نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲، ص. ۱۱۲-۹۷

Water Management in Agriculture
Vol. 10, No. 2 Autumn And Winter 2024, 97-112

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی تأثیر شیب مزرعه، طول جویچه آبیاری و دبی در سامانه آبیاری سطحی بر عملکرد نیشکر و میزان تولید شکر در مزارع جنوب خوزستان

محمدعلی شایان [۱*]، عبدعلی ناصری [۲]، سعید برومندنسب [۳] و موسی مسکرباشی [۴]

چکیده

از میان روش‌های آبیاری سطحی، آبیاری جویچه‌ای متداول‌ترین و سازگارترین روش برای توسعه کشاورزی مکانیزه محسوب می‌شود. آبیاری جویچه‌ای رایج‌ترین روش آبیاری در اراضی نیشکر خوزستان است. با توجه به کمبود منابع آب و مشکلاتی که کشت و صنعت‌های نیشکری در سال‌های اخیر با آن مواجه بوده‌اند، افزایش راندمان و بهره‌وری سامانه‌های آبیاری سطحی موجود از اهمیت بالایی برخوردار است. این مطالعه به‌منظور بررسی اثر شیب، طول جویچه و دبی بر عملکرد نیشکر و شکر انجام‌شده است. به همین منظور آزمایشی به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرکت کشت و صنعت میرزا کوچک‌خان انجام شد. این طرح با سه تیمار و هر تیمار در سه سطح شامل: شیب ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ درصد، طول جویچه ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ متر و دبی ۲، ۲/۵ و ۳ لیتر در ثانیه انجام شد. عملکرد نیشکر و شکر در این مطالعه به ترتیب ۶۵/۸ تا ۱۲۰/۴ تن در هکتار و ۶/۳ تا ۱۲/۵ تن در هکتار بود. عملکرد نیشکر و شکر به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر شیب و طول جویچه و دبی قرار گرفت. تغییرات میانگین به دلیل اثر متقابل شیب، طول جویچه و دبی بر عملکرد نیشکر معنی‌دار بود ($P<0/01$). طول جویچه ۲۵۰ متر، دبی ۲ لیتر در ثانیه و شیب ۰/۰۴ درصد با عملکرد نیشکر ۱۲۰/۴ تن در هکتار و عملکرد شکر ۱۲/۶ تن در هکتار، برای تولید شکر در مزارع نیشکر شرکت کشت و صنعت میرزا کوچک خان بهتر است. ترکیبی از طول جویچه ۲۵۰ متری با شیب ۰/۰۴ درصد و دبی ۲ لیتر در ثانیه با توجه به کاهش تلفات نفوذ عمقی و کاهش زهاب و مصرف بهینهٔ آب که منجر به تولید نیشکر و شکر با عملکرد مناسب شده است را می‌توان توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری شیاری، جویچه انتها بسته، دبی ورودی، شیب جویچه، صنعت نیشکر

مقدمه

عوامل اصلی مؤثر بر کارایی سامانهٔ آبیاری جویچه‌ای را می‌توان به‌عنوان متغیرهای طراحی، مدیریت خاک و آب دسته‌بندی کرد. متغیرهای طراحی شامل شیب طولی جویچه است که بر جبههٔ پیشروی و پس‌روی جریان و همچنین بر طول جویچه که میزان جریان موردنیاز را تعیین می‌کند، تأثیر می گذارد (Gillies and Smith, 2015). ویژگی‌های نفوذ یک خاک، میزان نفوذ آب به خاک را تعیین می‌کند و ازاین‌رو میزان پیشروی و پس‌روی آب را در جویچه کنترل می‌کند. عمق جویچه، سرعت جریان آب در جویچه و زمان قطع آبیاری، متغیرهای مدیریتی هستند. برای اکثر آبیاری‌ها، زمان تا قطع آبیاری تنها کمیتی است که می‌توان برای دستیابی به سطح

[۱] دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیطزیست، دانشگاه شهید چمران اهواز (*نویسنده مسئول: Email: alish1969@yahoo.com)
[۲] استاد گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیطزیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
[۳] استاد گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیطزیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
[۴] استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۸

مطلوبی از عملکرد آبیاری تغییر داد. افزایش حجم جریان آب در جویچه راه دیگری برای دستیابی به آبیاری یکنواخت‌تر در جویچه‌های بلند است، رویکرد دوم افزایش زمان فرصت جذب در چارک پایینی جویچه با وادار کردن آب به نفوذ عمقی با مسدود کردن انتهای جویچه است (Walker, 2003). الدیری و همکاران دریافتند که طول جویچه و دبی ورودی، پارامترهای اصلی مدیریت و طراحی هستند که بر کارایی آبیاری در خاک رسی تأثیر می‌گذارند (Eldeiry et al., 2005). حجم نفوذ شده در هر نقطه از یک جویچه تابعی از زمان فرصت نفوذ است و بنابراین به نرخ نفوذ در همهٔ مکان‌های بالادست آن نقطه حساس است (Gillies et al., 2011). اصولاً گفته می‌شود که آبیاری جویچه‌ای زمانی که عمق آب نفوذ یافته از ورودی تا انتهای جویچه یکنواخت باشد، راندمان کاربرد بالایی دارد. برای تحقق این شرط، جریان آب و نرخ نفوذ در طول آبیاری باید در طول جویچه یکسان باشد. با توجه به اینکه آب آبیاری در ورودی شروع به نفوذ می‌کند، اگر اندازه جویچه کوچک و شیب تقریباً مسطح باشد، نفوذ عمقی در انتهای جویچه، عملاً امکان‌پذیر نیست (Sengera and Mpala, 2017).

برای دستیابی به عمق مناسب و یکنواختی مطلوب آبیاری، آبیارها تمایل دارند زمان‌های آبیاری را افزایش دهند که اغلب منجر به نفوذ عمقی در بالادست و رواناب در پایین‌دست می‌شود. تلفات نفوذ عمقی در خاک‌های بسیار نفوذپذیر در سامانه‌های آبیاری سطحی شایع است (Koech, 2013). زمان‌های کوتاه‌تر آبیاری، خطر نفوذ عمقی و رواناب بیش‌ازحد را کاهش می‌دهد، اما ممکن است منجر به نرسیدن آب کافی به انتهای جویچه شود؛ بنابراین، تنوع نفوذ در سامانه‌های آبیاری سطحی احتمالاً بزرگ‌ترین چالش را هم برای طراحان و هم برای آبیارها ایجاد می‌کند و راندمان مصرف آب آبیاری را به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌دهد. به نظر می‌رسد برای پایداری طولانی‌مدت یک سامانهٔ آبیاری، بهبود کاربرد آب در وضعیت موجود و شیوه‌های مدیریت آب در مزرعه بیش از هر روش دیگری ضروری باشد. برای افزایش پایداری در کشاورزی آبی، جنبهٔ مهمی که در مطالعات متعدد موردتوجه قرارگرفته است، طراحی سامانه‌های آبیاری کارآمد در سطح مزرعه است (Hsiao et al., 2007). پلایان و ماتیوس گزارش دادند که بهبود سامانه‌های آبیاری مستلزم در نظر گرفتن عوامل مؤثر بر فرآیندهای هیدرولیکی، نفوذ آب و یکنواختی مصرف آب در کل مزرعه است. در نظر گرفتن همهٔ این جنبه‌ها، مدیریت آبیاری را به یک فرآیند تصمیم‌گیری پیچیده تبدیل می‌کند و به‌طورکلی تمام سامانه‌های آبیاری زمانی که به‌خوبی طراحی‌شده و به‌طور مناسب برای شرایط خاص انتخاب‌شده باشند، می‌توانند به سطح مناسب از کارایی دست یابند، زیرا سامانهٔ مناسب آبیاری هر مزرعه مختص همان مزرعه است (Playan and Mateos, 2006). بااین‌حال، تفاوت بین سامانه‌های آبیاری در بسیاری از مناطق به‌عنوان پیامد طراحی، مدیریت و نگهداری دیده می‌شود. تحقیقی درکشت و صنعت نیشکر امام خمینی (شعیبیه) انجام شد و نتایج نشان داد که یکنواختی پروفیل رطوبتی و در پی آن یکنواختی توزیع آب در جویچه‌ها متأثر از دو عامل شیب کف جویچه‌ها و مقدار آب مصرفی (دبی و زمان آبیاری) است. راندمان یکنواختی توزیع آب در جویچه‌ها بین ۹۵ – ۸۱ درصد اعلام شد (آل کثیر و همکاران،۱۳۷۷). در تحقیق دیگری اثر دبی جریان ورودی بر نفوذپذیری خاک در آبیاری جویچه‌ای نیشکر درکشت و صنعت امیرکبیر موردبررسی قرارگرفته و نتایج نشان داد که با افزایش دبی جریان ورودی از ۱ به ۱/۵ لیتر بر ثانیه، نفوذ تجمعی ۲۹/۴۲ درصد و با افزایش دبی جریان ورودی از ۱ به ۲ لیتر بر ثانیه، نفوذ تجمعی ۶۵ درصد افزایش داشت و به‌طورکلی مقدار متوسط تغییرات نفوذ در دبی جریان‌های مختلف از جویچه‌ای به جویچهٔ دیگر ۲۵/۲۳ درصد است، که قابل‌توجه بوده و در نظر نگرفتن آن باعث کاهش راندمان و توزیع یکنواختی در مزرعه می‌شود (ملکی و همکاران،۱۳۸۳). در مطالعهٔ دیگری تأثیر نوع شیب بر الگوی توزیع نفوذ آب در خاک در آبیاری جویچه‌ای موردبررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که تیمار با شیب مقعر (کند شونده) دارای الگوی یکنواخت‌تر توزیع و نفوذ بیشتر بود (بخشی و همکاران،۱۳۹۰). در تحقیق دیگری تأثیر شیب طولی متغیر جویچه در بافت خاک سیلتی لوم بر راندمان کاربرد و یکنواختی توزیع آب در سیستم آبیاری

جویچه‌ای موردبررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که تیمار با شیب مقعر (کند شونده) باراندمان کاربرد و یکنواختی توزیع آب به ترتیب ۷۳ و ۹۲ درصد بهتر از تیمار شاهد تحت مدیریت یکسان بوده است (نوری امام‌زاده‌ای و همکاران،۱۳۹۳). تحقیق دیگری باهدف ارزیابی وضعیت موجود و مدیریت آبیاری جویچه ای، شناخت نقاط ضعف و روش‌های بهبود مصرف آب در اراضی تحت کشت نیشکر خوزستان اجرا شد. نتایج نشان داد که بازده کاربرد آب در مزارع موردمطالعه به‌طور متوسط ۴۲/۵ درصد بود و یکنواختی توزیع آب در همه مزارع تحت مطالعه زیاد و متوسط آن حدود ۹۲ درصد بود. تلفات آب در مزرعه به‌طور عمده ناشی از نفوذ عمقی بود (عباسی و شینی دشت گل، ۱۳۹۵). تحقیقی باهدف ارزیابی شاخص‌های عملکرد آبیاری جویچه‌ای با پوشش نیم لوله پلی‌اتیلن سوراخ‌دار در مقایسه با آبیاری جویچه‌ای معمولی در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای اجرا شد. در این پژوهش ارتباط میزان دبی عبوری از نیم لوله، شیب کف و مدت‌زمان کارکرد سیستم در مقایسه با حجم آب خروجی از سوراخ‌ها بررسی شد و نتایج نشان داد که بهترین یکنواختی توزیع آب، زمانی است که شیب ۲/۶۲ درصد، دبی ورودی ۳/۳۱ برابر دبی رواناب و مدت‌زمان کارکرد سیستم نیز ۳/۶۷ برابر زمان پیشروی باشد (صالحی و همکاران،۱۳۹۶). در تحقیقی که باهدف ارزیابی اثرات شیب، طول جویچه و دبی جریان آبیاری بر کارایی آبیاری و عملکرد نیشکر در کشور اتیوپی انجام شد، نتایج نشان داد که اثر متقابل طول جویچه ۲۰۰ متری و دبی جریان ۶ لیتر بر ثانیه و شیب ۰/۰۸ درصد، یکنواختی توزیع آب و عملکرد بهتری برای مزارع نیشکر در اتیوپی دارد (Assefa et al., 2017). همچنین در مطالعهٔ دیگری که باهدف بررسی اثرات شیب، طول جویچه و دبی ورودی بر عملکرد آبیاری، عملکرد نیشکر و شکر در کشور زیمباوه انجام شد، نتایج حاصل نشان داد که اثر متقابل طول جویچه ۳۰۰ متری و دبی جریان ۳ لیتر بر ثانیه و شیب ۰/۰۸ درصد، موجب یکنواختی توزیع آب بهتر و عملکرد بالاتری برای مزارع نیشکر در زیمباوه دارد (Sengera and Mpala, 2017). مطالعهٔ دیگری باهدف بررسی اثر شیب بر راندمان و یکنواختی توزیع آب در آبیاری جویچه‌ای نیشکر در کشت و صنعت سلمان فارسی در جنوب خوزستان انجام شد و نتایج حاصل نشان داد که شیب طولی جویچه ۰/۰۶ درصد و دبی ورودی ۱/۵ لیتر بر ثانیه موجب راندمان کاربرد آب ۸۵ درصد و یکنواختی توزیع آب ۸۲ درصد شد (حمودی و همکاران،۱۳۹۷). مسئلهٔ بهینه‌سازی پارامترهای طراحی آبیاری جویچه‌ای نیز در تحقیقات زیادی موردتوجه محققان قرارگرفته است. در مطالعه‌ای در خصوص بهینه‌سازی آبیاری جویچه‌ای تحت شرایط اجراشده در کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی با استفاده از نرم‌افزار WinSRFR، ده مقدار مختلف برای دبی ورودی و چهار مقدار مختلف برای شیب جویچه که مقادیر آن‌ها نزدیک به دبی و شیب‌های اجراشده در کشت و صنعت نیشکر بود در نظر گرفته شد. بهینه‌ترین دبی ورودی شیب جویچه برای به دست آوردن بالاترین راندمان در شرایط اجراشده در کشت و صنعت نیشکر به دست آمد (مرید نژاد و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعهٔ دیگری، در جهت افزایش راندمان و یکنواختی توزیع آب در آبیاری جویچه‌ای نیشکر، تعیین مقادیر بهینه پارامترهای طراحی آبیاری جویچه‌ای در اراضی مزارع نیشکر جنوب اهواز توسط مدل WinSRFR مورد انجام گرفت و طبق نتایج این تحقیق، برای آبیاری مزارع کشت و صنعت امیرکبیر بهترین گزینه برای جویچه انتها بسته به دست آمد (قهرمان نژاد و همکاران، ۱۳۹۵). در تحقیقی به‌منظور بهینه‌سازی آبیاری سطحی بر اساس متغیرهای آبیاری و هندسی جویچه با مدل SIRMOD انجام گرفت و نتایج نشان داد که در جویچه‌های مورد آزمایش با بافت خاک لوم شنی، باکفایت آبیاری ۱۰۰ درصد با انتخاب دبی ۱/۲ لیتر بر ثانیه و زمان قطع جریان ۱۷۰ دقیقه، یکنواختی توزیع آب و راندمان کاربرد به ترتیب ۸۴ و ۶۰ درصد است (آزاد طلا تپه و همکاران، ۱۳۹۶).

در سرتاسر جهان، نیشکر با استفاده از روش‌های آبیاری شیاری (جویچه‌ای)، بارانی و قطره‌ای آبیاری می‌شود (Sengera and Mpala, 2017). آبیاری جویچه‌ای رایج‌ترین روش آبیاری نیشکر در ایران است. مزارع نیشکری

واحدهای هفتگانه شرکت توسعه نیشکر با روش جویچه‌ای انتها بسته و با عرض جویچه ۱/۸۳ متری و به طول ۲۵۰ متری آبیاری می‌شوند. شرکت کشت و صنعت میرزا کوچک خان که یکی از واحدهای هفتگانه شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان است، از زمان تأسیس خود در سال ۱۳۸۲ از روش آبیاری جویچه‌ای استفاده کرده است. به دلیل مشکلات تسطیح و غیریکنواختی آن و طبعاً غیریکنواختی شیب طولی جویچه و عدم همخوانی کامل شیب مزبور با شدت دبی ورودی به جویچه ها و عدم همخوانی آن‌ها با بافت خاک مزارع، باعث می‌شود که یکنواختی توزیع آب در طول جویچه‌ها تأمین نشده و درنتیجه یکنواختی توزیع آب و راندمان کاربرد کاهش می‌یابد. در سال های اخیر، درزمینهٔ آبیاری جویچه‌ای پیشرفت‌های زیادی حاصل‌شده است که می‌توان به سهولت استفاده از لوله‌های دریچه دار از جنس پلی‌اتیلن (هیدروفلوم) در این روش آبیاری اشاره کرد. این روش، در سطح بیش از ۱۰۰ هزار هکتار از اراضی زیر کشت نیشکر در استان خوزستان مورداستفاده قرار می‌گیرد. علیرغم تجهیز و نوسازی اراضی، این کشت و صنعت‌ها متهم به پایین بودن بازده آبیاری و تولید حجم زیادی از زه آب های کشاورزی هستند. به همین دلیل، اعمال مدیریت صحیح آبیاری باهدف صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش عملکرد نیشکر از اهمیت خاصی برخوردار است؛ بنابراین در این پژوهش، با ایجاد شیب‌های طولی متفاوت، دبی‌های ورودی مختلف و همچنین طول جویچه‌های متفاوت در اراضی نیشکر، عملاً شرایط هیدرولیکی جریان طوری مدیریت و تنظیم می‌شود تا با ایجاد شرایط ذکرشده، تأثیر این عوامل را بر عملکرد نیشکر و شکر تولیدی در واحد سطح بررسی و مطلوب‌ترین شیب طولی، دبی ورودی و طول جویچه همخوان با بافت خاک را در اراضی نیشکر جنوب خوزستان مشخص نماییم.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از مرداد ۱۳۹۸ تا شهریور ۱۳۹۹ دریکی از مزارع شرکت کشت و صنعت میرزا کوچک‌خان که یکی از واحدهای هفتگانه شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان است و در کیلومتر ۶۵ جاده اهواز خرمشهر در استان خوزستان و کشور ایران قرار دارد انجام شد. وسعت این کشت و صنعت در حدود ۱۴۰۰۰ هکتار است که مساحت خالص اراضی آن ۱۲۰۰۰ هکتار و بقیه کانال، جاده، ساختمان و کارخانه است که سالانه ۱۰۰۰۰ هکتار آن کشت می‌شود و ۲۰۰۰ هکتار آن در حال آیش و کشت مجدد است. مطالعه در مزرعه L08-20 که مساحت آن ۲۵ هکتار است انجام‌شده است. طول مزرعه ۱۰۰۰ متر و عرض آن ۲۵۰ متر است (مختصات جغرافیایی شامل: طول جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقهٔ شمالی و عرض جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقهٔ شرقی). بافت خاک مزرعه از نوع نیمه سنگین و سنگین (لومی–رسی–سیلتی) است (جدول ۱). منطقهٔ مورد آزمایش دارای اقلیم گرم و نیمه‌خشک است. حداقل، متوسط و حداکثر دمای سالانه به ترتیب ۱۶/۳، ۲۴/۷ و ۳۳ درجهٔ سانتی‌گراد و حداقل، متوسط و حداکثر رطوبت نسبی سالانه به ترتیب ۲۹/۸، ۴۹/۲ و ۶۸/۵ درصد و متوسط تبخیر روزانه ۸/۵ میلی‌متر، متوسط بارش سالیانه ۱۵۴ میلی‌متر و متوسط سرعت باد ۳/۲ متر بر ثانیه است. موقعیت کشت و صنعت نیشکر میرزا کوچک‌خان نسبت به طرح‌های توسعهٔ نیشکر پیرامون آن در شکل شمارهٔ یک نشان داده‌شده است (ظهیر نیا و همکاران، ۱۳۹۹).

جدول ۱- مشخصات بافت خاک و جرم مخصوص ظاهری در سه عمق

ردیف	عمق سانتی‌متر	جرم مخصوص ظاهری گرم بر سانتی‌متر مکعب	رس درصد	سیلت درصد	شن درصد	بافت خاک
۱	۰ – ۳۰	۱/۴۹	۴۲/۱۵	۴۲/۷۵	۱۵/۱۰	لومی رسی سیلتی
۲	۳۰ – ۶۰	۱/۵۱	۴۳/۹۵	۴۲/۱۱	۱۳/۹۴	لومی رسی سیلتی
۳	۶۰ – ۹۰	۱/۶۳	۴۴/۸۰	۴۲/۶۵	۱۲/۵۵	لومی رسی سیلتی
میانگین	۰ – ۹۰	۱/۵۴	۴۳/۶۳	۴۲/۵۱	۱۳/۸۶	لومی رسی سیلتی

شکل ۱ - موقعیت کشت و صنعت نیشکر میرزا کوچک خان نسبت به کشت و صنعت‌های اطراف

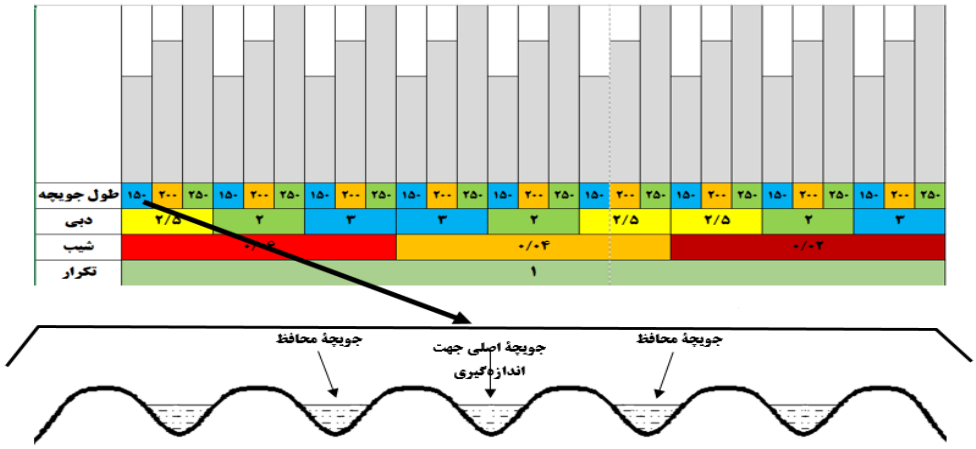
عملیات صحرایی آزمایش مطابق شکل (۲) به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی، شیب طولی جویچه در سه سطح، ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ درصد (S0.2, S0.4, S0.6)، فاکتور فرعی دبی ورودی در سه سطح ۲، ۲/۵ و ۳ لیتر بر ثانیه (Q2.0, Q2.5, Q3.0) و فاکتور فرعی – فرعی شامل طول جویچه در سه سطح، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ متر (L150, L200, L250) بودند. روش آبیاری جویچه‌ای انتها بسته بود و آب از طریق لوله‌های دریچه دار وارد جویچه‌ها شد. در ابتدا و وسط تمام جویچه‌هایی که اندازه‌گیری در آن‌ها صورت گرفت دو فلوم W.S.C تیپ ۳ قرار داده شد. با انجام میخکوبی مسیر طولی جویچه، به فاصلهٔ ۱۰ متر میخکوبی شد و دبی ورودی با فلوم‌های WSC تیپ ۳ (رابطهٔ ۱) اندازه‌گیری و محاسبه، داده‌های صحرایی شامل دبی ورودی، زمان پیشروی و زمان پس‌روی سنجش گردید (اشرفی و همکاران، ۱۳۷۵).

$$Q = 0.00372 \times H^{2.63} \qquad (۱)$$

که H ارتفاع آب در محل نصب اشل در فلوم برحسب سانتیمتر و Q دبی جریان ورودی برحسب لیتر بر ثانیه است.

مزرعهٔ موردمطالعه دارای سامانه زهکشی زیرزمینی است که شامل لوله‌های لترال مشبک به فاصلهٔ ۶۲/۵ متر از هم که در طول مزرعه کار گذاشته‌شده و به لوله‌های بتنی زیرزمینی متصل می‌شوند. عملیات تهیه زمین شامل شخم زیرشکنی، دیسک، ماله، نقشه‌برداری و تسطیح، ایجاد جویچه به فاصله ۱۸۳ سانتی‌متر از هم و کودپاشی مطابق نقشه طرح انجام شد. هر کرت شامل سه جویچه بود که نمونه‌برداری از جویچهٔ وسط انجام شد و دو جویچهٔ کناری به‌عنوان محافظ بودند و درمجموع ۸۱ جویچه پایش گردید. سپس کشت مزرعه با استفاده از قلمه‌های تهیه‌شده از مزرعهٔ رقم نیشکر CP69-1062 که در شهریور ۱۳۹۷ کاشته شده بود، انجام شد. داده‌های رطوبت خاک (به روش خشک‌کردن نمونه‌های خاک در آون ۱۰۵ درجهٔ سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت)، قطر ساقه (به‌وسیلهٔ ورنیه)، ارتفاع ساقه (به‌وسیلهٔ متر فلزی)، بریکس۲ شربت (با استفاده از دستگاه رفرکتومتر۳) و درصد پل۴ (با استفاده از دستگاه پلاریمتر۵) جمع‌آوری شد.

2. Brix
3. Refractometer
4. Pol
5. Polarimeter



شکل ۲- مشخصات تیمارهای مورد آزمایش

ارزیابی عملکرد نیشکر و شکر

نمونه‌گیری نیشکر ۱۱ ماه پس از کاشت انجام شد و پارامترهای عملکرد نیشکر و شکر به شرح زیر تعیین شدند. ارتفاع و قطر ساقه از بیست ساقه قابل آسیاب به‌طور تصادفی انتخاب‌شده از ردیف میانی با اندازه‌گیری طول از سطح خاک تا بالاترین بند گیاه و بر اساس روش توصیف‌شده توسط کلمنتز تعیین شد (Clements, 1980). قطر ساقه در سه موقعیت ساقه (بالا، وسط و پایین) از ۲۰ ساقه قابل آسیاب در هر نقطه نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد. تعداد ساقه‌های قابل آسیاب در نقاط نمونه‌برداری با شمارش تعداد آن‌ها در هر کرت ثبت شدند. عملکرد نیشکر با توزین تعداد ساقه‌های قابل آسیاب از دونقطه نمونه‌برداری ۱۸/۳ مترمربعی تعیین شد (۱۰ متر در طول جویچه) در هر تیمار و میانگین‌گیری آن‌ها محاسبه گردید. بریکس شربت، کل مواد جامد موجود در شربت برحسب درصد با استفاده از دستگاه رفرکتومتر و قرائت آن، از شربت حاصل از بیست ساقه آسیاب شده اندازه‌گیری شد. درصد پل که عبارت است از درصد مواد قندی، با استفاده از دستگاه پلاریمتر تعیین شد. درصد خلوص یا پیوریتی[1] که به درصد ساکارز موجود در کل محتوای جامد شربت اشاره دارد با استفاده از رابطهٔ ۲ محاسبه شد.

$$Purity = \frac{\text{Pol}}{\text{Brix}} \times 100 \qquad (۲)$$

که در رابطهٔ فوق Purity عبارت است از ساکارز موجود در کل محتوای جامد شربت برحسب درصد، Pol عبارت است از مواد قندی برحسب درصد و Brix عبارت است از کل مواد جامد موجود در شربت برحسب درصد. درصد شکر قابل استحصال[2] (RS) با استفاده از جداول مربوطه محاسبه گردید. عملکرد شکر (تن در هکتار) تابعی از تجمع ساکارز و رشد رویشی (عملکرد نیشکر) است (Sundara B. 2000). این پارامتر به‌عنوان حاصل‌ضرب عملکرد نیشکر تن در هکتار و میانگین درصد شکر قابل استحصال (RS) با استفاده از رابطهٔ ۳ برآورد شد (Yusof, et al. 2000).

$$\text{عملکرد شکر} = \text{عملکرد نیشکر} \times RS \qquad (۳)$$

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه‌وتحلیل شد و بررسی پراکندگی میانگین داده‌ها با استفاده از ANOVA در سطح معنی‌داری یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

1. Purity

2. Recoverable Sugar

میانگین عملکرد نیشکر به میزان ۹۵، ۸۹/۹ و ۹۷/۱ تن در هکتار برای شیب‌های ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ درصد، ۸۳/۵، ۹۲/۸ و ۱۰۵/۸ تن در هکتار برای طول جویچه ۱۵۰ و ۲۰۰ و ۲۵۰ متر و ۱۰۱/۳، ۸۶ و ۹۴/۷ تن در هکتار برای دبی ۲، ۲/۵ و ۳ لیتر در ثانیه به دست آمد (جدول ۵). نتایج تجزیهٔ آماری مندرج در جدول (۲) نشان می‌دهد که تفاوت بین میانگین‌ها به دلیل تأثیر شیب، دبی ورودی و طول شیار بر عملکرد نیشکر معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$). دبی کمتر عملکرد نیشکر بهتری داشت و با افزایش دبی عملکرد نیشکر کاهش یافت (شکل ۴). مقایسهٔ میانگین عملکرد نیشکر نشان داد که با افزایش شیب عملکرد نیشکر افزایش یافت (شکل ۳). همچنین مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که با افزایش طول جویچه عملکرد نیشکر افزایش یافت (شکل ۵). میانگین عملکرد شکر به میزان ۹، ۹ و ۹/۵ تن در هکتار برای شیب‌های ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ درصد و نیز ۷/۹، ۹/۱ و ۱۰/۵ تن در هکتار برای طول جویچه‌های ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ متر و همچنین ۹/۹، ۸/۹ و ۹/۳ تن در هکتار برای دبی‌های ۲، ۲/۵ و ۳ لیتر در ثانیه به دست آمد (جدول۵). نتایج تجزیهٔ آماری مندرج در جدول (۲) نشان می‌دهد که تفاوت بین میانگین‌ها به دلیل تأثیر شیب، دبی ورودی و طول شیار بر عملکرد شکر معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$). مقایسهٔ میانگین عملکرد شکر نشان داد که با افزایش شیب عملکرد شکر افزایش یافت (شکل ۶). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که دبی کمتر عملکرد شکر بهتری داشت و با افزایش دبی عملکرد شکر کاهش یافت (شکل ۷). همچنین مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که با افزایش طول جویچه عملکرد شکر افزایش یافت (شکل ۸).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		نیشکر تولیدی	شکر تولیدی
		تن در هکتار	
تکرار	۲	۱/۴۸^{ns}	۰/۰۱۸^{ns}
شیب	۲	۳۷۶/۷۹**	۲/۲۰**
خطای اول	۴	۱/۹۷	۰/۰۱
دبی	۲	۱۵۸۸/۹۴**	۱۸/۷۴**
شیب*دبی	۴	۶۵۶/۸۸**	۸/۲۷**
خطای دوم	۱۲	۲/۲۵	۰/۰۷
طول جویچه	۲	۳۳۷۲/۰۸**	۴۷/۷۷**
شیب* طول جویچه	۴	۴۶/۹۷**	۱/۳۰**
طول جویچه * دبی	۴	۳۲۳/۷۶**	۳/۲۰**
شیب* طول جویچه * دبی	۸	۳۲۲/۳۵**	۶/۵۷**
خطای کل	۳۶	۲/۵۴	۰/۰۵
ضریب تغییرات (CV%)		۱/۷۰	۲/۵۴

**** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ درصد و معنی‌دار نشدن است**

نتایج تجزیهٔ آماری مندرج در جدول (۲) نشان می‌دهد که اثر متقابل شیب، طول جویچه و دبی بر عملکرد نیشکر معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$). بیشترین عملکرد نیشکر از ترکیب تیمار شیب ۰/۰۴ درصد، طول جویچه ۲۵۰ متر و دبی ۲ لیتر بر ثانیه به میزان ۱۲۰/۴ تن در هکتار و کمترین آن از ترکیب تیمار شیب ۰/۰۴ درصد، طول جویچه ۱۵۰ متر و دبی ۳ لیتر در ثانیه به میزان ۶۵/۸ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۳). بررسی اثر متقابل شیب و دبی ورودی بر عملکرد نیشکر نشان داد که با کاهش دبی ورودی درشیب‌های ۰/۰۴ و ۰/۰۶ درصد عملکرد نیشکر افزایش یافت و درشیب ۰/۰۲ درصد عملکرد نیشکر کاهش یافت (شکل ۱۰). بررسی اثر متقابل شیب و طول جویچه بر عملکرد نیشکر نشان داد که به‌طورکلی با افزایش طول جویچه

عملکرد نیشکر افزایش یافت و بیشترین عملکرد درشیب ۰/۰۲ درصد و طول جویچه ۲۵۰ متر به میزان ۱۰۸/۹ تن در هکتار و کمترین عملکرد درشیب ۰/۰۴ درصد و طول جویچه ۱۵۰ متر به میزان ۷۷/۸ تن در هکتار به دست آمد (شکل ۱۲). بررسی اثر متقابل دبی ورودی و طول جویچه بر عملکرد نیشکر نشان داد که به‌طورکلی با افزایش طول جویچه عملکرد نیشکر افزایش یافت و بیشترین عملکرد با دبی ورودی ۲ لیتر بر ثانیه و طول جویچه ۲۵۰ متر به میزان ۱۱۵ تن در هکتار و کمترین عملکرد با دبی ورودی ۲/۵ لیتر بر ثانیه و طول جویچه ۱۵۰ متر به میزان ۶۸/۶ تن در هکتار به دست آمد (شکل ۱۴).

جدول ۳- اثر متقابل شیب، دبی دریچه و طول جویچه بر عملکرد نیشکر (تن در هکتار)

شیب درصد	دبی دریچه لیتر در ثانیه	عملکرد نیشکر-تن در هکتار			
		طول جویچه-متر			
		۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	میانگین
۰/۰۲	۲	۸۳/۹	۹۰/۹	۱۰۷/۰	۹۳/۹
	۲/۵	۶۸/۸	۹۳/۹	۱۰۲/۱	۸۸/۳
	۳	۱۰۰/۳	۹۰/۵	۱۱۷/۶	۱۰۲/۸
	میانگین	۸۴/۳	۹۱/۸	۱۰۸/۹	
۰/۰۴	۲	۹۸/۳	۸۷/۲	۱۲۰/۴	۱۰۲
	۲/۵	۶۹/۴	۹۲/۸	۹۶/۲	۸۶/۱
	۳	۶۵/۸	۹۲/۴	۸۶/۸	۸۱/۷
	میانگین	۷۷/۸	۹۰/۸	۱۰۱/۱	
۰/۰۶	۲	۹۳/۷	۱۱۲/۹	۱۱۷/۷	۱۰۸/۱
	۲/۵	۶۷/۶	۸۲/۹	۱۰۰/۶	۸۳/۷
	۳	۱۰۳/۹	۹۱/۵	۱۰۳/۶	۹۹/۷
	میانگین	۸۸/۴	۹۵/۸	۱۰۷/۳	

همچنین نتایج تجزیهٔ آماری مندرج در جدول (۲) نشان می‌دهد که اثر متقابل شیب، طول جویچه و دبی بر عملکرد شکر معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$). بیشترین عملکرد شکر از ترکیب تیمار شیب ۰/۰۴ درصد، طول جویچه ۲۵۰ متر و دبی ۲ لیتر بر ثانیه به میزان ۱۲/۵ تن در هکتار و کمترین آن از ترکیب تیمار شیب ۰/۰۲ درصد، طول جویچه ۱۵۰ متر و دبی ۲/۵ لیتر در ثانیه به میزان ۶/۳ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۴). بررسی اثر متقابل شیب و دبی ورودی بر عملکرد شکر نشان داد که با کاهش دبی ورودی درشیب‌های ۰/۰۴ و ۰/۰۶ درصد عملکرد شکر افزایش یافت و درشیب ۰/۰۲ درصد عملکرد شکر کاهش یافت (شکل ۹). بررسی اثر متقابل شیب و طول جویچه بر عملکرد شکر نشان داد که به‌طورکلی با افزایش طول جویچه عملکرد شکر افزایش یافت و بیشترین عملکرد درشیب ۰/۰۲ درصد و طول جویچه ۲۵۰ متر به میزان ۱۰/۹ تن در هکتار و کمترین عملکرد درشیب ۰/۰۲ درصد و طول جویچه ۱۵۰ متر به میزان ۷/۵ تن در هکتار به دست آمد (شکل ۱۱). بررسی اثر متقابل دبی ورودی و طول جویچه بر عملکرد شکر نشان داد که به‌طورکلی با افزایش طول جویچه عملکرد شکر افزایش یافت و بیشترین عملکرد با دبی ورودی ۲ لیتر بر ثانیه و طول جویچه ۲۵۰ متر به میزان ۱۱/۵ تن در هکتار و کمترین عملکرد با دبی ورودی ۲/۵ لیتر بر ثانیه و طول جویچه ۱۵۰ متر به میزان ۶/۴ تن در هکتار به دست آمد (شکل ۱۳). طول جویچه بیشتر با توجه به افزایش مدت‌زمان پیشروی و فرصت نفوذ بیشتر آب با توجه به سنگین بودن بافت خاک مزرعه موجب شرایط مناسب برای استفادهٔ گیاه نیشکر از آب‌شده است. در تحقیق مشابهی که توسط آصیفا و همکاران (Assefa et al., 2017) در کشور اتیوپی انجام شد، بیشترین عملکرد نیشکر از ترکیب شیب ۰/۰۸ درصد، طول شیار ۲۰۰ متر و دبی ۶ لیتر در ثانیه به دست آمد و نتیجهٔ

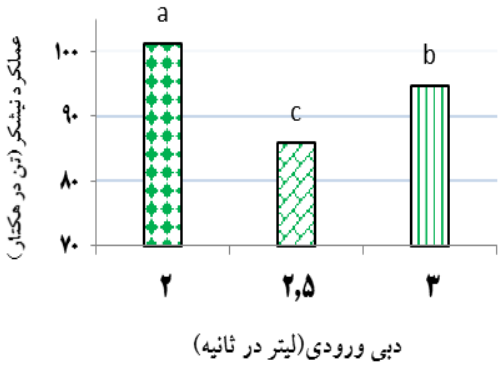
کلی تحقیق این بود که شیب بیشتر با طول شیار بیشتر و بالاترین سرعت جریان با ایجاد یکنواختی توزیع آب بهتر برای تولید نیشکر مناسب‌تر است. نتایج مطالعهٔ سینجرا و امپالا (Sengera and Mpala, 2017) در کشور زیمباوه بر روی گیاه نیشکر نشان داد ترکیبی از طول جویچه ۳۰۰ متر و شیب ۰/۰۸ درصد و دبی ۳ لیتر در ثانیه بهترین شرایط را برای تولید نیشکر دارد، ضمن اینکه موجب صرفه‌جویی در مصرف آب شده و بهترین یکنواختی توزیع آب را دارا است. ملکی و همکاران، (۱۳۹۷) در تحقیقی که در مزارع بدون گیاه نیشکر انجام دادند دریافتند که با افزایش شیب طولی و دبی ورودی زمان پیشروی آب کمتر شده و باعث توزیع مناسب یکنواختی آب در طول جویچه می‌شود و بیشترین راندمان کاربرد آب درشیب ۰/۰۶ درصد و دبی ورودی ۱/۵ لیتر بر ثانیه به میزان ۸۵ درصد حاصل شد.

جدول ٤- اثر متقابل شیب، دبی دریچه و طول جویچه بر عملکرد شکر (تن در هکتار)

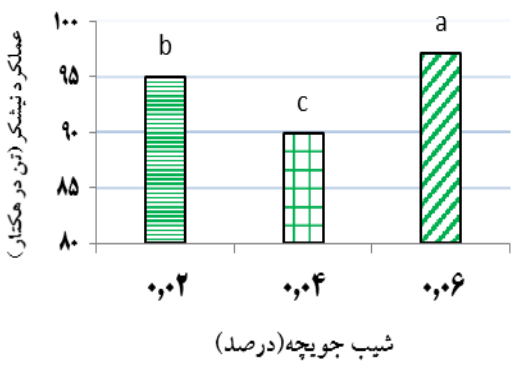
شیب درصد	دبی دریچه لیتر در ثانیه	عملکرد شکر- تن در هکتار			
		طول جویچه-متر			
		۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	میانگین
۰/۰۲	۲	۷/۹	۸/۴	۱۰/۲	۸/۸
	۲/۵	۶/۳	۷/۸	۱۰/۲	۸/۱
	۳	۸/۲	۹/۹	۱۲/۲	۱۰/۱
	میانگین	۷/۵	۸/۷	۱۰/۹	
۰/۰۴	۲	۱۰/۳	۷/۵	۱۲/۵	۱۰/۱
	۲/۵	۶/۳	۱۰/۵	۸/۸	۸/۵
	۳	۶/۵	۸/۷	۹/۳	۸/۲
	میانگین	۷/۷	۸/۹	۱۰/۲	
۰/۰۶	۲	۸/۷	۱۱/۷	۱۱/۹	۱۰/۸
	۲/۵	۶/۶	۸/۱	۹/۵	۸/۱
	۳	۹/۹	۹/۰	۹/۸	۹/۶
	میانگین	۸/۴	۹/۶	۱۰/۴	

جدول ۵- میانگین کل سطوح مختلف تیمارها

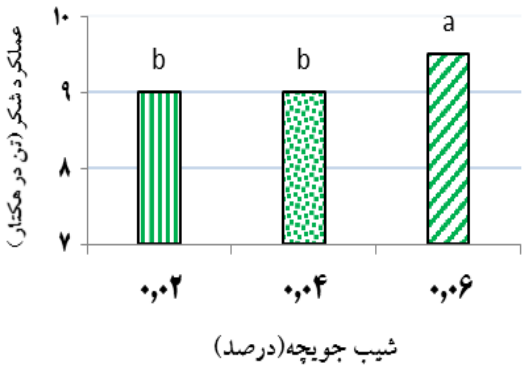
تیمار	شیب درصد			دبی دریچه لیتر در ثانیه			طول جویچه متر		
سطوح تیمار	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۲	۲/۵	۳	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰
میانگین عملکرد نیشکر-تن در هکتار	۹۵/۰	۸۹/۹	۹۷/۱	۱۰۱/۳	۸۶/۰	۹۴/۷	۸۳/۵	۹۲/۸	۱۰۵/۸
میانگین عملکرد شکر-تن در هکتار	۹/۰	۹/۰	۹/۵	۹/۹	۸/۲	۹/۳	۷/۹	۹/۱	۱۰/۵



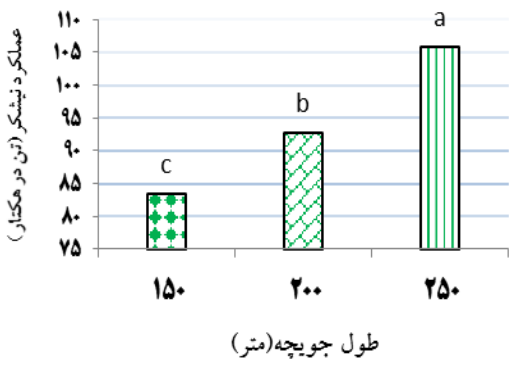
شکل ۳- میانگین عملکرد نیشکر در شیب‌های مختلف



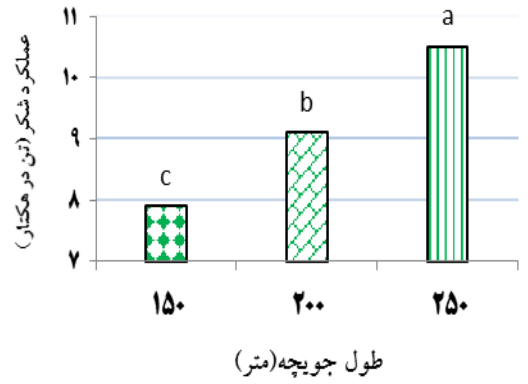
شکل ٤- میانگین عملکرد نیشکر در دبی ورودی مختلف



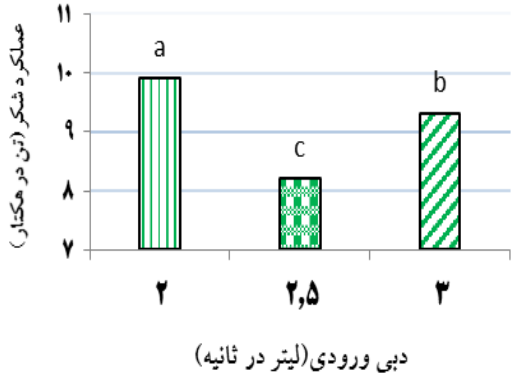
شکل ٥- میانگین عملکرد نیشکر در طول جویچه‌های مختلف



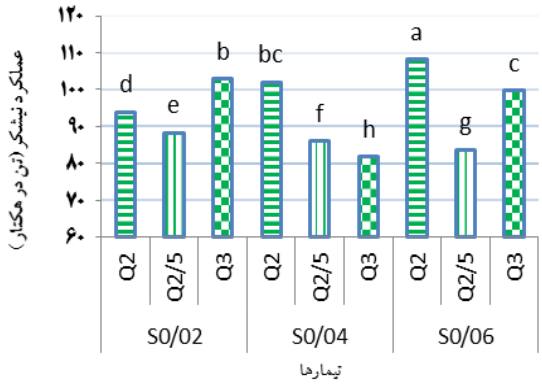
شکل ٦- میانگین عملکرد شکر در شیب‌های مختلف



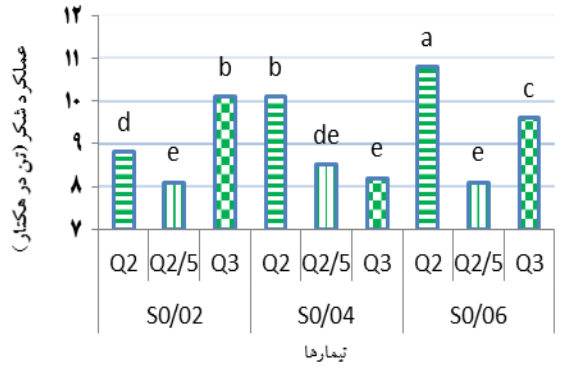
شکل ۷- میانگین عملکرد شکر در دبی ورودی مختلف



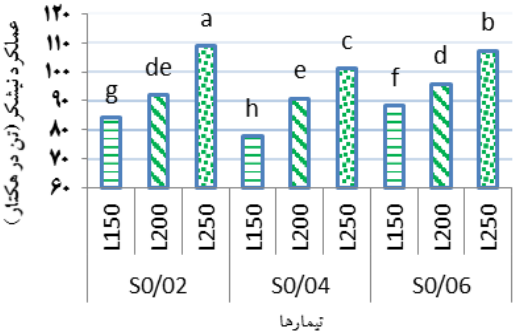
شکل ۸- میانگین عملکرد شکر در طول جویچه‌های مختلف



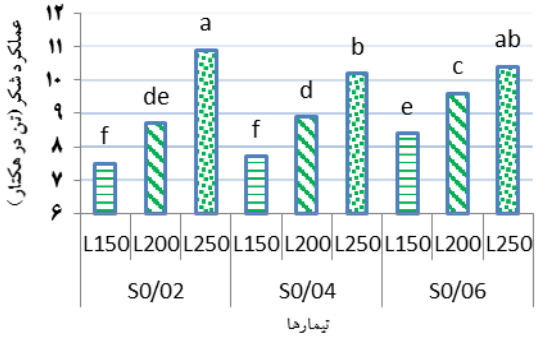
شکل ۹- مقایسهٔ اثر متقابل شیب جویچه و دبی ورودی بر عملکرد شکر



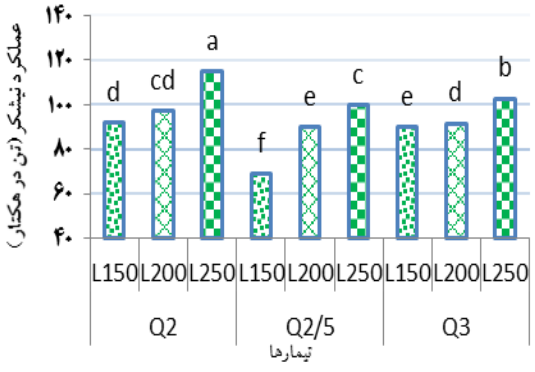
شکل ۱۰- مقایسهٔ اثر متقابل شیب جویچه و دبی ورودی بر عملکرد نیشکر



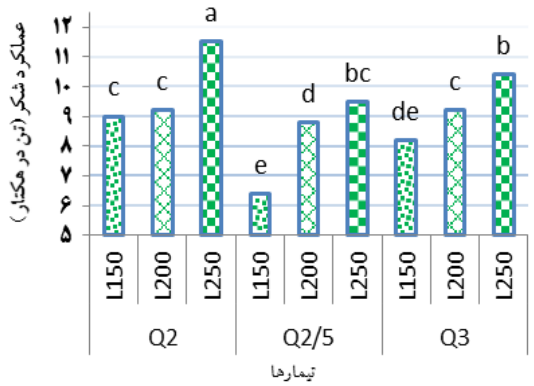
شکل ۱۱- مقایسهٔ اثر متقابل شیب جویچه و طول جویچه بر عملکرد شکر



شکل ۱۲- مقایسهٔ اثر متقابل شیب جویچه و طول جویچه بر عملکرد نیشکر



شکل ۱۳- مقایسهٔ اثر متقابل دبی ورودی و طول جویچه بر عملکرد شکر



شکل ۱۴- مقایسهٔ اثر متقابل دبی ورودی و طول جویچه بر عملکرد نیشکر

نتیجه‌گیری

تفاوت بین میانگین‌های عملکرد نیشکر به دلیل تأثیر شیب، دبی و طول شیار معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). همچنین اثر متقابل شیب، طول جویچه و دبی بر عملکرد نیشکر معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). بیشترین عملکرد نیشکر از ترکیب تیمار شیب ۰/۰۴ درصد، طول جویچه ۲۵۰ متر و دبی ۲ لیتر بر ثانیه به میزان ۱۲۰/۴ تن در هکتار و کمترین آن از ترکیب تیمار شیب ۰/۰۴ درصد، طول جویچه ۱۵۰ متر و دبی ۳ لیتر در ثانیه به میزان ۶۵/۸ تن در هکتار به دست آمد. با افزایش طول جویچه عملکرد نیشکر نیز افزایش یافت. به‌طور مشابه، تفاوت بین میانگین‌های عملکرد شکر به دلیل تأثیر شیب، دبی و طول جویچه معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). همچنین اثر متقابل شیب، طول جویچه و دبی بر عملکرد شکر قابل‌توجه بود (P<۰/۰۱). بیشترین عملکرد شکر از ترکیب تیمار شیب ۰/۰۴ درصد، طول جویچه ۲۵۰ متر و دبی ۲ لیتر بر ثانیه به میزان ۱۲/۵ تن در هکتار و کمترین آن از ترکیب تیمار شیب ۰/۰۲ درصد، طول جویچه ۱۵۰ متر و دبی ۲/۵ لیتر در ثانیه به میزان ۶/۳ تن در هکتار به دست آمد. با افزایش طول جویچه عملکرد شکر نیز افزایش یافت. آبیاری جویچه‌ای پرکاربردترین روش برای آبیاری نیشکر در ایران است. آبیاری جویچه‌ای باید به یک فناوری کارآمد، مقرون‌به‌صرفه و بی‌خطر برای محیط‌زیست تبدیل شود. برای پایداری طولانی‌مدت یک سیستم آبیاری، بهبود در عملکرد کاربرد آب فعلی و شیوه‌های مدیریت آب در مزرعه الزامی است. بهترین یکنواختی آبیاری و عملکرد نیشکر و شکر با اثر متقابل شیب ۰/۰۴ درصد، طول جویچه ۲۵۰ متر و دبی ۲ لیتر بر ثانیه به دست آمد؛ بنابراین این ترکیب برای تولید شکر در کشت و صنعت میرزا کوچک‌خان بهتر است. با توجه به اینکه در اکثر کشت و صنعت‌های نیشکری ازجمله کشت و صنعت میرزا کوچک‌خان طول جویچه‌ها ۲۵۰ متر است و نتایج این تحقیق نیز نشان داد که طول جویچه ۲۵۰ متر نتایج مطلوبی را برای عملکرد نیشکر در پی داشت، مشخص می‌شود که این انتخاب در محاسبه و طراحی اولیه مناسب بوده و با توجه به اینکه طرح‌هایی در خصوص گسترش اراضی نیشکر در حال انجام است طول جویچهٔ ۲۵۰ متر مناسب و قابل توصیه است. همچنین در خصوص دبی ورودی، با توجه به بافت سنگین اراضی زیر کشت نیشکر که بافت غالب مزارع است، علیرغم اینکه توصیه و طراحی اولیه بر اساس دبی ۲ لیتر بر ثانیه بوده ولی عملاً در مزارع به دلیل مشکلات نظارتی و انجام آبیاری توسط پیمانکاران دبی کمتری اعمال می‌شود و نتایج این تحقیق نشان داد که در صورت رعایت دبی توصیه‌شدهٔ ۲ لیتر بر ثانیه عملکرد نیشکر مناسبی حاصل خواهد شد. در خصوص شیب طولی جویچه‌ها در کشت و صنعت میرزا کوچک‌خان در اکثر مزارع بین ۰/۰۲۵ تا ۰/۰۳ درصد است و نتایج تحقیق نشان داد که شیب ۰/۰۴ درصد عملکرد نیشکر بالایی را موجب شده است و افزایش شیب مدت‌زمان پیشروی آب را کاهش داده و درنتیجه مدت‌زمان آبیاری مزرعه را نیز کاهش می‌دهد که نهایتاً موجب مصرف آب کمتری در واحد سطح خواهد شد و تلفات نفوذ عمقی را کاهش خواهد داد و درنتیجه زهاب کمتری هم تولید خواهد شد. با توجه به اینکه طول اکثر مزارع نیشکر ۱۰۰۰ متر است، در انتهای مزارع با توجه به تلفات ناشی از نشتی آب از دریچه‌ها و کاهش دبی آب در لولهٔ هیدروفلوم، مدت‌زمان آبیاری در جویچه‌های انتهایی مزارع طولانی شده و بعضاً تا حدود ۲۰ ساعت هم به طول می‌انجامد و این در حالی است که در جویچه‌های ابتدایی حدود ۵ تا ۶ ساعت است و موجب مصرف بالای آب در انتهای مزارع و تلفات بالای نفوذ عمقی می‌شود و با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق توصیه می‌گردد که در هنگام تسطیح مزرعه بخش انتهایی مزرعه را با شیب بیشتری تسطیح نمود که موجب سرعت بیشتر آب در جویچه شده و مدت‌زمان پیشروی آب را کاهش داده و تلفات نفوذ عمقی و مصرف آب را کاهش داده و باعث صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود که با توجه به موضوع کاهش منابع آب بسیار اهمیت دارد. این آزمایش در مزرعهٔ با بافت خاک نیمه سنگین و سنگین انجام پذیرفت. با توجه به متفاوت بودن بافت مزارع شرکت‌های کشت و صنعت نیشکری، توصیه می‌گردد

آزمایش در مزارع با بافت‌های سبک و متوسط نیز تکرار گردد. این آزمایش در مزرعه با رقم نیشکر CP69-1062 انجام پذیرفت. با توجه به متفاوت بودن ویژگی‌های سایر ارقام نیشکر، توصیه می‌گردد آزمایش در مزارع با سایر ارقام نیشکر نیز تکرار گردد. با توجه به بالا بودن سطح آب تحت‌الارضی خصوصاً در مزارع شرکت‌های کشت و صنعت نیشکری واقع در جنوب اهواز، انتخاب شیب متوسط و مناسب دررسیدن به هدف مصرف بهینه آب و کاهش مشکلات ناشی از مصرف بالای آب و افزایش عملکرد نیشکر و شکر در واحد سطح، تأثیرگذار خواهد بود.

منابع

آزاد طلا تپه، ن.، رضا وردی نژاد و.، بشارت، س.، بهمنش، ج. و اشرف صدرالدینی، ع. ۱۳۹۶. بهینه‌سازی سیستم آبیاری موجی بر اساس متغیرهای آبیاری و هندسی جویچه با مدلSIRMOD ، مجله مدیریت آب و آبیاری. ۷ (۱): ۱۵۱-۱۶۶.

اشرفی، ش. حیدری، ن. و عباسی، ف. ۱۳۷۵. طراحی، ساخت و واسنجی فلوم WSC، دومین کنگره ملی مسائل آب‌وخاک کشور، تهران. ۲۱۶-۲۰۶.

آل کثیر، ج.، ماکنالی، ن.، شهریور، ر.، موسوی، ا. و ولدی، ا. ر. ۱۳۷۷. بررسی کاربرد مقادیر مختلف آب آبیاری (دبی و زمان‌های مختلف آبیاری در ۹ تیمار) بر روی پروفیل رطوبتی، روند رشد، عملکرد نهایی محصول و کیفیت شهد نیشکر در سطح وسیع، سری مقالات نیشکر و تازه‌های جهانی، شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی (اداره مطالعات کاربردی کشت و صنعت امام خمینی).

بخشی، و.، نوری امام‌زاده، م. ر.، طباطبایی، س. ح. و مرادی باصری، ح. ۱۳۹۰. تأثیر نوع شیب جویچه بر الگوی توزیع آب در خاک. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. تبریز.

صالحی، ع.، محسنی موحد، س. و مظفری، ج. ۱۳۹۶. ارزیابی شاخص‌های عملکرد آبیاری جویچه‌ای با پوشش نیم لوله پلی‌اتیلن سوراخ‌دار در مقایسه با آبیاری جویچه‌ای معمول. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک. ۲۴ (۵): ۲۶۷-۲۵۵.

ظهیرنیا، ع.ر.، متین فر، ح.ر. و بهرامی. ح. ۱۳۹۹. بررسی پارامترهای مؤثر بر کیفیت خاک تحت شرایط شور و نیمه شور (مطالعه موردی جنوب و جنوب غربی استان خوزستان). مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی). ۴۳ (۳): ۴۲۳-۴۰۵.

قهرمان نژاد، م.، برومند نسب، س. و شینی دشت گل، ع. ۱۳۹۵. تعیین مقادیر بهینه پارامترهای طراحی آبیاری جویچه‌ای توسط مدل WinSRFR 3.1 (مطالعه موردی مزارع نیشکر جنوب اهواز). مجله دانش آب‌وخاک. ۲۶ (۱/۱). ۱۳۰-۱۱۷.

عباسی، ف. و شینی دشت گل، ع. ۱۳۹۵. ارزیابی و بهبود مدیریت آبیاری جویچه‌ای در اراضی تحت کشت نیشکر خوزستان. نشریه آب‌وخاک. ۲۶ (۲/۴). ۱۲۱-۱۰۹.

نوری امام‌زاده، م. ر.، بخشی و. و طباطبایی، س. ح. ۱۳۹۳. تأثیر شیب طولی متغیر جویچه بر راندمان کاربرد و یکنواختی توزیع آب در سیستم آبیاری جویچه‌ای. مجله علوم و مهندسی آبیاری. ۳۷ (۴): ۹-۱.

مرید نژاد، ر.، کاوئی دیلمی، ر. و سعدی، ع. ۱۳۸۹. بهینه‌سازی آبیاری شیاری تحت شرایط اجرا شد در کشت و صنعت سلمان فارسی با استفاده از نرم‌افزار WinSRFR 3.1. سومین همایش ملی شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران اهواز.

ملکی، ع.، برومند نسب، س.، بهزاد، م. و ناصری، ع. ع. ۱۳۸۳. بررسی تغییرات مکانی و زمانی نفوذ در آبیاری جویچه‌ای در اراضی نیشکر جنوب اهواز. رساله دکتری. دانشکده مهندسی علوم آب. دانشگاه شهید چمران اهواز.

Assefa, S., Kedir, Y. and Alamirew, T. 2017. Effects of Water Distribution of Sprinkler Irrigation Systems. Technical Bulletin. No. 128. Colorado State University.

Clements, H.F. 1980. Sugarcane Crop Logging and Crop Control: Principles and Practices. University Press of Hawaii. Honolulu, Hawaii, USA. New Jersey, 552p.

Eldeiry, A.A, Garcia, L.A., El-Zaher A.S.A. and El-Sherbini Kiwan, M. 2005. Furrow irrigation system design for clay soils in arid regions. Applied Engineering in Agriculture. 21:411-420.

Gillies, M.H., Smith, R.J. and Raine, S.R. 2011. Evaluating whole field irrigation performance using statistical inference of inter-furrow infiltration variation. Biosystems Engineering. 110 (2):134–143

Gillies, M. H. and Smith, R. J. 2015. SISCO: surface irrigation simulation, calibration and optimisation. Irrigation Science, 33 (5): 339-355. ISSN 0342-7188

Hsiao, T., Steduto, P. and Fereres, E. 2007. A systematic and quantitative approach to improve water use efficiency in agriculture. Irrigation Science. 25: 209-231.

Koech, R., Smith, R. and Gillies, M. 2013. Hydraulics of large diameter gated flexible fluming. Biosystems Engineering. 114 (2): 170-177. ISSN 1537-5110

Playan, E. and Mateos L. 2006. Modernisation and optimisation of irrigation systems to increase water productivity. Agric. Water Manage. 80:100-116.

Walker, W. R. 2003. Surface irrigation simulation, evaluation and design, User Guide and Technical Documentation (pp. 145). Logan, Utah: Utah State University.

Sengera, P. and Mpala, C. 2017. The effect of slope, furrow length and flow rate on cane and sugar yield using furrow irrigation. International Journal of Social Science and Economic Research. 2(10): 4961-4971

Water Management in Agriculture
Vol. 10, No. 2 Autumn And Winter 2024, 97-112

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲، ص. ۱۱۲-۹۷

Investigating the Effect of Field Slope, Length of Irrigation Ditch and Flow Rate in Surface Irrigation System on Sugarcane Yield and Sugar Production Rate in Southern Khuzestan Fields

M. A. Shayan[1]*, A. Naseri[2], S. Boroomandnasab[3] and M. Meskarbashee[4]

Abstract

Among the surface irrigation methods, furrow irrigation is the most common and adapted method to mechanization for agricultural system. Furrow irrigation is the most common method of irrigation in sugarcane fields of Khuzestan. Considering the lack of water resources and the problems that sugarcane cultivation and industries have faced in recent years, increasing the efficiency and productivity of the existing surface irrigation systems is of great importance. This study was conducted in order to investigate the effect of slope, furrow length and flow rate on sugarcane and sugar yield. For this purpose, an experiment was conducted in the form of split split plot in the form of randomized complete blocks with three replications in the Mirza kochak Khan agricultural company. This design was done with three treatments and each treatment at three levels including: 0.02, 0.04 and 0.06% slope, 150, 200 and 250 m length of the furrow and flow rate of 2, 2.5 and 3 lit/s. The yields of sugarcane and sugar in this study were 65.8 to 120.4 t/ha and 6.3 to 12.5 t/ha, respectively. The yield of sugarcane and sugar was significantly affected by the slope and length of furrow and flow rate. The average changes were significant due to the mutual effect of slope, furrow length and flow rate on sugarcane yield ($P<0.01$). 250 meters long, 2 lit/s flow rate and 0.04% slope with sugarcane yield of 120.4 t/ha and sugar yield of 12.6 t/ha, it is better for sugar production in the sugarcane fields of Mirza kochak Khan Agricultural Company. A combination of a 250 m long furrow with a slope of 0.04% and a flow rate of 2 lit/s can be recommended due to the reduction of deep infiltration losses and the reduction of water drainage and optimal water consumption, which has led to the production of sugarcane and sugar with appropriate performance.

Keywords: Closed-end furrow, Furrow irrigation, Flow rate, Furrow slope, Sugarcane industry

[1] PhD Candidate, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Science Engineering, Shahid Chamran University,Ahvaz,Iran (*Corresponding Author Email: alish1969@yahoo.com)
[2] Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Science Engineering, Shahid Chamran University,Ahvaz,Iran
[3] Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Science Engineering, Shahid Chamran University,Ahvaz,Iran
[4] Professor, Department of Production engineering and plant genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University,Ahvaz,Iran
Received: 16 Dec 2022
Accepted: 17 Apr 2023