

مقاله علمی - پژوهشی

پایش تغییرات مقدار و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم نیشکر در مزارع شرکت کشت و صنعت دهخدا

مسعود آل کثیر^۱، منا گلابی^{۲*}، عبدعلی ناصری^۳ و محمد الباجی^۴

چکیده

آبیاری در مناطق گرم و خشک امری است اجتناب‌ناپذیر و اغلب راهبردهای آبیاری در مناطق فاریاب به‌صورت دور ثابت و عمق آب آبیاری متغیر یا دور متغیر و عمق آب آبیاری ثابت است. در سال‌های اخیر به دلیل شرایط اقلیمی و منطقه‌ای مربوط به تخصیص آب در مزارع شرکت کشت و صنعت نیشکر دهخدا، راهبرد دور و عمق آب آبیاری متغیر اعمال شده است. بدین منظور، پژوهش حاضر برای تعیین مناسب‌ترین دور و عمق آب آبیاری در این کشت و صنعت در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۹-۱۴۰۱ انجام شد. با توجه به کشت واریته‌های مختلف نیشکر در این شرکت، سه واریته CP69-1062، CP73-21 و IRC-99 که به ترتیب بیشترین سطح زیر کشت را دارا می‌باشند، انتخاب شد. بدین ترتیب که در مزرعه ۲۳ هکتاری به‌صورت تصادفی در این سه سال انتخاب و تحت بررسی قرار گرفت. شش، سه و یک مزرعه به ترتیب از رقم‌های CP69-1062، CP73-21 و IRC-99 در نظر گرفته شد. دور و عمق آب آبیاری از ماه خرداد تا شهریور که در برگیرنده‌ی ۸۰ درصد رشد گیاه و بخش اعظمی از نیاز آبی گیاه است، اعمال شد. همچنین عملکرد و اجزای عملکرد شامل ارتفاع گیاه، تعداد ساقه در هکتار، درصد پل، بریکس و درصد شکر سفید تعیین و برای مزارع مورد پایش در ارقام مختلف به روش آماری t-test مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد خصوصیات کمی نیشکر بین سه سال مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌دار داشت ($P\text{-value} \leq 0.01$). عملکرد نیشکر در سال‌های دوم و سوم به ترتیب ۶۶ و ۸۲ درصد نسبت به سال اول کاهش یافت ($P\text{-value} \leq 0.01$). خصوصیات کیفی نیشکر مانند درصد پل، بریکس، خلوص و درصد شکر سفید در سال دوم نسبت به سال اول به ترتیب ۲۵، ۱۸، ۹ و ۲۹ درصد کاهش داشت ($P\text{-value} \leq 0.01$) ولی مقادیر این پارامترها در سال سوم نسبت به سال نخست اختلاف معنی‌دار نداشت. مقدار آب آبیاری در سال سوم به‌طور متوسط ۱۰۸۱۴ مترمکعب در هکتار نسبت به سال اول کاهش یافت. این مقدار در سال دوم ۱۱۳۲۹ مترمکعب در هکتار بود. این در حالی است که نیاز آبی نیشکر در سال دوم و سوم به ترتیب ۱۱/۰ و ۱۱/۴ درصد نسبت به سال نخست افزایش داشت. تغییرات مقدار آب آبیاری بین تیمارهای مختلف در سال نخست تا سوم به ترتیب ۸۹۳۳، ۸۰۵۹ و ۶۳۳۱ مترمکعب در هکتار بود لیکن این اختلاف مقادیر، تفاوتی در عملکرد کمی و کیفی نیشکر نشان نداد. احتمالاً علت آن افزایش دور آبیاری در سال‌های دوم و سوم باشد زیرا متوسط دور آبیاری در سال‌های اول تا سوم به ترتیب ۸، ۱۳ و ۱۸ روز بود؛ بنابراین، برای افزایش عملکرد کمی و کیفی، در ماه‌های خرداد تا شهریور، حداقل مقدار آب آبیاری در سال ۲۸۰۰۰ مترمکعب در هکتار با دور آبیاری متوسط ۹ و حداکثر ۱۱ روز پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آب آبیاری، بهره‌وری آبیاری، راهبرد آبیاری، دور آبیاری

مقدمه

نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) از خانواده گرامینه یکی از مهم‌ترین گیاهان صنعتی راهبردی در بسیاری از کشورهای جهان به شمار می‌رود (سنجایی فر و همکاران، ۱۳۹۸). سطح زیر کشت نیشکر در جهان حدود ۲۷ میلیون هکتار در بیش از ۹۰ کشور جهان و با متوسط عملکرد ۷۰ تن تخمین زده شده است (Wang *et al.*, 2020). این گیاه محصولی مهم در جهان است و محصولات جانبی متعددی از آن تولید می‌گردد (Gunarathna *et al.*, 2018). این محصولات جانبی منابع ورودی به سایر صنایع

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
^۲ دانشیار، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران (* نویسنده مسئول: ایمیل: m.golabi@scu.ac.ir)
^۳ استاد، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
^۴ دانشیار، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۵

راهبردهای مختلف آبیاری، همانند سایر محصولات کشاورزی، روی عملکرد نهایی نیشکر نیز اثر دارد. با توجه به اینکه علاوه بر شکر تولیدی، کیفیت آن نیز مهم است، مطالعه‌ی مدیریت آبیاری در شرایط واقعی از اهمیت زیادی در تولید شکر برخوردار است. تاکنون تحقیقات مختلفی برای مقایسه‌ی استراتژی‌های مختلف آبیاری در مزارع نیشکر انجام شده است. بینگاردو و همکاران (۲۰۱۷) به مقایسه مدیریت آبیاری در دو روش قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر میزان آب کاربردی نیشکر با در نظر گرفتن تغییرات عملکرد پرداختند. این محققان نشان دادند که مصرف آب در روش قطره‌ای زیرسطحی بین ۱۳ تا ۲۳ درصد کمتر از روش قطره‌ای سطحی بود. در حالت کلی، این محققان با در نظر گرفتن عملکرد و مقدار آب کاربردی، گزارش کردند که بهره‌وری آب در روش قطره‌ای زیرسطحی بین ۲۴ تا ۲۸ درصد از روش قطره‌ای سطحی بیشتر بود. افزایش بهره‌وری آب در این روش نسبت به روش جوپچه‌ای بین ۷۳ تا ۷۵ درصد گزارش شد (Bhingardeve et al., 2017). آندره خونپور و همکاران (۲۰۱۷) با مدیریت آبیاری در شرایط بیش‌آبیاری، آبیاری کامل و کم‌آبیاری نیشکر پرداختند. مقدار آب آبیاری در شرایط بیش‌آبیاری و کم‌آبیاری ۳۲ درصد بیشتر و کمتر از آبیاری کامل بود. این محققان نشان دادند که ارقام مورد مطالعه نیشکر در مدیریت‌های مختلف آبیاری واکنش متفاوت دارند. از میان رقم‌های مورد مطالعه دو رقم RB867515 و RB862962 در کلیه مدیریت‌های آبیاری سازگاری مناسب‌تری نشان دادند (Andrade Junior et al., 2017). بیه (۲۰۲۰) به بررسی دوره‌های متغیر آبیاری بر ارتفاع و قطر ساقه‌ی نیشکر پرداخت. این محقق گزارش داد که با افزایش دور آبیاری شاخص‌های مورد مطالعه مقادیر کمتری داشتند ولی چون تفاوت آماری معنی‌داری بین دور ۶ و ۱۲ روز مشاهده نشد، به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف آب، دور ۱۲ روز به‌عنوان بهترین استراتژی آبیاری پیشنهاد گردید (Bhebehe, 2020). نامداریان و همکاران (۱۳۹۹)، به بررسی تغییر سامانه آبیاری از جوپچه‌ای به قطره‌ای زیرسطحی در مزارع نیشکر پرداختند. نتایج نشان داد که راندمان کاربرد آب در روش قطره‌ای زیرسطحی حدود ۸۸ درصد نسبت به روش جوپچه‌ای افزایش یافت که این موضوع سبب صرفه‌جویی در مصرف آب در کرت‌های آزمایشی شد. همچنین برخی اجزای عملکرد نیشکر از جمله شاخص سطح برگ و توزیع ریشه در روش

وابسته از جمله خوراک دام، خمیرمایه و الکل، چوب و کاغذ را تأمین می‌کند (شینی دشتگل و همکاران، ۱۳۹۹)؛ بنابراین تغییرات رشد و عملکرد این گیاه چه از نظر امنیت غذایی و چه از نظر اقتصادی و رونق صنایع وابسته بسیار تأثیرگذار است.

استان خوزستان در جنوب غربی ایران با دارا بودن پنج رودخانه‌ی دائمی و بزرگ و داشتن شرایط لازم برای کشت نیشکر، به‌عنوان قطب تولید نیشکر در کشور به‌شمار می‌رود. همه‌ی کشت و صنعت‌های نیشکر در مجاورت رودخانه‌های دز و کارون احداث شده‌اند و به همین دلیل به میزان دبی این رودخانه برای تولید وابسته هستند. آب در دسترس یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید نیشکر در ایران و سراسر جهان است به‌طوری‌که همبستگی مثبتی بین سرعت رشد و میزان رطوبت خاک در نیشکر وجود دارد (Dingre and Gorantiwar, 2021). با توجه به دوره رشد نیشکر در کشور ما، بیشتر آب مورد نیاز این گیاه در انتهای بهار و طول فصل تابستان می‌بایست تأمین شود. نیشکر تا حدودی می‌تواند تنش آبی را تحمل کند، اما واکنش بسیار شدیدی به مقدار آب در دسترس دارد (Inman-Bamber and Smith, 2005).

حدود ۹۰ درصد منابع آب کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود. با توجه به شرایط حاکم بر منابع آب کشور و احتمال کاهش نزولات جوی در آینده، مدیریت آب آبیاری و تعیین راهبرد مناسب برای بخش کشاورزی بسیار مهم است (منجزی، ۱۳۹۸). گرچه در کشورهای توسعه‌یافته نیز سهم کشاورزی از مصرف آب بالاتر از سایر بخش‌ها است (ادیب و همکاران، ۱۴۰۱) لیکن سعی شده است با تغییر سامانه آبیاری یا تعیین راهبرد مناسب، سهم آبیاری را تا هفتاد درصد کاهش دهند (FAO, 2020). این عمل برای محصولات آب‌بر و راهبردی مانند نیشکر از اهمیت دوچندانی برخوردار است. نیاز آبی نیشکر حدود ۱۵۰۰ میلی‌متر گزارش شده است که نسبت به کلیه گیاهان زراعی، حتی برنج، بسیار بالا است (Allen et al., 1998). با در نظر گرفتن راندمان آبیاری ۵۰ درصد، میزان مصرف آب در هر هکتار نیشکر در کشور حدود ۳۰ هزار مترمکعب است. از طرفی، مزارع نیشکر در ایران به صورت جوپچه‌ای انتها بسته آبیاری می‌شوند، به همین دلیل بهترین گزینه برای کاهش مصرف آب در این مزارع، تعیین راهبردی مناسب تأمین آب شامل مقدار و دور آبیاری است (احمدی، ۱۳۹۹؛ احمدی و همکاران، ۱۴۰۰؛ آل کثیر، ۱۴۰۲).

اجرا در مزارع نیشکر است کمتر مورد توجه محققان بوده است. به همین دلیل تحقیق حاضر با هدف بررسی این مهم انجام گردید.

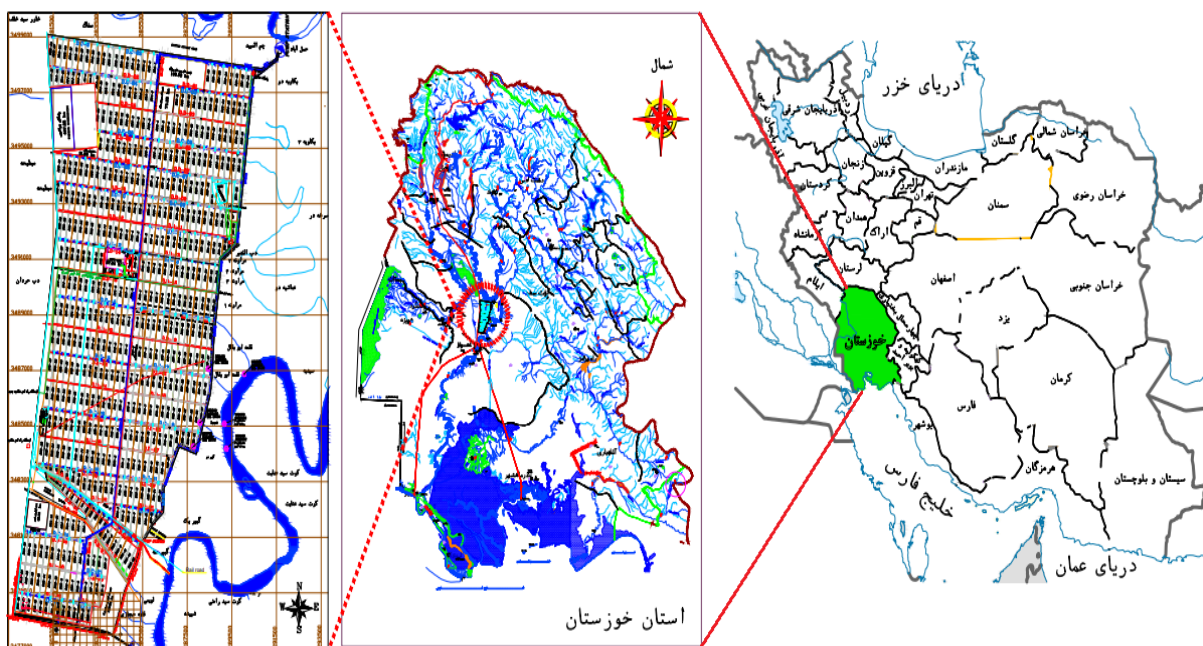
به طور کلی مزارع نیشکر در استان خوزستان و شرکت کشت و صنعت دهخدا، عمدتاً به صورت دور ثابت و عمق آب آبیاری متغیر آبیاری می شوند. در سال‌های اخیر به دلیل کمبود آب، این مزارع به صورت دور و عمق متغیر آبیاری شده‌اند. بررسی آماری و کمی نتایج به دست آمده در این خصوص که موضوع این مقاله است می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های آبی مورد توجه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در کشت و صنعت نیشکر دهخدا در شمال شهرستان اهواز در طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۱ انجام شد. این کشت و صنعت در حد فاصل راه آهن اهواز - اندیمشک تا رودخانه کارون واقع گردیده است. مساحت اراضی تحت کشت آن حدود یازده هزار هکتار است. موقعیت این کشت و صنعت در شکل (۱) نشان داده شده است.

قطره‌ای بیشتر از آبیاری جویچه‌ای بود به طوری که در روش آبیاری قطره‌ای شاخص سطح برگ به ۶/۵ رسید و ۵۸ درصد توزیع ریشه-ها در عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک گزارش شد. زنگنه یوسف‌آبادی و همکاران (۱۴۰۰)، به بررسی اثر مدیریت‌های مختلف آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر بهره‌وری آب آبیاری، عملکرد و اجزای عملکرد نیشکر در کشت و صنعت فارابی پرداختند. نتایج این محققان نشان داد که گرچه عملکرد زیست‌توده و بهره‌وری آب با افزایش فاصله قطره‌چکان‌ها به ترتیب به ۱۴۲/۷ تن در هکتار و ۶/۸ کیلوگرم بر مترمکعب رسید ولی تفاوت آماری (P-value) ≤ 0.05 بین مدیریت‌های مختلف آبیاری مشاهده نشد.

مرور مطالعات پیشین نشان داد که با توجه به اهمیت مدیریت آبیاری در مزارع نیشکر، روش‌های مختلفی برای مدیریت آب آبیاری انجام شده است. به صورت کلی می‌توان این روش‌ها را شامل تغییر سامانه آبیاری جویچه‌ای به قطره‌ای، تغییر مقدار آب آبیاری با توجه به خصوصیات جویچه‌ها و دبی ورودی و ایجاد تناوب در آبیاری جویچه‌ها به صورت ثابت و متغیر تقسیم کرد. توجه به تغییر دور آبیاری به همراه مقدار آب که ساده‌ترین روش



شکل ۱- موقعیت کشت و صنعت دهخدا در استان خوزستان و ایران

تحت کشت انتخاب گردید. بدین ترتیب که شش، سه و یک مزرعه به ترتیب از رقم‌های CP73-21، CP69-1062 و IRC-99 در نظر گرفته شد. نحوه‌ی آبیاری این مزارع بر اساس مقدار آب موجود و در شرایط واقعی بررسی گردید. دور آبیاری از ماه خرداد تا شهریور که دربرگیرنده‌ی ۸۰ درصد رشد گیاه و بخش اعظمی از نیاز آبی گیاه است مورد بررسی قرار گرفت. این بازه‌ی چهارماهه مهم‌ترین دوره‌ی رشد گیاه در کشت و صنعت‌های نیشکر و شرکت کشت و صنعت نیشکر دهخدا است. به‌منظور آگاهی از وضعیت کلی خاک مزارع مورد مطالعه خصوصیات خاک این مزارع در جدول (۱) نشان داده شده است.

میزان تبخیر تجمعی ماهانه در این مزارع در طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۹۹ بین ۵۲۸-۱۸۹ میلی‌متر متغیر بوده است. این موضوع سبب شده، نیاز آبی نیشکر نیز در طول سه سال اخیر به‌طور متوسط ۲۰۰۰ میلی‌متر برآورد گردد که نسبت به مقدار ارائه شده توسط سازمان فائو (Allen et al., 1998) بیشتر است. به‌منظور بررسی اثر دور و عمق متغیر آبیاری در مزارع نیشکر، ده مزرعه، به مساحت ۲۳ هکتار به‌صورت تصادفی در سال‌های زراعی ۱۴۰۱-۱۳۹۹ انتخاب شدند. نحوه‌ی انتخاب مزارع به این صورت بود که پنج مزرعه از سمت راست و پنج مزرعه دیگر از سمت چپ این کشت و صنعت تعیین شد. همچنین نوع مزارع براساس درصد رقم‌های

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش (اعداد میانگین مزارع مورد مطالعه است)

عمق خاک (سانتی‌متر)	وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر مترمکعب)	رطوبت حجمی در حد ظرفیت زراعی (درصد)	بافت خاک
۰-۲۰	۱/۳۶	۲۶/۳	لوم
۲۰-۴۰	۱/۴۲	۲۷	لوم
۴۰-۶۰	۱/۴۲	۲۸/۶	لوم

به دلیل گستردگی مزارع و نیاز به مدیریت آن‌ها در سطح وسیع، امکان پیاده کردن طرح آزمایش‌ها وجود نداشت. به همین دلیل، برای مقایسه تفاوت میانگین دو گروه (سه سال مورد مطالعه و ده مزرعه آزمایشی)، ابتدا از آنالیز واریانس (ANOVA) در نرم-افزار SPSS استفاده گردید. درواقع، این روش برای مقایسه‌ی نتایج سه سال با یکدیگر و مقایسه‌ی مزارع با یکدیگر در هر سال مورد استفاده قرار گرفت. سپس، برای مقایسه‌ی میانگین‌ها در هر گروه، از روش t-test استفاده شد. از طرفی، انحراف از مقدار استاندارد نیز برای مقایسه‌ی عملکرد این مزارع مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به اینکه عملکرد و شاخص‌های عملکرد در مزارع کشت و صنعت دهخدا در طول بیش از یک دهه‌ی اخیر مرتب اندازه‌گیری شده‌اند، شرایط استاندارد و معمول برای هر مزرعه در دسترس است؛ بنابراین، از رابطه‌ی (۲) برای تعیین انحراف از استاندارد و مقایسه‌ی این مزارع استفاده می‌شود:

$$DS=Pi-P \quad (2)$$

در این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات عمق و دور آبیاری متغیر بر اجزای عملکرد سه واریته مذکور بین واریته‌ها و در سال‌های مختلف داده‌های مربوط به دور، حجم آب آبیاری، ارتفاع نیشکر، عملکرد، تعداد ساقه، درصد پل، بریکس، خلوص و ساکاروز گردآوری و اندازه‌گیری شد.

برای تعیین ارتفاع از متر نواری با دقت یک سانتی‌متر استفاده شد. عملکرد بر اساس ترازو با دقت یک کیلوگرم و تعداد ساقه در هکتار به‌صورت دستی تعیین گردید. درصد پل (درصد قند موجود در عصاره نیشکر) و بریکس (درصد مواد جامد محلول) نیز که نشان‌دهنده‌ی کیفیت محصول تولیدی است به ترتیب با استفاده از دستگاه‌های ساکاری‌متر و رفراکتومتر اندازه‌گیری شدند. سپس درصد شکر سفید با استفاده از رابطه‌ی (۱) تعیین گردید:

$$RS=Yield \times 0.83 \quad (1)$$

در این رابطه، RS درصد شکر سفید و Yield شکر زرد به دست آمده از ۱۰۰ تن نیشکر است.

نتایج و بحث

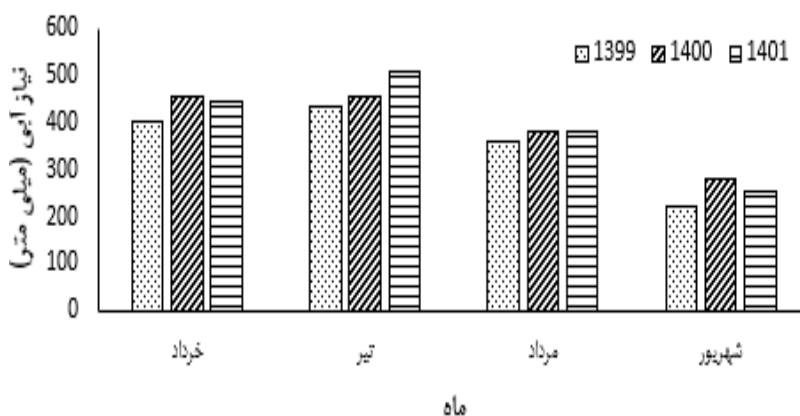
شکل (۲)، نیاز آبی متوسط واریته‌های مورد مطالعه نیشکر را در ماه‌های حداکثر مصرف در سال‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. بر اساس شکل (۲) در تیرماه سال ۱۴۰۱ حداکثر نیاز آبی و شهریور ۱۳۹۹ حداقل نیاز آبی را نشان می‌دهد. متغیرهای مورد مطالعه شامل دور و مقدار آبیاری در جدول (۳) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، متوسط دور آبیاری در این مزارع بین شش تا دوازده روز در سال‌های مختلف متفاوت بود. مشخصات آماری عملکرد و کیفیت نیشکر در سال‌های مختلف و جدول تجزیه واریانس به‌صورت جدول‌های (۳) و (۴) نشان داده شده است.

که در این رابطه، DS انحراف از استاندارد، Pi مقدار پارامتر مورد بررسی و P مقدار استاندارد پارامتر مورد نظر است.

همچنین با توجه به اهمیت بهره‌وری آب در پژوهش حاضر بهره‌وری آب نیشکر و شکر از روابط زیر محاسبه و مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور جهت محاسبه بهره‌وری نیشکر، عملکرد (Y) برحسب کیلوگرم بر هکتار هر مزرعه بر کل آب مصرفی آن مزرعه (I) در دوره رشد (فروردین تا مهر) تقسیم گردید. بهره‌وری شکر از تقسیم درصد خلوص (RS) بر آب مصرفی دوره رشد محاسبه شد.

$$WP=Y \div I \quad (۳)$$

$$WP=RS \div I \quad (۴)$$



شکل ۲- نیاز آبی نیشکر در طول دوره مطالعه

جدول ۲- مجموع مقادیر آب آبیاری و متوسط دور آبیاری در طول سه سال مورد مطالعه

شماره مزرعه	نام کامل رقم	نام اختصاری رقم	۱۳۹۹		۱۴۰۰		۱۴۰۱	
			مقدار آبیاری (مترمکعب)	متوسط دور آبیاری (روز)	مقدار آبیاری (مترمکعب)	متوسط دور آبیاری (روز)	مقدار آبیاری (مترمکعب)	متوسط دور آبیاری (روز)
۱	CP73-21	CP73	۲۷۵۳۹	۹	۲۴۸۵۶	۱۷	۱۸۳۳۵	۱۸
۲	CP69-1062	CP69	۳۳۱۰۱	۸	۱۹۸۴۶	۱۴	۲۴۷۴۲	۱۸
۳	CP69-1062	CP69	۳۰۴۳۷	۹	۲۱۲۰۷	۱۳	۱۸۴۱۱	۱۷
۴	CP73-21	CP73	۳۴۳۰۶	۹	۲۱۵۹۵	۱۲	۱۸۵۰۹	۲۶
۵	CP73-21	CP73	۲۸۷۹۳	۹	۲۴۴۱۶	۱۲	۲۰۱۵۴	۱۸
۶	CP69-1062	CP69	۳۱۲۹۰	۹	۱۶۷۹۷	۱۵	۲۰۹۱۵	۱۷
۷	CP69-1062	CP69	۳۷۷۲۶	۸	۱۸۰۳۳	۱۳	۲۳۳۱۱	۲۰
۸	CP69-1062	CP69	۳۰۱۰۱	۸	۲۱۱۴۷	۱۶	۲۰۵۵۳	۱۷
۹	IRC-99	IRC	۳۴۳۵۸	۸	۲۳۸۱۷	۱۵	۲۳۰۹۸	۱۶
۱۰	CP69-1062	CP69	۳۵۹۸۹	۸	۲۳۷۸۴	۱۳	۲۳۳۲۱	۱۷

جدول ۳- مشخصات آماری عملکرد و کیفیت نیشکر بر اساس سال نمونه برداری و رقم مورد مطالعه

پارامتر	ارتفاع (سانتی متر)	عملکرد (تن در هکتار)	تعداد ساقه (هزار عدد در هکتار)	پل (درصد)	بریکس (درصد)	خلوص (درصد)	RS (درصد)
حداقل	۸۸	۱۰/۴	۹۵	۷/۳	۱۰/۹	۶۷/۳	۳/۵
حداکثر	۳۱۷	۱۴۵/۸	۱۳۴	۱۸/۸	۲۱/۲	۹۰/۶	۱۱/۸
میانگین سال اول	۲۹۸	۱۳۲/۵	۱۲۴	۱۶/۸	۱۹/۲	۸۷/۵	۱۰/۴
میانگین سال دوم	۱۷۳	۴۴/۶	۱۰۵	۱۲/۶	۱۵/۷	۷۹/۵	۷/۳
میانگین سال سوم	۱۱۷	۲۲/۸	۱۰۹	۱۵/۸	۱۸/۴	۸۵/۵	۹/۶
میانگین رقم CP73	۲۰۷	۷۲/۷	۱۱۳	۱۵/۹	۱۸/۵	۸۵/۳	۹/۶
میانگین رقم CP69	۱۸۷	۶۳/۴	۱۱۳	۱۷/۲	۱۷/۲	۸۲/۸	۸/۶
میانگین رقم IRC	۱۹۶	۵۶/۱۲	۱۰۹	۱۷/۶	۱۷/۶	۸۵/۴	۹/۲
میانگین کل	۱۹۳	۶۶/۶	۱۱۳	۱۵/۱	۱۷/۸	۸۴/۲	۹/۱
انحراف معیار	۷۹/۴	۴۹/۹	۱۰۱/۵	۲/۷	۲/۵	۴/۹	۱/۹

جدول ۴- تجزیه واریانس مزارع مورد مطالعه بر عملکرد و کیفیت نیشکر

پارامتر	ارتفاع (سانتی متر)	عملکرد (تن در هکتار)	تعداد ساقه (هزار عدد در هکتار)	پل (درصد)	بریکس (درصد)	خلوص (درصد)	RS (درصد)
مزارع	۰/۰۴۴ ^{ns}	۰/۰۴۴ ^{ns}	۰/۰۶۰۷ ^{ns}	۰/۰۶۱۳ ^{ns}	۰/۰۶۲۸ ^{ns}	۰/۰۵۷۵ ^{ns}	۰/۰۶۰۶ ^{ns}
سال	۲۰۵/۰ ^{**}	۱۸۱/۹ ^{**}	۲۲/۶ ^{**}	۱۰/۳ ^{**}	۷/۹ ^{**}	۱۲/۸ ^{**}	۱۱/۴ ^{**}

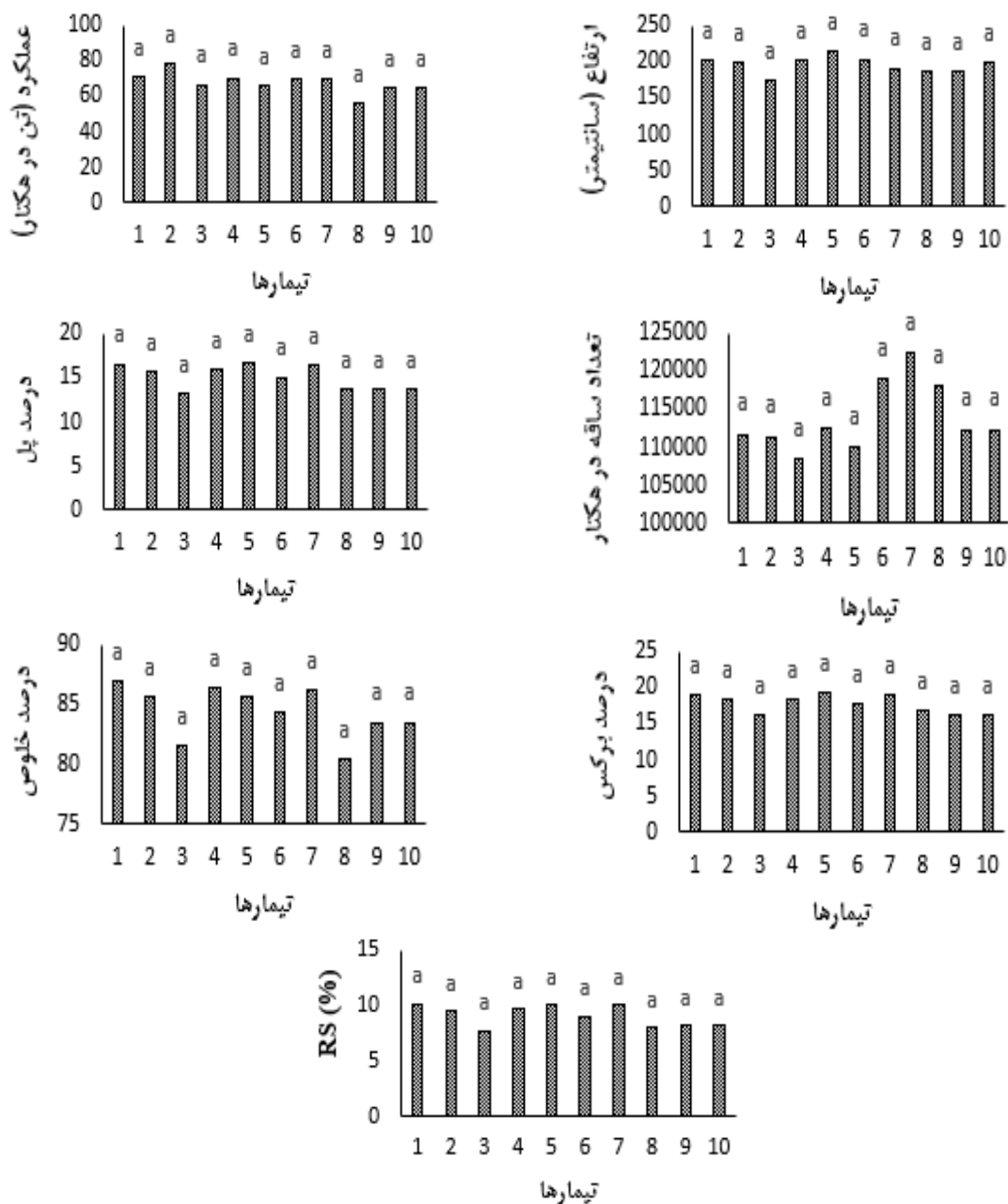
علائم ** و ns به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح یک درصد و عدم معنی داری است.

نیاز آبی، سبب کاهش رشد نیشکر شد و این موضوع بر عملکرد نهایی نیز اثر منفی گذاشت. البته تغییرات تعداد ساقه در هکتار نیز نشان دهنده اثرات منفی تنش آبی، به واسطه تغییر دور و مقدار آب آبیاری، بود. لیکن نسبت به ارتفاع نیشکر تغییرات محسوس نبود. این نتایج با مشاهدات نامداریان و همکاران (۱۳۹۹) و ادیب و همکاران (۱۴۰۱) مطابقت داشت. کیفیت نیشکر که در این پژوهش با چهار پارامتر درصد پل، درصد بریکس، درصد خلوص و درصد شکر سفید بررسی می شود، به صورت محسوس تحت تأثیر تنش آبی در سال دوم قرار گرفت و مقادیر این پارامترها کاهش یافت. ولی در سال سوم که تنش آبی بیشتر از سال دوم بود کیفیت نیشکر بهبود یافت. این نتایج با مشاهدات نوری و برومند نسب (۱۳۸۸) مطابقت داشت. رابطه مشخصی نیز بین کیفیت و ارقام در جدول (۳) مشاهده نگردید. به همین منظور، آنالیز واریانس انجام شد. نتایج نشان داد که هیچ کدام از پارامترهای کمی و کیفی نیشکر تحت تأثیر رقم قرار نگرفتند ولی تغییرات مقدار و دور آبیاری بین سال های مورد مطالعه بر کلیه پارامترها معنی دار بود (جدول

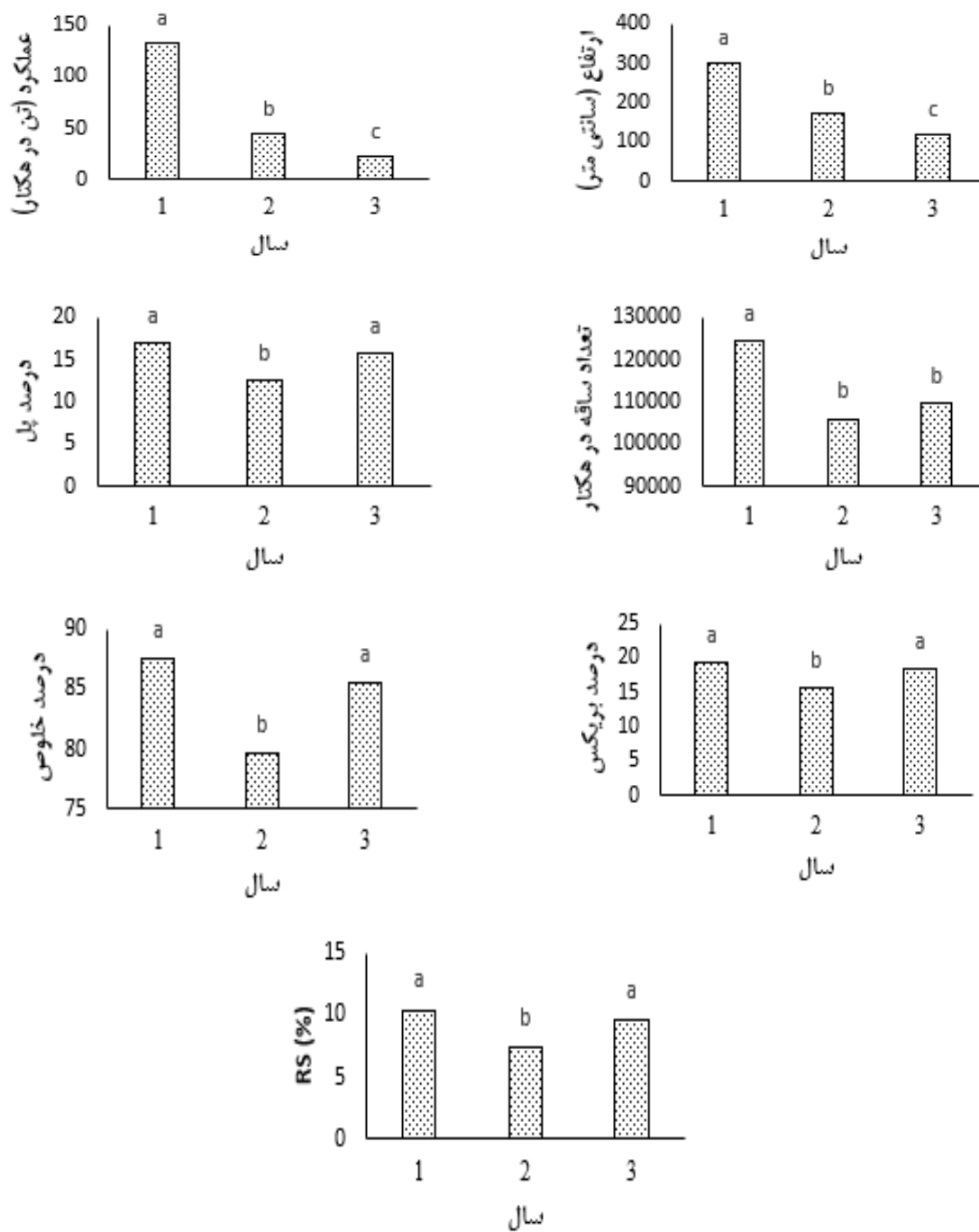
نتایج نشان دادند که ارتفاع نیشکر در طول دوره مطالعه بین ۸۸ تا ۳۱۷ سانتی متر متغیر بود. با توجه به میانگین سال های مورد مطالعه، میانگین ارتفاع نیشکر در سال سوم نسبت به دو سال اول و دوم به ترتیب ۶۱ و ۳۲ درصد کاهش داشت. بیشترین ارتفاع به رقم CP73 و کمترین ارتفاع به رقم CP69 تعلق داشت. عملکرد نیشکر در محدوده ۱۰/۴-۱۴۵/۸ تن در هکتار بود که این دامنه تغییرات به دلیل پایین بودن عملکرد در رقم CP69 و کاهش شدید عملکرد هر سه رقم در سال سوم است. در واقع، کاهش ارتفاع نیشکر به دلیل کاهش مقدار و افزایش دور آبیاری در سال سوم، منجر به کاهش شدید عملکرد شد. مقدار آب آبیاری در سال سوم بین ۱۹۶۹۳-۲۶۸۲ مترمکعب (و متوسط ۱۰۸۱۴ مترمکعب) نسبت به سال اول کاهش یافت. این مقادیر در سال دوم بین ۱۵۷۹۷-۸۳۵۹ مترمکعب (و متوسط ۱۱۳۲۹ مترمکعب) نسبت به سال اول بود. این در حالی است که بر اساس شکل (۲)، نیاز آبی نیشکر در سال دوم و سوم به ترتیب ۱۱/۰ و ۱۱/۴ درصد نسبت به سال نخست افزایش داشت؛ بنابراین، تنش آبی وارده به همراه افزایش

داده شده است. همچنین مقادیر انحراف از دور آبیاری برای تیمارهای مختلف در بازه خرداد تا شهریور در شکل (۶) ارائه گردید.

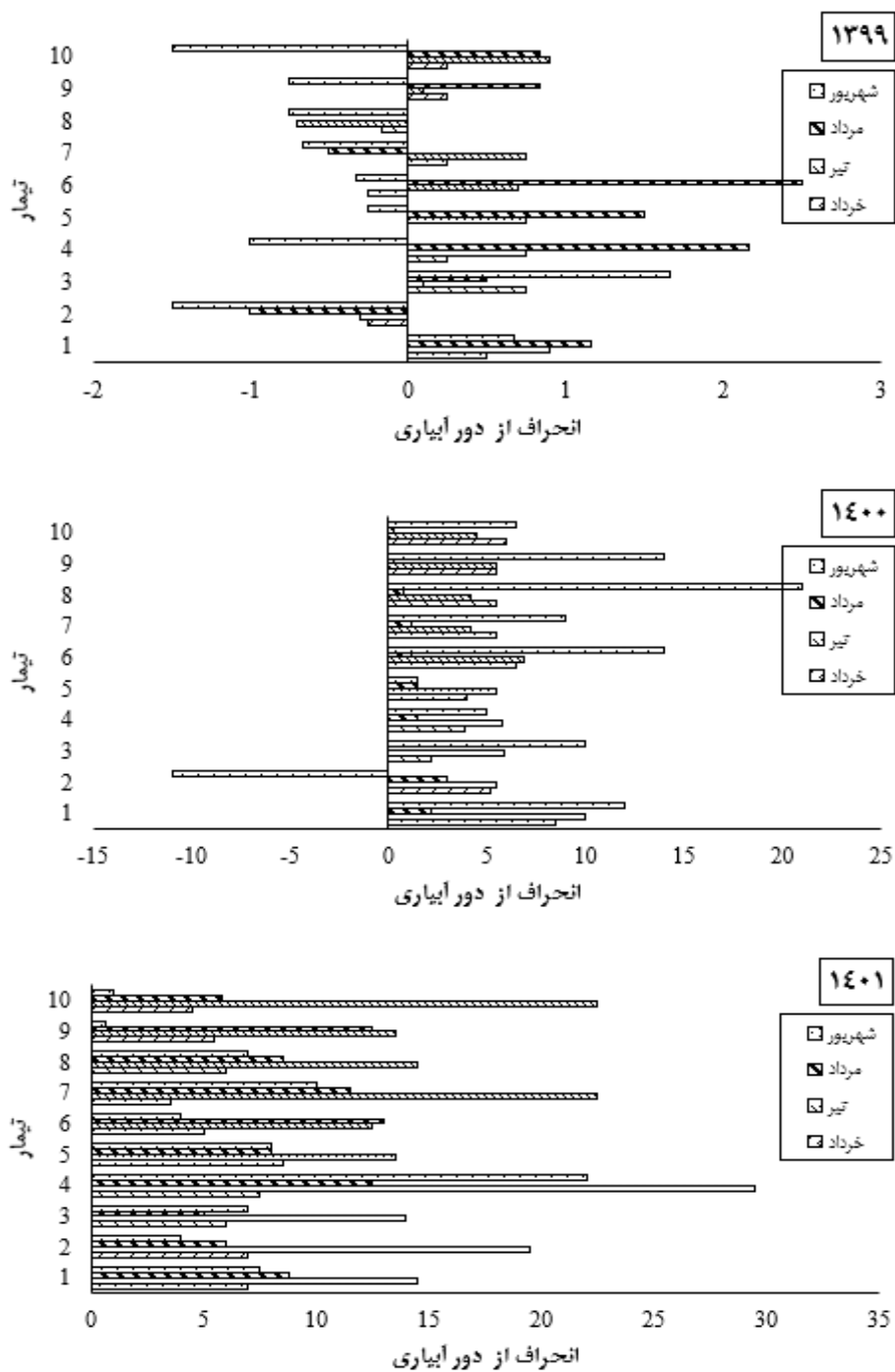
(۴). به منظور مقایسه‌ی تیمارهای مختلف از نتایج تعقیبی پس از تجزیه واریانس استفاده شد. این نتایج در شکل‌های (۴) و (۵) نشان



شکل ۴-مقایسه‌ی عملکرد و کیفیت نیشکر برای تیمارهای مختلف



شکل ۵- مقایسه‌ی عملکرد و کیفیت نیشکر برای سال‌های مختلف



شکل ۶- مقادیر انحراف از دور آبیاری برای تیمارهای مختلف در بازه خرداد تا شهریور (مقدار مثبت نشان‌دهنده افزایش دور آبیاری نسبت به حالت پایه است)

مزرعه مورد مطالعه در هیچ‌کدام از صفات کمی و کیفی مشاهده نگردید؛ بنابراین، تفاوت مقدار و دور آبیاری اثر معنی‌داری بر

با توجه به اینکه نتایج تجزیه واریانس مزارع مورد مطالعه از نظر آماری معنی‌دار نبود؛ تفاوت آماری معنی‌داری نیز بین ۱۰

در هکتار در دو سال دوم و سوم مشاهده نشد. به همین دلیل، احتمالاً نیشکر اختلاف عملکرد را در افزایش خلوص نشان داده است. در واقع، گیاه نیشکر به جای افزایش تعداد ساقه در سال سوم، سعی کرده است که کیفیت شکر تولیدی را افزایش دهد. به همین دلیل، با وجود مشاهده‌ی بیشترین تنش آبی در سال سوم، اختلاف معنی‌داری بین صفات کیفی نیشکر در سال سوم و اول مشاهده نشد. نادری و همکاران (۱۳۷۷) نیز گزارش کردند که درصد بریکس در تیمارهای با قطع آبیاری افزایش یافت. برخی تحقیقات که در زمینه آبیاری جویچه‌ای یک در میان در مزارع نیشکر انجام شده است؛ افزایش شکر استحصالی (RS) را گزارش کرده‌اند که علت آن کاهش مصرف آب در این روش است (نوری و برومندنسب، ۱۳۸۸). سایر محققان نیز که روش‌های مختلف کم-آبیاری را روی گیاه نیشکر بررسی کرده‌اند نقش کاهش آبیاری بر افزایش کیفیت نیشکر از جمله بریکس را گزارش کرده‌اند (Bahrani et al., 2009; Regina Céli et al., 2015).

ارتفاع نیشکر عامل مهمی در عملکرد آن محسوب می‌شود؛ زیرا بر اساس تجربیات در کشت و صنعت دهخدا، هر ۲/۷ سانتی‌متر ارتفاع نیشکر نشان‌دهنده‌ی یک تن عملکرد برای رقم CP73 است. جدول (۵) مقادیر سانتی‌متر-تن برای تیمارهای مختلف در شرایط پایه (میانگین دوره بلندمدت) و سال‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۵- مقادیر سانتی‌متر-تن برای تیمارهای مختلف در شرایط پایه (میانگین دوره بلندمدت) و سال‌های مورد مطالعه

سانتی‌متر-تن	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
پایه	۲/۷	۲/۵	۲/۵	۲/۷	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۸	۲/۵
۱۳۹۹	۲/۳	۲/۱	۲/۰	۲/۱	۲/۵	۲/۳	۲/۲	۲/۲	۲/۴	۲/۱
۱۴۰۰	۳/۰	۲/۶	۳/۰	۳/۸	۳/۶	۴/۲	۳/۲	۹/۳	۶/۸	۶/۱
۱۴۰۱	۵/۳	۳/۳	۸/۳	۵/۹	۶/۵	۳/۶	۴/۰	۱۰/۲	۵/۹	۶/۱

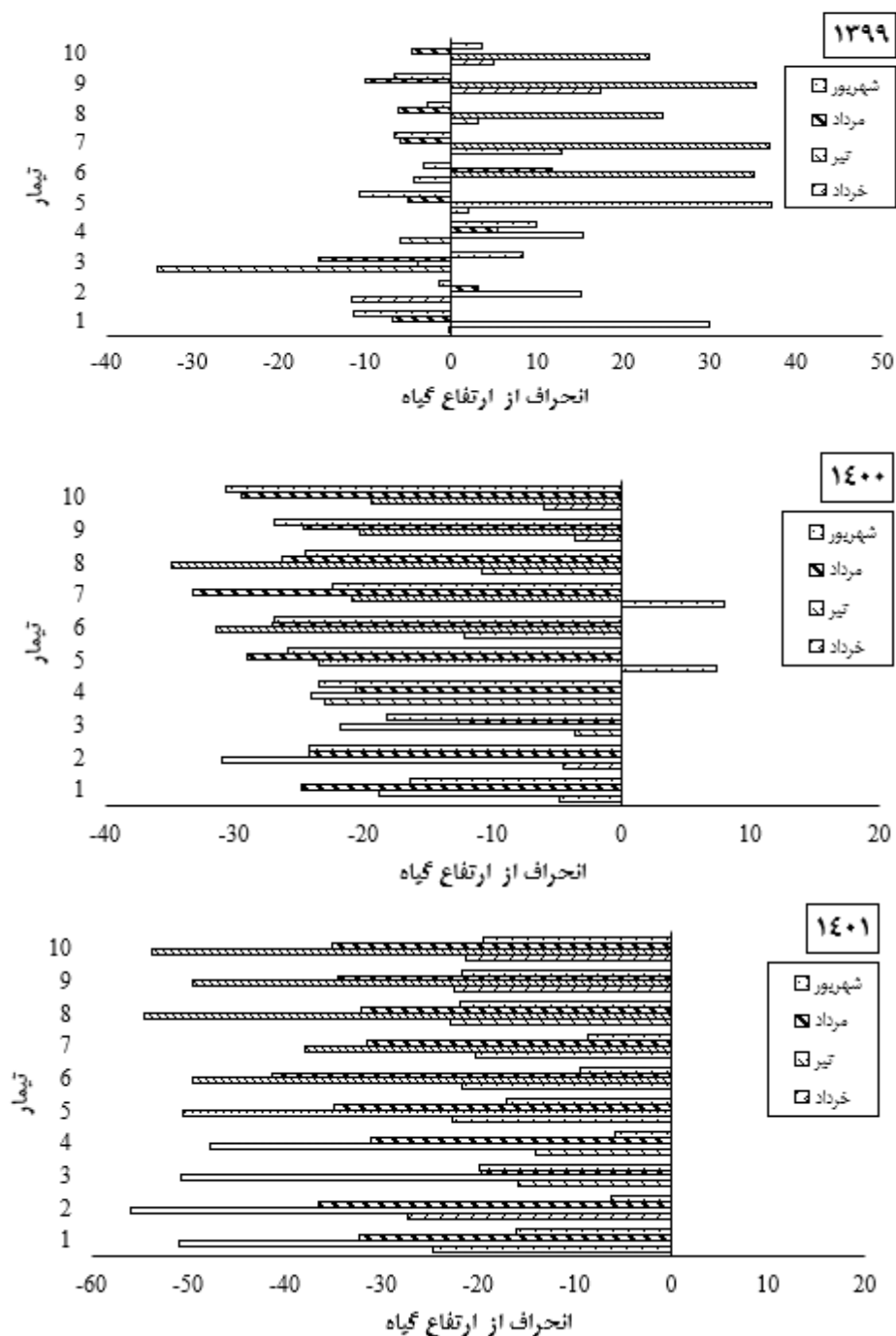
نسبت برای رقم‌های مختلف تغییر کند. در سال ۱۴۰۰، کاهش مقدار آب آبیاری سبب شد تا سانتی‌متر-تن رقم IRC به ۶/۱ افزایش یابد. این نتایج در دو رقم دیگر نیز مشاهده شد ولی چون تعداد تکرارهای این ارقام بیشتر بود، نتایج دور و مقدار آبیاری در آن‌ها بهتر مشخص شده است. با افزایش دور آبیاری، سانتی‌متر-

عملکرد و کیفیت نیشکر در کشت و صنعت دهخدا نداشت. گرچه در سال نخست مقدار آب آبیاری بین ۳۷۷۲۶-۲۸۷۹۳ مترمکعب و در سال دوم و سوم به ترتیب بین ۲۴۸۵۶-۱۶۷۹۷ و ۲۴۷۴۲--۱۸۴۱۱ مترمکعب، در تیمارهای مورد مطالعه متغیر بود لیکن این تفاوت تغییری در عملکرد و کیفیت نیشکر در هر سال نداشت؛ بنابراین اختلاف ۸۹۳۳ (سال اول)، ۸۰۵۹ (سال دوم) و ۶۳۳۱ (سال سوم) مترمکعبی بین مزارع مختلف عامل تغییر صفات نیشکر نیست اما تغییرات بیشتر از این محدوده (ده هزار مترمکعب) که بین سال‌های دوم و سوم مشاهده گردید سبب کاهش شدید عملکرد نیشکر در سال‌های دوم و سوم شد. افزایش دور آبیاری نیز بر این تغییرات مؤثر بود به طوری که متوسط دور آبیاری در سال‌های اول تا سوم به ترتیب ۸، ۱۳ و ۱۸ روز بود. از طرف دیگر، در ماه تیر که گیاه نیشکر از نظر نیاز آبی در دوره اوج خود به سر می‌برد، مقدار متوسط دور آبیاری در سال اول تا سوم به ترتیب ۷، ۱۲ و ۲۴ روز بود. این عامل نیز در کنار کاهش مقدار آب آبیاری اثر زیادی بر تغییر شدید عملکرد نیشکر داشت. نادری و همکاران (۱۳۷۷) به‌عنوان نخستین محققانی که در مزارع نیشکر خوزستان به مطالعه پرداختند نیز گزارش کردند که تغییر مقدار آب آبیاری، بر اثر قطع آبیاری در انتهای فصل رشد، بر عملکرد نیشکر اثر معنی‌دار داشت. شینی‌دشتگل و همکاران (۱۳۹۹) تغییر مقدار آب آبیاری را عامل مهمی در تغییر رشد ریشه بیان کردند و همین موضوع را عامل مهم‌تری در تغییر خصوصیات رشدی این گیاه بیان کردند. با این وجود، اختلاف آماری معنی‌داری بین تعداد ساقه

ارتفاع ۲/۵ و ۲/۸ سانتی‌متر برای رقم‌های CP69 و IRC نیز به ترتیب نشان‌دهنده‌ی یک تن در هکتار عملکرد است؛ بنابراین، پتانسیل رقم CP69 برای تولید شکر نسبت به دو رقم دیگر بیشتر است و رقم IRC ضعیف‌تر از سایر ارقام است. تغییرات مقادیر آب در دسترس در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ سبب شد تا این

۱۶۷۹۷ مترمکعب بیشتر بود، لیکن به دلیل دور آبیاری ۲۵ روز در این تیمار میزان سانتی-متر-تن به شدت افزایش پیدا کرد. همان روند در سال ۱۴۰۱ نیز مشاهده شد. مقایسه‌ی انحراف از حالت استاندارد طول ساقه در نیشکر در شکل (۷) نشان داده شده است.

تن در هر سال در یک رقم نیز افزایش پیدا کرد. بیشترین سانتی-متر-تن (با مقدار ۹/۳) در سال ۱۴۰۰ در تیمار ۸ (رقم CP69) مشاهده گردید. گرچه مقدار آب آبیاری این تیمار ۲۱۱۴۷ مترمکعب بود که این مقدار از تیمار ۶ (رقم CP69) با مقدار آب آبیاری

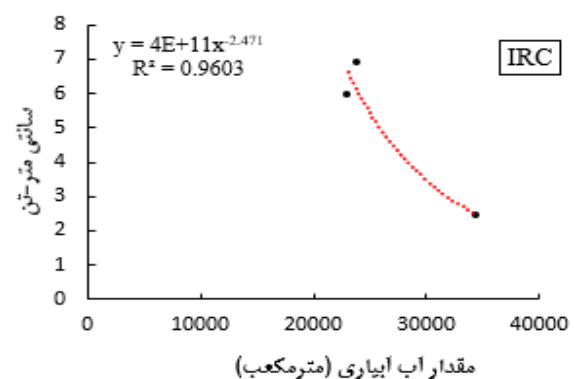
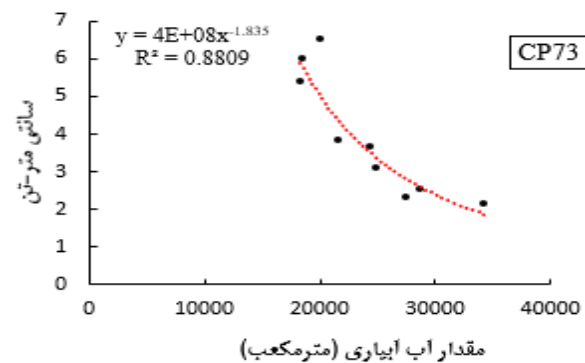
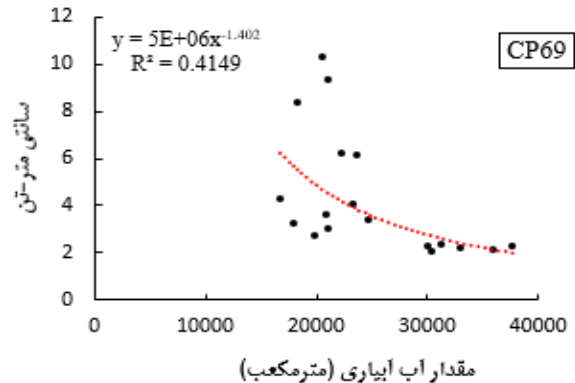
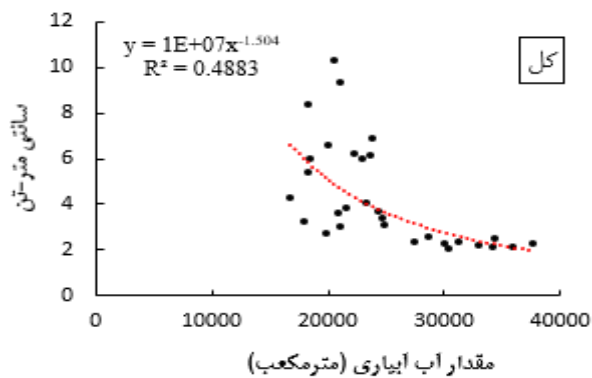


شکل ۷- مقادیر انحراف از ارتفاع گیاه برای تیمارهای مختلف در بازه خرداد تا شهریور (مقدار مثبت نشان‌دهنده افزایش ارتفاع گیاه نسبت به حالت پایه است)

عملکرد نیشکر شد؛ بنابراین، می‌توان یکی از دلایلی که سبب عدم اختلاف آماری عملکرد بین تیمارهای مورد مطالعه در هر سال گردید را می‌توان نزدیک بودن سانتی‌متر-تن این تیمارها به شمار آورد. در واقع، اختلاف بین سال‌ها علاوه بر تغییرات ارتفاع متأثر از تفاوت بین سانتی‌متر-تن نیز بود.

تاکنون مطالعه‌ای در خصوص ایجاد رابطه‌ای بین مقدار آب آبیاری و سانتی‌متر-تن در مزارع نیشکر استان خوزستان انجام نشده است به همین دلیل با استفاده از داده‌های برداشت شده، سعی شد رابطه‌ای بین مقدار آب آبیاری در ماه‌های مختلف و میزان سانتی‌متر-تن به دست آید. رابطه‌ی خطی بین داده‌های مورد مطالعه از همبستگی پایینی برخوردار بود لیکن رابطه‌ی نمایی استخراج گردید. نتایج در شکل (۸) ارائه شده است.

در سال ۱۳۹۹ که نسبت به حالت پایه (میانگین سال‌های قبل) مقدار آب بیشتری در برخی ماه‌ها در اختیار گیاه قرار گرفت؛ ارتفاع گیاه نیز نسبت به حالت پایه افزایش یافت. با توجه به اینکه نیاز آبی گیاه نیشکر در خرداد و تیر بیشتر از مرداد و شهریور است؛ در هر سه سال مدیریت آبیاری به صورتی بود که افزایش دور آبیاری به دو ماه انتهای تابستان منتقل شود. لیکن تفاوت دور و مقدار آبیاری در ۱۳۹۹، حتی با وجود اختلاف شدید انحراف از ارتفاع در تیمار ۳ با مقدار ۳۴- سانتی‌متر، سبب ایجاد اختلاف عملکرد بین تیمارها نشد. در واقع، ارتفاع نهایی تیمار ۳، برابر با ۱۷۳ سانتی‌متر بود ولی چون این اختلاف نسبت به سایر تیمارها معنی‌دار نبود، تفاوت معنی‌داری در عملکرد ایجاد نشد. علت آن تغییرات مثبت ارتفاع گیاه در ماه شهریور و کاهش ارتفاع سایر تیمارها در برخی ماه‌های مورد مطالعه در طول فصل رشد (از خرداد تا شهریور) بود؛ اما کاهش ارتفاع همه‌ی تیمارها در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ و افزایش سانتی‌متر-تن با اثر متقابل روی یکدیگر، سبب کاهش



شکل ۸- رابطه‌ی مقدار آب آبیاری و سانتی‌متر-تن برای ارقام مختلف

برازش داده شده نشان داد که فراهم کردن مقدار بیشتر آب آبیاری سبب کاهش سانتی-متر-تن گردید و اثرپذیری رقم IRC به مقدار آب آبیاری نسبت به دو رقم دیگر بیشتر بود. از آنجایی که بهره‌وری مصرف آب شاخص بسیار مهمی در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد، سرانجام بهره‌وری نیشکر و شکر تولیدی در شرایط پژوهش حاضر مورد محاسبه و بررسی قرار گرفت جدول (۶) بهره‌وری آب نیشکر و شکر (خالص) برای هر ده مزرعه مورد مطالعه نشان داده شده است.

جدول ۶- مقادیر بهره‌وری آب برای تیمارهای مختلف در سه سال تحت مطالعه

سال	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	متوسط
بهره‌وری آب نیشکر											
۱۳۹۹	۴/۴۷	۳/۶۶	۴/۵۰	۴/۱۸	۴/۳۴	۴/۳۲	۳/۵۱	۴/۷۰	۳/۵۲	۴/۰۵	۴/۱۳
۱۴۰۰	۲/۷۷	۳/۵۷	۲/۴۶	۲/۳۰	۲/۲۷	۲/۴۰	۲/۳۴	۰/۷۱	۰/۹۴	۱/۲۴	۲/۱۰
۱۴۰۱	۱/۱۲	۱/۷۳	۰/۵۸	۰/۹۸	۰/۹۵	۱/۶۷	۱/۵۰	۰/۵۱	۰/۸۰	۰/۸۱	۱/۰۷
بهره‌وری آب شکر											
۱۳۹۹	۰/۴۹	۰/۴۳	۰/۴۱	۰/۴۹	۰/۴۱	۰/۴۴	۰/۴۱	۰/۴۶	۰/۴۰	۰/۳۳	۰/۴۳
۱۴۰۰	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۱۶
۱۴۰۱	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۰

بهره‌وری آب را کاهش داد. البته این موضوع بدیهی است و عدم تأمین مناسب آب مورد نیاز سبب کاهش عملکرد می‌گردد که این عامل با کاهش عملکرد، بهره‌وری آب را نیز کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش دور و مقدار متغیر آبیاری در سطح وسیع در مزارع نیشکر دهخدا روی سه رقم نیشکر و تحت ده مزرعه (تیمار) مورد مطالعه قرار گرفت. در سال ۱۳۹۹ که دسترسی به آب آبیاری در حالت نرمال بود، به‌صورت متوسط ۳۲ هزار مترمکعب در هکتار آبیاری انجام گردید. در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ که خشک‌سالی صورت گرفت، به‌صورت متوسط ۲۱ هزار مترمکعب آب آبیاری در اختیار مزارع آزمایشی قرار گرفت با این تفاوت که متوسط دور آبیاری در سال ۱۴۰۰ حدود شش روز کمتر از سال ۱۴۰۱ بود. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌دار آماری در هر سال بین مزارع آزمایشی مختلف وجود نداشت. لیکن بین سال‌های ۱۳۹۹، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ از نظر خصوصیات کمی و کیفی نیشکر اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده شد ($P\text{-value} \leq 0.01$). عملکرد نیشکر در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۶۶ و ۸۲ درصد نسبت به سال ۱۳۹۹ کاهش یافت. درصد پل، بریکس، خلوص و درصد شکر سفید در

بهره‌وری آب نیشکر در سال ۱۳۹۹ نسبت به سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب حدود ۴۹ و ۷۰ درصد بیشتر بود. تغییرات بهره‌وری آب شکر نیز در سال ۱۳۹۹ نسبت به دو سال مورد اشاره به ترتیب حدود ۶۱ و ۷۵ درصد بیشتر بود. افزایش نیاز آبی نیشکر در دو سال دوم و سوم (به ترتیب ۱۱/۰ و ۱۱/۴ درصد نسبت به سال نخست) و کاهش مقدار آب آبیاری (و افزایش دور آبیاری) سبب کاهش بهره‌وری آب نیشکر و شکر شد. اختلاف بهره‌وری آب نیشکر در طول سه سال مورد مطالعه بیشتر از این اختلاف برای بهره‌وری شکر بود. این رویه با مقایسه‌ی متناظر هم‌میهی ده مزرعه مورد مطالعه نیز مشاهده شد. بیشتر بودن این اختلاف به این دلیل است که ضریب اصلاحی ۰/۸۳ که کمتر از عدد یک هست، اختلاف این دو پارامتر را برای مزارع مورد مطالعه افزایش داد. با مقایسه‌ی این مزارع در طول سه سال، مزرعه نخست (با رقم CP73) بالاترین بهره‌وری آب شکر و نیشکر را داشت. در سال ۱۳۹۹، کمترین بهره‌وری آب شکر و نیشکر به مزرعه هفت (با رقم CP69) و در دو سال بعدی به مزرعه هشت (با رقم IRC) اختصاص داشت؛ بنابراین، در سال نخست که میزان تبخیر-تعرق کمتر بود، افزایش میزان آب آبیاری سبب کاهش بهره‌وری آب شکر و نیشکر شد ولی در دو سال بعدی که نیاز آبی نیشکر افزایش یافت، در مزارعی که حجم آبیاری از مقدار مورد نیاز کمتر بود

خاک در اراضی زیر کشت نیشکر. مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی). ۴۵ (۱): ۹۷-۱۱۷.

آل کثیر، م. ۱۴۰۲. بررسی اثرات استراتژی‌های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد واریته‌های مختلف نیشکر (مطالعه موردی شرکت کشت و صنعت نیشکر دهخدا)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.

زنگنه یوسف‌آبادی، ا.، هوشمند، ع.، ناصری، ع.، برومندنسب، س.، پرویزی، م. ۱۴۰۰. تأثیر مدیریت‌های مختلف آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر بهره‌وری آب آبیاری، عملکرد و اجزای عملکرد نیشکر رقم CP69-1062، علوم و مهندسی آبیاری. ۴۴ (۱): ۱-۱۵.

سنجایی‌فر، ز.، رجبی معماری، ح.، مهرابی کوشکی، م. ۱۳۹۸. بررسی آلودگی ارقام مختلف نیشکر به ویروس موزاییک نیشکر (SCMV) در استان خوزستان. دانش گیاه‌پزشکی ایران. ۵۰ (۱): ۴۸-۴۱.

شینینی دشتگل، ع.، ناصری، ع.، برومندنسب، س. ۱۳۹۹. اثر مدیریت سیستم‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و جویچه‌ای انتها بسته روی متغیرهای رشد و توزیع در زراعت نیشکر. آبیاری و زهکشی ایران. ۲ (۱۴): ۵۴۷-۵۳۵.

منجزی، ن. ۱۳۹۸. تحلیل استراتژیک مدیریت بهره‌وری نهاده آب در تولید محصول نیشکر در استان خوزستان. مدیریت آب در کشاورزی. ۶ (۲): ۴۷-۵۶.

نادری، ا.، هاشمی‌دزفولی، ا.، شکرانی، ر.، رضایی، ع. ۱۳۷۷. اثرات زمان قطع آبیاری و تاریخ برداشت بر عملکرد کمی و کیفی نیشکر واریته‌ی CP57 در خوزستان. علوم زراعی ایران. ۱ (۱). نامداریان، د.، ناصری، ع.، برومندنسب، س.، پرویزی آلمانی، م. ۱۳۹۹. اثر مدیریت آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر شاخص‌های رشد و عملکرد در بازرویی اول گیاه نیشکر. پژوهش آب در کشاورزی. ۳۴ (۲): ۲۱۶-۲۰۳.

نوری، م.، برومندنسب، س. ۱۳۸۸. بررسی اثر آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان متغیر در مراحل مختلف رشد روی عملکرد کمی و کیفی نیشکر رقم CP69-1062، علوم و مهندسی آبیاری (مجله علمی کشاورزی). ۳۲ (۱): ۵۶-۴۹.

سال ۱۴۰۰ نسبت به سال ۱۳۹۹ به ترتیب ۲۵، ۱۸، ۹ و ۲۹ درصد کاهش یافت ولی اختلاف معنی‌دار بین خصوصیات کیفی در دو سال ۱۳۹۹ و ۱۴۰۱ مشاهده نشد. علت اختلاف نتایج بین دو عامل تیمار و سال بیانگر اهمیت اثر دور آبیاری بر عملکرد و کیفیت نیشکر است. شاخص سانتی‌متر-تن که بیانگر عملکرد نیشکر به ازای مقدار ارتفاع خاصی از گیاه است؛ بر اثر تغییر مقدار و دور آبیاری در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۱۰۰ و ۱۶۴ درصد نسبت به سال ۱۳۹۹ افزایش یافت. این امر به همراه کاهش ارتفاع گیاه در این دو سال، سبب کاهش عملکرد گردید. با توجه به عدم معنی‌داری اختلاف نتایج بین تیمارها در سال ۱۳۹۹، حداقل مقدار آب آبیاری ۲۸۰۰۰ مترمکعب به همراه متوسط دور آبیاری ۹ روز (که در سال ۱۳۹۹ اعمال شد) پیشنهاد می‌شود.

سیاسگزاری

این مقاله از رساله دوره کارشناسی ارشد در دانشکده مهندسی آب و محیط‌زیست دانشگاه شهید چمران اهواز استخراج شده است. بدین وسیله از حمایت‌های شرکت کشت و صنعت نیشکر دهخدا و معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز در قالب پژوهانه و معاونت پژوهشی (GN: SCU.WI1402.281) تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

احمدی، ۱۳۹۹، بهینه‌سازی پارامترهای دبی و زمان قطع جریان در آبیاری جویچه‌ای با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای و الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، پایان‌نامه دکتری، آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

احمدی، م.، برومندنسب، س.، ناصری، ع. ع. ۱۴۰۰، ارزیابی شبکه‌های عصبی و منطق فازی در شبیه‌سازی نفوذ آب در جویچه‌های بازسازی‌شده و غیر بازسازی‌شده در مزارع نیشکر، آبیاری و آب ایران. ۱۱ (۳-۴): ۱۷۸-۱۶۲.

ادیب، م.، رنگزن، ن.، ناصرین، ا. ۱۴۰۱. اثر آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان ثابت و متغیر بر تغییرات شوری، فسفر و پتاسیم

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, Italy.
- Andrade Junior, A.S.D., Bastos, E.A., Ribeiro, V.Q., Athayde Sobrinho, C. and da Silva, P.H., 2017. Stalk yield of sugarcane cultivars under different water regimes by subsurface drip irrigation. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(3):169-174.
- Bahrani, M. J., Shomeili, M., Zande-Parsa, Sh., Kamgar-Haghighi, A. 2009. Sugarcane responses to irrigation and nitrogen in subtropical Iran. *Iran Agricultural Research*. 28 (1).
- Bhebhe, Q. N., 2020. The Effects of Different Irrigation Intervals on Stalk Height and Circumference of the Sugarcane (*Saccharum Officinarum* L), *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 20 (2): 205-210.
- Bhingardeve S.D., Pawar, D.D., Dinger, S.K. and Hasure R.R, 2017. Water Productivity in Sugarcane under Subsurface Drip Irrigation. *International Journal of Agriculture Sciences*, 9(29): 4377-4381.
- Dingre, S.K. and Gorantiwar, S.D. 2021. Soil moisture based deficit irrigation management for sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) in semiarid environment. *Agricultural Water Management*. 245: 106549.
- FAO, 2020. Water Reports, Rome, Italy, FAOSTAT, <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.
- Gunarathna, M.H.J.P., Sakai, K. Nakandakari, T. Momii, K. Onodera, T. Kaneshiro, H. Uehara, H. and Wakasugi, K. 2018. Optimized subsurface irrigation system: the future of sugarcane irrigation. *Water*. 10(3): 314.
- Inman-Bamber, N.G. and Smith, D.M. 2005. Water relations in sugarcane and response to water deficits. *Field crops research*. 92(2-3): 185-202.
- Regina Céli M.P., Eduardo Augusto A.B., Flávio Bussmeyer A., Emílio S., and Tonny Jose A.S. 2015. Effects of Subsurface Drip Irrigation and Different Planting Arrangements on the Yields and Technological Quality of Sugarcane. ASCE, A5014001-1, *Journal Irrigation Drainage Engineering*.
- Wang, E., S. Attard, A. Linton, McGlinchey, M. Xiang, W. Philippa, B. and Everingham, Y. 2020. Development of a closed-loop irrigation system for sugarcane farms using the Internet of Things. *Computers and Electronics in Agriculture*. 172: 105376.

Monitoring of Variation in Irrigation Amount and Interval on Three Sugarcane Cultivars Yield and Yield Components in Dehkhoda Sugarcane Cultivation and Industry

M. Alkasir¹, M. Golabi^{2*}, A.A Naseri³ and M. Albaji⁴

Abstract

Irrigation in arid regions is inevitable, and irrigation strategies in irrigated farms are often implemented either with a constant interval and variable irrigation depth or variable interval and constant irrigation depth. In recent years, due to climatic and regional conditions affecting water allocation in the farms of Dehkhoda Sugarcane Cultivation and Industry Company, Iran, a strategy with both variable irrigation intervals and depths has been adopted. For this purpose, the present study was conducted to determine the most suitable irrigation depth and interval in DH during 2020-2022. Considering the cultivation of various sugarcane varieties in this company, three varieties CP69-1062, CP73-21 and IRC-99, were selected as they represent the largest cultivated area. Ten randomly selected 23-hectare farms were monitored over three years including six, three, and one farm for CP69-1062, CP73-21, and IRC-99, respectively. The irrigation intervals and depths were applied from June to September, covering 80% of the crop's growth period and the majority of its water demand. In addition, crop yield and its components, including crop height, number of stems per hectare, POL, brix, purity and white sugar percentage were determined and evaluated on the monitored farms using the t-test statistical method. The analysis of variance results showed a statistically significant difference ($P\text{-value} \leq 0.01$) in the quantitative characteristics of sugarcane across the three studied years. The yield of sugarcane in the second and third years decreased by 66 and 82%, respectively, compared to the first year ($P\text{-value} \leq 0.01$). The qualitative characteristics of sugarcane, such as POL, brix, purity and white sugar percentage, decreased in the second year compared to the first year, by 25, 18, 9 and 29% respectively ($P\text{-value} \leq 0.01$), but there was no significant difference in the third year compared to the first year. The amount of irrigation water applied in the third year was reduced by an average of 10814 cubic meters per hectare compared to the first year, while in the second year, the reduction was 11329 cubic meters per hectare. Meanwhile, sugarcane's water requirement in the second and third year increased by 11.0% and 11.4%, respectively, compared to the first year. The variations in irrigation water application across treatments in the first to third year were 8933, 8059 and 6331 cubic meters per hectare, respectively. but this difference did not significantly affect the quantitative and qualitative yield of sugarcane. This could be attributed to the increase in irrigation interval in the second and third years, as the average irrigation interval in the first second, and third years were 8, 13 and 18 days, respectively. Therefore, to improve both the quantitative and qualitative yield of sugarcane, a minimum irrigation water application of 28,000 cubic meters per hectare with an average irrigation interval of 9 to a maximum of 11 days is recommended for the period from June to September.

Keywords: Irrigation Strategy, Irrigation Interval, Irrigation Water, Water Productivity

¹ M.Sc. Student of Irrigation and drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

² Associate professor, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (* Corresponding Author Email: m.golabi@scu.ac.ir)

³ Professor, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

⁴ Associate professor, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran