

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

آرش محجویی^{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 بالایی 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 عمق‌های کنترل سطح ایستابی در ۷۰ و ۹۰ سانتی متری سطح خاک (CD₇₀ و CD₉₀) 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 CD₇₀ و CD₉₀ 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 (CD₇₀ و CD₉₀) به ترتیب حدود ۶۷ و ۵۴ درصد کمتر از تیمار آزاد بود. در تیمار CD₇₀ نیز میزان ضریب زهکشی حدود ۲۷ درصد کمتر از تیمار CD₉₀ 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 کاهش 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

کشاورزی است، عملاً 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

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 کارایی مصرف آب صورت گرفته نتوانسته منجر به کاهش چشمگیر در مصرف آب کشاورزی گردد. ایران با مصرف بیش از ۷۴ درصد منابع آب خود (که بیش از ۹۰ درصد آن سهم بخش

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)
۲ و 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

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

زهکشی کنترل شده یکی از مهم‌ترین راهکارهای رسیدن به اهداف فوق است. با مدیریت سطح ایستابی و کنترل خروجی زهکش، می‌توان 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 سامانه‌های زهکشی زیرزمینی است که به روش‌های مختلف برآورد و تعیین می‌شود. برآورد زیاد مقدار ضریب زهکشی موجب می‌شود که شبکه زهکش‌های زیرزمینی، متراکم و طرح زهکشی پرهزینه شود و در صورت انتخاب این ضریب به مقدار کم‌تر، بالا آمدن سطح ایستابی در محدوده توسعه ریشه به مدت طولانی، ریشه گیاهان را از بهره‌گیری بهینه از آب، هوا و عناصر غذایی محروم و شرایط خاک را برای انجام عملیات کشاورزی مشکل می‌کند. بنابراین برآورد بهینه ضریب زهکشی با هدف تهیه اقتصادی‌ترین طرح با کارایی مطلوب، بهینه‌سازی ضریب زهکشی محسوب می‌شود.

تجربیات حاصل در کشورهای مصر و پاکستان در زمینه بهینه‌سازی 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 طرح‌های جدید زهکشی در این دو کشور به طور قابل ملاحظه‌ای پایین‌تر از پروژه‌های قدیمی است و اندازه‌گیری به عمل آمده در دوره‌های بهره‌برداری نشان می‌دهد که دبی واقعی خروجی از زه‌کش‌ها پایین‌تر از مقدار تخمینی دبی طراحی است (۴).

در پاکستان ضریب زهکشی از رقم $3/5$ میلی‌متر در روز در سال 1976 به $0/95$ میلی‌متر در روز تا سال 1994 کاهش یافت. کاهش یکنواختی در میزان دبی واقعی خروجی نسبت به دبی طراحی شده و پائین‌تر 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 آزمایش‌ها 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 کمی مؤلفه‌های ضریب زهکشی می‌پرداختند. از این رو همواره جوانب احتیاط رعایت گردیده که این امر منجر به برآورد ضریب زهکشی زیاد در طرح‌ها می‌شود. به نحوی که در بیشتر پروژه‌های زهکشی، ضریب زهکشی زیرزمینی بزرگتر از 3 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 می‌دهد 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 68 درصد و در فصل زمستان 28 درصد نسبت به زهکشی آزاد کاهش یافته است (۷).

در تحقیقی در لیتوانی در یک خاک شنی لومی، اثر زهکشی کنترل شده در مدت 8 سال (2000 تا 2007 میلادی) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در زهکشی کنترل شده، مدت زمان استمرار خروج سالیانه زهاب از زهکشها در حدود 40 تا 62 درصد کوتاه‌تر از سیستم زهکشی آزاد بود (۸).

مرور نتایج حاصل از این تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از سیستم‌های زهکشی کنترل شده در مناطق خشک و نیمه خشک امکان‌پذیر است و اجرای آن فواید 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 روش‌ها

ویژگی‌های محدوده مورد مطالعه

این تحقیق در واحد امام خمینی (یکی از واحدهای هفت گانه کشت و صنعت نیشکر) انجام شد. منطقه مورد مطالعه بخشی از دشت شعبیه خوزستان به مساحت ناخالص 15800 هکتار است که در 40 کیلومتری جنوب شهرستان شوشتر و 50 کیلومتری شمال اهواز قرار گرفته است (شکل ۱). اراضی این واحد به قطعات منظم 20 و 25 هکتاری (250×800) و (250×1000) تقسیم شده است و مجموعاً دارای 480 مزرعه می‌باشد. این تحقیق در سه مزرعه به نام‌های B1-115، B1-117 و B1-129 طی سال‌های $90-1389$ (شهریور 89 تا آبان 90) به اجراء در آمد. این منطقه بر اساس روش اقلیمی دمارتن، جزو اقلیم خشک و نیمه خشک طبقه بندی می‌گردد. با توجه به آمار ثبت شده (1376 تا 1389) ایستگاه هواشناسی واقع در این

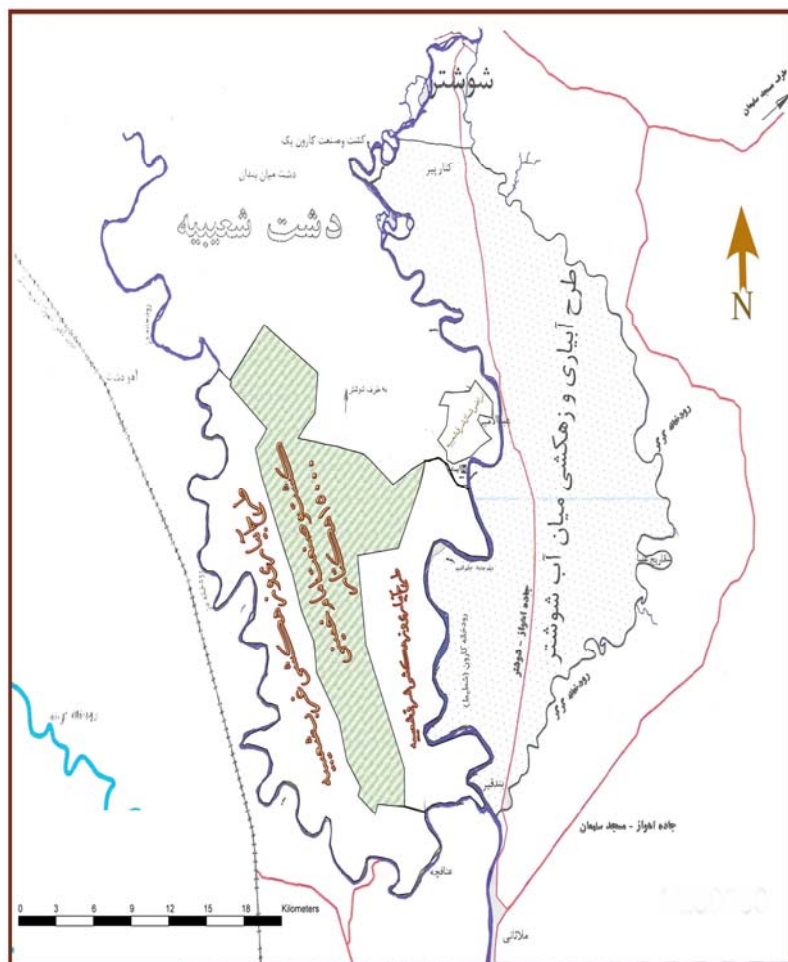
در طول مزرعه قرار گرفته و آب توسط دریچه های نصب شده بر روی لوله به داخل فاروها هدایت می گردند. زهکشهای زیرزمینی نیز در طول مزرعه و به موازات لوله های دریچه دار پلاستیکی نصب شده اند و مستقیماً به زهکش روباز جمع کننده واقع در پائین مزرعه تخلیه می گردند (شکل ۲).

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.

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 میلیمتر است. 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



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

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 جانمایی محل چاهکهای مشاهده ای مشخص شده است.

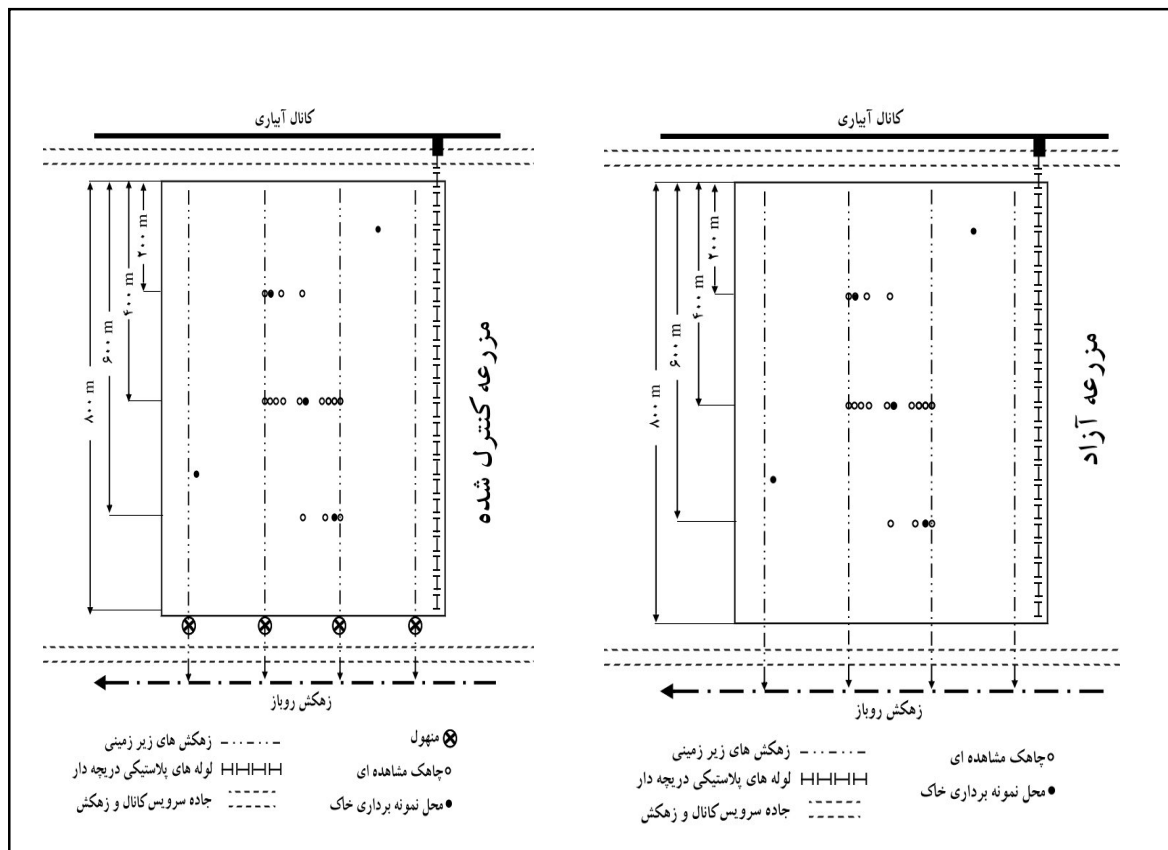
کنترل سطح آب زیرزمینی

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 (شکل ۲). تثبیت

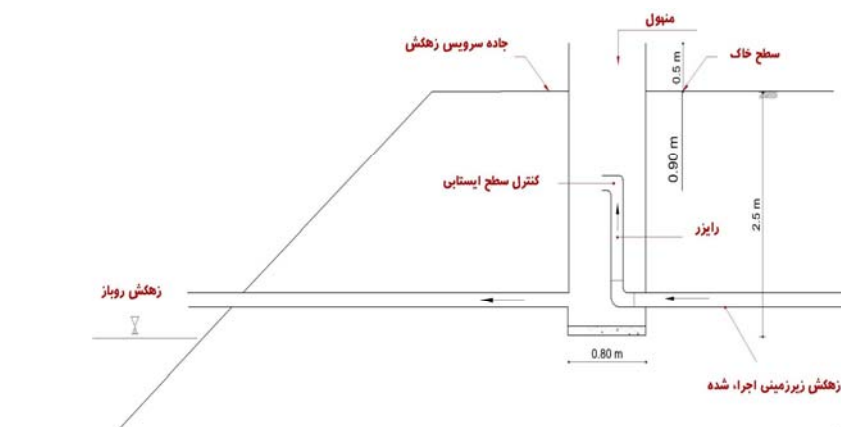
سطح آب زیرزمینی در عمق دلخواه توسط نصب یک عدد رایزر در داخل منهول انجام شد. لوله رایزر از جنس PVC و قطر آن ۱۶۰ میلی متر بود (شکل ۳).

عملیات کشاورزی

در اواخر مرداد ماه سال ۱۳۸۹ نیشکر به روش قلمه کشت گردید (کشت پلانت). وارپته 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 معمولاً 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



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

نتایج و بحث

سطح ایستابی

شکل ۴ میانگین عمق سطح ایستابی تیمارها را در ماههای مختلف به همراه عمق های کنترل شده نشان می دهد. 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 می افتاد. 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).

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.

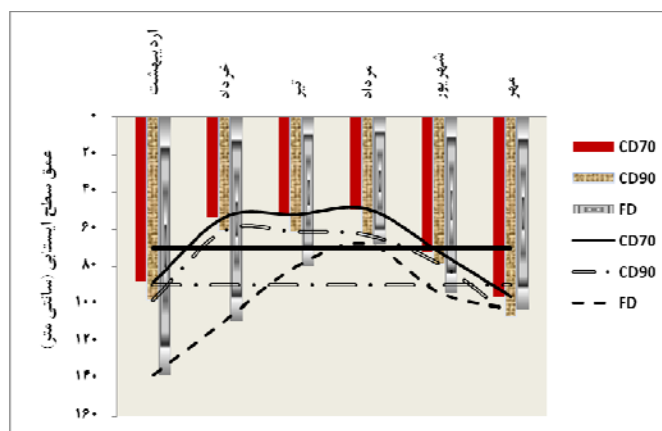
$$Q(m^3 \cdot day^{-1}) = Q(lit \cdot sec^{-1}) * 86.4 \quad (1)$$

$$q(mm \cdot day^{-1}) = \frac{Q(m^3 \cdot day^{-1})}{A} * 1000 \quad (2)$$

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)



شکل ۴- میانگین ماهیانه عمق سطح ایستابی

جدول ۱- تجزیه آماری عمق سطح ایستابی

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

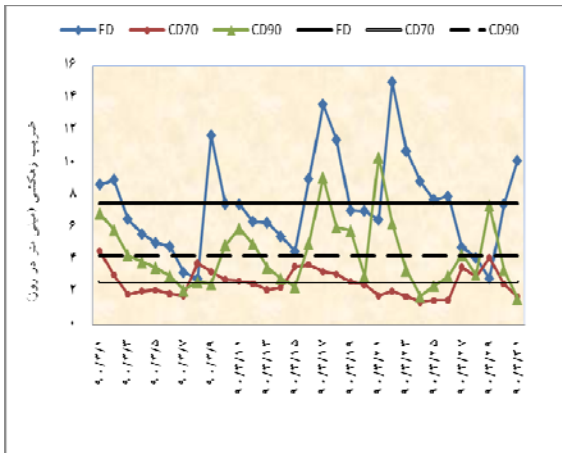
*- میانگین هائی که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند

گردید. حداکثر ضریب زهکشی تیمارهای کنترل شده به ترتیب برابر با ۷/۹ و ۹/۵ میلیمتر در روز و در مرداد ماه بود.

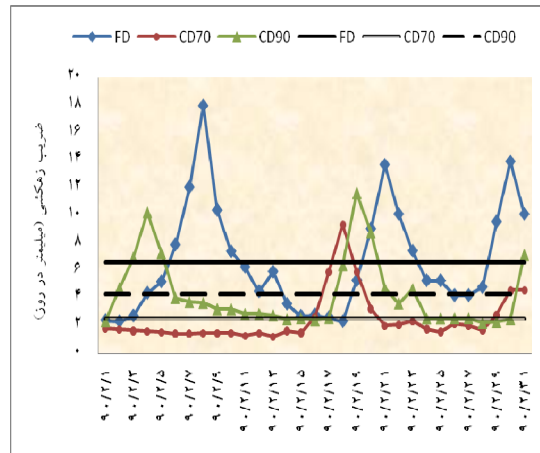
بر اساس مطالعات مشاور طرح قبل از اجرای پروژه، حداکثر ضریب زهکشی (میانگین ماهیانه) نیشکر برابر با ۶/۵ میلیمتر در روز در مرداد ماه طراحی گردیده بود. به منظور مقایسه میانگین ضریب زهکشی طراحی شده با مقادیر واقعی اندازه گیری شده و همچنین مقایسه میزان ضریب زهکشی متوسط ماهیانه تیمارهای مختلف در این پژوهش، ضریب 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 CD₇₀، ۳ میلیمتر در روز، برای تیمار CD₉₀، ۴/۱۲ و برای تیمار زهکشی آزاد برابر با ۸/۹۸ میلیمتر در روز ثبت شد.

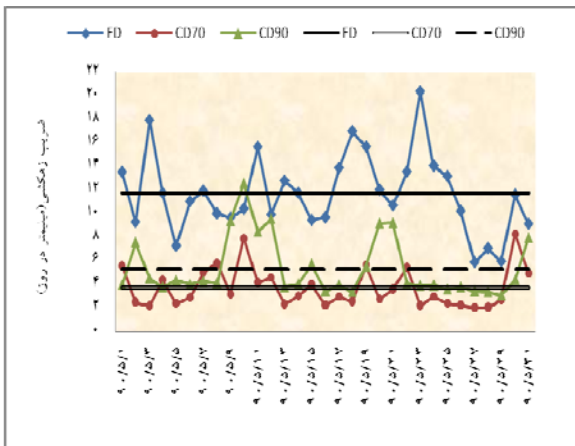
جهت بررسی و مقایسه ضریب زهکشی تیمارهای مختلف، تغییرات ضریب زهکشی بصورت روزانه و میانگین ماهیانه آن برای ماههای دوره تحقیق در اشکال ۵ تا ۱۰ ترسیم شد. مطابق با شکل‌های مذکور، میزان ضریب زهکشی روزانه در اکثر اوقات در تیمار آزاد (بجز زمان آبیاری تیمارهای کنترل شده) در مقایسه با تیمارهای کنترل شده، بیشتر بود. همچنین میانگین ماهیانه ضریب زهکشی نیز در تیمار آزاد بیشتر از تیمارهای کنترل شده بود. میانگین ضریب زهکشی ماهیانه در تیمار CD₇₀ کمتر از تیمار CD₉₀ 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. ضمناً 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 CD₇₀ و CD₉₀ نیز به ترتیب برابر با ۱/۲ و ۱/۶ میلیمتر در روز و در اردیبهشت ماه ثبت



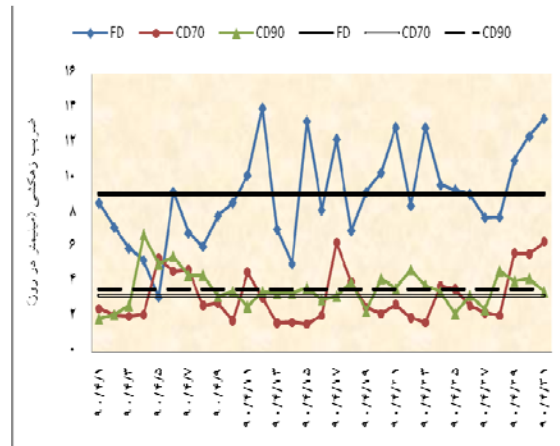
شکل ۶- تغییرات میانگین روزانه ضریب زهکشی تیمارها (خرداد)



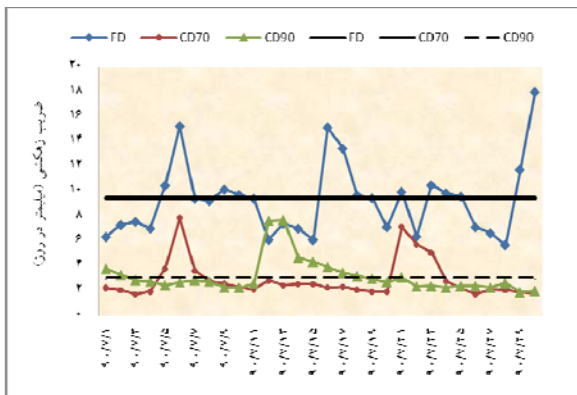
شکل ۵- تغییرات میانگین روزانه ضریب زهکشی تیمارها (اردیبهشت)



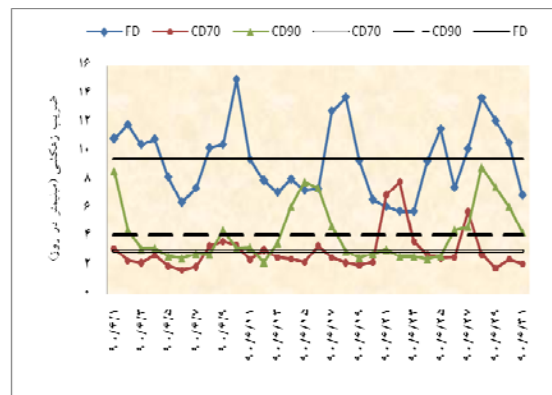
شکل ۸- تغییرات میانگین روزانه ضریب زهکشی تیمارها (مرداد)



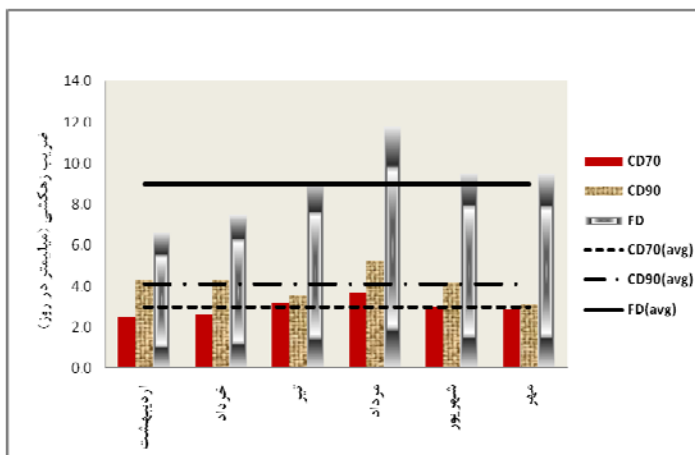
شکل ۷- تغییرات میانگین روزانه ضریب زهکشی تیمارها (تیر)



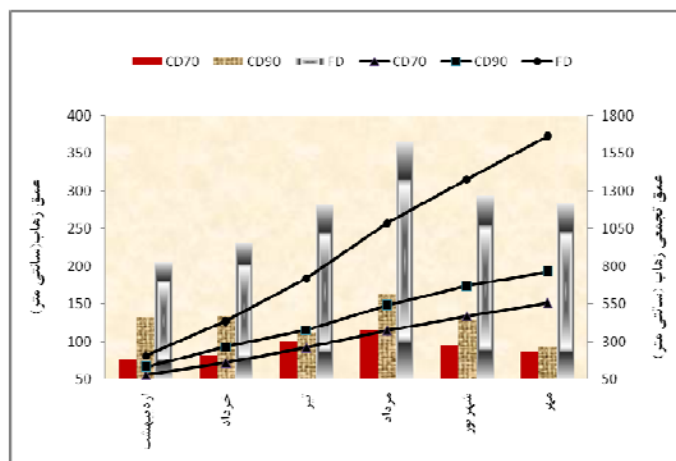
شکل ۱۰- تغییرات میانگین روزانه ضریب زهکشی تیمارها (مهر)



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



شکل ۱۱- 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

جدول ۲ نتایج تجزیه آماری مربوط به میانگین عمق زهاب خروجی ماهیانه را در سه تیمار نشان می دهد. بر اساس جدول مذکور، اختلاف میانگین عمق زهاب خروجی ماهیانه تیمارهای کنترل شده در مقایسه با تیمار آزاد در سطح ۵٪ معنی دار بود. همچنین اختلاف عمق میانگین زهاب خروجی در تیمار CD70 نیز با تیمار CD90 در سطح ۵٪ معنی دار شد.

عمق زهاب

به منظور مقایسه عمق زهاب خروجی در تیمارهای مختلف، عمق زهاب خروجی ماهیانه و تجمعی در کل دوره در شکل ۱۲ ترسیم گردید. عمق زهاب تجمعی خروجی در تیمار CD70 در کل دوره برابر با ۵۵۷ میلی‌متر، در تیمار CD90 برابر با ۷۶۳ و در تیمار FD، ۱۶۶۱ میلی‌متر بود.

جدول ۲- تجزیه آماری میانگین عمق زهاب خروجی ماهیانه

صفت مورد بررسی	تیمار	حداکثر عمق زهاب	حداقل عمق زهاب	میانگین عمق زهاب
عمق زهاب خروجی (ماهیانه)	CD70	۱۱۵/۴	۷۷/۴	۹۲/۸ ^a
	CD90	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.

آب مصرفی

شکل ۱۳ 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 CD₇₀ و CD₉₀ 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 CD₇₀ نسبت به تیمار CD₉₀ در تیرماه و در کل دوره تحقیق به این دلیل بود که مزرعه CD₇₀، 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 CD₇₀ گردید).

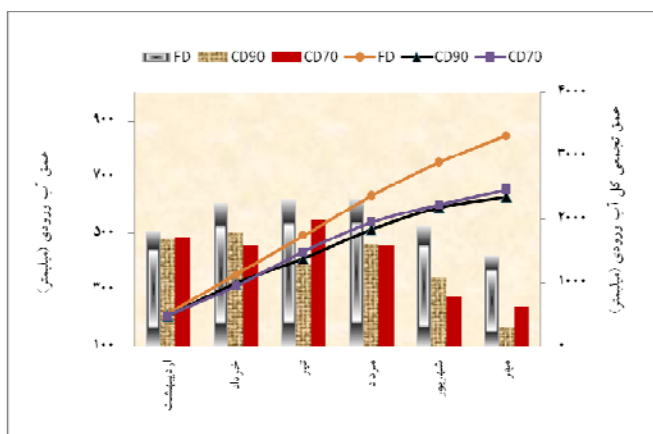
همانطور که در شکل ۱۳ ملاحظه می گردد بیشترین میزان صرفه جوئی مصرف آب در تیمارهای کنترل شده نسبت به تیمار آزاد طی ماههای تیر تا مهر اتفاق افتاد یعنی زمانیکه ریشه های نیشکر بخوبی رشد و توسعه یافته و امکان استفاده از آب زیرزمینی کم عمق برای گیاه بهتر فراهم گردیده بود. در خصوص میزان صرفه جوئی انجام شده در 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.

عملکرد محصول

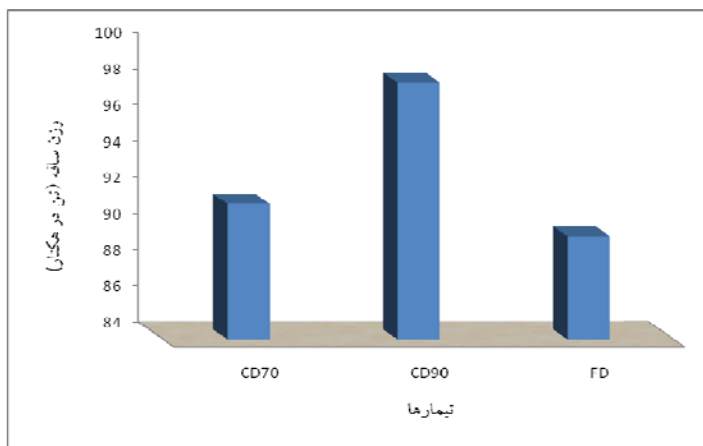
شکل ۱۴ میزان عملکرد محصول را در تیمارهای مختلف نشان می دهد. چنانچه ملاحظه می گردد، میزان عملکرد محصول در تیمار CD₇₀ برابر با ۹۱/۵ تن در هکتار، در تیمار CD₉₀ برابر با ۹۸/۲ و در تیمار FD، ۸۹/۷ تن در هکتار بود. همانطور که ملاحظه می گردد استفاده از زهکشی کنترل شده محدودیتی جهت رشد گیاه ایجاد نکرده و کاهش در عملکرد نیز مشاهده نگردید.



شکل ۱۳- 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)
عمق آب آبیاری (ماهیانه)	CD ₇₀	۵۴۸	۳۴۰
	CD ₉₀	۵۰۷	۱۷۰
	FD	۶۲۵	۴۲۳

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



شکل ۱۴- میزان عملکرد نیشکر در تیمارها

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.

سپاسگزاری

در پایان بر خود لازم می دانم از دفتر تحقیقات و استانداردهای شبکه های 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.

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 جلوگیری از صعود کاپیلاری و تجمع نمک در لایه های سطحی خاک گردید.

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،

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 وزیري 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.

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.



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

A. Mahjoubi^{1*}- A. Hooshmand²- A.A. Naseri³- S. Jafari⁴

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 (CD₇₀, CD₉₀) 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 CD₇₀, CD₉₀ and FD treatments was 3, 4.12 and 8.98 mm/day respectively. Controlled drainage treatments (CD₇₀, CD₉₀) reduced drainage coefficient by 67% and 54% respectively, compared to free drainage treatment. CD₇₀ treatment reduced drainage coefficient by 27%, compared CD₉₀ 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

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