایه نفوذناپذیر، وجود عدسی‌های ماسه‌ای و شنی در این مناطق در وضعیت شوری آب زیرزمینی و شوری زهاب خروجی چه تأثیری دارند؟ در این زمینه تحقیقات بسیاری انجام شده است از جمله، Ayars و همکاران (۱۹۸۷)، Deverel و Fio (۱۹۹۰) و Grismar (۱۹۹۳)، نشان دادند که تأثیر فاصله و عمق زهکش‌ها بر روی خطوط جریان، بیشترین اثر را بر روی کیفیت زه‌آب دارد. Christen و Skehan (۲۰۰۱)، در مقایسه زهکشهای عمیق (۱/۲ متر) و فاصله زیاد و زهکش‌های کم عمق (۰/۷ متر) و فاصله نزدیک نشان دادند که زهکش‌های عمیق زه‌آبی با هدایت الکتریکی ۱۱ دسی زیمنس بر متر را خارج می‌سازند این در حالی است که راندمان ۵۰ درصدی را در کاهش میزان نمک داشتند. در صورتی که جریان در زهکش‌های کم عمق فقط پس از هر آبیاری و بارندگی برقرار بود و هدایت الکتریکی زه‌آب خروجی در حدود ۲ دسی زیمنس بر متر و راندمان ۹۵ درصد در کاهش زه‌آب را به همراه داشتند. Muirhead و همکاران (۱۹۹۶)، نشان دادند که در خاک‌های رسی زهکش‌های کم عمق و نزدیک نسبت به زهکش‌های عمیق محیط ریشه را سریعتر تخلیه کرده و کاهش به میزان ۱۰ درصد در مقدار نمک خروجی دارد. De louw و همکاران (۲۰۱۱)، در ۲۷ منطقه از اراضی کشاورزی جنوبی و غربی هلند با حضور سطح ایستابی شور و کم عمق نشان دادند که اختلاف بار هیدرولیکی بین لایه های پایین و بالا و چگالی مهمترین عامل شکل‌گیری منطقه اختلاط آب شور و شیرین است و عمق زهکش، میزان تغذیه و لایه محصور کننده مهمترین عامل در جهت جریان‌های عمودی از لایه‌های پایین می‌باشند. پناهی و همکاران (۱۳۸۹) جهت نشان دادن عوامل مختلف بر روی شوری زه‌آب در مناطق تحت آبیاری با آب زیرزمینی شور و کم عمق، در دو مزرعه از واحدهای تحقیقاتی نیشکر امیرکبیر، شوری و دبی زه آب خروجی، شوری آب آبیاری و آب زیرزمینی و نوسانات سطح آب را در زمان آبیاری سنگین نیشکر مورد بررسی قرار دادند. آنها بیان کردند که شوری زه‌آب روند نوسانی داشته و در طول مدت آبیاری نزدیک به شوری آب آبیاری و در فاصله بین آبیاری‌ها نزدیک به شوری آب زیرزمینی بود. همچنین اختلاف زیاد مابین شوری آب آبیاری با شوری زه‌آب تولید شده نشان داد که آبیاری نمی‌تواند تنها عامل تأثیرگذار در این فرآیند باشد. محجوبی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی امکان استفاده از زهکشی کنترل شده و تأثیر آن بر روی کاهش مصرف آب، حجم و میزان شوری زه آب خروجی، تغییرات شوری و عملکرد نیشکر در واحد کشت و صنعت نیشکر امام خمینی، سه تیمار شامل دو تیمار زهکشی کنترل شده با اعماق کنترل سطح ایستابی ۷۰ و ۹۰ سانتی‌متری و تیمار زهکشی آزاد با عمق کارگذاری متوسط ۲ متر را مورد بررسی قرار دادند. آنها نشان دادند که حجم و شوری زهاب خروجی در تیمارهای کنترل شده نسبت به تیمار آزاد کاهش یافته و سبب کاهش نمک خروجی در

این تیمارها خواهد شد. همچنین زهکشی کنترل شده بر روی عملکرد نیشکر و شوری آب زیرزمینی نسبت به تیمار آزاد محدودیتی را به وجود نیاورد. شکیبا و همکاران (۱۳۹۲)، در تحقیقی به منظور تعیین عمق اختلاط و بررسی عوامل مؤثر بر آن به عنوان پارامتر موثر بر شوری زه‌آب خروجی، با استفاده از یک مدل فیزیکی از جنس پلاکسی گلاس و تزریق آب زیرزمینی با شوری ۲۰ دسی‌زیمنس برمتر به درون مدل، با تغییر در دبی ورودی آب آبیاری از بالا و اعماق سطح ایستابی‌های مختلف، تغییرات عمق اختلاط را اندازه‌گیری و ثبت کردند. آنها به منظور اعتبارسنجی مدل، داده‌های اندازه-گیری شده توسط مدل را با داده‌های صحرایی اندازه گیری شده در واحد نیشکر امیرکبیر مقایسه و ارزیابی کردند. نتایج ضمن نشان دادن شبیه‌سازی خوب داده‌های مدل با داده‌های صحرایی، تأثیر عمق اختلاط بر شوری ز-هاب خروجی از زهکش را نشان داد، همچنین آنها بیان کردند که عمق اختلاط به صورت نوعی تابع خطی از بار هیدرولیکی است و در هنگام آبیاری افزایش بار هیدرولیکی سبب افزایش عمق اختلاط می‌شود.

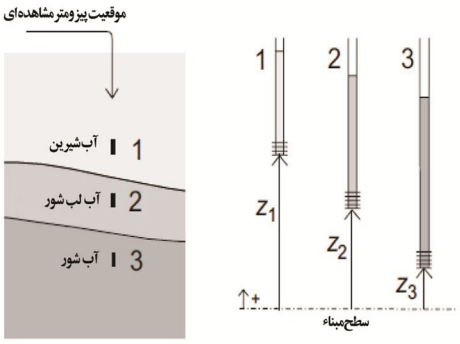
روابط بین فشار و بار هیدرولیکی در شرایطی که فشار اتمسفر برابر صفر باشد در رابطه (۱) آورده شده است.

$$\phi = \frac{P}{\rho g} + Z \qquad (۱)$$

که ϕ: بار هیدرولیکی (m)، ($\frac{P}{\rho g}$): بار فشار (m) و Z: ارتفاع با در نظر گرفتن سطح مبنا (m) می‌باشد.

در سیستم جریان آب‌های زیرزمینی، بار هیدرولیکی عامل مهم در تعیین جهت جریان و سرعت آن می‌باشند. کاربرد قانون دارسی نشان می‌دهد که بار هیدرولیکی معرف خوبی برای فشار می‌باشد. در اراضی پست جایی که اختلاف چگالی در آب زیرزمینی نسبت به عمق وجود دارد ممکن است بار هیدرولیکی آب‌های زیرزمینی شور، غیرشور و لب‌شور به بار هیدرولیکی آب غیر شور تبدیل شود. اگر بر طبق شکل (۱)، فرض شود که آب غیر شور، لب‌شور و شور در یک تعادل هیدرواستاتیکی باشند و اگر کف پیزومتر مشاهداتی در منطقه آب غیر شور قرار گیرد به نظر می‌رسد که بار هیدرولیکی در این پیزومتر با بار هیدرولیکی در پیزومتر مشاهداتی منطقه شور متفاوت است در حالی که بار هیدرولیکی شامل مجموع ارتفاع کف پیزومتر نسبت به سطح مبنا و اختلاف چگالی می‌باشد که ممکن است، در نظر گرفتن مجموع عوامل هر دو پیزومتر در یک تعادل هیدرواستاتیکی باشند(Oud Essink، ۲۰۰۱).

$$\phi_f = Z + h_f \Leftrightarrow \phi_f = Z + \frac{\rho}{\rho_f} h \qquad (۲)$$



شکل ۱. بار هیدرولیکی در موقعیت یکسان، با اعماق متفاوت و چگالی‌های متفاوت

که در رابطه ۲، ϕ_f: بار هیدرولیکی آب غیرشور (m)، h_f: ارتفاع فشاری آب غیرشور(m)، h: ارتفاع فشاری آب شور(m)، ρ_f: چگالی آب غیرشور(کیلو گرم بر متر مکعب)، ρ: چگالی آب شور(کیلو گرم بر متر مکعب) و Z: ارتفاع با در نظر گرفتن سطح مبنا (m) می‌باشد.

با توجه به اینکه کاهش اثرات شوری زهاب خروجی از زهکشها بر محیط زیست و اراضی پایین دست کشاورزی و همچنین استفاده بهینه از آب برای رشد و توسعه محصولات کشاورزی مهم میباشد، از این نظر در این تحقیق عوامل موثر بر شوری و دبی زهاب خروجی همچون عمق کارگذاری زهکشها، وضعیت بافت خاک، عمق لایه نفوذناپذیر و عدسی‌های ماسه‌ای در اراضی کشت نیشکر جنوب خوزستان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو مزرعه R۹–۱۱ و R۸–۷ که به ترتیب از واحدهای کشت و صنعت نیشکر دعبل خزاعی و سلمان فارسی می‌باشند، انجام گردید. این دو واحد کشت و صنعت در شرق رودخانه کارون وبه ترتیب در فواصل ۳۰ و ٤۰ کیلومتری جنوب شهرستان اهواز (مرکز استان خوزستان) قرار دارند. منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم نیمه خشک با تابستان‌های بسیار گرم و زمستان‌های معتدل می‌باشد. منبع تامین آب آبیاری، رودخانه کارون است. سیمای طرح زهکشی در هر دو مزرعه تحقیقاتی بدین گونه است که در دو طرف مزارع، زهکش جمع کننده زهاب وجود دارد با این تفاوت که در مزرعه R۸–۷ سلمان فارسی زهکش جمع کننده به صورت نهر روباز بوده و در مزرعه R۹–۱۱ دعبل خزاعی این جمع کننده به صورت لوله است. طول مزارع ۱۰۰۰ متر و عرض آنها ۲۵۰ متر است. لوله‌ها زهکش زیرزمینی به طول‌های۵۰۰ متری و قرینه نسبت به همدیگر قرار گرفته اند و به جمع کننده‌های زهاب تخلیه می‌شوند(شکل۲). عمق نصب لوله‌های زهکش در مزرعه R۹–۱۱ دعبل خزاعی، از ۱/۸ متر در ابتدا تا ۲/۲ متر در انتها متغیر بوده و این در حالی است که در مزرعه R۸–۷ سلمان این عمق کارگذاری از ۱/۲ در ابتدا تا ۱/٦ متر در انتها می‌رسد. فاصله لوله‌های زهکش در مزرعه R۹–۱۱، ٦۰ متر و در مزرعه R۸–۷، ٤۰ متر می‌باشد. کشت نیشکر در هر دو مزرعه در مرحله کشت(غیر راتون) بوده و کاشت آنها در شهریور ماه ۱۳۹۱ انجام گرفته بود. با این تفاوت که مزرعه R۸–۷ سلمان فارسی بعد از آبشویی و شور زدایی خاک اولین سال کشت آن بوده است. در هر دو مزرعه مطالعات لایه‌بندی خاک برای تشریح لایه‌های خاک شامل بافت خاک و تشخیص عدسی‌های ماسه‌ای انجام گرفت. سپس در هر مزرعه سه دسته پیزومترکه هر دسته شامل هشت پیزومتر در اعماق ۰،۱/۸، ۱/۳، ۱/۸، ۲/۲، ۳، ٤ و ۵ متری از سطح زمین نصب شده بودند در فواصل ۵۰، ۲۵۰ و ٤۰۰ متری از جمع کننده زهاب بین دو لوله زهکش احداث گردید. در طول دوره تحقیق نمونه آب زیرزمینی از پیزومترها، زهاب خروجی و آب آبیاری در هر دور آبیاری به تعداد ۳ تا ٤ نوبت برای تعیین هدایت الکتریکی و همچنین تراز سطح آب در تمامی لوله‌های پیزومتری در لایه‌های مختلف از سطح زمین برای تعیین بار هیدرولیکی و دبی زهاب خروجی به صورت روزانه اندازه‌گیری گردید.

شکل ۲. عکس هوایی از مسیر زهکش‌ها در مزرعه و موقعیت محل آبگیری و جمع کننده زهاب

نتایج و بحث

برای هر مزرعه در سه نقطه، کنار هر دسته از پیزومترها مطالعات لایه بندی خاک انجام شدکه نتایج آن در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱. مشخصات لایه های خاک در هر دو مزرعه تحقیقاتی

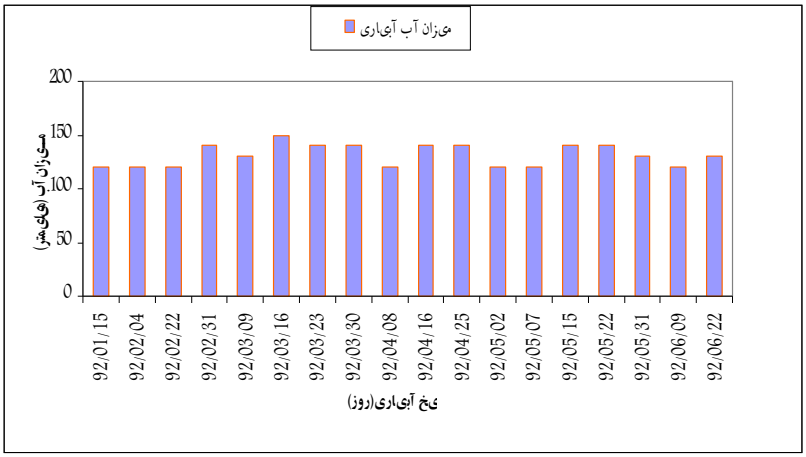
دسته های یک، دو، سه (مزرعه دعبل)		دسته یک (مزرعه سلمان)		دسته دو (مزرعه سلمان)		دسته سه (مزرعه سلمان)	
ضخامت لایه (cm)	بافت	بافت	ضخامت لایه (cm)	بافت	ضخامت لایه (cm)	بافت	ضخامت لایه (cm)
۰-۴۰	SiCL	SiCL	۰-۴۰	SiCL	۰-۴۰	SiCL	۰-۴۰
۸۰-۴۰	CL	CL	۴۰-۱۰۰	CL	۴۰-۱۰۰	SiCL	۴۰-۸۰
۸۰-۱۰۰	SiC	SiCL	۱۰۰-۱۵۰	SiCL	۱۰۰-۱۵۰	SL	۸۰-۱۰۰
۱۰۰-۱۴۰	CL	SiCL	۱۵۰-۲۴۰	SiCL	۱۵۰-۲۴۰	S	۱۰۰-۲۰۰
۱۴۰- ۲۵۰	SiC	SiCL	۲۴۰-۳۰۰	SiCL	۲۴۰-۳۰۰	SiCL	۲۰۰-۲۴۰
۲۵۰-۳۲۰	C	C	۳۰۰-۴۵۰	C	۳۰۰-۴۵۰	SiC	۲۴۰-۳۰۰
۳۲۰-۴۲۰	SiCL	SiCL	۴۵۰-۴۹۰	SiCL	۴۵۰-۴۹۰	S	۳۰۰-۴۰۰
۴۲۰-۴۵۰	C	SiL	۴۹۰-۵۱۰	S	۴۹۰-۵۱۰	-	-
۴۵۰-۵۰۰	L	-	-	-	-	-	-

با توجه به آنچه در جدول (۱) مشاهده می شود، در مزرعه R_{9-11} مشخصات لایه های خاک در سه چاهک احداث شده کنار دسته های (۱)،(۲) و (۳) یکسان می باشد. بر طبق این جدول در این مزرعه بافت خاک تا عمق ۴/۵ متری از سطح زمین نیمه سنگین و سنگین می باشد. همچنین لایه محدود کننده در عمق ۴/۲ متری به ضخامت ۳۰ سانتی متر تشخیص داده شد. از عمق ۴/۵ متری به بعد که لایه محدود کننده است، بافت خاک متوسط(لومی) بود. در خصوص مزرعه R_{7-8} سلمان فارسی مشخصات لایه بندی خاک در چاهک های شماره (۱) و(۲) که به ترتیب کنار دسته های پیزومتری(۱)و(۲) احداث شده اند به طور تقریبی مشابه هم می باشند. در هر دو چاهک بافت خاک تا عمق ۴/۹ متری نیمه سنگین و سنگین تشخیص داده شد و لایه نفوذ ناپذیر در عمق ۳ متری از سطح خاک و به ضخامت ۱/۵ متر بود. فقط در چاهک شماره (۱) از عمق ۴/۹ تا ۵/۲ متری که حفاری شد بافت خاک لومی سیلتی بود در حالیکه در چاهک شماره (۲) مزرعه R_{7-8} در این لایه بافت خاک شنی و سبک تشخیص داده شد. نتایج لایه بندی خاک در دسته سوم این مزرعه به طور کامل متفاوت بود. بطوریکه وجود عدسی های ماسه ای و لایه های شنی از عمق ۰/۸ متری تا ۲ متری و از عمق ۳ متری به بعد وضعیت لایه های خاک را در این ناحیه متفاوت کرده است. در پیش از شروع تحقیق برای هر دو مزرعه کنار دسته دوم شوری عصاره اشباع خاک تا عمق دو متری از سطح زمین اندازه گیری شد که نتایج آن در جدول (۲) آورده شده است.

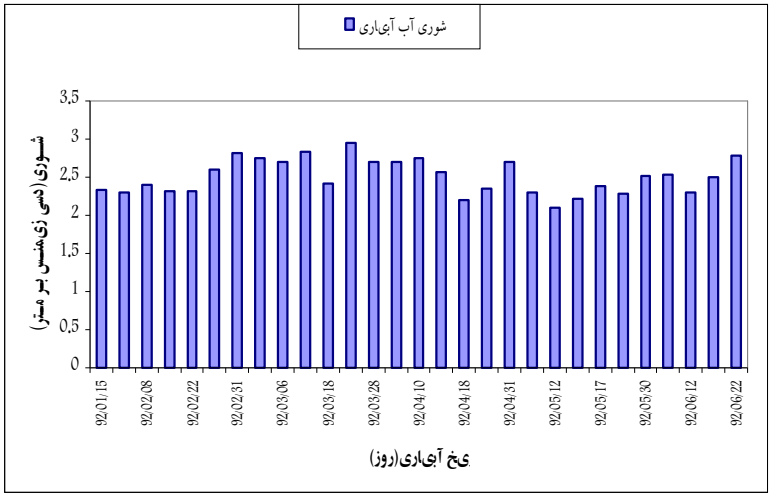
جدول ۲. شوری عصاره اشباع خاک(dS/m) در هر دو مزرعه تحقیقاتی

ضخامت لایه (cm)	شوری عصاره اشباع خاک(مزرعه R_{9-11})	شوری عصاره اشباع خاک(مزرعه R_{7-8})
۰-۵۰	۵/۱۹	۵/۹۴
۵۰-۱۰۰	۴/۸۳	۴/۹۶
۱۰۰-۱۵۰	۴/۰۵	۳/۳
۱۵۰-۲۰۰	۳/۸۱	۳/۱

همچنین میزان آب آبیاری با توجه به تاریخ آبیاری و شوری آب آبیاری در طول دوره تحقیق در شکل‌های (۳)و(۴) آورده شده است.



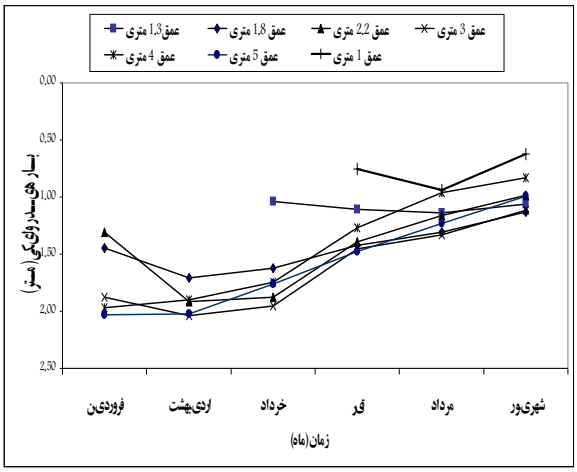
شکل۳. تغییرات میزان آب آبیاری به هر مزرعه در زمان های آبیاری



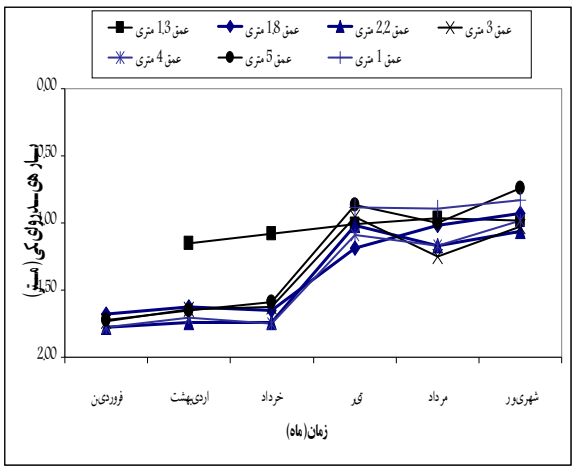
شکل٤. تغییرات شوری آب آبیاری در طول دوره تحقیق

همانطور که از شکل های بالا مشاهده میشود، حداکثر میزان آب آبیاری ۱۵۰ میلیمتر بر متر خاک (۱۵۰۰ متر مکعب در هر هکتار) و در خرداد و تیرماه میباشد این در حالی است که حداقل آن در فروردین و اواخر شهریور ماه به میزان ۱۲۰ میلیمتر بر متر بود. همچنین مشاهده میشود که حداکثر شوری آب رودخانه کارون در طول دوره تحقیق (فروردین تا شهریور ۱۳۹۲)، ۲/۹۵ دسی زیمنس بر متر در ماه خرداد و حداقل شوری در شهریور با ۲/۱ دسی زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد

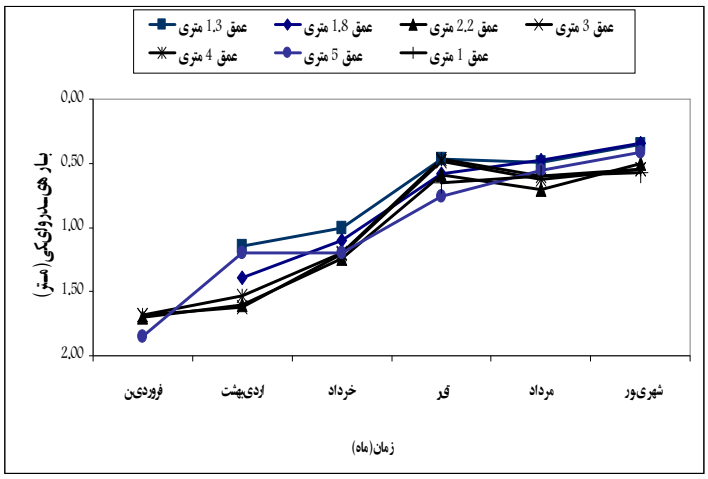
با توجه به آنچه بیان شد با شروع دوره تحقیق در هر دو مزرعه سطح آب درون پیزومترها به صورت روزانه برداشت گردید. نتایج این تغییرات سطح آب به صورت میانگین ماهانه بر اساس بار هیدرولیکی با توجه به سطح زمین به عنوان سطح مبنا در شکل های (۵ الی ۱۰) آورده شده است.



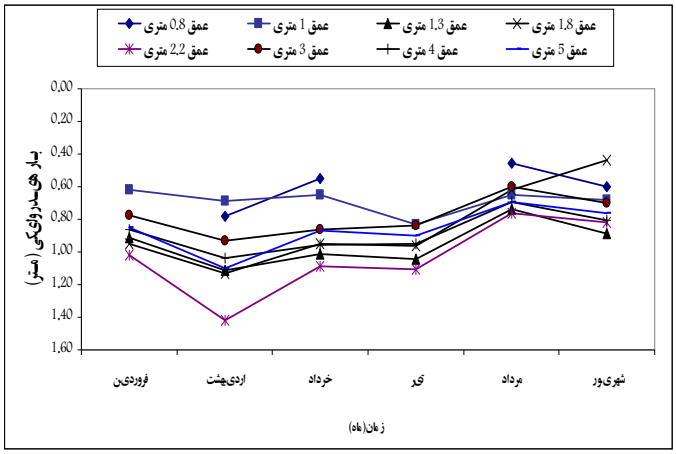
شکل ۵. تغییرات متوسط ماهانه سطح آب – دسته اول–مزرعه $R_{۹-۱۱}$



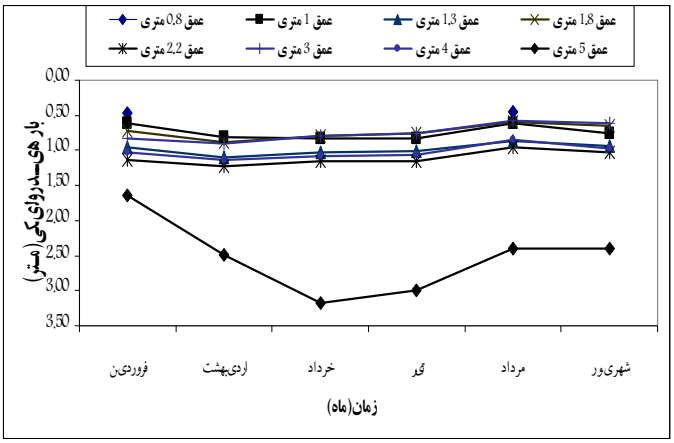
شکل ٦. تغییرات متوسط ماهانه سطح آب – دسته دوم–مزرعه $R_{۹-۱۱}$



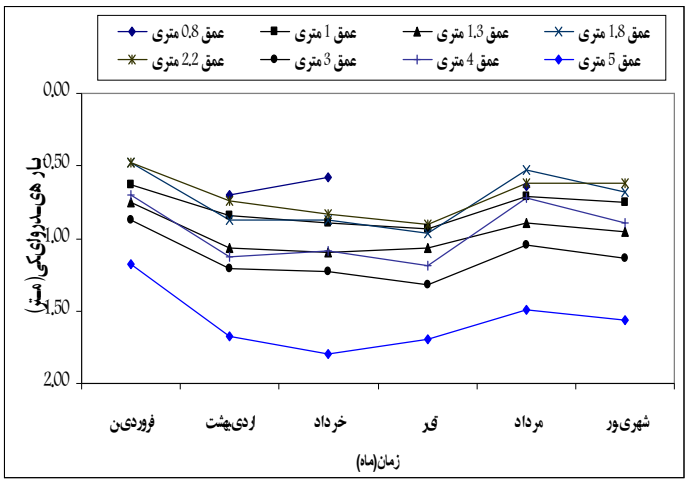
شکل ۷. تغییرات متوسط ماهانه سطح آب – دسته سوم–مزرعه $R_{۹-۱۱}$



شکل ۸. تغییرات متوسط ماهانه سطح آب – دسته اول–مزرعه $R_{۷-۸}$



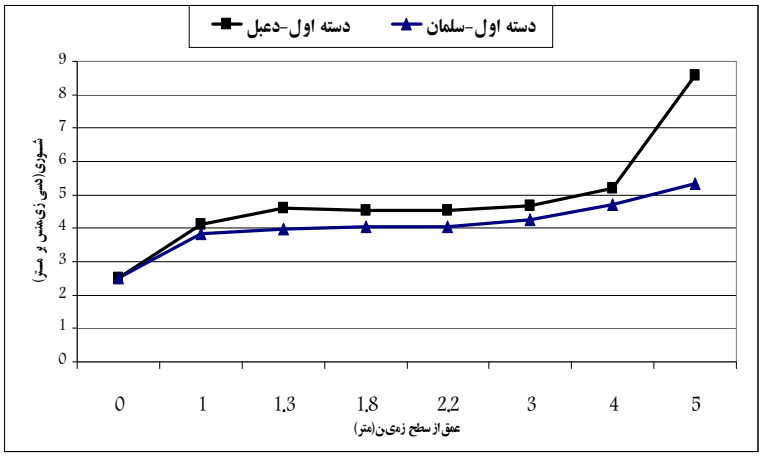
شکل ۹. تغییرات متوسط ماهانه سطح آب – دسته دوم–مزرعه $R_{۸-۷}$



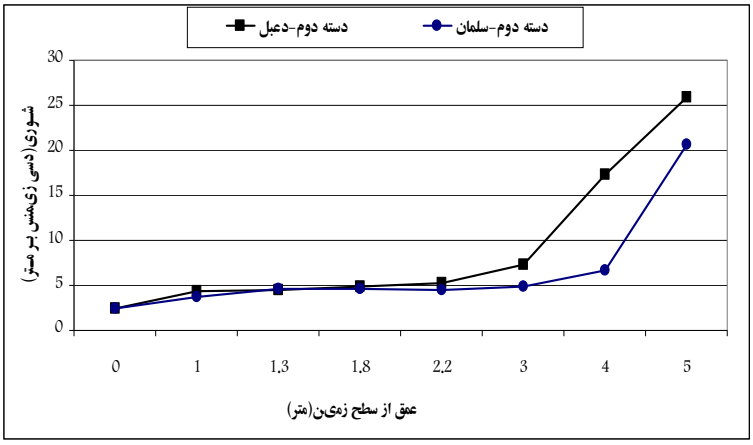
شکل ۱۰. تغییرات متوسط ماهانه سطح آب – دسته سوم–مزرعه $R_{۸-۷}$

با توجه به شکل های بالا مشاهده می شود که با شروع آبیاری سنگین و کم شدن فواصل آبیاری از فروردین ماه، خیز تراز آب در تمامی پیزومترها برای هر دو مزرعه برقرار بود لیکن بالا آمدگی سطح آب در مزرعه $R_{۸-۷}$ که عمق کارگذاری زهکشها کمتر است محسوس تر می باشد، بطوری که در هر پیزومتر اگر در شرایط لایه بندی خاک یکسان قرار داشته باشند این تفاوت به اندازه ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر نسبت به مزرعه $R_{۹-۱۱}$ می باشد. در تمامی دسته های پیزومتری در هر دو مزرعه بجز دسته دوم از مزرعه$R_{۸-۷}$ در عمق پنج متری و دسته سوم از همین مزرعه، اختلاف بار هیدرولیکی بین لایه های پایین نسبت به لایه های بالایی با افزایش آبیاری ها برقرار بود. این مساله هجوم آب شور و جریان عمودی از لایه های زیرین را به سمت بالا را برقرار می سازدکه باعث ایجاد منطقه اختلاط آب شور و غیر شور و افزایش عمق اختلاط می شود. شکیبا و همکاران(۱۳۹۲) نیز اعلام کردندکه عمق اختلاط به صورت نوعی تابع خطی از بار هیدرولیکی است که در هنگام آبیاری افزایش این بارهیدرولیکی باعث افزایش عمق اختلاط می‌شود. علت عدم اختلاف بار هیدرولیکی در پیزومتر دسته سوم و عمق پنج متری از دسته دوم مزرعه $R_{۸-۷}$ وجود عدسی ماسه بوده که باعث شده با افزایش آبیاری، افزایش بار هیدرولیکی برقرار نگردد و در نتیجه منطقه اختلاط یا تشکیل نشده یا در ضخامت بسیار کم تشکیل گردد. نیمرخ شوری نسبت به عمق برای دو مزرعه مورد تحقیق در شکل‌های ۱۱ تا ۱۳ آورده شده است. نقطه اول در هر

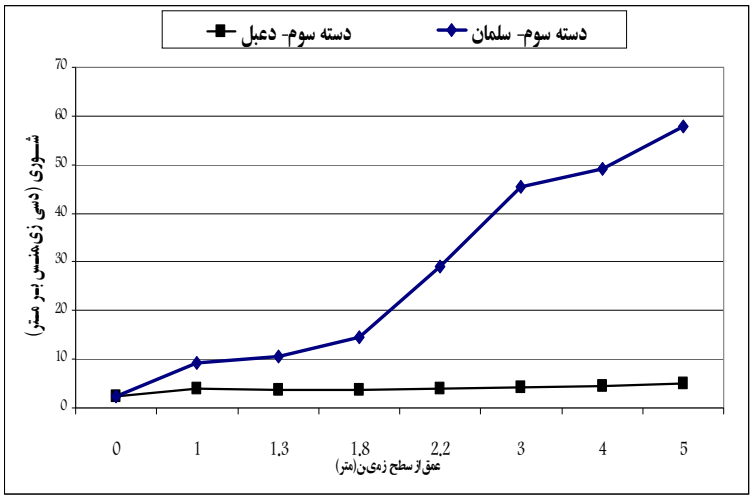
شکل (عمق صفر) متوسط آب آبیاری در طول دوره تحقیق بوده که معادل ۲/۵ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. با توجه به شکل های مذکور مشاهده می‌شود که در مزرعه $R_{۹-۱۱}$ میزان شوری با فاصله گرفتن از جمع کننده زهاب کاهش می‌یابد. همچنین در مقایسه دسته‌های (۱) و (۲) بین دو مزرعه، میزان شوری در مزرعه $R_{۸-۷}$ که عمق کارگذاری زهکش‌ها در آن کمتر از مزرعه $R_{۹-۱۱}$ است، کمتر می‌باشد لیکن در دسته سوم این مسئله صادق نبوده و میزان شوری در همه اعماق دسته سوم در مزرعه $R_{۸-۷}$ به مراتب بسیار بیشتر از اعماق همان دسته در مزرعه $R_{۹-۱۱}$ است. این مسئله به دلیل وضعیت لایه‌بندی خاک و همچنین اولین سال کشت در این دسته از مزرعه $R_{۸-۷}$ می‌باشد. وجود عدسی‌ها و لایه‌های شنی، اختلاف بار هیدرولیکی برای برقراری جریان عمودی از لایه‌های پایین به سمت لایه‌های سطحی را برقرار نمی کند و این پدیده باعث می‌شود که آب شور و غیر شور فرصت اختلاط را پیدا نکنند. همچنین این وضعیت شوری در دسته سوم از مزرعه $R_{۸-۷}$ باعث شده که شوری زهاب که انتظار می‌رود نسبت به مزرعه $R_{۹-۱۱}$ کمتر باشد، افزایش یابد (شکل ۱٤).



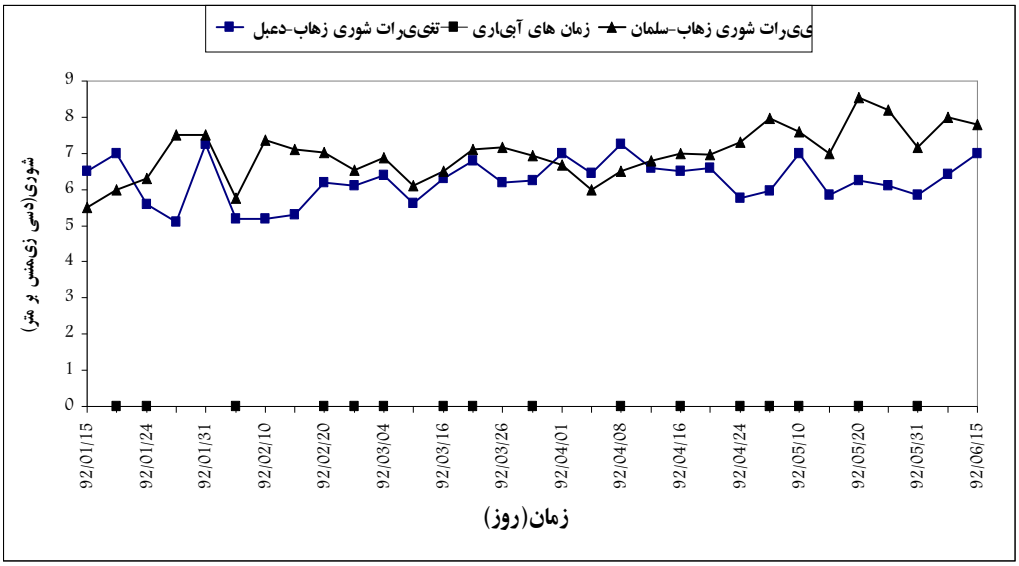
شکل ۱۱. مقایسه شوری آب زیرزمینی در دسته اول مزارع تحقیقاتی



شکل ۱۲. مقایسه شوری آب زیرزمینی در دسته دوم از مزارع تحقیقاتی



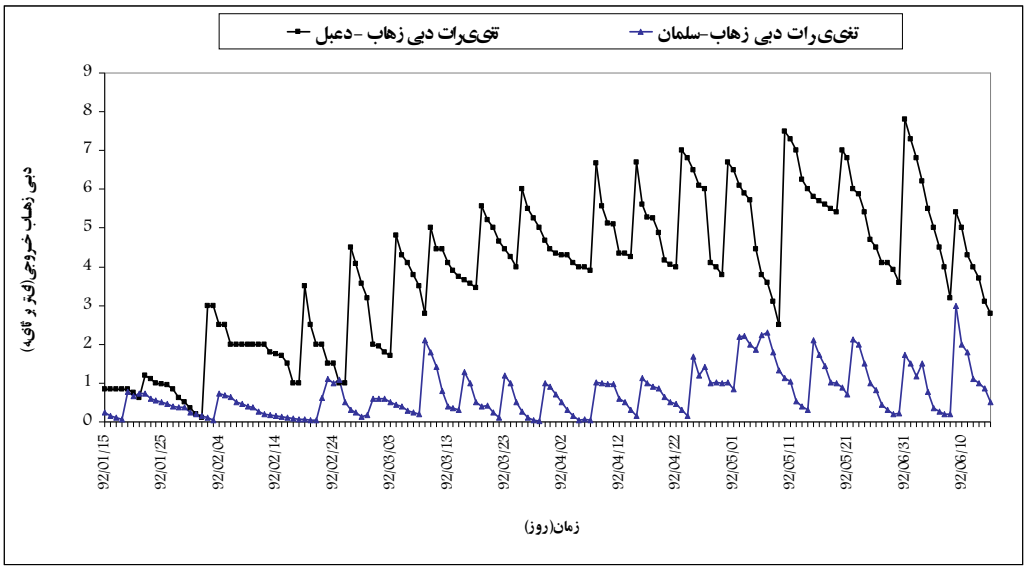
شکل ۱۳. مقایسه شوری آب زیرزمینی در دسته سوم از مزارع تحقیقاتی



شکل ١٤. مقایسه شوری زهاب خروجی از مزارع تحقیقاتی

با توجه به شکل ١٤ مشاهده می‌شود که در اکثر روزهای تحقیق میزان شوری زهاب خروجی در مزرعه $R_{۸-۷}$ نسبت به مزرعه $R_{۱۱-۹}$ زیادتر می‌باشد. نزدیک بودن شوری زهاب به شوری آب زیرزمینی تأثیر این مسئله را به خوبی ثابت می‌کند کما اینکه پناهی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی که در واحد نیشکر امیرکبیر به انجام رسانده بودند، این مسأله را گزارش کردند. لیکن متوسط میزان داده ها به هم نزدیکند به طوری که متوسط شوری زهاب در مزرعه $R_{۸-۷}$، ٦/٩٩ دسی زیمنس بر متر و این میزان در مزرعه $R_{۱۱-۹}$، ٦/٢٤ دسی زیمنس بر متر است. انتظار می‌رود با توجه به اولین سال کشت در مزرعه $R_{۸-۷}$، با افزایش آبیاری در سال‌های آینده و پایین آمدن شوری در بالادست مزرعه (اطراف دسته سوم)، میزان شوری زهاب خروجی در این مزرعه کاهش یابد. نکته قابل ملاحظه در شکل ١٤ تأثیر مستقیم آبیاری بر فرایند شوری زهاب می‌باشد به طوری که با افزایش آبیاری میزان شوری زهاب افزایش یافته و این مساله بدلیل افزایش عمق اختلاط می باشد. شکیبا و همکاران (۱۳۹۲) و نوذری و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که با افزایش بار هیدرولیکی ناشی از افزایش آبیاری عمق اختلاط افزایش می یابد که در نتیجه آب به سمت لایه های زیرین زهکش که دارای شوری بیشتری نسبت به لایه‌های رویین زهکش هستند جریان

یافته که باعث افزایش شوری زه آب خروجی از زهکش می شود. همچنین دقت در نوسانات شوری زه آب خروجی از مزرعه R_{9-11} نشان می دهد که این تغییرات روند افزایشی نداشته و مشخص است که شوری آب زیرزمینی با شوری آب آبیاری به یک حالت تعادل رسیده است و این مساله به دلیل سالها کشت و آبیاری در این مزرعه می باشد. نوذری و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی که بر روی شوری زه آب خروجی از واحد کشت و صنعت امیر کبیر انجام دادند زمان رسیدن به این تعادل را ۱۵ سال گزارش کردند. با اندازه گیری روزانه دبی زه آب خروجی از لوله‌های زهکش، نوسانات دبی نسبت به زمان در شکل ۱۵ برای هر دو مزرعه تحقیقاتی آورده شده است. با توجه به این شکل، مشاهده می‌شود که تغییرات دبی زهاب تحت تأثیر آبیاری می‌باشد. دبی زهاب خروجی در مزرعه R_{7-8} با عمق کارگذاری زهکشی کمتر بسیار پایین تر از مزرعه R_{9-11} می‌باشد به طوری که میزان متوسط دبی زهاب در مزرعه R_{7-8}، ۰/۷٤ لیتر بر ثانیه در حالی که این میزان برای مزرعه R_{9-11}، ۳/۸٦ لیتر بر ثانیه می‌باشد. این مساله تاثیر بسیار زیاد آب زیر زمینی و موقعیت لایه محدود کننده بر زهاب خروجی را نشان می دهد.



شکل ۱۵. تغییرات دبی زهاب خروجی در مزارع تحقیقاتی

سپاسگزاری

در پایان لازم است از بخش مطالعات کاربردی واحدهای کشت وصنعت نیشکر دعبل خزاعی و سلمان فارسی جهت مساعدت‌های لازم در انجام این تحقیق تشکر فراوان به عمل آید.

فهرست منابع

اسدی کپورچال، ص.، پذیرا، ا. و همایی، م. ۱۳۹۱. مدلسازی آب آبشویی مورد نیاز برای بهسازی خاک‌های شور. مجله حفاظت منابع آب و خاک، ۲ (۲): ٦٥-٨٤.

پذیرا، ا. ۱۳۹۱. امکان بهسازی خاک‌های شور و سدیمی با استفاده از بهسازهای شیمیایی. مجله حفاظت منابع آب و خاک، ۱ (٤): ۲۷-٤٤.

پناهی، م. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر شوری آب زیرزمینی و آب آبیاری بر روی شوری آب خروجی از زهکش‌های زیرزمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۱۲ صفحه.

شکیبا، م.، لیاقت، ع. و میرزایی، ف. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر عمق اختلاط بر کیفیت زه‌آب خروجی از زهکش در اراضی با آب

زیرزمینی کم عمق و شور. مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۲۷ (۲): ۲۷۹- ۲٦۷.

علی‌نژاد، ش. و کاوه، ف. ۱۳۹۲. شبیه‌سازی توازن رطوبت و نمک‌های محلول در روش کم آبیاری برای برخی گیاهان زراعی. مجله حفاظت منابع آب و خاک، ۱ (۳): ۱۳-۲۸.

محجوبی، آ. ۱۳۹۱. بررسی اثرات زهکشی کنترل شده بر روی شوری خاک، مدیریت آبیاری و عملکرد نیشکر در کشت و صنعت امام خمینی. پایان‌نامه دکترا رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲۱٤ صفحه.

نوذری، ح. ۱۳۸۸. مدیریت شوری و بهره‌برداری از زه‌آب کشاورزی با استفاده از تحلیل پویایی سیستم. پایان نامه دکتری، رشته هیدرولوژی و مدیریت منابع آب، دانشکده آب و خاک گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران، ۱۳٦ صفحه.

هاشمی‌نژاد، ی.، غلامی، م. و سلطانی، و. ۱۳۹۱. بهینه‌سازی مصرف آب از طریق کنترل دقیق شوری خاک در شرایط ماندگار. مجله حفاظت منابع آب و خاک، ۱ (۳): ۵۹-٦۸.

Ayars, J. E., Patton , S.H. and Schoneman , R. A. 1987. Drain water quality from arid irrigation lands. Proce., ASAE 5th Nat. Drain., American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Mich., 220-230.

Christen, E.W. 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.

Deverel, S . J. and Fio, J . L . 1990. Ground- Water flow and solute movement to drain laterals, western san joaquin valleuy. California. I._Geochemical assessment . Open-file Rep: 90-136. U.S.Geol. Surv. Sacramento, CA.

De Louw et al. 2011. Shallow rainwater lenses in deltaic areas with saline seepage. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 8: 7657-7707.

Grismer, M.E. 1993. Subsurface drainage system design and drain water quality. J. Irrig. Drain. Eng., 119(3): May/June.

Muirhead, W.A., Humphreys, E., Jayawardane, N.S and Moll , J.L. 1996. Shallow subsurface drainage in an irrigated vertisol with a perched water table. Agricultural Water management, 30: 261-282.

Oude Essink, G.H.P. 2001a. Salt water intrusion in a three- dimensional groundwater system in the netherlands: a numerical study, Transport in, 43(1):137-158.

Oude Essink, G.H.P. 2001b. Salt water intrusion in 3-d large- scale aquifers: a Dutch case, Physics and Chemistry of the Earth, 24(4): 337-348.

نشریه حفاظت منابع آب و خاک
ISSN 2251-7480

Effect of drainage depth and impermeable layer on the flow rate and drainage water salinity in the irrigated soils of south khuzestan

Rooholah Mokhtaran[1*], Abd Ali Naseri[2], Heydar Ali kashkuli[3] and Saeed Boroomandnasab[4]

1*) PhD student, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, Corresponding author email: alimokhtaran@gmail.com
2) Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3) Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
4) Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received: 28-08-2013 Accepted: 17-12-2013

Abstract

A new approach in drainage design call for the control of shallow water table at vicinity of the crop rootzone for the purpose of proper soil and water conservation. The objective of this study was to evaluate the effect of reducing drainage depth on salinity and water rate of drains. For this purpose, R 9-11 farm with average drainage depth of 2 and distance of 60 meters and a R 8-7 farm with depth of 1.4 and distance of 40 meters of sugarcane in south Khuzestan were selected. During the study, constructing six pisometers groups in two farms with different distances from drain collector, the daily water table level and outlet drain flow rate and the salinity of groundwater, and outlet drain in each irrigation were measured respectively. Results indicated that by increasing the irrigation water, the difference of hydraulic load between the bottom layers to the top ones in both farms, leads the vertical flow upwards. In addition, by reducing the drain insertion depth, the groundwater rate of salinity reduces, but these changes of salinity depend on the impermeable layer depth. In addition, by reducing that drain salinity was affected by irrigation water and groundwater salinity and the difference of drain insertion depths, location of impermeable layer and sand lenses affect this salinity. In addition, by reducing the drain insertion depth, outlet drain flow rate was intensively reduced such that in R 9-11 and R 8-7 farms, outlet drain reached to 3.86 and 0.74 L/s, respectively.

Keywords: drain insertion depth; drain water flow rate; impermeable layer; salinity