



مدیریت هوشمند برنامه ریزی آبیاری به منظور افزایش بهره وری مصرف آب در گیاه چغندر قند

بهرروز ابول پور^۱، مستانه شریفی^۲، محسن بذرافشان^۳، محمد هادی جرعه نوش^۴

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۱۰/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۱۷

مقاله پژوهشی

چکیده

برنامه ریزی آبیاری از عملیات مدیریتی مهم در مصرف آب در بخش کشاورزی است که نظر بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. از آنجا که مدل های هوشمند در برنامه ریزی آبیاری نقش مهمی در مدیریت مصرف آب در مزارع دارند، این پروژه با هدف تاثیر این گونه مدل ها بر مصرف آب چغندر قند در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان - فارس در سال زراعی ۹۷-۹۸ اجرا گردید. این آزمایش گرچه با سه تیمار و سه تکرار در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی اجرا شده اما نتایج ارائه شده در این مقاله صرفا در راستای هدف فوق می باشد. تیمارها شامل: برنامه ریزی آبیاری با استفاده از سامانه هوشمند (T1)؛ برنامه ریزی آبیاری با استفاده از نتایج محاسبات نیاز آبی محصول از روش پنمن مانیتیت و داده هایسایت هواشناسی منطقه (T2) و برنامه ریزی آبیاری با استفاده از شیوه مدیریتی سنتی توسط کشاورزان (T3) بود. در هر تکرار ۶ خط از رقم آرتابه طول ۸ متر کشت و با سیستم آبیاری نواری تیپ آبیاری شد. نتایج نشان داد مصرف آب در تیمارهای T1 و T2 حدود ۲۷ و ۱۵ درصد نسبت به مدیریت آبیاری سنتی صرفه جویی داشت. متوسط مصرف روزانه بر اساس مدیریت تیمار T1 حدود ۷ میلیمتر در روز بدست آمد که طی مراحل مختلف رشد این مصرف از ۲ تا ۱۰ میلیمتر در روز تغییرات داشت و همواره کمترین میزان مصرف در مقایسه با تیمارهای دیگر بود. با توجه به میزان مصرف سالانه در سه تیمار T1، T2 و T3 به ترتیب ۸۹۴۶، ۱۰۱۹۴ و ۱۲۱۳۰ مترمکعب در هکتار، صرفه جویی ۲۷ درصدی در سامانه نسبت به تیمار شاهد ملاحظه شد. این مقدار صرف جویی شامل دو بخش، ۱۰ درصد به دلیل کاهش در مدت زمان آبیاری و حدود ۱۷ درصد به دلیل تنظیمات دبی ورودی به کرت های آزمایشی بود. اندازه گیری های دوره ای حجم آب ورودی و پایش رطوبت خاک در هر آبیاری باعث بهبود مدیریت توزیع آب و در نتیجه کاهش یک ساعت در مدت آبیاری تیمارهای T1 نسبت به دو تیمار دیگر گردید. در تیمارهای T1، T2 و T3 به ترتیب شاخص بهره وری مصرف آب بر اساس عملکرد ریشه ۳/۴۶، ۲/۲۵ و ۲/۰۷ کیلوگرم به ازاء هر متر مکعب و بر اساس عیار قند ۰/۶۹، ۰/۴۴ و ۰/۳۸ کیلوگرم شکر به ازاء هر متر مکعب بدست آمد.

واژه های کلیدی: بهره وری مصرف آب، زمان بندی و مدیریت آبیاری، چغندر قند،

^۱ استادیار، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز - ایران، (نویسنده مسئول: abolpour@gmail.com)

^۲ مربی، بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز - ایران، sharifi_m2002@yahoo.com

^۳ استادیار، بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز - ایران، bazrafshanmohsen@yahoo.com

^۴ مربی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز - ایران

مقدمه

مدیریت مصرف آب همراه با افزایش بهره‌وری یا کارایی مصرف آن می‌تواند نقش مهمی در تامین امنیت غذایی داشته باشد. کشاورزان و تولیدکنندگان از دیرباز رهیافت‌های مبتنی بر بهره‌برداری خردمندانه و بهره‌ورانه از آب را با سیاست "تولید حداکثری زیست توده گیاهی از هر واحد آب مصرفی" دنبال می‌کرده‌اند (کوچکی و خواجه حسینی، ۱۳۹۵). با توجه به این حقیقت که مقدار ناچیزی از بارش‌های سالانه در ایران که معمولاً کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر می‌باشد جهت کشتهای بهاره استفاده می‌شود، از طرفی بخش عمده‌ای از نیازهای آبی محصولات از طریق سیستم‌های آبیاری تامین می‌شود، که استفاده مطلوب از منابع و افزایش کارایی مصرف آب با انتخاب مناسبترین روش آبیاری همراه با برنامه‌ریزی صحیح از نظر زمان و مقدار دقیق از اهمیت زیادی برخوردار خواهد بود.

چغندر قند از محصولات استراتژیک کشور محسوب می‌شود که تولید آن در بخش کشاورزی و همین‌طور صنایع جانبی آن بسیار حائز اهمیت است. استفاده از روش آبیاری قطره‌ای - نواری که دارای راندمان آبیاری بالاتری نسبت به روش آبیاری سنتی (نشتی) است می‌تواند به عنوان یک راهکار برای صرفه‌جویی در مصرف آب توصیه گردد. لذا نیاز است مقدار مصرف آب با میزان واقعی آن همسو باشد تا در نتیجه آن افزایش بهره‌وری آب ایجاد شود (محمدیان و باغانی، ۱۳۹۶). برای تحقق این امر مدیریت و برنامه‌ریزی آبیاری مزارع چغندر قندیکی از مهمترین عوامل در تولید اقتصادی پایدار آن در کشور محسوب می‌شود.

نیاز آبی بالقوه یا همان نیاز آبی خالص محصول در تولید ۱۰۰ درصدی، از فاکتورهای اساسی در تعریف کارایی مصرف آب در گیاهان می‌باشد. از طرفی با مدیریت صحیح آبیاری و افزایش راندمان سیستمیک شبکه‌های آبیاری می‌توان همین میزان نیاز آبی بالقوه را جهت آبیاری مزارع در نظر گرفت. بعبارتی در صورتی که با برنامه‌ریزی‌های دقیق و هوشمند بتوان همین میزان نیاز آبی خالص را در هر نوبت آبیاری بکار گرفت،

اختلاف زیادی بین نیاز آبی خالص و ناخالص نخواهد بود. اختلاف این دو در شرایط فعلی کشت این محصول باعث شده که افزایش نیاز آبی در طول دوره رشد باتوجه به محدودیت منابع آبی کشور مشکلات زیادی را برای کشاورزان و برنامه‌ریزان بخش کشاورزی جهت خودکفایی در محصولات استراتژیک به وجود آورد (رحیمیان، ۱۳۹۵).

مهمترین تفاوت آبیاری قطره‌ای با سایر روش‌های آبیاری، بین تبخیر و تعرق و مقدار آبی است که به زمین در یک دوره زمانی مشخص داده می‌شود، لذا حداقل نمودن این اختلاف باعث خواهد شد افزایش بهره‌وری مصرف آب در شرایط محدود منابع آب در دسترس حاصل گردد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۷). تحقیقات نشان داده است که استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای نواری با تامین نیاز کامل آب گیاه در مقایسه با آبیاری نشتی باعث کاهش ۳۷ تا ۶۰ درصدی در مصرف آب و افزایش ۷۰ درصدی در کارایی مصرف آب می‌شود (صدر قائن، ۱۳۹۱). محمدیان و باغانی (۱۳۹۶) بیان کردند که استفاده از روش آبیاری قطره‌ای نواری در شرایط تامین صد در صد آب مورد نیاز، می‌تواند حدود ۴۰ درصد در مصرف آب در مقایسه با روش آبیاری سطحی صرفه‌جویی داشته باشد به شرط اینکه نظام آبیاری‌ها منطبق با یک برنامه‌ریزی درست انجام شود.

ابول پور در سال ۲۰۱۸ نحوه محاسبه ضریب مدیریتی در پایداری منابع مصرف و تامین آب را در منطقه کمین شهرستان پاسارگاد استان فارس بیان کرد. در این تحقیق مشاهده شد که مهمترین اختلاف در بهره‌وری مصرف آب در منطقه نسبت به مقادیر متناظر آن در مقیاس جهانی نه تنها بستگی به تغییرات اقلیمی دارد بلکه بخش اعظمی از آن به میزان حجم آب در دسترس بهره‌برداران و نحوه مدیریت آنان در مصرف دارد. از این رو شیوه‌های مدیریت برنامه‌ریزی آبیاری مخصوصاً در مزارع چغندر قند نقش به‌سزایی در پایداری منابع آب خواهد داشت. Sahin, et al. (2014) در تحقیقی بر روی چغندر قند، نشان دادند که بهره‌وری مصرف آب بطور معنی‌داری تابع تکنیک



سیستم آبیاری قطره ای نواریدر ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان - فارس درسال زراعی ۹۷-۹۸ اجرا گردید. از آنجا که هدف از این تحقیق بررسی تاثیر این گونه مدل های برنامه ریز بر مصرف آب چغندرقد بود، روش های اندازه گیری دبی مصرف آب همراه با پایش دائم رطوبت خاک (بر اساس رطوبت خاک و حجم آب ذخیره شده در خاک) استفاده شد. این فرآیند توسط سیستم هوشمند آبیاری با پایش رطوبت خاک توسط سنسورهای مربوطه دستگاه بر روی بهره‌وری مصرف آب این محصول انجام گرفت. بنابراین گرچه این آزمایش با سه تیمار و سه تکرار در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی اجرا شده‌ها نتایج ارائه شده در این مقاله صرفا در راستای هدف فوق می باشد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر مدیریت هوشمند برنامه ریزی آبیاری چغندرقد در افزایش بهره‌وری مصرف آب، این تحقیق در مزرعه ای در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس-زرقان در سال ۱۳۹۷ به اجرا درآمد. این ایستگاه دارای رژیم رطوبتی Xeric و رژیم حرارتی Thermic می باشد و بافت خاک سطحی آن سنگین (Silty clay loam) و افق تحتانی دارای مقداری آهک و ساختمان مکعبی می باشد. اراضی این ایستگاه از نظر طبقه خاک در کلاس دوقرار داشته و نیاز به آبیاری دارد. اما از نظر رده بندی کلاس خاک با معیارهای سازمان حفاظت آب و خاک آمریکا در رده Inceptisols و در زیرگروه Fine, carbonatic, thermic Typic Calcixerpts قرار می گیرد. مجموع بارندگی این ایستگاه در شش ماهه دوم سال ۱۳۹۷ برابر با ۱۹۲/۶ میلیمتر با کاهش ۴۵ درصدی نسبت به میانگین بلند مدت بود. متوسط دمای آن سال ۱۷/۴ درجه سانتیگراد، متوسط رطوبت نسبی ۴۹ درصد بوده است. برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه در جدول ۱ ارائه شده است.

آبیاری یک در میان پیشنهادی سپاسخواه و احمدی بوده، اگر از یک برنامه ریزی آبیاری با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A همراه شود. آبیاری با دور چهارروزه با ضریب ۰/۶ تا ۰/۷ تبخیر از تشتک کلاس A در روش آبیاری یک در میان، بهترین روش آبیاری برای چغندرقد در نواحی نیمه خشک با منابع محدود آب معرفی شد.

(Mansuri et al. 2017) با مدیریت آبیاری یک در میان شیارها برای چغندرقد نشان دادند که حتی اگر شش درصد کاهش عملکرد ایجاد گردد می توان ۴۴ درصد صرفه جویی در مصرف آب را انتظار داشت. این نوع مدیریت آبیاری به ترتیب دارای حداکثر کارایی مصرف آب در تولید ریشه و قند، ۱۲/۷ کیلوگرم در متر مکعب و ۱/۵۹ کیلوگرم در متر مکعب بود. Ghinassi et al. (2003) با کاربرد تانسیمتر در برنامه ریزی آبیاری حدود ۳۰٪ در مصرف آب صرفه جویی نمودند و این وسیله را به عنوان وسیله ای مناسب در این موضوع معرفی کردند. البته بیان کردند که اگرچه تانسیمتر وسیله ای نسبتا ارزان قیمت و ساده جهت استفاده کشاورزان می باشد، اما انجام سرویس های دوره ای مهمترین عملی است که باید در استفاده از آن مد نظر داشت.

نتایج تحقیقات گذشته نشان می دهد که به طور کلی استفاده از روش ها و ابزارهای برنامه ریزی آبیاری می تواند باعث کاهش ۳۰ درصدی در مصرف آب و یا افزایش ۱۸ درصدی در بهره‌وری مصرف آب نسبت به روش های مدیریتی سنتی شود (شاهرخ نیا و همکاران، ۱۳۹۴). (Topuk, et al. 2017) با پایش مداوم رطوبت آب در خاک و محاسبه روزانه تبخیر تعرق این محصول، تلفیق این دو روش را در ایجاد یک برنامه ریزی مناسب پیشنهاد کردند. جهت برآورد بهره‌وری مصرف آبدر محصولات زراعی و باغی، وجود سامانه‌های برای برنامه ریزی دقیق و محاسبه میزان کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری نسبت به روش های سنتی نیاز است. از این رو این تحقیق برای کشت بهاره چغندرقد با



جدول (۱): ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک ایستگاه تحقیقاتی زرقان

واکنش کل	هدایت الکتریکی	فسفر قابل جذب	درصد پتاسیم قابل جذب	درصد لای رس	درصد آهن قابل جذب	روی قابل جذب	منگنز قابل جذب	مس قابل جذب
۷/۷	۲/۶۷	۱۱/۸ ppm	۴۴۴ ppm	۴۲/۸	۰/۷۰ ppm	۱ ppm	۸/۶۰ ppm	۱/۳۰ ppm

استفاده قرار گرفت. در تیمار T2 با استفاده از داده های روزانه ایستگاه هواشناسی منطقه از جمله دما و رطوبت هوا، سرعت و جهت باد و تشعشع، میزان تبخیر و تعرق روزانه این گیاه محاسبه شد. در این حالت هرگاه مجموع تبخیر و تعرق به میزان توصیه شده آن در سند الگوی مصرف آب نزدیک می شد آبیاری شروع و قطع آبیاری براساس این نیاز خالص (فرض بر راندمان ۷۸ درصد برای سیستم توزیع آب) (ابول پور، ۲۰۱۸) تعیین گردید. در واقع با محاسبه میزان ناخالص آبیاری و اندازه گیری میزان حجم آب ورودی زمان قطع آبیاری مشخص می شد. در تیمار T3 برنامه ریزی شروع و قطع آبیاری به صورت هفته ای منطبق با مدیریت برنامه ریزی کشاورز پیشرو منطقه که براساس تشک تبخیر کلاس A بود صورت گرفت. در هر نوبت آبیاری در تیمارها و تکرارها میزان آب مصرفی بوسیله کنتور حجمی هوشمند اندازه گیری می شد. همچنین کنتور در سه مرحله ابتدا، میانه و انتهای فصل کشت واسنجی و دقت سنجی شد. در طول دوره رشد یادداشت برداری های لازم از جمله تغییرات رطوبت خاک و در زمان برداشت نمونه برداری های لازم از گیاه جهت تعیین پارامترهای کمی و کیفی آن انجام گرفت. پارامترهای میزان مصرف آب و میزان محصول تولیدی اندازه گیری و شاخص هایی همچون بهره وری مصرف آب محاسبه گردید. آنالیزها جهت تهیه اشکال با استفاده از نرم افزارهای Excel و SAS انجام گردید. لازم بذکر است مدت اجرای این طرح دو سال در نظر گرفته شده و قطعاً در پایان سال دوم اجرای این طرح نتایج مقایسه های آماری و تحلیل های لازم مطابق روند های مرسوم طرح های آزمایشی ارائه خواهد شد. اما در این مقاله

این تحقیق در قالب بلوک های کاملاً تصادفی ۲۴ متر مربعی با سه تیمار و سه تکرار، با فواصل کشت ۵۰ سانتیمتری به طول ۸ متر با شش خط از رقم آرتا با سیستم آبیاری نواری قطره ای اجرا شد. بعد از وجین و تنک، فاصله بوته ها روی خط کشت ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. تیمارها مربوط به شیوه های مدیریت برنامه ریزی آبیاری به صورت ذیل بود: برنامه ریزی آبیاری با استفاده از سامانه هوشمند (T1)؛ برنامه ریزی آبیاری با استفاده از نتایج محاسبات نیاز آبی محصول از روش پنمن مانیت و داده های سایت هواشناسی منطقه (T2) و برنامه ریزی آبیاری با استفاده از شیوه مدیریتی سنتی توسط کشاورزان (T3). تاریخ کاشت ۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۷ و برداشت در ۲۹ مهر بود. در طول دوره کشت کلیه عملیات زراعی از جمله مبارزه با آفات و بیماریها صورت گرفت همچنین به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود ازته به صورت سرک در دو مرحله استفاده گردید. همه تیمارها تا قبل از مرحله استقرار گیاه (۶-۸) برگی به طور یکنواخت آبیاری شدند. پس از اندازه گیریهای لازم و محاسبات مربوطه، زمان شروع و خاتمه آبیاری برای هر تیمار مشخص شد. در تیمار T1 با بهره گیری از سنسورهای مربوطه این امر انجام گرفت. در خصوص معرفی سیستم برنامه ریزی آبیاری هوشمند، نوع سنسورهای بکار رفته، کارخانه یا شرکت سازنده، روش و الگوریتم بکار رفته در آن می توان به دفترچه فنی آن مراجعه نمود. پایش دائمی تغییرات رطوبت خاک در منطقه ریشه، دبی ورودی به کرت و تغییرات دما و رطوبت نسبی هوا از جمله سنسورهای بودند که داده های آنان در اجرای الگوریتم از پیش در نظر گرفته شده سامانه مورد

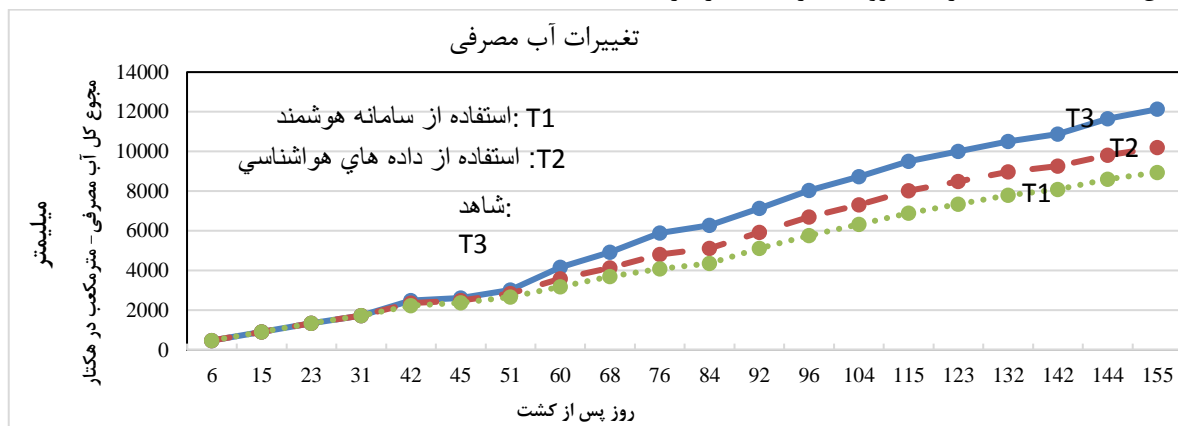


سه تیمار یکسان بود از بعد از تنک و وجین اولیه مقدار مصرف آب اختلاف نشان داد. به طوریکه در مجموع در تیمار سامانه هوشمند ۸۹۴۶، تیمار آبیاری بر اساس محاسبه نیاز آبی با استفاده از آمار هواشناسی ده سال اخیر ۱۰۱۹۴ و تیمار آبیاری با مدیریت سنتی ۱۲۱۳۰ مترمکعب در هکتار بدست آمد، که به ترتیب تیمارهای T1 و T2 حدود ۲۷ و ۱۵ درصد نسبت به مدیریت آبیاری سنتی صرفه جویی نشان دادند.

هدف اصلی نمایش دستاوردهای حاصله از اجرای سال اول تیمار برنامه ریزی آبیاری هوشمند در بهبود فاکتورهای مدیریتی مصرف آب در مزارع و نقش آن در افزایش بهره وری می باشد.

نتایج

تاثیر برنامه ریزی آبیاری بر میزان تجمعی آب مصرفی در کل دوره رشد برای هر سه تیمار در شکل ۱ نشان داده شده است. در ابتدا روند مصرف آب در هر



شکل (۱): روند تغییرات آب مصرفی کل در طول دوره رشد (شاهد T3، مدل تخمینی T2، مدل هوشمند T1)

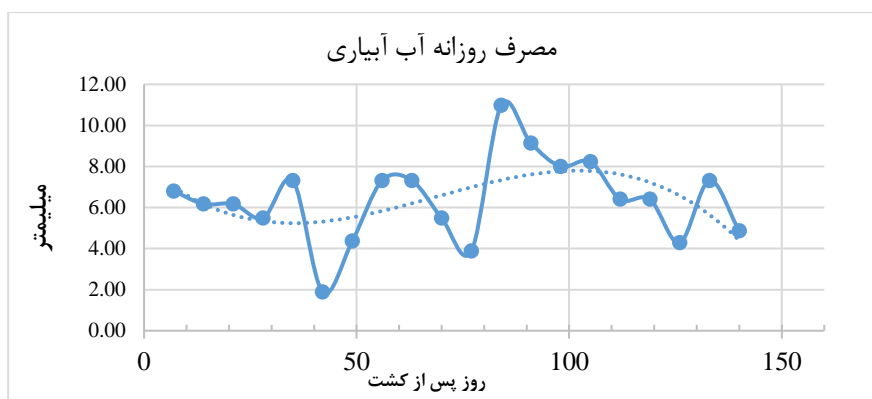
به سبب عملیات زراعی چون وجین و تنک و مبارزه با علف های هرز و وقوع حداکثر تا ۱۰ میلیمتر در روز باکم شدن دور آبیاری به سبب عملیات آب شویی و کنترل املاح در منطقه ریشه و با تشخیص سامانه بود. روند تغییرات روزانه مصرف آب در هر نوبت آبیاری برای تیمار سامانه هوشمند که در شکل ۲ آمده است به صورت مدل زیر تعریف شد:

$$Y = -0.00005 X^3 + 0.003 X^2 - 0.184 + 8.112$$

$$R^2 = 0.246$$

براساس تحقیقات مشابه ای که در خصوص شکل تابع تغییرات مصرف آب در طول دوره رشد هر محصول انجام گرفته انتظار می رفت این معادله نیز درجه دو برای چغندر قند حاصل شود اما رابطه فوق برای چغندر قند یک معادله درجه ۳ می باشد که دلیل این اختلاف می تواند عملیات زراعی ویژه این محصول در این منطقه در طول کشت باشد.

تاثیر برنامه ریزی آبیاری در تعیین میزان مصرف روزانه آب آبیاری در شکل ۲ آمده است که در آن فقط میزان آب مصرفی روزانه با مدیریت سامانه هوشمند آبیاری نمایش داده شده است. در طول ۱۵۳ روز پس از کشت این محصول و بر اساس هر نوبت آبیاری که توسط سامانه پیشنهاد می گردید، حجم آب وروی به کرت و تکرارهای مربوطه اندازه گیری شد و با تقسیم این حجم آب بر سطح ۲۴ متر مربعی کرت و بر تعداد روزهای بین هر آبیاری، میزان مصرف روزانه محاسبه شد. در طی مراحل مختلف رشد مصرف روزانه متفاوت بود به طوریکه حداقل ۲ و حداکثر ۱۰ میلیمتر در روز تغییرات داشت. البته متوسط این تغییرات بین ۶-۷ میلی متر در روز بود. هر چند سامانه تشخیص اعمال آبیاری را در همین حدود متوسط هشدار می داد، اما وقوع حداقل ۲ میلیمتر در روز با زیاد شدن دور آبیاری



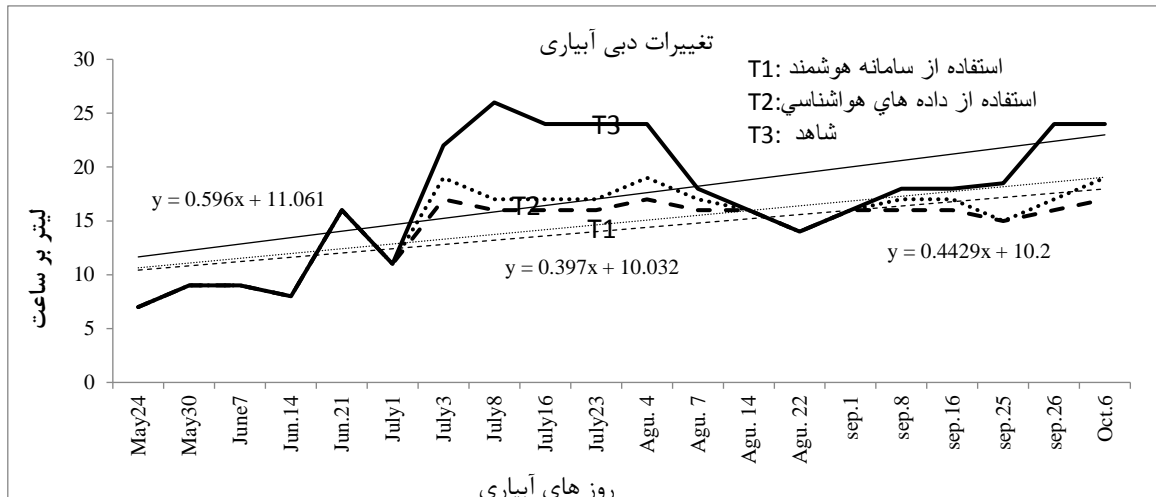
شکل (۲): تغییرات مصرف روزانه آب آبیاری (میلی متر) در تیمار سامانه هوشمند

(1979) و Lemert بیان داشتند جهت جلوگیری از بسته شدن روزنه های گیاه چغندر قند، سطح رطوبت خاک باید بالای نصف یا حداقل یک سوم کل آبخواب دسترس گیاه باشد. در آن تحقیق مصرف آب در اوج زمان مصرف را بین ۶-۹ میلی متر در روز بیان شد که البته به اقلیم منطقه نیز وابسته بود. اندازه گیری های دوره ای حجم آب ورودی و پایش رطوبت خاک در هر آبیاری (شکل ۴) باعث کاهش یک ساعت در مدت آبیاری تیمارهای T1 نسبت به دو تیمار دیگر گردید. با توجه به اصلاحاتی که در شیفت بندی شبکه توزیع آب بر اساس نتایج اندازه گیری پیوسته دبی خروجی از قطره چکان ها و حجم آب ورودی انجام گردید، کاهش ساعات آبیاری مطابق با شکل ۴ و دبی خروجی مطابق با شکل ۳ تغییر کرد. این اصلاحات بخشی از فرآیند مدیریتی در مصرف آب در مزارع بوده که با کمک این سامانه به خوبی عملیاتی شد و بطور کلی خارج از فرآیند تعریف شده در طرح آزمایشی اولیه بودند و در این مقاله

میزان دبی ورودی به کرت در هر تیمار در شکل ۳ و تغییرات ساعات آبیاری در شکل ۴ ارائه شده اند. متوسط دبی ورودی در کل ۲۰ آبیاری برای هر تیمار برابر ۱۷/۳، ۱۴/۸ و ۱۴/۲ لیتر بر ساعت به ترتیب برای T1، T2 و T3 می باشد. همچنین متوسط ساعات آبیاری در کل آبیاری ها برای هر تیمار برابر ۸/۳، ۹/۱ و ۹/۳ ساعت به ترتیب برای T1، T2 و T3 می باشد. با مقایسه شکل ۱ و این دو شکل، صرفه جویی ۲۷ درصدی در سامانه شامل دو بخش ۱۰ درصد به دلیل کاهش مدت زمان آبیاری و حدود ۱۷ درصد به دلیل تنظیم دبی ورودی به کرت های آزمایش توسط سامانه هوشمند آبیاری می باشد. به عبارت دیگر در این تحقیق نشان داده شد که استفاده از سامانه هوشمند در ارزیابی و برنامه ریزی آبیاری باعث رعایت مدت آبیاری و دبی ورودی شبکه توزیع شد که در نهایت میزان ۲۷ درصد صرفه جویی در آب را در پی داشت. یک سوم آن مربوط به رعایت ساعت آبیاری و دو سوم باقی مانده مربوط به تنظیم دبی شبکه توزیع آب می باشد. در آزمایشی که Mansoori et al, (2017) در کرج بر روی این محصول انجام دادند، ۱۱۲۷۰ مترمکعب در هکتار مصرف مناسب آب بیان شد. شریفی و دهقانیان (۱۳۹۳) در استفاده از سیستم آبیاری بارانی تک شاخه ای به درجه دو بودن رابطه بین عیار قند و میزان آب مصرفی دست یافتند و بیان کردند که با مقدار مصرف ۱۱۰۰ میلی متر آب آبیاری به افزایش توام عملکرد ریشه و عیار قند می توان دست یافت. Ehlig

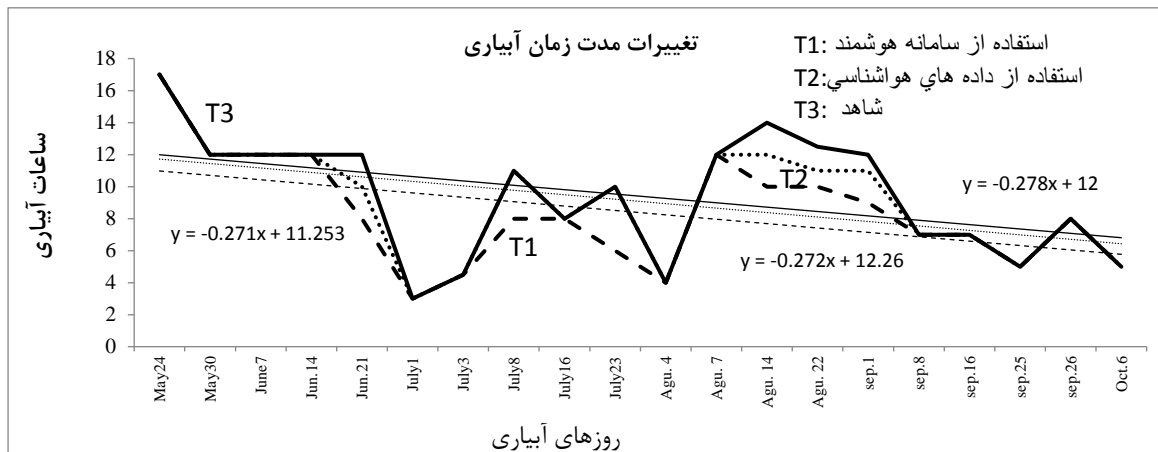
تافته و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند جهت بهبود راندمان آبیاری تا حدود ۴۵ درصد در مزارع با آبیاری نواری، تنظیم دبی ورودی و تعیین زمان مناسب نقش اساسی خواهند داشت

به طور مجزا گزارش شدند. در تیمار شاهد علاوه بر افزایش دبی در ابتدای کشت همواره دبی قطره چکان ها روند صعودی داشت اما در تیمار سامانه هوشمند دبی اولیه و تغییرات آن نسبت به شاهد کمتر مشاهده شد. دلیل این امر مربوط به طراحی شبکه توزیع آب بود که تیمار شاهد مستقیماً به لوله اصلی متصل شده بود.



شکل (۳): روند تغییرات دبی ورودی به هر تیمار (شاهد T3، مدل تخمینی T2، مدل هوشمند T1) در هر آبیاری

شکل (۴): روند تغییرات مدت زمان آبیاری در هر تیمار (شاهد T3، مدل تخمینی T2، مدل هوشمند T1) در هر آبیاری



زراعت و تاثیرات تغییرات اقلیمی، لازم و ضروری است (FAO, 2017). مدیریت صحیح و دقیق آبیاری یکی از عوامل اثر گذار بر مدیریت زراعی و نهایتاً عملکرد همراه با بهره وری مصرف آب بالا خواهد بود (Jabro et al., 2012). ارتقا بهره وری مصرف آب نه تنها باعث افزایش راندمان مصرف می گردد بلکه باعث به حداقل رساندن اثرات سوء محیط زیست هم خواهد شد. هر

مناسبترین شاخص در مقایسه بین عملکرد هر شیوه مدیریتی بررسی بهره وری مصرف آب یا (CWP) میباشد. تعریف فائو از این شاخص در سال ۲۰۱۷ عبارت است از ارزش اقتصادی و بیو فیزیکی که از مصرف یک واحد آب در تولید محصولات کشاورزی بدست می آید. بهبود در شاخص بهره وری آب به دلیل افزایش رقابت منابع آبی محدود، افزایش تقاضا برای

در ایران است. همچنین برای بهبود کارایی مصرف آب بکارگیری سیستم های نوین آبیاری، مدیریت آبیاری به خصوص در مرحله جوانه زنی و اواخر دوره رشد گیاه و استفاده به موقع از سایر نهاده ها ضروری می باشد. در آن تحقیقا توجه به متوسط عملکرد ریشه و شکر در سال های ۹۲-۹۴ به ترتیب ۴۸ و ۸/۳ تن در هکتار، به ازای هر متر مکعب آب آبیاری میزبان ۲/۱ کیلوگرم ریشه چغندر قند و ۰/۳۶ کیلوگرم شکر در ایران گزارش شد. این در حالی است که قبلا نیاز آبی چغندر قند حدود ۹۱۰۰ مترمکعب در هکتار اعلام شده بود و با در نظر گرفتن راندمان ۴۰ درصد این میزان تا ۲۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار می تواند افزایش یابد. میزان این شاخص در سطح جهان به طور میانگین ۸ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی برای گیاه چغندر قند مطرح شده است (Doorenbos, (1979) & Kassam).

نتیجه گیری

رابطه ارائه شده در شکل ۲ روند تغییرات مصرف آب روزانه در هر آبیاری را با دو نقطه شکستگی توصیف می نماید که حداقل آن در دوره رشد سبزی و حداکثر آن در اواسط رشد اتفاق افتاده اند. دلیل این امر عدم بارش های بهار در منطقه مورد مطالعه بود که منجر به اعمال دو آبیاری اولیه جهت تسریع در جوانه زنی شد. بنابراین در صورت تامین این آب از بارش های بهار، منحنی شکل ۲ تنها دارای یک نقطه اوج آن هم در مرحله سوم رشد یا رشد ریشه (پوشش کامل برگ تا شروع رسیدگی) خواهد بود. به دلیل بالا بودن سطح برگ و حجیم شدن ریشه در این مرحله از رشد هم زمانی آن با بیشترین تبخیر و تعرق روزانه، چغندر قند بیشترین نیاز آبی را دارد می باشد.

در مراحل چهار گانه رشد متوسط آب مصرفی روزانه در این آزمایش در تیمار T1 بین ۲ تا ۱۰ با متوسط ۷ میلیمتر بدست آمد. میزان ۲ میلیمتر تقریبا اوائل مرحله توسعه برگ (مرحله دوم رشد) بود. محققین موسسه البرتا در سال ۲۰۱۲، دامنه تغییرات مصرف روزانه آب در گیاه چغندر قند را از ۰/۱ میلیمتر (ظهور اولیه گیاهچه) تا ۸ میلیمتر (سایه انداز

چند دلیل وقوع بیماری نماتد کاهش چشمگیری در عملکرد کلیه تیمارها و تکرارها مشاهده شد، ولی جهت تعیین بهره وری مصرف آب هر سه تیمار از آن استفاده گردید. در تیمارهای T1، T2 و T3 به ترتیب شاخص بهره وری مصرف آب بر اساس عملکرد ریشه ۳/۴۶، ۲/۲۵ و ۲/۰۷ کیلوگرم به ازاء هر متر مکعب آب بر اساس عیار قند ۰/۶۹، ۰/۴۴ و ۰/۳۸ کیلوگرم شکر به ازاء هر متر مکعب آب بدست آمد. این تیمارها به ترتیب میزان ۸۹۴۶، ۱۰۱۹۴ و ۱۲۱۳۰ مترمکعب در هکتار آب مصرف کرده اند.

شاخص بهره وری مصرف آب بر اساس عملکرد ریشه در تیمار مدیریت آبیاری با سامانه هوشمند نسبت به دو تیمار T2 و T3 به ترتیب ۳۴ و ۴۰ درصد افزایش داشت. با توجه به عیار ۱۹/۳۸ در تیمار T1 و ۱۹/۵۱ در تیمار T2 و ۱۸/۱۶ در تیمار T3، درصد افزایش این شاخص بر اساس عیار قند در تیمار سامانه نسبت به دو تیمار دیگر به ترتیب ۴۴ و ۳۶ درصد مشاهده گردید. زارع ابیانه و همکاران (۱۳۹۴) با تحقیقی ۴ ساله در همدان نشان دادند در چغندر قند با متوسط نیاز آبی ۸۷۵۹ مترمکعب در هکتار، بهره وری مصرف آب به ترتیب بر اساس عملکرد ریشه و عملکرد قند ۴/۱ و ۲ کیلوگرم بر مترمکعب بدست خواهد آمد. جوزی و زارع ابیانه (۱۳۹۴) در آزمایشی دیگر با مصرف ۹۰۴۸ متر مکعب در هکتار که ۸۵ درصد کل آب مصرفی بود بیشترین میزان شاخص بهره وری را ۵/۰۱ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آوردند.

Dunham, (1993) شاخص بهره وری برای کل ماده خشک را بین ۲/۱-۶/۸ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی تخمین زد. این دامنه ی زیاد نشان دهنده تغییر اقلیم در زمان تبخیر و تعرق می باشد و این حقیقت که ارزش شاخص بهره وری بر اساس پارامتر اقلیم توصیف نشده است. محمدیان (۲۰۱۵) با بیان بسته پیشنهادی به چغندرکاران جهت ارتقا بهره وری مصرف آب پیشنهاد دادند که فاصله گرفتن از آبیاری و تغییر شیوه کشت، راهکار اصولی ارتقای بهره وری آب در کشت چغندر قند



های آزمایشی پس از اتمام اجرای دوساله آن منتشر خواهد شد.

صرفه جوی ۲۷ درصدی در مصرف آب حاصله از این تحقیق می تواند دلیل مناسبی بر رعایت مدیریت مناسب در برنامه ریزی آبیاری باشد. بنابراین در قدم اول توصیه اکید بر تنظیم آبیاری ها بر اساس یک برنامه منظم و زمانبندی مناسب است. از آنجا که دو سوم از این میزان صرفه جو در پی پایش و تنظیم دبی شبکه توزیع حاصل گردید لذا توصیه می شود از روش های برنامه ریزی در آبیاری ها استفاده شود که اندازه گیری دبی ورودی به مزارع از ارکان اساسی آن باشد.

پایش دائم این فاکتور علاوه بر اینکه نقش کلیدی در برنامه ریزی آبیاری دارد در ارزیابی چگونگی توزیع شبکه نیز کاربرد دارد. همچنین در شیف بندی و استقرار سیستم های آبیاری نواری نیز نقش مهمی داشته و در این تحقیق یک سوم باقی مانده از صرفه جوی تحت تأثیر غیر مستقیم این عامل بود. این نتیجه تا حدی قابل انتظار بود چرا که یک برنامه ریزی آبیاری شامل سه رکن ساعت، دور و عمق آب آبیاری که هر سه در ارتباط با یکدیگر می باشند. اما کمی شدن نقش هر یک در برنامه آبیاری مزرعه چغندر از نتایج حاصله از این تحقیق بود.

بهره گیری از یک مدیریت یکپارچه که شامل پایش دائم رطوبت خاک، تبخیر تعرق واقعی گیاه و دبی عبوری به مزرعه است، آخرین توصیه در دستیابی به این چنین مقادیر صرفه جوی است. شاید اندازه گیری این گونه عوامل در عمل کمی مشکل باشد اما در سال های اخیر با توسعه نسل های جدیدی از سامانه های هوشمند در برنامه آبیاری این امر به سادگی امکان پذیر شده است.

کامل گیاهی گزارش کردند. بنابراین شاید بتوان این گونه نتیجه گرفت که نیاز آبی خالص و میزان آب مصرفی در اوائل دوره رشد این محصول به دلیل شرایط عملیات زراعی و اقلیمی منطقه مورد کشت می تواند اختلاف معنی داری نسبت به یکدیگر داشته باشد. رحیمیان (۱۳۹۵) نشان داد حداکثر نیاز خالص آبیاری روزانه چغندر قند در اواخر تیر ماه حدود ۹ میلیمتر در روز در مشهد می باشد. فرزام نیا و همکاران (۱۳۸۷) نیز میزان ۷ میلیمتر در روز نیاز روزانه آبیاری در چغندر قند را بیان کردند.

با توجه به شوری بیش از ۲ دسی زیمنس بر سانتی متر مربع آب مصرفی این تحقیق و مشاهده تجمع املاح در عصاره اشباع خاک تا ۹ دسی زیمنس بر متر مربع، کاهش حجم آب آبیاری صورت گرفت که در این شرایط باعث نفوذ کمتر املاح به لایه های زیرین شد و کاهش خطرات زیست محیطی در خاک خواهد شد. این شوری یکی از عوامل مهم در کاهش عملکرد این محصول در تمامی تیمارها شد. بنظر می رسد که رقم آرتا توان مقاومت به شوری آب را نداشته و همراه با وقوع بیماری نماتد افزایش قابل توجه ای در عملکرد مشاهده نشد. اما مطلب قابل توجه این است که در فرآیند مقایسه این شرایط برای تمامی تیمارها یکسان بود اما میزان مصرف آب در تیمار آبیاری هوشمند نسبت به بقیه کاهش قابل توجه ای داشت. بنابراین شاید بخش عمده ای از بهبود بهره روری مصرف آب در این تیمار بدلیل نقش مثبت برنامه ریزی آن در کنترل شوری خاک و انطباق مناسب میزان مصرف آب با نیاز خالص این محصول باشد. تمامی این مباحث باعث شد که این مقاله به گونه ای متفاوت تر از طرح آزمایشی ارائه گردد و نتایج کامل از مقایسه آماری تیمارها را به فرمت روند تحلیلی طرح

تشکر و قدردانی

این پروژه تحقیقاتی با تصویب توسط موسسات تحقیقاتی فنی و مهندسی و اصلاح و تهیه بذر چغندرقدند، در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس - زرکان به اجرا در آمد که بدینوسیله از واحدهای فوق جهت همکاری و توصیه های ارزشمند تشکر و قدردانی می نمایم.

منابع

- تافتة، آ.، م.، ر. امداد و س. غالبی. ۱۳۹۶. تعیین مناسبترین شرایط آبیاری نواری به منظور افزایش راندمان کاربرد آب با استفاده از فرمول SRFR. مجله مهندسی آبیاری و آب ایران، سال هشتم، شماره ۲، ص ۲۱۰-۲۰۰
- جوزی، م. و ح. زارع ابیانه. ۱۳۹۴. شاخص های بهره وری و کارایی مصرف آب چغندرقدند تحت سطوح مختلف آب و کود نیتروژنه. نشریه حفاظت آب و خاک. جلد ۲۲، شماره ۵، ۱۱۷-۱۳۳
- حیدری، ز.، م. فراستی و ر. قبادیان. ۱۳۹۷. بررسی اثر دبی بر الگوی خیس شده تحت آبیاری قطره ای سطحی و شبیه سازی با مدل HYDRUS-2D. مجله مهندسی آبیاری و آب ایران، دوره ۸، شماره ۴، ص ۱۴۴-۱۳۲.
- رحیمیان، م. ح. ۱۳۹۵. نیاز آبی و برنامه ریزی آبیاری چغندرقدند (مطالعه موردی در مشهد). نشریه فنی شماره ۵۴۹، ص ۱۴.
- زارع ابیانه، ح. م. آرام و س. اخوان. ۱۳۹۴. ارزیابی حجم آب مبادلاتی محصولات عمده زراعی استان همدان. مجله پژوهش آب ایران جلد ۳، شماره ۳، ص ۱۵۱-۱۶۱.
- شاهرخ نیا، م.ع.ا.، زارع و ح. دهقانی سانج. ۱۳۹۴. مقایسه ابزارهای مختلف برنامه ریزی آبیاری قطره ای مرکبات در خاک با بافت متوسط و سنگین. مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۳(۹): ۴۴۸-۴۵۸.
- شریفی، م. و س.ا. دهقانیان. ۱۳۹۳. بررسی عملکرد ریشه و عیار قند هیبریدهای جدید چغندرقدند در شرایط کم آبیاری و آبیاری بهینه. مجله علمی پژوهشی چغندرقدند. شماره ۲، دوره ۳۰، ص ۱۹۳-۲۰۵
- صدرقاین، ح. ۱۳۹۱. اثر سامانه آبیاری قطره ای نواری بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقدند. مجله پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۲۶، شماره ۳، ص ۲۷۵-۲۸۸.
- فرزام نیا، م.، ق. زارعی و د. درویشی. ۱۳۸۷. مدیریت کم آبیاری چغندرقدندبا استفاده از روش قطره ای - نواری (Tape). نشریه فنی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی شماره ۱۲، ۲۰ ص.
- کوچکی، ع. و م. خواجه حسینی. ۱۳۹۵. زراعت کم آب در ایران: راهبردها و کاربردها. نشر جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد. ۶۱۶ ص.
- محمدیان، ر. و ج. باغانی. ۱۳۹۶. آبیاری قطره ای - نواری در زراعت چغندرقدند. نشریه ترویجی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۲۷ ص.

Abolpour, B. 2018. Realistic valuation of crop water productivity for sustainable farming of wheat in Kamin region, fars province farm. Agricultural Water Management, 195:94-103



Deng X.P., L. Shan, H. Zhang and N.C. Turner. 2006. Improving agricultural water use efficiency in arid and semiarid areas of China-Agricultural. Water Management, 80(1):23-40.

Doorenbos, J. and A.H. Kassam. 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage paper. 1979; No.33. Rome, FAO.

Dunham, R.J. 1993. Water use and irrigation. In Cook, DA. & Scott, RK., eds, The sugar beet crops: science into the practice Chapman and Hall, pp 279-309.

Ehlig CF. and RD. Lemert. 1979. Water use and yields of sugar beet over a range from excessive to limited irrigation. Soil Science Society American Journal, 43:403-407.

FAO. 2017. Food and agriculture organization of the united nation. Emerging practices from Agricultural water management in Africa and the near East. 2017; 13p.

Ghinassi, G., A. Giacomini and E. Polil. 2003. Irrigation management at field level: Tensiometer utilization for performance control. Department of Agriculture and Forestry Engineering, University of Florence, Italy.

Jabro JD., WM. Lversen, RG. Evans and WB. Stevens. 2012. Water use and water productivity of sugar beet, Malt barley and Potato as affected by irrigation frequency. Agronomy Journal, 104(6):1510-1521.

Mansouri M, H. Babazadeh, M.R. Emdad and D. Taleghani. 2017. Effect of deficit irrigation management on qualitative and quantitative yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Karaj, Iran. Applied Ecology and Environmental Research. 16(1): 455-466

Sahin U, S. Orsi, FM. Kiziloglu and Y. Kuslu. 2014. Evaluation of water use and yield responses of drip-irrigated sugar beet with different irrigation techniques. Chilean Journal of Agricultural Research, 74(3): 302 – 310.

Topuk R, S. Suheri and B. Acar. 2011. Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet yield, quality and water use efficiency in middle Anatolian, Turkey. Irrigation Science, 29:79-89

www.Agricultur.Alberta. Co. Irrigation scheduling for sugar beet in southern Alberta. 2012.

www.iribnews.ir/fa/news/1304785. Mohamadian R. 2015.



Intelligent management of Irrigation Planning on Increasing the Water Use Productivity in Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.)

Behroz Abolpour¹ Mastaneh Sharifi², Mohsen Bazrafshan³, Mohammad Hadi Jorenush⁴

Abstract

Irrigation scheduling is an important step in optimizing agricultural water use management and has been recommended in the previous studies. Since smart models play an important role in irrigation planning on the water use management of on farms, it has this aimed study that is investigated the effects of such models on sugar beet water consumption at Zarghan-Fars Agricultural Research Station from 2018 to 2019. Here was conducted with three treatments and three replications in a randomized complete block design, in which treatments were included three approach of scheduling irrigation such as: intelligent system (T1), database of crop water requirements is that obtained from calimetological station (T2), and farmers traditional management (T3). Their replicates were covered 6 lines of Arta variant sugerbeet with 8 meter length that irrigated via the Tipe irrigation system. The results reveal that the amount water for irrigation in T1 and T2 treatments were about 27% and 15% less than traditional irrigation management, respectively, whereas the average daily water use in T1 treatment was about 7mm that varied from 2 to 10 mm/day during different stages of growth, such that was lowest water use compared to the other treatments. The accumulation annually water use in treatments of 8946, 10194 and 12130 (m³/ha) respectively for T1, T2 and T3 showed a 27% of the saving water in the intelligent system comparing with the control treatment, in which it was included two parts such as 10% due to decreasing the irrigation time and about 17% due to improving the discharge setting in the experimental plots. The results of research has been shown that the duration of irrigation and the input of distribution network would controled by using the intelligent system for estimating and planning irrigation. The tracked measurements of amount water use and soil moisture for each irrigation caused the improving the distribution system management resulting in decreasing one hour of irrigation time in T1 compared to the other treatments. In T1, T2 and T3 treatments, Crop water productivity (CWP) based on the root yield were 3.46, 2.25 and 2.7 kg per cubic meter, and based on sugar content were 0.69, 0.44 and 0.38 kg sugar per cubic meter.

Keybords: Crop Water Productivity, Irrigation Management and Schudiling ,Sugar beet,

¹ Research Instructor Sugar Beet Research Department, Agricultural and Natural Resource Research and Education Center of Shiraz, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Fars, Iran, sharifi_m2002@yahoo.com

² Assistant Sugar Beet Research Department, Agricultural and Natural Resource Research and Education Center of Shiraz, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Fars, Iran, bazrafshanmohsen@yahoo.com

³ Assistant Sugar Beet Research Department, Agricultural and Natural Resource Research and Education Center of Shiraz, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Fars, Iran, bazrafshanmohsen@yahoo.com

⁴ Research Instructor, Agricultural and Natural Resource Research and Education Center of Shiraz, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Fars, Iran

Extended Abstract

Research Paper

Intelligent management of Irrigation Planning on Increasing the Water Use Productivity in Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.)

Behroz Abolpour¹, Mastaneh Sharifi², Mohsen Bazrafshan³ Mohammad Hadi Jorenuh⁴

¹Research Instructor Sugar Beet Research Department, Agricultural and Natural Resource Research and Education Center of Shiraz, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Fars, Iran, sharifi_m2002@yahoo.com

²Assistant Sugar Beet Research Department, Agricultural and Natural Resource Research and Education Center of Shiraz, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Fars, Iran, bazrafshanmohsen@yahoo.com

³Assistant Sugar Beet Research Department, Agricultural and Natural Resource Research and Education Center of Shiraz, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Fars, Iran, bazrafshanmohsen@yahoo.com

⁴Research Instructor, Agricultural and Natural Resource Research and Education Center of Shiraz, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Fars, Iran



10.22125/IWE.2022.192186.1192

Received:

04. January.2020

Accepted:

May 6, 2020

Available online:

10. January.2022

Keywords: Crop Water Productivity, Irrigation Management and Schudiling, Sugar beet

Abstract

Irrigation scheduling is an important step in optimizing agricultural water use management and has been recommended in the previous studies. Since smart models play an important role in irrigation planning on the water use management of on farms, it has this aimed study that is investigated the effects of such models on sugar beet water consumption at Zarghan-Fars Agricultural Research Station from 2018 to 2019. Here was conducted with three treatments and three replications in a randomized complete block design, in which treatments were included three approach of scheduling irrigation such as: intelligent system (T1), database of crop water requirements is that obtained from calimetological station (T2), and farmers traditional management (T3). Their replicates were covered 6 lines of Arta variant sugerbeet with 8 meter length that irrigated via the Tipe irrigation system. The results reveal that the amount water for irrigation in T1 and T2 treatments were about 27% and 15% less than traditional irrigation management, respectively, whereas the average daily water use in T1 treatment was about 7 was that varied from 2 to 10 mm/day during different stages of growth, such that was lowest water use compared to the other treatments. The accumulation annually water use in treatments of 8946, 10194 and 12130 (m³/ha) respectively for T1, T2 and T3 showed a 27% of the saving water in the intelligent system comparing with the control treatment, in which it was included two parts such as 10% due to decreasing the irrigation time and about 17% due to improving the discharge setting in the experimental plots. The results of research has been shown that the duration of irrigation and the input of distribution network would controled by

using the intelligent system for estimating and planning irrigation. The tracked measurements of amount water use and soil moisture for each irrigation caused the improving the distribution system management resulting in decreasing one hour of irrigation time in T1 compared to the other treatments. In T1, T2 and T3 treatments, Crop water productivity (CWP) based on the root yield were 3.46, 2.25 and 2.7 kg per cubic meter, and based on sugar content were 0.69, 0.44 and 0.38 kg sugar per cubic meter.

1. Introduction

The potential crop water requirement or pure water demand whose yield is 100 percent as one of the basic factors to define the water use efficiency in crops productions is applied. There is also trying proper irrigation management with increasing the systemic efficiency of irrigation networks results in the same amount of potential crop water requirement for irrigation depth on the farm. In other words, if equal to the potential crop water requirement can be used in each irrigation with careful and intelligent planning, there will not be much difference between pure and gross water needs. Abolpour 2018 explained how to calculate the management coefficient in the sustainability of water demand and supply sources in the Pasargad region in Fars province. Its study results observed that the most important difference in the water use efficiency between the region and global values not only depends on climate change but also on how much water is available to users and how they manage water consumption. The intelligent management methods of irrigation scheduling could thus be played an important role in the sustainability of water resources on sugar beet farms. The purpose study was to investigate the effect of such schedule models on sugar beet water use, where was used the methods of measuring water use flow along with continually monitoring soil moisture (based on the volume of water stored in the soil). Measurement data obtained from relevant sensors formed the intelligent irrigation scheduling whose effectiveness on the water use efficiency was evaluated.

2. Materials and Methods

This study was conducted in the complete randomized blocks (24 m²) with three treatments and three replications, which each planting area (replications) included the six lines of Arta cultivar with distances of 50 cm and length of 8 m and irrigated by drip strip system. The treatments related to irrigation planning management methods included as follows: using intelligent system (T1), using the results of water requirement estimations based on the Penman-Monteith method and the meteorological station data (T2), and using traditional management method by farmers (T3). The planting date was apprial 20, 2019, and the harvest was October 20. The planting date was May 10, 2018, and the harvest was October 20. The time of start and stop irrigation for each treatment was determined after necessary measurements and relevant calculations, whereas this process for treatment No. 1, using the relevant sensors was done. In treatment No. 2, the daily crop evapotranspiration rate was estimated based on the regional meteorological station data, e.g., temperature and humidity, wind speed and direction, and radiation. Here, irrigation was started where the estimated evapotranspiration summation had more than the critical level (based on the water consumption pattern national document), resulting in the irrigation depth equaled to this summation. In treatment No. 3, irrigation was started and stopped following the management plan of a leading farmer of the region who used the Class A evaporation pan for the sum of daily evaporation. The water use values were measured from an intelligent flow-meter for each repetition irrigation of each treatment. Measuring the water consumption parameters and yield resulted in determining the management indicators such as water use efficiency that have been utilized in the performed analyzes to compare the results of the treatments in Excel and SAS software.

3. Results

The effect of scheduling on irrigation shows a direct relationship between the amounts of daily water use with the management of an intelligent irrigation system. During 153 days after planting, the intake water of each plot-repetition was measured based on each irrigation period suggested by this system.

The daily water use was variable for growth in different stages where changed from 2 to 10 mm per day. The irrigation system had warned within an average of this range, but here resulted in this range due to delay or hurry up the irrigation due to the agricultural operations like weeding and thinning and weed control or the salt control operations at soil layer.

4. Discussion and Conclusion

The accumulation annual water use for T1, T3, and T2 was 8946, 10194, and 12130 m³/ha, respectively. The average inlet flow rate for a total of 20 irrigations for each treatment is 17.3, 14.8, and 14.2 liters per hour for T1, T2, and T3, respectively. Also, the average irrigation hours in total irrigations for each treatment are 8.3, 9.1, and 9.3 hours for T1, T2, and T3, respectively. The 27% savings for the first treatment included two parts of 10%, due to the reduction at irrigation time, and about 17%, due to the inflow regulation into the test plots, resulting from the intelligent irrigation system. The average daily water use in T1 was about 7, where it has varied from 2 to 10 mm/day during different growth stages such that was the lowest water use compared to the other treatments. A 27% saving in water use from this study can be a good reason to observe proper management in irrigation planning; thus there is strongly recommended to adjust each irrigation based on a regular and appropriate schedule. A 27% saving in water use from this study can be a good reason to observe proper management in irrigation planning; thus there is strongly recommended to adjust each irrigation based on a regular and appropriate schedule. Since two-thirds of this saving was obtained due to monitoring and regulating the distribution network discharge, there is recommended to use irrigation schedule methods whose measuring the on-farm inflow is one of its basic parameters. Simultaneous tracking in the measurement of water use amount and soil water content at each irrigation could be resulted in improving the distribution system management, e.g., in decreasing one hour of irrigation time in T1 compared to the other treatments.

5. Six important references

1. Abolpour, B. 2018. Realistic valuation of crop water productivity for sustainable farming of wheat in Kamin region, fars province farm. *Agricultural Water Management*, 195:94-103.
2. Mansouri M, H. Babazadeh, M.R. Emdad and D. Taleghani. 2017. Effect of deficit irrigation management on qualitative and quantitative yield of sugar beet (*Beta vulgaris L.*) in Karaj, Iran. *Applied Ecology and Environmental Research*. 16(1): 455-4663. Sahin U, S. Orsi, FM. Kiziloglu and
3. Y. Kuslu. 2014. Evaluation of water use and yield responses of drip-irrigated sugar beet with different irrigation techniques. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 74(3): 302 – 310 Conflict of Interest
4. Topuk R, S. Suheri and B. Acar. 2011. Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet yield, quality and water use efficiency in middle Anatolian, Turkey. *Irrigation Science*, 29:79-89
5. Jabro JD., WM. Lversen, RG. Evans and WB. Stevens. 2012. Water use and water productivity of sugar beet, Malt barley and Potato as affected by irrigation frequency. *Agronomy Journal*, 104(6):1510-1521.
6. Deng X.P., L. Shan, H. Zhang and N.C. Turner. 2006. Improving agricultural water use efficiency in arid and semiarid areas of China-Agricultural. *Water Management*, 80(1):23-40.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.