نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۲، ص. ۱۱۴۴-۱۱۳۳

Journal of Water and Soil
Vol. 27, No. 6, Jan.-Feb. 2014, p. 1133-1144

اثر زهکشی کنترل شده بر روی کاهش ضریب زهکشی و حجم زهاب خروجی در مزارع نیشکر کشت و صنعت امام خمینی

آرش محجوبی [۱*]- عبدالرحیم هوشمند [۲]- عبدعلی ناصری [۳]- سیروس جعفری [۴]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۱۰/۲۵
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۹/۳

چکیده

نیشکر جزو گیاهان پر مصرفی است که ضریب زهکشی بسیار بالائی دارد. دور آبیاری نیشکر در خوزستان در ماههای حداکثر مصرف آب به فاصله ۵ روز هم می رسد و سیستم‌های زه‌کشی زیرزمینی در اغلب اوقات، آبی بیش از مقدار نیاز را از خاک خارج می‌کنند. این تحقیق به منظور بررسی اثر زهکشی کنترل شده بر روی میزان کاهش ضریب زهکشی و حجم زهاب خروجی در سه مزرعه از مزارع کشت و صنعت امام خمینی انجام گردید. دو مزرعه، زهکشی کنترل شده با عمق های کنترل سطح ایستابی در ۷۰ و ۹۰ سانتی متری سطح خاک (CD_{70} و CD_{90}) و مزرعه دیگر، زهکشی آزاد (FD) بود. نتایج این تحقیق نشان داد زهکشی کنترل شده میزان ضریب زهکشی را در تیمارهای کنترل شده در طی دوره تحقیق در مقایسه با تیمار آزاد بطور معنی داری کاهش می دهد. میانگین ضریب زهکشی در طول دوره تحقیق در تیمارهای CD_{70} و CD_{90} به ترتیب برابر با ۳ و ۴/۱۲ میلی متر در روز و در تیمار آزاد ۸/۹۸ میلی متر در روز بود. بدین ترتیب میزان ضریب زهکشی در تیمارهای کنترل شده (CD_{70} و CD_{90}) به ترتیب حدود ۶۷ و ۵۴ درصد کمتر از تیمار آزاد بود. در تیمار CD_{70} نیز میزان ضریب زهکشی حدود ۲۷ درصد کمتر از تیمار CD_{90} بود. با کنترل سطح ایستابی، علاوه بر کاهش ضریب زهکشی و کاهش حجم زهاب خروجی، مصرف آب آبیاری نیز در تیمارهای کنترل شده کاهش یافت. زهکشی کنترل شده محدودیتی برای رشد گیاه به وجود نیاورد و کاهشی در عملکرد محصول مشاهده نگردید. زهکشی کنترل شده علاوه بر منافع اقتصادی، کمک شایانی به کاهش بار آلودگی رودخانه و حفظ محیط زیست خواهد کرد.

واژه های کلیدی: خوزستان، نیشکر، زهکشی کنترل شده، زهکشی آزاد، ضریب زهکشی

مقدمه

بر اساس مطالعات یونسکو در سطح جهانی به طور میانگین تنها ۴۵ درصد از آب مصرفی کشاورزی به صورت مؤثر توسط گیاه مورد استفاده قرار می گیرد. تلاش های فراوانی نیز که در چند دهه گذشته در زمینه افزایش کارآیی مصرف آب صورت گرفته نتوانسته منجر به کاهشی چشمگیر در مصرف آب کشاورزی گردد. ایران با مصرف بیش از ۷۴ درصد منابع آب خود (که بیش از ۹۰ درصد آن سهم بخش کشاورزی است)، عملا وارد بحران آب گردیده است. بنابراین کاهش حجم زهاب، حفظ کیفیت و استفاده مجدد از آن از ضروریات توسعه کشاورزی ایران بشمار می رود (۱).

در حال حاضر کل سامانه های زهکشی زیرزمینی کشور به حدود ۲۰۰ هزار هکتار می رسد. برآورد شده است که دست کم طراحی و اجرای ۷۰۰ هزار هکتار دیگر نیز الزامی باشد. بسیاری از زمین های زهکشی شده ایران در خوزستان قرار دارد و احتمالاً در آینده، عملیات اجرایی زهکشی زیرزمینی در بسیاری از مناطق این استان متمرکز خواهد بود (۳).

به دلیل محدودیت های منابع آب و اثرات منفی زیست محیطی تخلیه زه آب اراضی کشاورزی به منابع پذیرنده، می بایست در اندیشه تغییر تدریجی دیدگاه ها و روش های معمول در زهکشی بود. مدیریت سطح ایستابی، افزایش کارایی مصرف آب، کاهش حجم زه آب و بهبود کیفیت آن و استفاده مجدد از زه آب ها با اجرای

۱- دانش آموخته دکتری آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز و مدیر دفتر شبکه های آبیاری و زهکشی آب و برق خوزستان
(*- نویسنده مسئول: Email: Arashmahjoobi@gmail.com)
۲و ۳- به ترتیب استادیار و استاد گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز
۴- استادیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

Archive of SID
www.SID.ir

روش‌های نوین زهکشی همچون زهکشی کنترل شده از اقدامات لازم در امر زهکشی است (۲ و ۳).

زهکشی کنترل شده یکی از مهم ترین راهکارهای رسیدن به اهداف فوق است. با مدیریت سطح ایستابی و کنترل خروجی زهکش، می توان سطح آب را در داخل خاک در حد مطلوبی حفظ کرد تا علاوه بر امکان استفاده گیاه از آب زیرزمینی، حجم زهاب خروجی و میزان ضریب زهکشی کاهش یابد.

ضریب زهکشی زیرزمینی از جمله معیارهای طراحی عمق و فاصله سامانه های زهکشی زیرزمینی است که به روش های مختلف برآورد و تعیین می شود. برآورد زیاد مقدار ضریب زهکشی موجب می‌شود که شبکه زهکش های زیرزمینی، متراکم و طرح زهکشی پرهزینه شود و در صورت انتخاب این ضریب به مقدار کم تر، بالا آمدن سطح ایستابی در محدوده توسعه ریشه به مدت طولانی، ریشه گیاهان را از بهره گیری بهینه از آب، هوا و عناصر غذایی محروم و شرایط خاک را برای انجام عملیات کشاورزی مشکل می کند. بنابراین برآورد بهینه ضریب زهکشی با هدف تهیه اقتصادی ترین طرح با کارآیی مطلوب، بهینه سازی ضریب زهکشی محسوب می شود.

تجربیات حاصل در کشورهای مصر و پاکستان در زمینه بهینه-سازی ضریب زهکشی از طریق کاهش تدریجی آن در طرح‌های جدید مثال مناسبی در این زمینه است و به عنوان الگویی برای تهیه طرح‌های جدید زهکشی در کشور ما محسوب شود. ضریب زهکشی در طرح های جدید زهکشی در این دو کشور به طور قابل ملاحظه‌ای پایین‌تر از پروژه‌های قدیمی است و اندازه‌گیری به عمل آمده در دوره‌های بهره برداری نشان می‌دهد که دبی واقعی خروجی از زه-کش‌ها پایین‌تر از مقدار تخمینی دبی طراحی است (۴).

در پاکستان ضریب زهکشی از رقم ۳/۵ میلیمتر در روز در سال ۱۹۷۶ به ۰/۹۵ میلی‌متر در روز تا سال ۱۹۹۴ کاهش یافت. کاهش یکنواختی در میزان دبی واقعی خروجی نسبت به دبی طراحی شده و پائین تر بودن سطح ایستابی واقعی نسبت به سطح طراحی شده از دلایل این تغییرات در برآورد ضریب زهکشی بود (۴).

در کشورهایی که از شرایط مشابهی نسبت به کشور ایران برخوردار بوده و تجارب زیادی در زهکشی اراضی دارند، گرایشی به کاهش ضریب زهکشی پدید آمده است. در داخل کشور آزمایش ها و ارزیابی‌های چندانی در سطح ملی برای بهینه‌سازی مبانی طراحی زهکشی از جمله ضریب زهکشی صورت نگرفته است. تا سالهای نه چندان دور، مهندسین طراح همچنان به طور نظری و براساس برآوردهای کارشناسی به تخمین مقادیر کمّی مؤلفه‌های ضریب زهکشی می‌پرداختند. از این رو همواره جوانب احتیاط رعایت گردیده که این امر منجر به برآورد ضریب زهکشی زیاد در طرح‌ها می شود. به نحوی که در بیشتر پروژه‌های زهکشی، ضریب زهکشی زیرزمینی بزرگتر از ۳ میلی‌متر در روز در نظر گرفته شده است.

بر اساس نظر آیارز و همکاران (۶) مطالعاتی که در خصوص بررسی امکان استفاده از زهکشی کنترل شده و کاهش حجم زهاب خروجی و ضریب زهکشی در مناطق خشک و نیمه خشک انجام گرفته است، نشان می دهد زهکشی کنترل شده نقش مهمی در مدیریت سطح ایستابی خاک، کاهش حجم زهاب خروجی و حفظ محیط زیست خواهد داشت.

در مصر تحقیقی در خصوص اثرات زهکشی کنترل شده بر روی کمیت و کیفیت آب خروجی زهکشها انجام شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان خروجی کل زهکش‌های کنترل شده در فصل تابستان ۶۸ درصد و در فصل زمستان ۲۸ درصد نسبت به زهکشی آزاد کاهش یافته است (۷).

در تحقیقی در لیتوانی در یک خاک شنی لومی، اثر زهکشی کنترل شده در مدت ۸ سال (۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ میلادی) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در زهکشی کنترل شده، مدت زمان استمرار خروج سالیانه زهاب از زهکش‌ها در حدود ۴۰ تا ۶۲ درصد کوتاه تر از سیستم زهکشی آزاد بود (۸).

مرور نتایج حاصل از این تحقیقات نشان می دهد که استفاده از سیستم های زهکشی کنترل شده در مناطق خشک و نیمه خشک امکان پذیر است و اجرای آن فوائد زیادی در بر خواهد داشت. بسته به شرایط آب و هوا، خاک و نوع گیاه، تاثیر زهکشی کنترل شده بر روی میزان کاهش مصرف آب، تغییرات شوری خاک، و عملکرد محصول متفاوت است و اجرائی کردن این سیستم مستلزم تحقیقات کامل است.

هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر زهکشی کنترل شده بر روی میزان کاهش ضریب زهکشی و حجم زهاب خروجی مزارع تحت کشت نیشکر کشت و صنعت امام خمینی است.

مواد و روش ها

ویژگی های محدوده مورد مطالعه

این تحقیق در واحد امام خمینی (یکی از واحد های هفت گانه کشت و صنعت نیشکر) انجام شد. منطقه مورد مطالعه بخشی از دشت شعیبیه خوزستان به مساحت ناخالص ۱۵۸۰۰ هکتار است که در ۴۰ کیلومتری جنوب شهرستان شوشتر و ۵۰ کیلومتری شمال اهواز قرار گرفته است (شکل۱). اراضی این واحد به قطعات منظم ۲۰ و ۲۵ هکتاری (۸۰۰ ×۲۵۰) و (۱۰۰۰×۲۵۰) تقسیم شده است و مجموعا دارای ۴۸۰ مزرعه می باشد. این تحقیق در سه مزرعه به نام های B1-115، B1-117 و B1-129 طی سال های ۹۰- ۱۳۸۹ (شهریور ۸۹ تا آبان ۹۰) به اجراء در آمد. این منطقه بر اساس روش اقلیمی دمارتن، جزو اقلیم خشک و نیمه خشک طبقه بندی می گردد. با توجه به آمار ثبت شده (۱۳۷۶ تا ۱۳۸۹) ایستگاه هواشناسی واقع در این

Archive of SID

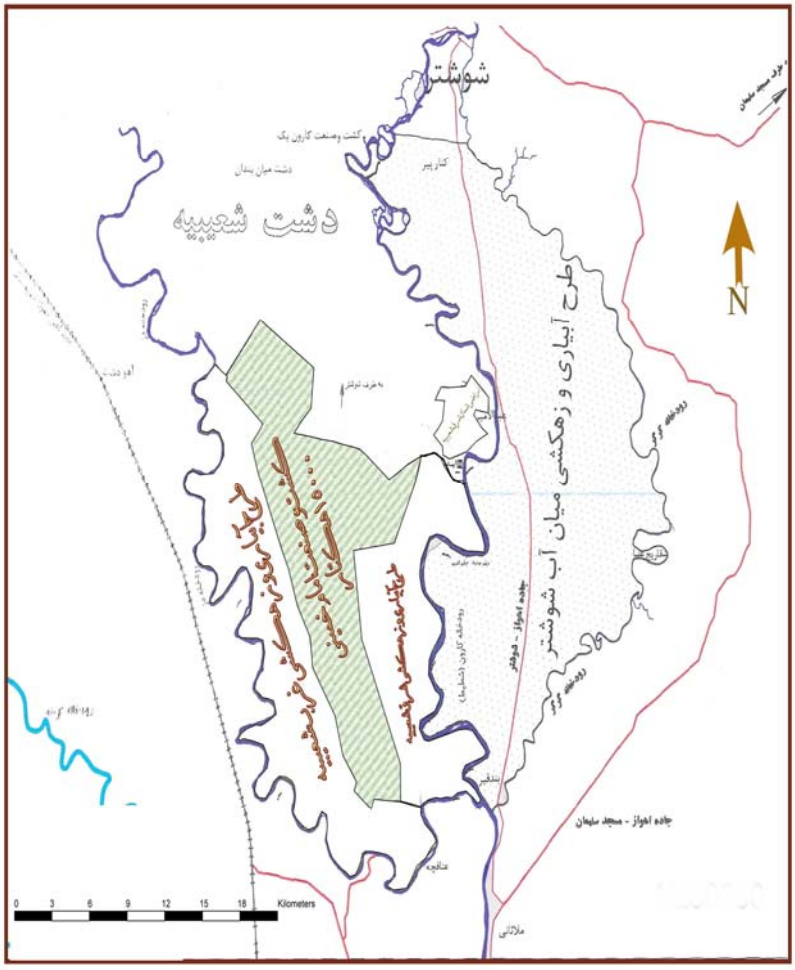
www.SID.ir

واحد، متوسط درجه حرارت سالیانه ۲۴/۳ درجه سانتی گراد، درجه حرارت حداقل و حداکثر مطلق بترتیب ۷- و ۵۲/۵ درجه سانتی گراد می باشد. میزان بارندگی متوسط سالیانه حدود ۲۶۶ میلیمتر و مقدار تبخیر سالیانه حدود ۲۷۸۸ میلیمتراست. بافت خاک مزارع، سیلتی کلی لوم تا کلی لوم، میانگین هدایت هیدرولیکی ۱/۵ متر در روز و متوسط شوری آب آبیاری ۱/۴ دسی زیمنس بر متر بود.

سیمای شبکه آبیاری و زهکشی

آب اراضی مورد نظر توسط ایستگاه پمپاژ احداث شده بر روی رودخانه دز به کانال اصلی و از آنجا به کانال درجه ۲ و سپس به آبگیرهای مزارع انتقال داده می شود. هر مزرعه دارای یک آبگیر در ابتدای مزرعه است که آب از کانال درجه ۲ به آن منتقل و از آنجا به لوله پلاستیکی دریچه دار انتقال می یابد. لوله پلاستیکی هر مزرعه در طول مزرعه قرار گرفته و آب توسط دریچه های نصب شده بر روی لوله به داخل فاروها هدایت می گردند. زهکشهای زیرزمینی نیز در طول مزرعه و به موازات لوله های دریچه دار پلاستیکی نصب شده اند و مستقیما به زهکش روباز جمع کننده واقع در پائین مزرعه تخلیه می گردند (شکل ۲).

زهاب تولیدی توسط زهکشهای جمع کننده مزارع، ابتدا به زهکش درجه یک، سپس به زهکش اصلی طرح و در نهایت توسط ایستگاه پمپاژ به رودخانه دز تخلیه می گردد. فاصله زهکشهای زیرزمینی در هر دو مزرعه ۷۰ متر، عمق نصب آنها بطور متوسط ۲ متر، قطر آنها از ۱۲۵ تا ۱۶۰ میلی متر و شیب طولی آنها ۰/۰۰۰۷ است. جنس لوله ها PVC موجدار و پوشش دور آنها از نوع شن و ماسه است.



شکل ۱- موقعیت اراضی کشت و صنعت امام خمینی در شعیبیه خوزستان

www.SID.ir

نصب چاهکهای مشاهده ای

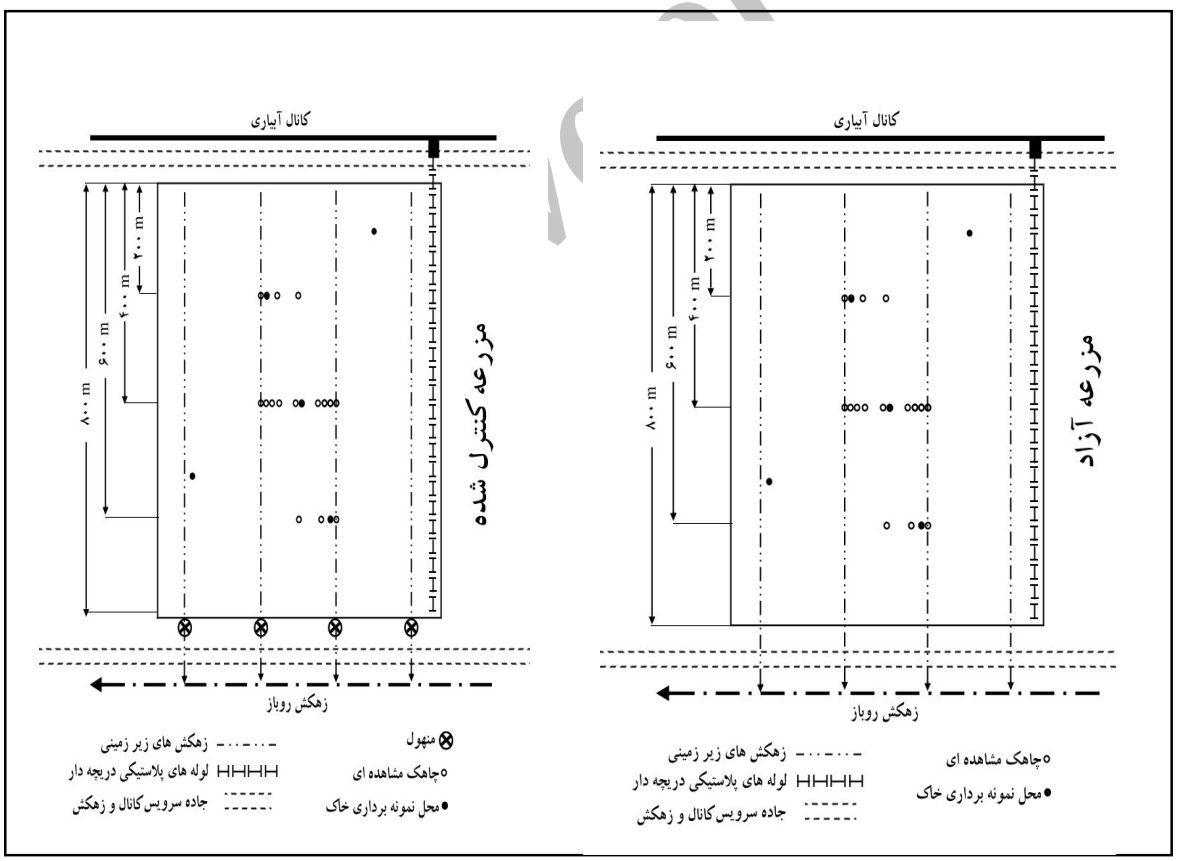
جهت اندازه گیری رقوم سطح ایستابی و بررسی نوسانات آن در طول دوره تحقیق و همچنین نمونه برداری از آب زیرزمینی به منظور تعیین میزان شوری آنها، تعداد ۱۵ حلقه چاهک مشاهده ای (سه ردیف) به فواصل ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ متری از کانال در طول مزرعه و هم بصورت عرضی بین دو زهکش میانی، به ترتیب بر روی زهکش و در فواصل ۰/۸، ۲، ۵ و ۳۵ متری بین زهکش های زیرزمینی در هر مزرعه نصب گردید. در شکل ۲ جانمائی محل چاهکهای مشاهده‌ای مشخص شده است.

کنترل سطح آب زیرزمینی

به دلیل تخلیه مستقیم زهکشهای زیرزمینی به زهکشهای سطحی روباز، امکان کنترل مناسب سطح ایستابی بدون احداث سازه منهول وجود نداشت. بدین منظور تعداد ۴ عدد منهول از جنس پلی اتیلن با قطر ۸۰۰ میلی متر تهیه و در انتهای مزارع کنترل شده و قبل از جاده دسترسی واقع در پائین مزرعه، نصب گردید (شکل۲). تثبیت سطح آب زیرزمینی در عمق دلخواه توسط نصب یک عدد رایزر در داخل منهول انجام شد. لوله رایزر از جنس PVC و قطر آن ۱۶۰ میلی متر بود (شکل۳).

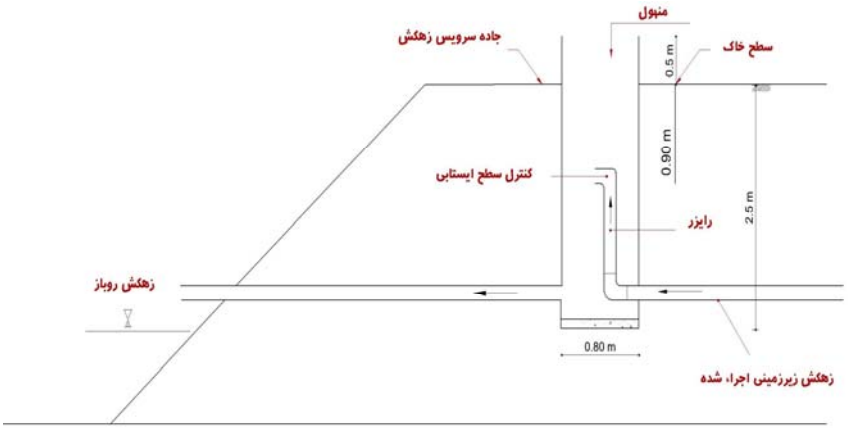
عملیات کشاورزی

در اواخر مرداد ماه سال ۱۳۸۹ نیشکر به روش قلمه کشت گردید (کشت پلانت). واریته هر سه تیمار cp-48-103 بود. فاصله فاروها از یکدیگر ۱/۸۵ متر، طول آنها ۲۵۰ متر و روش آبیاری بصورت سطحی و نشتی ته بسته بود. با توجه به مساحت مزارع، هر مزرعه به ۱۱ باند آبیاری تقسیم گردیده و مدت زمان یک دور کامل آبیاری هر مزرعه معمولا ۴ تا ۵ روز طول می کشید. پس از کشت نیشکر، آبیاری اراضی شروع و تا ابتدای فصل بارندگی و قطع آب تعداد ۸ نوبت آبیاری صورت گرفت. جهت جلوگیری از تجمع نمک در سطح خاک و ایجاد شرایط مناسب جوانه زنی، زهکشی اراضی در این مدت در هر سه مزرعه به صورت آزاد بود.



شکل ۲- نقشه شماتیک از سیمای شبکه آبیاری و زهکشی و تجهیز مزرعه آزاد و کنترل شده

www.SID.ir



شکل ۳- تجهیزات کنترل سطح ایستابی در داخل منهول احداث شده

با اتمام فصل بارندگی، مجددا از اواسط فروردین سال ۱۳۹۰ آبیاری شروع و تا اواخر مهرماه همان سال (زمان قطع آبیاری و شروع برداشت نیشکر) ادامه داشت. از فروردین ماه که ارتفاع نیشکر به حدود ۰/۵ متر رسیده بود، آبیاری مجددا آغاز و تیمارهای زهکشی کنترل شده اعمال گردید. اندازه گیری عمق سطح ایستابی و میزان زه آب خروجی در مزارع از این تاریخ شروع و تا زمان قطع آبیاری ادامه داشت. کلیه عملیات خاکورزی، آماده سازی زمین و میزان کود مصرفی از زمان کاشت تا زمان برداشت در هر سه تیمار مشابه بود.

جمع آوری داده ها

عمق سطح ایستابی در کلیه چاهکهای مشاهده ای در هر دو مزرعه با استفاده از دستگاه ثبات الکترونیکی بصورت روزانه اندازه گیری شد. میزان آب ورودی به هر مزرعه به روش حجمی و با استفاده از زمان سنج و ظرف مدرج تعیین شد. میزان دبی خروجی از زهکشهای زیرزمینی نیز با استفاده از روش حجمی و بصورت روزانه اندازه گیری گردید. جهت تعیین ضریب زهکشی، ابتدا مجموع دبی خروجی زهکشهای زیرزمینی مزارع بر حسب لیتر در ثانیه به دست آمد. سپس با استفاده از روابط ۱ و ۲ ضریب زهکشی روزانه بر حسب میلیمتر در روز محاسبه شد.

$$Q(m^3.day^{-1}) = Q(lit.\sec^{-1})*86.4 \qquad (۱)$$

$$q(mm.day^{-1}) = \frac{Q(m^3.day^{-1})}{A}*1000 \qquad (۲)$$

Q: دبی خروجی از زهکش های زیرزمینی (متر مکعب در روز)
A: مساحت تحت پوشش زهکش های زیرزمینی (متر مربع)
q: ضریب زهکشی زیرزمینی (میلیمتر در روز)

نتایج و بحث

سطح ایستابی

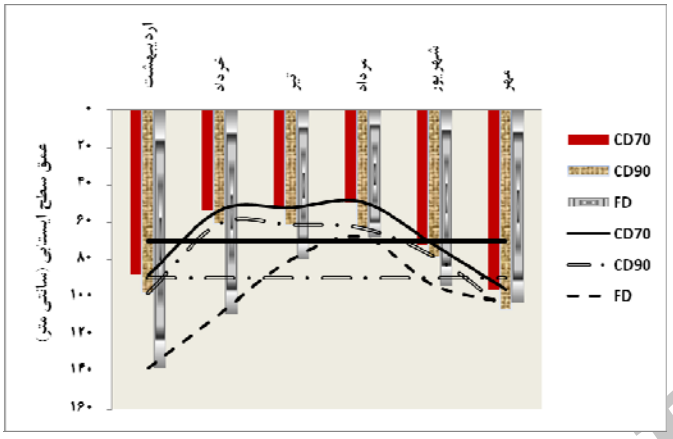
شکل ۴ میانگین عمق سطح ایستابی تیمارها را در ماههای مختلف به همراه عمق های کنترل شده نشان می‌دهد. همانطور که در این شکل ملاحظه می گردد میانگین عمق سطح ایستابی در مزارع کنترل شده در تمام ماهها کمتر از زهکشی آزاد بود. مقایسه آماری بین میانگین سطح ایستابی تیمارها در ماههای مختلف نشان داد که تجهیزات به کار رفته جهت کنترل سطح ایستابی به خوبی سطح آب را در عمق های مورد نظر در تیمارهای کنترل شده تثبیت نموده و میانگین عمق سطح ایستابی تیمارهای کنترل شده در مقایسه با تیمار آزاد در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار داشته است اما اختلاف میانگین عمق سطح ایستابی بین خود تیمارهای کنترل شده معنی دار نبود (جدول ۱).

ضریب زهکشی

با شروع آبیاری مزارع، مقدار ضریب زهکشی و حجم زهاب خروجی به تدریج افزایش می یافت. حداکثر ضریب زهکشی روزانه در تیمار آزاد معمولا ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از آبیاری مزارع، اتفاق می‌افتاد. در تیمارهای کنترل شده به دلیل کنترل سطح ایستابی، حداکثر زهاب خروجی با تاخیر بیشتری (۴۸ تا ۷۲ ساعت) نسبت به تیمار آزاد، اتفاق می افتاد. با اتمام آبیاری، میزان ضریب زهکشی به تدریج کاهش یافته و با شروع آبیاری بعدی مجددا افزایش می یافت. در تیمارهای کنترل شده بجز در مواقع آبیاری، در سایر اوقات، میزان ضریب زهکشی تقریبا ثابت بود. (دائمی بودن جریان خروجی زهاب از زهکش های زیرزمینی در تیمارهای کنترل شده، به دلیل وجود نشت طبیعی آب زیرزمینی به داخل منهول بود).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤- میانگین ماهیانه عمق سطح ایستابی

جدول۱- تجزیه آماری عمق سطح ایستابی

صفت مورد بررسی	تیمار	حداقل عمق سطح ایستابی (cm)	حداکثر عمق سطح ایستابی (cm)	میانگین عمق سطح ایستابی (cm)
عمق سطح ایستابی	CD_{70}	۴۹/۲	۹۶	^{a*}۶۸/۵۳
	CD_{90}	۶۱/۲	۱۰۶	^{a}۷۷/۹۸
	FD	۶۷/۸	۱۳۷/۹	۹۸/۵^{b}

*- میانگین هائی که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند

جهت بررسی و مقایسه ضریب زهکشی تیمارهای مختلف، تغییرات ضریب زهکشی بصورت روزانه و میانگین ماهیانه آن برای ماههای دوره تحقیق در اشکال ۵ تا ۱۰ ترسیم شد. مطابق با شکل‌های مذکور، میزان ضریب زهکشی روزانه در اکثر اوقات در تیمار آزاد (بجز زمان آبیاری تیمارهای کنترل شده) در مقایسه با تیمارهای کنترل شده، بیشتر بود. همچنین میانگین ماهیانه ضریب زهکشی نیز در تیمار آزاد بیشتر از تیمارهای کنترل شده بود. میانگین ضریب زهکشی ماهیانه در تیمار CD_{70} کمتر از تیمار CD_{90} بود.

در مردادماه که مصادف با حداکثر مصرف آب بود، میزان ضریب زهکشی در تیمار آزاد بطور قابل ملاحظه ای بیشتر از تیمارهای کنترل شده بود. به نحوی که حداکثر ضریب زهکشی کل دوره مربوط به این ماه و برابر با ۲۰/۴ میلیمتر در روز اتفاق افتاد. حداقل ضریب زهکشی روزانه در این ماه نیز ۶ میلیمتر در روز ثبت شد. ضمنا حداقل ضریب زهکشی روزانه تیمار FD در کل دوره تحقیق برابر با ۲/۳ میلیمتر در روز و در اردیبهشت ماه یعنی زمانیکه فاصله بین دو آبیاری در این تیمار زیاد بود، اتفاق افتاد.

حداقل ضریب زهکشی روزانه در تیمارهای CD_{70} و CD_{90} نیز به ترتیب برابر با ۱/۲ و ۱/۶ میلیمتر در روز و در اردیبهشت ماه ثبت گردید. حداکثر ضریب زهکشی تیمارهای کنترل شده به ترتیب برابر با ۷/۹ و ۹/۵ میلیمتر در روز و در مرداد ماه بود.

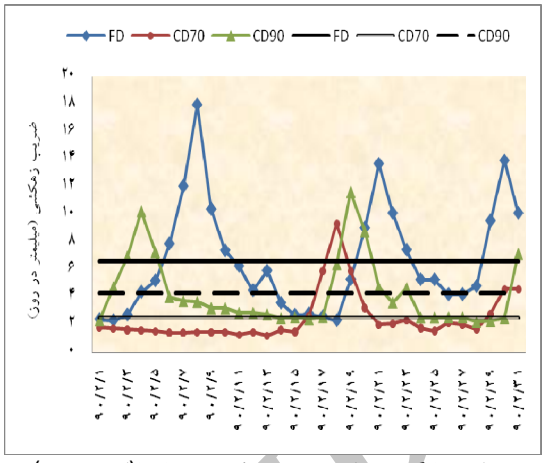
بر اساس مطالعات مشاور طرح قبل از اجرای پروژه، حداکثر ضریب زهکشی (میانگین ماهیانه) نیشکر برابر با ۶/۵ میلیمتر در روز در مرداد ماه طراحی گردیده بود. به منظور مقایسه میانگین ضریب زهکشی طراحی شده با مقادیر واقعی اندازه گیری شده و همچنین مقایسه میزان ضریب زهکشی متوسط ماهیانه تیمارهای مختلف در این پژوهش، ضریب زهکشی هم بصورت میانگین ماهیانه و هم متوسط کل دوره تحقیق نیز برای هر سه تیمار در شکل ۱۱ ارائه گردید.

میانگین ضریب زهکشی ماهیانه در تیمار آزاد از اردیبهشت تا مهرماه به ترتیب برابر با ۶/۶، ۷/۵، ۹/۱، ۱۱/۸، ۹/۵ و ۹/۴ میلیمتر در روز بود که چنانچه ملاحظه می گردد کلیه این مقادیر بیشتر از مقادیر حداکثر طراحی شده بوده است. دلیل این موضوع مصرف زیاد آب و به تبع آن زهکشی "بیش از حد نیاز" در تیمار آزاد است.

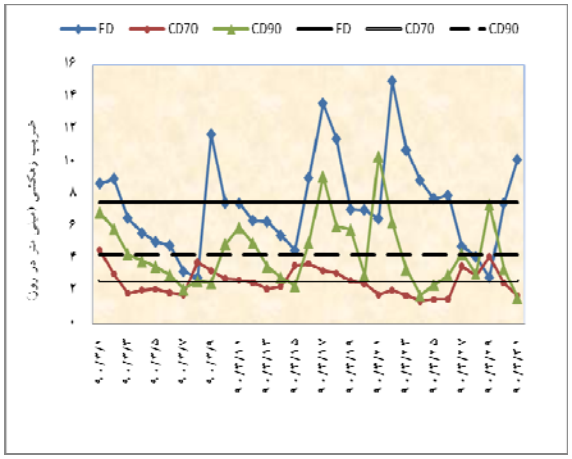
میانگین ضریب زهکشی در کل دوره تحقیق برای تیمار CD_{70}، ۳ میلیمتر در روز، برای تیمار CD_{90}، ۴/۱۲ و برای تیمار زهکشی آزاد برابر با ۸/۹۸ میلیمتر در روز ثبت شد.

Archive of SID

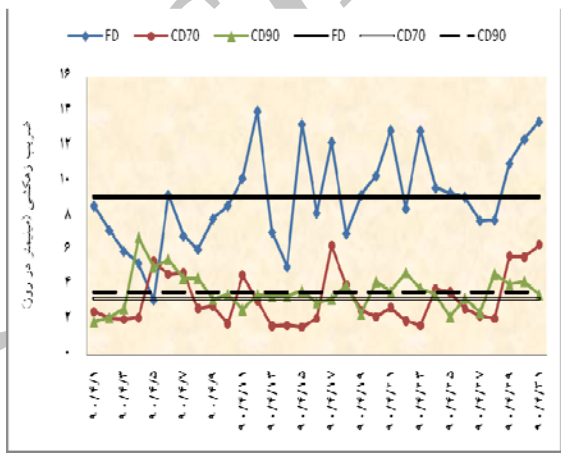
www.SID.ir



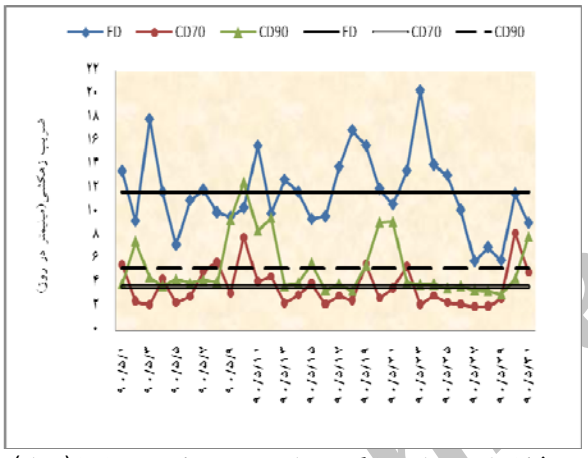
شکل۵- تغییرات میانگین روزانه ضریب زهکشی تیمارها(اردیبهشت)



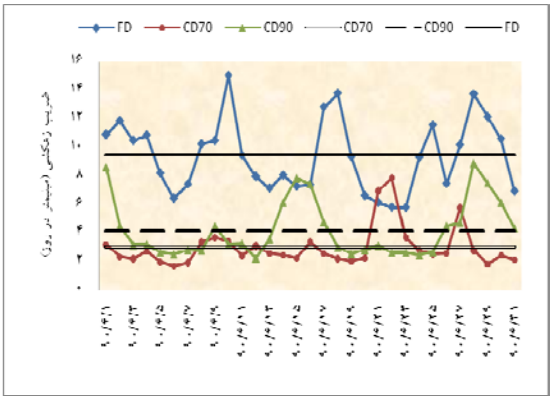
شکل ٦- تغییرات میانگین روزانه ضریب زهکشی تیمارها (خرداد)



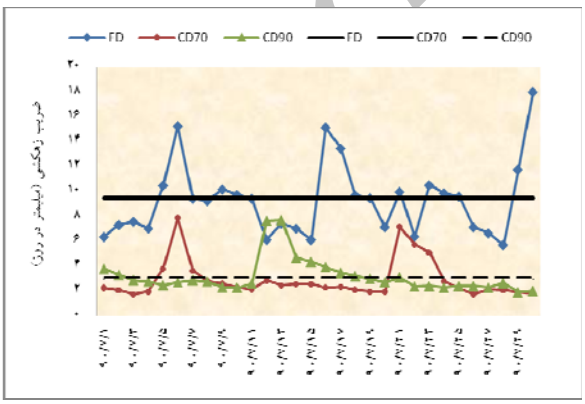
شکل ۷- تغییرات میانگین روزانه ضریب زهکشی تیمارها (تیر)



شکل ۸- تغییرات میانگین روزانه ضریب زهکشی تیمارها (مرداد)

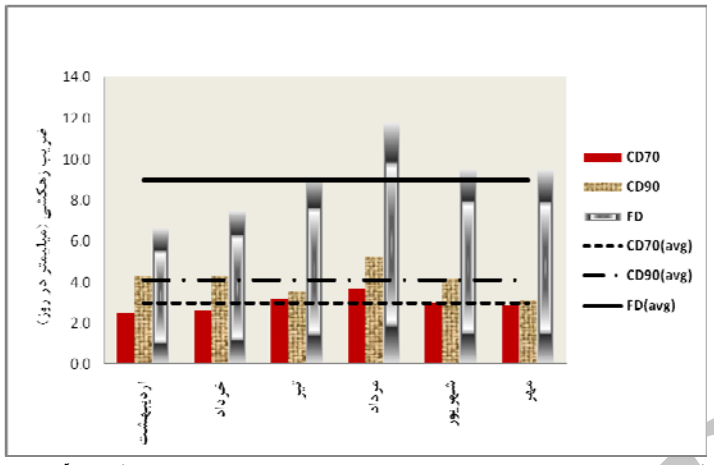


شکل ۹- تغییرات میانگین روزانه ضریب زهکشی تیمارها (شهریور)

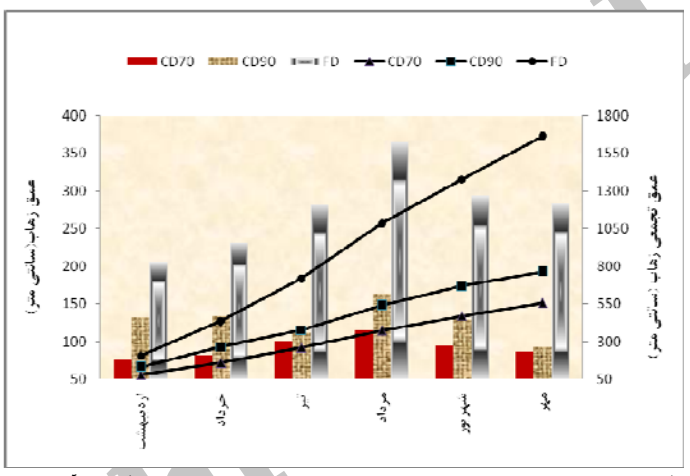


شکل ۱۰- تغییرات میانگین روزانه ضریب زهکشی تیمارها (مهر)

www.SID.ir



شکل۱۱- ضریب زهکشی ماهیانه و میانگین کل دوره تیمارهای کنترل شده و آزاد



شکل ۱۲- میزان زهاب خروجی ماهانه و تجمعی تیمارهای کنترل شده و آزاد

عمق زهاب

به منظور مقایسه عمق زهاب خروجی در تیمارهای مختلف، عمق زهاب خروجی ماهیانـه و تجمعـی در کـل دوره در شـکل ۱۲ ترسـیم گردید. عمق زهـاب تجمعـی خروجـی در تیمـار CD_{70} در کـل دوره برابر با ۵۵۷ میلیمتر، در تیمـار CD_{90} برابـر بـا ۷۶۳ و در تیمـار FD، ۱۶۶۱ میلیمتر بود.

جدول ۲ نتایج تجزیه آمـاری مربـوط بـه میـانگین عمـق زهـاب خروجی ماهیانه را در سه تیمار نشـان مـی دهـد. بـر اسـاس جـدول مذکور، اختلاف میانگین عمق زهاب خروجی ماهیانه تیمارهای کنترل شده در مقایسه با تیمـار آزاد در سـطح ۵٪ معنـی دار بـود. همچنـین اختلاف عمق میانگین زهاب خروجـی در تیمـار CD_{70} نیـز بـا تیمـار CD_{90} در سطح ۵٪ معنی دار شد.

جدول۲- تجزیه آماری میانگین عمق زهاب خروجی ماهیانه

صفت مورد بررسی	تیمار	حداکثرعمق زهاب	حداقل عمق زهاب	میانگین عمق زهاب
عمق زهاب خروجی (ماهیانه)	CD_{70}	۱۱۵/۴	۷۷/۴	۹۲/۸[a*]
	CD_{90}	۱۶۳/۱	۹۳/۶	۱۲۷/۲[b]
	FD	۳۶۴/۷	۲۰۵/۲	۲۷۶/۹[c]

*- میانگین هائی که در هر ستون در یک حرف مشترک نیستند در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

آب مصرفی

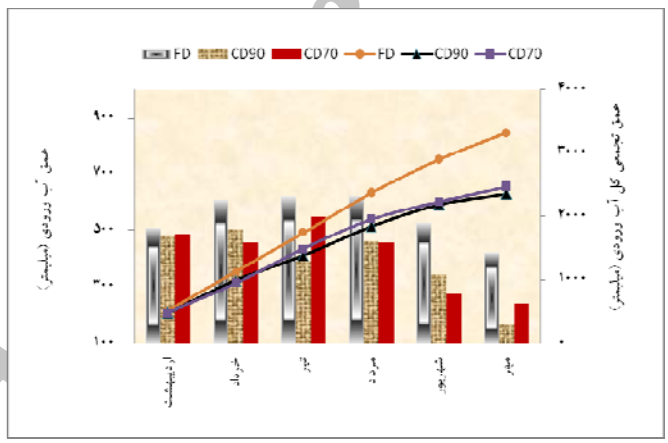
شکل۱۳ عمق آب آبیاری ورودی به مزرعه را بصورت ماهیانه و تجمعی در کل دوره برای هر سه تیمار نشان می دهد مطابق با شکل مذکور میزان عمق آب آبیاری ورودی تجمعی در طی دوره تحقیق در تیمارهای CD_{70} و CD_{90} به ترتیب برابر با ۲۴۶۹ و ۲۳۵۵ میلی متر و در تیمار آزاد برابر با ۳۳۲۱ میلی متر بود (میزان آب مصرفی بیشتر در تیمار CD_{70} نسبت به تیمار CD_{90} در تیرماه و در کل دوره تحقیق به این دلیل بود که مزرعه CD_{70}، دچار آفت کنه شد. طبق آنچه در کشت و صنعت های نیشکر متداول است در مزارع کنه زده آبیاری با دور کوتاه تر صورت می گیرد تا اصطلاحا کنه در مزرعه از بین برود. همین موضوع سبب افزایش آب مصرفی در تیمار CD_{70} گردید).

همانطور که در شکل ۱۳ ملاحظه می گردد بیشترین میزان صرفه جوئی مصرف آب در تیمارهای کنترل شده نسبت به تیمار آزاد طی ماههای تیر تا مهر اتفاق افتاد یعنی زمانیکه ریشه های نیشکر بخوبی رشد و توسعه یافته و امکان استفاده از آب زیرزمینی کم عمق برای گیاه بهتر فراهم گردیده بود. در خصوص میزان صرفه جوئی انجام شده در تیمارهای کنترل شده باید به این نکته اشاره نمود که بخشی از صرفه جوئی در مصرف آب، مربوط به اعمال مدیریت آبیاری در مزارع کنترل شده و جلوگیری از بیش آبیاری و بخش دیگری از آن نیز مربوط به نگهداشت و کنترل سطح ایستابی و کاهش میزان خروجی زهاب بود که سبب نگهداری بهتر رطوبت خاک در تیمارهای کنترل شده نسبت به تیمار آزاد شد و امکان استفاده از خیز موئینگی توسط گیاه فراهم شده و گیاه قسمتی از نیاز تبخیر و تعرق خود را مستقیما از آب زیرزمینی تامین کرد.

جدول ۳ نتایج تجزیه آماری مربوط به میانگین عمق آب آبیاری ماهیانه مربوط به هر سه تیمار را نشان می دهد. مطابق با جدول مذکور اختلاف معنی داری در میانگین عمق آب آبیاری ماهیانه بین تیمارهای کنترل شده و تیمار آزاد وجود داشت. اختلاف بین میانگین عمق آب آبیاری به کار رفته در تیمارهای کنترل شده معنی دار نبود.

علمکرد محصول

شکل ۱۴ میزان عملکرد محصول را در تیمارهای مختلف نشان می دهد. چنانچه ملاحظه می گردد، میزان عملکرد محصول در تیمار CD_{70} برابر با ۹۱/۵ تن در هکتار، در تیمار CD_{90} برابر با ۹۸/۲ و در تیمار FD، ۸۹/۷ تن در هکتار بود. همانطور که ملاحظه می گردد استفاده از زهکشی کنترل شده محدودیتی جهت رشد گیاه ایجاد نکرده و کاهشی در عملکرد نیز مشاهده نگردید.



شکل۱۳- میزان آب ورودی ماهیانه و تجمعی به مزرعه در دو تیمار کنترل شده و آزاد

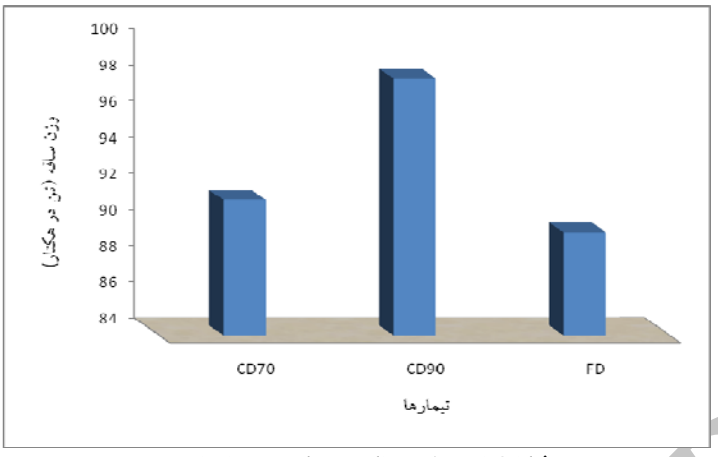
جدول ۳- تجزیه آماری میانگین عمق آب آبیاری کاربردی ماهیانه در سه تیمار

صفت مورد بررسی	تیمار	حداکثر عمق آبیاری (mm)	حداقل عمق آبیاری(mm)	میانگین عمق آبیاری(mm)
عمق آب آبیاری(ماهیانه)	CD_{70}	۵۴۸	۲۴۰	۴۱۲[a*]
	CD_{90}	۵۰۷	۱۷۰	۳۹۳[a]
	FD	۶۲۵	۴۲۳	۵۵۳[b]

*- میانگین هائی که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱۴- میزان عملکرد نیشکر در تیمارها

مقایسه نتایج شوری خاک اندازه گیری شده نشان داد که افزایش شوری خاک در مزارع کنترل شده نسبت به مزرعه آزاد قابل ملاحظه نبود (۵). دلیل اصلی این موضوع، تعداد دفعات زیاد آبیاری نیشکر (بین ۲۷ تا ۳۰ نوبت آبیاری) و طولانی بودن دوره آبیاری نیشکر (۸ تا ۹ ماه از سال) و حجم زیاد آب مصرفی این گیاه است که سبب جلو گیری از صعود کاپیلاری و تجمع نمک در لایه های سطحی خاک گردید.

علاوه بر جلوگیری از خروج بیش از حد زهاب از مزارع، سبب کاهش مصرف آب در تیمارهای کنترل شده گردید. مقایسه عملکرد محصول در تیمارها نشان داد که استفاده از زهکشی کنترل شده محدودیتی جهت رشد گیاه ایجاد نکرد. بطور کلی کاربرد زهکشی کنترل شده سبب کاهش ضریب زهکشی و حجم زهاب خروجی گردیده و علاوه بر کاهش هزینه های پمپاژ و حصول منافع اقتصادی، روش مفیدی در جهت حفظ محیط زیست می باشد.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد استفاده از زهکشی کنترل شده سبب کاهش قابل ملاحظه ضریب زهکشی نیشکر در اراضی کشت و صنعت امام خمینی خواهد شد. میزان ضریب زهکشی در طول دوره تحقیق در تیمارهای کنترل شده CD_{70} و CD_{90} به ترتیب حدود ۶۷ و ۵۴ درصد کمتر از تیمار آزاد بود. عمق زهاب خروجی تیمارهای کنترل شده در مقایسه با تیمار آزاد در این مدت در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار داشت. مدیریت سطح ایستابی و کنترل زهکشهای زیرزمینی با استفاده از نصب سازه های کنترلی،

سپاسگزاری

در پایان بر خود لازم می دانم از دفتر تحقیقات و استانداردهای شبکه‌های آبیاری و زهکشی سازمان آب و برق خوزستان به خاطر همکاری و تأمین هزینه های طرح پژوهشی تقدیر و تشکر نمایم. همچنین از معاونت محترم بخش کشاورزی، مدیریت و پرسنل بخش تحقیقات و اداره آبیاری کشت و صنعت امام خمینی که در مدت انجام این طرح همکاری لازم را مبذول داشتند سپاسگزاری می گردد.

منابع

۱- اکرم م. ۱۳۸۳. روند تحولات زهکشی. مجموعه مقالات سومین کارگاه فنی زهکشی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی. ۱۹-۱.
۲- اکرم م.، و اکرم س. ۱۳۸۳. زهکشی کنترل شده، کورسوئی برای بهبود راندمان آبیاری در اراضی زهکشی کنترل شده ایران. مجموعه مقالات سومین کارگاه فنی زهکشی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ۳۲-۲۱.
۳- گروه کار زهکشی و محیط زیست کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳۸۸. خوزستان و چالش های زهکشی زیرزمینی در سال های پیش رو. ششمین کارگاه زهکشی و محیط زیست. کمیته ملی آبیاری و زهکشی. ۲۲-۱.
۴- انتصاری م.، محمدی ک. و وزیری ژ. ۱۳۸۸. راهنمای برآورد ضریب زهکشی زیرزمینی در اراضی تحت آبیاری مناطق خشک و نیمه خشک. وزارت نیرو نشریه شماره ۴۹۲ دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا. ۶۸ صفحه
۵- محجوبی آ. ۱۳۹۱. بررسی اثرات زهکشی کنترل شده بر روی شوری خاک، مدیریت آبیاری و عملکرد نیشکر در کشت و صنعت امام خمینی.

Archive of SID

www.SID.ir

پایان نامه دکتری، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۸۰ صفحه

6- Ayars J.E., Christen E.W. and Hornbuckle J W. 2006. Controlled drainage for improved water management in arid regions irrigated agriculture. Agriculture water management 86:128-139.
7- Wahba M.A.S., Christen E.W. and Amer M.H. 2005. Irrigation water saving by management of existing subsurface drainage in Egypt. Irrig. Drain. 54, 1–11.
8- Ramoska E.D., Bastinene N.I. and Saulys V.A. 2009. Evaluation of controlled drainage efficiency in LITHUANIA. Irrig. Drain. 10.1002/ird.548.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 27, No. 6, Jan.-Feb. 2014, p. 1133-1144

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۲، ص. ۱۱۴۴-۱۱۳۳

Effect of Controlled Drainage on Reducing Drainage Coefficient and Drainage Volume in Sugarcane Fields of Imam Khomeini Agro- industry

A. Mahjoubi[1]*- A. Hooshmand[2]- A.A. Naseri[3]- S. Jafari[4]

Received:14-01-2013
Accepted:24-11-2013

Abstract

Sugarcane is one of the high consumption plants that has very high drainage coefficient. Irrigation frequency of Sugarcane in the maximum of consumption month is near 5 days and drainage systems often are removing drain water more than enough from the soil. This study was carried out to investigate the impact of controlled drainage on reduction of drainage coefficient and drainage volumes in three fields of Imam Khomeini sugarcane agro- industry. Two treatments were controlled drainage with water table controlling in 70 and 90 cm depth from soil surface (CD_{70}, CD_{90}) and the third one was free drainage (FD) treatment. According to the results, the CD treatments significantly reduced drainage coefficient during the study, compared to free drainage treatment. Average drainage coefficient in during the study in CD_{70}, CD_{90} and FD treatments was 3, 4.12 and 8.98 mm/day respectively. Controlled drainage treatments (CD_{70}, CD_{90}) reduced drainage coefficient by 67% and 54% respectively, compared to free drainage treatment. CD_{70} treatment reduced drainage coefficient by 27%, compared CD_{90} treatment, too. The use of controlled drainage did not limited for plant growth and did not reduce sugarcane yield. Using of this method, in addition to the economic benefits will cause decreasing river pollution load and has a positive environmental impact.

Keywords: Khuzestan, Sugarcane, Controlled drainage, Free drainage, Drainage coefficient

Archive of SID

1- Former PhD Student, Department of Irrigation and Drainage, Shahid Chamran University of Ahwaz and Manager of Irrigation and Drainage, Technical Office of KWPA
(*- Corresponding Author Email:Arashmahjoobi@gmail.com)
2 , 3-Assistant Professor and Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahwaz
4- Assistant Professor, Ramin Agricultural and Natural Resources University

www.SID.ir