



بررسی امکان توسعه کشت چغندرقد پاییزه و بهبود بهره‌وری آب در میاناب شوستر[†]

Evaluation of the feasibility of developing autumn-sown sugar beet growing and improving water productivity in Mianab, Shushtar

محمد خرمیان^{۱*} و مصطفی حسین‌پور^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۰۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۶

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/JSB.2023.360708.1317

م، خرمیان و م، حسین‌پور. ۱۴۰۱. بررسی امکان توسعه کشت چغندرقد پاییزه و بهبود بهره‌وری آب در میاناب شوستر. چغندرقد، ۳۸(۲): ۱۷۹-۱۸۸.

چکیده

چغندرقد پاییزه از محصولات مهم در تناوب زراعی شهرستان‌های شوش و دزفول بوده و جایگاه مهمی در اقتصاد منطقه و استان خوزستان دارد. استفاده از بارش‌های پاییزه و بالا بودن بهره‌وری آب در محصول چغندرقد پاییزه موجب شده تا توسعه کشت این گیاه در سایر اراضی کشاورزی استان به‌ویژه شهرستان شوستر و شهرستان‌های مجاور مورد توجه قرار گیرد. از این رو مطالعه حاضر در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ با سه مدیریت آبیاری سطحی شامل: آبیاری بر اساس مدیریت بهره‌بردار (I1)، آبیاری برنامه‌ریزی شده (I2) و آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان متناوب (I3) در سه تکرار در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در یکی از مزارع تجهیز و نوسازی شده در دشت میاناب شوستر اجرا شد. نتایج نشان داد که عملکرد ریشه در سه تیمار I1، I2 و I3 در یک سطح (به ترتیب ۸۱/۷، ۹۱/۶ و ۸۳/۱ تن در هکتار) و بهره‌وری آب کاربردی (آبیاری و بارش) محصول شکر در دو تیمار I2 و I3 به یک میزان (به ترتیب ۱۳/۹ و ۱۳/۸ کیلوگرم ریشه بر مترمکعب آب کاربردی) و بالاتر از I1 (۹/۷ کیلوگرم بر مترمکعب آب کاربردی) بود. از این رو توسعه کشت چغندرقد در اراضی میاناب شوستر به صورت آبیاری برنامه‌ریزی شده (تیمار I2) توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان، بهره‌وری آب، چغندرقد پاییزه



[†]- این مقاله مستخرج از پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب «۹۴۱۹۵-۱۴۵۳-۷۱-۳۴» می‌باشد.

۱- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج، دزفول، ایران. *- نویسنده مسئول khorramy.mohamad@yahoo.com

۲- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

مقدمه

چغندر قند از محصولات مهم بخش کشاورزی است که سهم قابل ملاحظه‌ای در رونق کسب و کار در بخش صنعت دارد. این گیاه به دامنه وسیعی از شرایط اقلیمی سازگار است و به محض استقرار در خاک تنش شوری و خشکی را تحمل می‌کند (Katerji *et al.* 1997). دوره رشد چغندر قند به لحاظ نیاز آبی به سه مرحله رشد برگی، رشد ریشه و تشکیل قند تقسیم می‌شود و برنامه‌ریزی آبیاری و تأمین نیاز رطوبتی چغندر قند در هر یک از مراحل یاد شده به شیوه‌های مختلفی از جمله تعیین رطوبت آستانه گیاه با توجه به ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم خاک و یا سنجش پتانسیل ماتریک خاک با استفاده از تانسومتر صورت می‌گیرد (Hanks and Ashcroft 1980). مطالعات فراوانی در اقلیم‌های مختلف برای تعیین اثر مدیریت آبیاری بر خصوصیات کیفی و کمی چغندر قند صورت گرفته است. به عنوان نمونه نتایج یک مطالعه در منطقه اصفهان نشان داد که با کاهش ۳۰ درصدی حجم آب آبیاری، عملکرد محصول تنها ۱۰ درصد کاهش یافت به نحوی که با افزایش درصد قند، کاهش محصول جبران شد و در مجموع عملکرد قند در دو حالت آبیاری معمول و کم آبیاری تغییر قابل ملاحظه‌ای نیافت (Akbari 1998). کم آبیاری به صورت افزایش فواصل پشته‌ها به ۹۰ سانتی متری و کاشت دو ردیف چغندر قند روی یک پشته و آرایش کاشت با فواصل پشته ۵۰ سانتی متر و یک خط کاشت روی پشته با آبیاری یک درمیان متناوب جویچه‌ها موجب افزایش بهره‌وری آب شد (Taleghani *et al.* 2004). مبنای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر کلاس A در منطقه مشهد نشان داد که تأمین ۸۰ درصد تبخیر از تشتک با مجموع آب کاربردی ۸۶۰ میلی‌متر عملکرد ریشه بیشتری داشته و با کاهش مقدار آب کاربردی تا ۶۰۰ میلی‌متر، درصد قند و عملکرد قند خالص تغییری نیافت (Haghighat *et al.* 2000). مطالعه مشابهی در خصوص کم آبیاری سطحی در مراحل رشد

اولیه، توسعه، میانی و نهایی چغندر قند به صورت اعمال ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درصد حداکثر حجم آب مورد نیاز اختلاف معنی‌داری داشت (Mirzaei Rezvani 2007). مطالعه دیگری در منطقه شمال استان خوزستان نشان داد که بیشترین کارایی مصرف آب برای تولید ریشه و شکر در حالت تأمین ۲۵ درصد نیاز آبی به روش آبیاری قطره‌ای، به ترتیب ۱۸/۳ و ۲/۲۹ کیلوگرم بر متر مکعب به دست آمد (Hosseinpour *et al.* 2007) که این خود بیان‌گر استفاده گیاه از بارش‌های پاییزه و زمستانه و تطابق خوب چغندر قند با شرایط کم آبیاری است. اعمال شش سطح آبیاری در طول فصل رشد (با مقادیر حداقل و حداکثر به ترتیب ۴۱۹ و ۱۳۳۱ میلی‌متر) نشان داد که عملکرد ریشه چغندر قند با کاهش حجم آب آبیاری کاهش معنی‌داری یافت اما کم آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب شد (Ucan Gencoglan 2004). مقایسه شیوه‌های مختلف آبیاری بارانی، قطره‌ای و جویچه‌ای چغندر قند با چهار سطح کود نیتروژن در سوریه نشان داد که آبیاری قطره‌ای موجب صرفه‌جویی ۳۴/۴ درصد در حجم آب آبیاری شد ضمن آنکه روش‌های آبیاری تأثیری در صفات کیفی چغندر قند (بریکس، ساکاروز و خلوص) نداشتند، اما آبیاری قطره‌ای در مقایسه با آبیاری جویچه‌ای حدود ۱۷ درصد عملکرد ریشه و ۱۶ درصد عملکرد شکر را کاهش داد (Mahmoud *et al.* 2021).

پاییزه بودن کشت چغندر قند در شمال استان خوزستان باعث شده تا بارندگی‌های پاییزه و زمستانه سهم قابل توجهی از نیاز آبی گیاه را تأمین نماید، به نحوی که کم آبیاری در اواخر فصل تأثیری در کاهش عملکرد نداشته (Sharifi *et al.* 2002) اما موجب بهبود خصوصیات کیفی ریشه چغندر قند از جمله درصد قند و خلوص شربت خام شده است (Hosseinpour 2017). اخیراً مؤسسه جهاد نصر حدود ۱۴۰۰۰ هکتار از اراضی میاناب واقع در شهرستان شوشتر را تجهیز و نوسازی نموده که در اختیار کشاورزان قرار گرفته است. در راستای این فعالیت‌ها با انجام

مؤسسه جهاد نصر به اتمام رسیده بود اجرا شد. برای این منظور یک مزرعه شش هکتاری در محدوده روستای عله منطقه میاناب شوشتر با هماهنگی مدیریت ترویج شهرستان شوشتر انتخاب شد. مراحل آماده‌سازی زمین شامل ماخار، عملیات دیسک سنگین در دو نوبت، کودپاشی و عملیات دیسک سبک جهت مخلوط کردن کود با خاک در پاییز سال ۱۳۹۸ صورت گرفت. قبل از کاشت چغندر قند از چند نقطه مزرعه نمونه خاک تهیه و برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و هم‌چنین کود مورد نیاز به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

چنانکه در جدول ۱ مشاهده می‌شود هدایت الکتریکی خاک در لایه‌ی سطحی کم و پایین‌تر از حد آستانه تحمل شوری چغندر قند (۷ دسی‌زیمنس بر متر)، درصد مواد آلی خاک در لایه سطحی حدود ۰/۷۱ درصد و در اعماق پایین‌تر حدود نصف مقدار لایه سطحی بود.

عملیات تسطیح، قطعه‌بندی، ایجاد جاده‌های بین مزارع و تکمیل شبکه‌های آبیاری و زه‌کشی، حدود ۹۰۰۰ هکتار از اراضی شور و ماندابی به سامانه زه‌کشی زیرزمینی مجهز شده است. توسعه کشت پاییزه چغندر قند در اراضی این دشت به دلیل نزدیکی به شهر شوشتر و جاده ارتباطی اصلی اهواز - شوشتر و وجود کارخانه قند اهواز، می‌تواند اثر مستقیمی در بهبود شرایط اقتصادی منطقه و به موازات آن افزایش میانگین بهره‌وری آب در الگوی کشت منطقه داشته باشد. به همین دلیل تحقیق حاضر با هدف بررسی امکان توسعه چغندر قند پاییزه در تناوب منطقه با استفاده از نتایج مطالعات پیشین برای یک مزرعه شش هکتاری در محدوده اراضی تجهیز و نوسازی شده منطقه میاناب شوشتر اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در یکی از مزارع دشت میاناب شوشتر که مراحل تجهیز و نوسازی مزارع توسط

جدول ۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در سال ۱۳۹۸

عمق خاک (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدپته	کربن آلی (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)
۰-۲۰	۱/۹	۷/۳۱	۰/۷۱	۱۵/۶	۲۳۰	لومی-سیلتی	۱/۴۴
۲۰-۴۰	۱/۵	۷/۶۱	۰/۴۷	۸/۷	۲۲۲	لومی-رسی-سیلتی	۱/۶۵
۴۰-۶۰	۱/۳	۷/۷۶	۰/۳۵	۵/۳	۲۱۹	لومی-رسی-سیلتی	۱/۷۵

در هر تیمار هشت پشته ۶۱ سانتی‌متری منظور شد. زمان آبیاری تیمار I2 بر اساس اندازه‌گیری و مشاهده رطوبت خاک و لحاظ نمودن پیش‌بینی وضعیت بارندگی در روزهای آینده از طریق سایت‌های هواشناسی صورت گرفت. برنامه‌ریزی آبیاری در تیمار I3 مشابه تیمار I2 بود اما در هر نوبت آبیاری نیمی از جویچه‌ها به صورت یک‌درمیان آبیاری شد. مدیریت آبیاری تیمار II بر عهده کشاورز بود و معمولاً دور آبیاری مطابق با سایر تیمارها و

پس از تهیه زمین جویچه‌هایی به فاصله ۶۱ سانتی‌متر ایجاد و با ماشین ردیف‌کار پنوماتیک عملیات کاشت رقم ایرانی شریف صورت گرفت. تیمارهای آبیاری عبارت بودند از: ۱- آبیاری بر مبنای مدیریت بهره‌بردار (I1) ۲- آبیاری جویچه‌ای بر مبنای حد آستانه رطوبت خاک (I2) ۳- آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان متناوب پس از استقرار گیاه (I3). طول خطوط آبیاری در تیمارها به اندازه طول مزرعه (۲۷۳ متر) در سه تکرار و برای هر تکرار

نیترژن مضره ریشه) از تیمارها و تکرارهای مختلف نمونه برداری صورت گرفت. برای تعیین درصد قند و ناخالصی‌ها از نمونه‌های ریشه در آزمایشگاه تکنولوژی قند بخش تحقیقات چغندر قند مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد دزفول خمیر تهیه و جهت تجزیه کیفی خمیر به آزمایشگاه تکنولوژی قند مؤسسه تحقیقات چغندر قند در کرج ارسال شد. با توجه به اطلاعات عملکرد و مقادیر آب ورودی به مزرعه شاخص‌های بهره‌وری آب آبیاری (WP_{irr}) (نسبت بین عملکرد به میزان آب ورودی به مزرعه) و هم‌چنین بهره‌وری آب آبیاری و بارندگی (WP_{irr+r}) (نسبت بین عملکرد به میزان آب آبیاری و بارندگی مؤثر) بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب آب ورودی محاسبه گردید. علاوه بر برداشت پلات‌های کوچک، مقدار عملکرد در سطح کل مزرعه پس از طی شدن مراحل مختلف چایر (خردکن برگ و دمبرگ)، تاپر (قطع‌کننده دمبرگ‌های اضافی بر روی ریشه)، دیگر (خارج‌کننده ریشه از خاک) و انتقال به کارخانه به دست آمد.

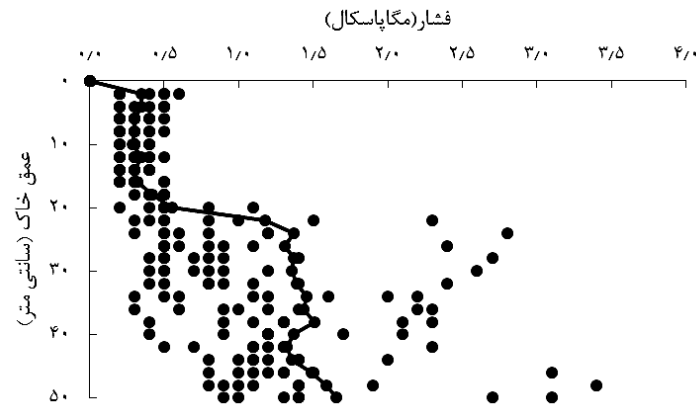
نتایج و بحث

الف- فشردگی خاک

بافت خاک مزرعه در لایه سطحی، لومی-سیلتی (بافت متوسط) و در لایه‌های پایینی لومی-رسی-سیلتی (بافت سنگین) و نتایج وزن مخصوص ظاهری و شاخص مخروطی خاک حاکی از وجود یک لایه فشرده در عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری به پایین بود. (جدول ۱ و شکل ۱). فشردگی خاک تا عمق ۱۵ سانتی‌متر کمتر از یک مگاپاسکال اندازه‌گیری شد که با نزدیک شدن به عمق ۳۰ سانتی‌متر به ۳ مگاپاسکال افزایش یافت (شکل ۱).

بر اساس نوبت‌بندی آب در شبکه آبیاری بود. یک روز قبل از هر نوبت آبیاری رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه (تا عمق ۶۰ سانتی‌متری و در لایه‌های ۲۰ سانتی‌متری) به روش وزنی اندازه‌گیری و عمق آب آبیاری به صورت افزایش ذخیره رطوبتی خاک به حد رطوبت ظرفیت زراعی خاک (۲۱ درصد وزنی) اعمال شد. حجم آب ورودی و خروجی هر یک از تیمارها با نصب فلوم WSC تیپ ۴ در ابتدا و انتهای جویچه‌های هر تکرار اندازه‌گیری شد. عوامل دیگر همانند کیفیت آب آبیاری، آب زه‌کش با استفاده از شوری سنج دستی در طی دوره رشد نیز اندازه‌گیری شد.

برای ارزیابی فشردگی خاک، مقدار مقاومت به نفوذ در خاک از دستگاه پنترومتر مدل SP1000 در شرایطی که رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه‌ای بود استفاده شد. به منظور کنترل علف‌های هرز در مرحله اولیه رشد در ماه آذر از سموم دس‌مدیفام، فن‌مدیفام، اتوفومازیت (۴ لیتر در هکتار) و سلکت سوپر (۱/۲ لیتر در هکتار) استفاده شد و عملیات تنک بوته‌ها و عملیات کولتیواتور تیغه‌ای و بیلچه‌ای به منظور حذف علف‌های هرز صورت گرفت. کود سرک اوره طبق توصیه کودی پس از عملیات کولتیواتور به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اعمال شد. وجین علف‌های هرز پهن برگ در دهه اول دی ماه صورت گرفت. برای بررسی روند رشد ریشه از تیمار آبیاری کامل در سه مرحله اواسط اسفندماه، پیش از آغاز آبیاری‌های پایان فصل و به هنگام برداشت نهایی، به صورت نمونه‌برداری در شش نقطه از مزرعه و در سطح سه مترمربع صورت گرفت. در هر مرحله علاوه بر وزن تر و خشک قسمت‌های مختلف گیاه، خصوصیات کیفی ریشه نیز اندازه‌گیری شد. قبل از برداشت یک نوبت آبیاری با هدف نرم شدن خاک و آماده‌سازی مزرعه برای برداشت ریشه‌های چغندر قند، در کلیه تیمارها صورت گرفت. برای تعیین خصوصیات کمی (عملکرد ریشه) و عوامل کیفی (درصد قند، سدیم، پتاسیم و



شکل ۱ تغییرات میزان مقاومت نفوذ خاک (فشرده‌گی خاک) در عمق‌های مختلف

I1 نسبت به تیمار I2 شد. مطالعات حسین پور و همکاران (2017) در اراضی دزفول نشان داد که برنامه‌ریزی آبیاری بر مبنای ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر در هفت نوبت آبیاری و به میزان ۵۴۷۹ مترمکعب در هکتار و بر مبنای ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، در شش نوبت آبیاری و معادل ۴۶۱۴ مترمکعب در هکتار (بدون در نظر گرفتن بارش) آب بوده است. از طرف دیگر حجم آب آبیاری در روش آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان (I3) نسبت به تیمار (I2) حدود ۱۲/۶ درصد کاهش یافت. وجود سله و تجمع برگ داخل جویچه‌ها و بریدگی جویچه‌ها موجب شد تا روش آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان در انتهای دوره‌ی رشد به صورت کامل قابل اجرا نباشد. مطالعات مدیریت آبیاری در چغندر قند بهاره نشان داد که حجم آب آبیاری در روش آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان متناوب حدود هفت درصد کاهش داشته است که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد (Torabi and Jahad Akbar 2005). مطالعه دیگر نشان داد که مقدار آب آبیاری در چغندر قند بهاره در کرج در حالت آبیاری تمام جویچه‌ها ۱۱۲۷ میلی‌متر و در جویچه‌ای یک‌درمیان ثابت و یک‌درمیان متغیر به ترتیب به میزان ۴۴ و ۵۰ درصد کاهش یافت. از طرفی عملکرد ریشه در آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان متناوب ۷۹ تن در هکتار حاصل شد که در مقایسه با یک‌درمیان ثابت ۱۶ درصد بیشتر بود (Mansuri et al. 2017).

اندازه‌گیری میزان فشرده‌گی خاک در برخی مزارع هم‌جوار حاکی از وجود یک لایه نسبتاً فشرده در عمق ۳۰ سانتی‌متر به پایین بود. فشرده‌گی خاک از این جهت مهم است که در توسعه ریشه چغندر قند اثر منفی داشته (Bengough et al. 2011) و در نتیجه رطوبت ثقیلی خاک حاصل از آبیاری و یا بارش‌ها به آرامی از خاک خارج شده که این امر احتمال پوسیدگی طوقه چغندر قند به‌ویژه در انتهای دوره رشد را فراهم می‌آورد (Piccinni and Rush 2000). از این رو با توجه به فشرده‌گی خاک در عمق توسعه ریشه (جدول ۱ و شکل ۱)، شیب کم مزرعه (کمتر از ۰/۱ درصد) و تجمع برگ‌ها در جویچه، جریان ورودی به جویچه‌ها تا حد امکان کاهش داده شد تا از غرقابی شدن سطح پشته‌ها جلوگیری شود.

ب- حجم آب آبیاری

نیاز آبی چغندر قند در طول دوره رشد ۷۰۰ میلی‌متر و بارش مؤثر ۲۱۲/۲ میلی‌متر بود. بیشترین مقدار حجم آب آبیاری برابر ۶۲۹۲ مترمکعب در هکتار در شرایط مدیریت بهره‌بردار (تیمار I1) اتفاق افتاد (جدول ۲). اختلاف عمده مجموع حجم آب آبیاری در دو مدیریت بهره‌بردار و آبیاری برنامه‌ریزی شده (I2) در میزان آبیاری اول (خاکاب) و یک نوبت آبیاری مازاد بود، به‌نحوی که موجب افزایش ۴۱ درصدی آب آبیاری در تیمار

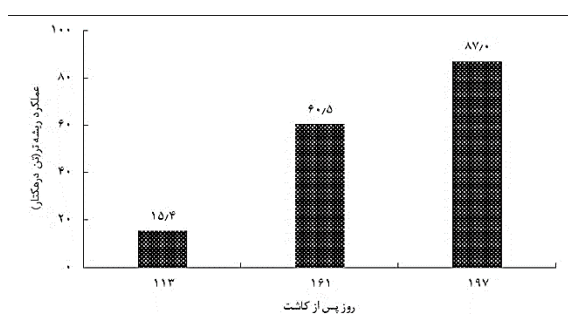
جدول ۲ مقادیر آب کاربردی (بارندگی مؤثر و آبیاری) در تیمارهای مختلف

تیمار	شرح تیمار	تعداد آبیاری	متوسط مقدار هر آبیاری (میلی متر)	حجم آب آبیاری (مترمکعب بر هکتار)	حجم آب آبیاری و بارندگی مؤثر (مترمکعب در هکتار)
I1	مدیریت بهره‌بردار	۷	۸۹/۹	۶۲۹۲	۸۴۱۴
I2	آبیاری برنامه‌ریزی شده	۶	۷۴/۳	۴۴۵۸	۶۵۸۰
I3	آبیاری یک‌درمیان	۶	۶۴/۹	۳۸۹۳	۶۰۱۵

ج- عملکرد

کم آبیاری برای رشد بیشتر و در نتیجه جذب رطوبت از لایه‌های

پایین تر و همچنین وجود بارش‌های پاییزه و زمستانه باشد.



شکل ۲ عملکرد ریشه در مراحل مختلف رشد تیمار آبیاری برنامه‌ریزی شده

جدول ۳ خلاصه تجزیه واریانس عملکرد و بهره‌وری آب چغندر قند در مدیریت‌های مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد ریشه	WP(I) _r	WP(I+P) _r
تکرار	۲	۱۵۵/۶ ^{NS}	۷/۴۹ ^{NS}	۳/۱ ^{NS}
مدیریت آبیاری	۲	۸۶/۴۹ ^{NS}	۶۴ ^{**}	۱۶/۹۵ ^{**}
خطا	۴	۲۹/۴۲	۱/۹	۰/۷۳
ضریب تغییرات		۶/۳	۷/۵	۶/۸۹

در این مطالعه شاخص بهره‌وری آب آبیاری، (نسبت میزان عملکرد ریشه به مقدار آب آبیاری (WP(I))) و شاخص آب کاربردی (نسبت عملکرد ریشه به مجموع مقادیر آب آبیاری و بارندگی (WP(I+P))) مورد مقایسه قرار گرفت. بین تیمارهای مدیریت آبیاری از نظر بهره‌وری آب برای تولید ریشه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۳). به این صورت که بهره‌وری آب برای تولید ریشه چغندر قند در دو حالت با و بدون اعمال بارندگی در دو تیمار I2 و I3 با مقادیر به ترتیب ۲۰/۶ و ۲۱/۴ کیلوگرم بر مترمکعب در یک سطح و بالاتر

اندازه‌گیری عملکرد ریشه در مراحل میانی تا نهایی رشد (اواخر اسفند، دهه اول اردیبهشت و خرداد) نشان داد که نرخ رشد ریشه در فاصله نمونه‌گیری اول و دوم ۰/۹۶ و در فاصله نمونه‌گیری دوم و سوم ۰/۸۷ تن در هکتار در روز است که بیان‌کننده وجود شرایط مناسب برای رشد ریشه چغندر قند است (شکل ۲). پس از برداشت، خصوصیات کمی و کیفی نمونه‌های چغندر قند اندازه‌گیری و تجزیه آماری شد (جدول ۳). عملکرد ریشه در تیمارهای مختلف بین ۸۰ تا ۹۰ تن در هکتار و هم سطح با مقادیر ارائه شده در اراضی شهرستان دزفول (Hosseinpour et al. 2017) و بیان‌گر پتانسیل بالای اراضی دشت میاناب شوستر برای تولید چغندر قند پاییزه است. علی‌رغم اینکه بیشترین عملکرد ریشه از تیمار I2 حاصل شد (با میانگین عملکرد ۹۱/۶ تن در هکتار)، اختلاف معنی‌داری بین سه تیمار وجود نداشت (جدول ۳). وجود بارش‌های مؤثر با توزیع مناسب در طول دوره رشد یکی از عوامل مهم در این زمینه می‌باشد. نتایج این مطالعه با مطالعات حسین پور و همکاران (2017) همخوانی دارد. این محققان نشان دادند که عملکرد ریشه در شرایط آبیاری برنامه‌ریزی شده و کم آبیاری به صورت اعمال پنج دور آبیاری بر مبنای ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک و مجموع بارش ۳۷۶/۳ میلی‌متر بین ۸۸/۳ تا ۷۳/۲ تن در هکتار متغیر بوده و همه آنها در یک سطح آماری قرار داشتند. این نتایج بیان‌گر انعطاف زیاد چغندر قند پاییزه در مدیریت‌های مختلف آبیاری است که می‌تواند ناشی از تحریک ریشه در شرایط

پاییزه و بهاره در حالت استفاده از آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان است. به‌عنوان نمونه مطالعات مدیریت آبیاری سطحی در چغندر قند بهاره نشان داد که با استفاده از شیوه کاهش جریان ورودی به جویچه‌ها مقدار آب کاربردی از ۱۵۴۰۰ به ۱۳۷۲۰ مترمکعب در هکتار کاهش و بهره‌وری آب برای تولید شکر از ۱/۸۸ به ۲/۰۶ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یافت (Haghayeghi Moghadam and Tohidloo 2005). در مطالعه دیگر درباره مدیریت آبیاری چغندر قند بهاره مشخص شد که کم آبیاری به‌صورت دو بار قطع آبیاری در مرحله رشد برگ‌ی بیشترین بهره‌وری آب آبیاری ریشه و شکر (به‌ترتیب ۲/۷۴ و ۰/۵۴ کیلوگرم بر مترمکعب) را به خود اختصاص داد (Mirzaei and Rezvani 2007). مقایسه آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان با روش رایج تمام جویچه‌ها در منطقه کرج نشان داد که کاربرد شیوه آبیاری یک‌درمیان متناوب با کاهش ۵۰ درصد رواناب بیشترین بهره‌وری آب در تولید ریشه چغندر قند را داشته است (Mansuri et al. 2017).

از تیمار I1 با مقدار ۹/۷ کیلوگرم بر مترمکعب قرار گرفت. مطالعات حسین پور و همکاران (2007) نشان داد که تیمار ۱۰۰ درصد تأمین نیاز آبیاری به روش قطره‌ای تیپ نسبت به کم آبیاری قطره‌ای تیپ (۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی) عملکرد ریشه بالاتری داشت اما به لحاظ کارایی مصرف آب تیمارهای کم آبیاری با اختلاف زیادی بالاتر از تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی قرار گرفتند. از سوی دیگر نتایج حسین پور و همکاران (2017) نشان داد که مقدار کارایی مصرف آب بین دوره‌های مختلف آبیاری (بر مبنای ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. این امر نشان داد که با اجرای آبیاری برنامه‌ریزی‌شده می‌توان تعداد نوبت آبیاری را کاهش و مقدار بهره‌وری آب را افزایش داد. استفاده از آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان متناوب به لحاظ عملکرد مشابه با تیمار I1 و I2 اما از لحاظ بهره‌وری آب نسبت به تیمار I1 برتری داشت و لذا می‌تواند گزینه مناسبی برای استفاده در چغندر قند پاییزه به‌ویژه در شرایط خشکسالی باشد. سایر مطالعات نیز نشان‌دهنده افزایش بهره‌وری آب در تولید محصول چغندر قند

جدول ۴ گروه‌بندی میانگین تیمارها در عملکرد ریشه و بهره‌وری آب محصول چغندر قند در مدیریت‌های مختلف آبیاری

مدیریت آبیاری	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	WP _{(I)r} (کیلوگرم بر مترمکعب)	WP _{(I+P)r} (کیلوگرم بر مترمکعب)
مدیریت بهره‌بردار	۸۱/۷a	۱۳b	۹/۷b
آبیاری برنامه‌ریزی شده	۹۱/۶a	۲۰/۶a	۱۳/۹a
آبیاری یک‌درمیان	۸۳/۱a	۲۱/۴a	۱۳/۸a

WP_{(I)r}: بهره‌وری آب آبیاری برای تولید ریشه، WP_{(I+P)r}: بهره‌وری آب آبیاری و بارش برای تولید ریشه

عیار قند ناخالص (۱۵/۳ درصد)، قند خالص (۱۲/۵۶ درصد) و ضریب استحصال شکر (۸۲/۱ درصد) حاصل شد. مطالعات حسین پور و همکاران (2007) نشان داد که استفاده از سطوح آبیاری قطره‌ای تیپ به‌صورت آبیاری کامل و کم آبیاری تأثیری در خصوصیات کیفی چغندر قند نداشت. از طرفی مطالعات حسین پور و همکاران (2017) در شرایط اقلیمی شمال خوزستان با مجموع بارش سالانه ۳۷۶/۴ میلی‌متر

جدول ۵ مقادیر صفات کیفی ریشه چغندر قند را برای تیمارهای مختلف نشان می‌دهد. برای این منظور از هر تیمار یک نمونه مرکب تهیه و صفات یاد شده اندازه‌گیری شد. همان‌طور که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود، تیمار I1 کمترین مقدار درصد قند و قند خالص را به خود اختصاص داد، درحالی‌که با اعمال آبیاری بر اساس تأمین کمبود رطوبت خاک (تیمار I2) بالاترین

مشابه مقادیر حاصل از تیمار I1 بوده و این امر موجب شد تا عملکرد شکر در این دو تیمار به یک میزان باشد. در صورتی که عملکرد هر تیمار (ستون هشتم جدول ۵) به مجموع مقادیر آبیاری و بارش (ستون آخر جدول ۲) تقسیم شود مقدار بهره‌وری آب کاربردی (آبیاری و بارش) برای محصول شکر حاصل می‌شود (ستون آخر جدول ۵). تیمار I2 و تیمار I1 بیشترین و کمترین بهره‌وری آب کاربردی برای تولید شکر با مقادیر به ترتیب ۱/۸ و یک کیلوگرم بر مترمکعب را داشته و تیمار I3 با مقدار ۱/۵ کیلوگرم در مترمکعب بین دو تیمار I1 و I2 قرار داشت. مطالعات حسین‌پور و همکاران (2007) بیان‌کننده عدم تفاوت معنی‌دار صفات کیفی چغندر قند در سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای تیپ (آبیاری به صورت تأمین ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی) است و نشان‌دهنده این واقعیت است که با اعمال تنش خصوصیات کیفی چغندر قند افزایش نیافت.

نشان داد که آبیاری بر مبنای دور آبیاری ۲۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به صورت اعمال شش نوبت آبیاری در مقایسه با دور آبیاری ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب با ۸ و ۷ نوبت آبیاری موجب شد تا عیار قندخالص و ضریب استحصال بالاتر و سدیم و نیتروژن و قندملاس کمتری حاصل شود (Hosseinpour et al. 2017). مطالعات کم‌آبیاری چغندر قند در مرکز تحقیقات کشاورزی دانشگاه ایالتی مونتانا در یک بافت لومی - رسی نشان داد که کم‌آبیاری به صورت تأمین ۶۶ درصد نیاز آبی تأثیر معنی‌داری در عملکرد ریشه چغندر قند، غلظت ساکارز و عملکرد قند نداشت، اما مقدار این شاخص‌ها اندکی کاهش یافت. (Nilahyane et al. 2020) بیشترین عملکرد شکر مربوط به تیمار I2 با ۱۱/۵ تن در هکتار و عملکرد تیمار I1 و I3 نزدیک به هم و به ترتیب ۸/۶ و ۸/۸ تن در هکتار بود (جدول ۵). علی‌رغم اینکه انتظار می‌رفت که عیار قند در تیمار جویچه‌ای یک‌درمیان (I3) افزایش قابل توجهی داشته باشد، مقدار آن

جدول ۵ میانگین مقادیر صفات کمی و کیفی چغندر قند در مدیریت‌های مختلف آبیاری قبل از برداشت

مدیریت آبیاری	قند ناخالص (درصد)	ناخالصی‌های ریشه (میلی‌اکی‌والان در هر ۱۰۰ گرم ریشه)			قند خالص (درصد)	ضریب استحصال (درصد)	عملکرد (تن در هکتار)	بهره‌وری آب کاربردی (کیلوگرم بر شکر مترمکعب)
		سدیم (درصد)	پتاسیم (درصد)	نیتروژن (درصد)				
مدیریت کشاورز	۱۳/۶۵	۱/۷۸	۶/۰۷	۳/۴۸	۱۰/۵۲	۷۷/۰۸	۸/۶	
آبیاری کامل	۱۵/۳	۱/۳	۵/۱۴	۲/۵۴	۱۲/۵۶	۸۲/۱۱	۱۱/۵	
آبیاری یک‌درمیان	۱۴/۳	۱/۵۸	۷/۳۵	۱/۵۶	۱۰/۶۲	۷۴/۲۶	۸/۸	
میانگین کل	۱۴/۴۲	۱/۵۵	۶/۱۹	۲/۵۳	۱۱/۲۳	۷۷/۸۲	۹/۶۳	

نتیجه‌گیری

بهره‌بردار موجب کاهش ۱۲/۶ درصدی حجم آب کاربردی، افزایش ۳۳/۷ درصد عملکرد شکر و افزایش ۴۳ درصدی بهره‌وری آب در تولید ریشه شد. استفاده از آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان متناوب نسبت به مدیریت بهره‌بردار در کاهش آب کاربردی و در نتیجه افزایش بهره‌وری آب در تولید ریشه و شکر مؤثر بوده و در شرایط کمبود آب در منطقه و پس از استقرار بوته‌های چغندر قند قابل توصیه است.

این تحقیق نشان داد که کاشت چغندر قند پاییزه در منطقه میاناب شوشتر با عملکرد بین ۹۱/۶-۸۱/۷ تن در هکتار، بهره‌وری آب کاربردی برای تولید ریشه بین ۱۳/۹-۹/۷ کیلوگرم بر متر مکعب و برای تولید شکر بین ۱-۱/۸ کیلوگرم بر مترمکعب امکان‌پذیر است. علاوه بر این برنامه‌ریزی آبیاری (به صورت تشخیص درست زمان و مقدار آبیاری) نسبت به مدیریت

References:**منابع مورد استفاده:**

- Akbari M. Effect of deficit irrigation on sugar beet yield. In: Proceedings of the 9th seminar of Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, 1998. Tehran, Iran, 177-189. **[In Persian]**
- Bengough G, Mckenzie BM, Hallett PD, Valentine TA. Root elongation, water stress, and mechanical impedance: a review of limiting stresses and beneficial root tip traits. *Journal of Experimental Botany*, 2011. 62 (1): 59-68. **doi:10.1093/jxb/erq350 .**
- Haghighat Moghadam SA, Tohidloo Gh. Water use efficiency and yield of sugar beet under sprinkler and furrow irrigation. *Journal of Agriculture Engineering Research*. 2005; 6(22):1-14. **[In Persian]**
- Haghighat A, Sattar M, Raisi F. The effect of irrigation regimes and different amounts of nitrogen on the yield and grade of sugar beet. In: Proceedings of the the 7th National Seminar on Irrigation and Evaporation Reduction. 2000. March 10-12, Kerman, Iran, 109-112. **[In Persian]**
- Hanks RJ, Ashcroft GL. Water potentials. In *Applied Soil Physics*, 1980. (pp. 20-61). Springer, New York, NY.
- Hosseinpour M, Hosseinian SH, Yousefabadi V. Effect of irrigation management on quantitative and qualitative parameters of autumn-sown sugar beet. *Journal of Sugar Beet*, 2017. 33(2):221-235. **doi:10.22092/jsb.2018.115067.1163. [In Persian]**
- Hosseinpour M, Sorooshzadeh A, Agha Alikhani M, Fatollah Taleghani D, Khorramian M. The Effect of irrigation in spring on water use efficiency and yield of autumn sown sugar beet. *Journal of Sugar Beet*, 2007. 22(2):35-52. **doi:10.22092/jsb.2007.1677. [In Persian]**
- Katerji N, Van Hoorn JV, Hamdy A, Mastrorilli M, Mou Karzel E. Osmotic adjustment of Sugar beet in response to soil salinity and its influence on stomata conductance, growth and yield. *Agricultural water management*. 1997; 34:57-69. **doi:10.1016/S0378-3774(96)01294-2.**
- Mahmoud A, Jbawi EAl, Na'om F, Ghani A, Al-Abdallah B. The Response of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) to Different Irrigation Methods and Different Nitrogen Fertilization Levels in Summer Time. *Research Journal of Science*, 2021. 2(2):26-38.
- Mansuri M, Babazadeh H, Emdad MR, Taleghani D. Effect of deficit irrigation management on qualitative and quantitative yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Karaj, Iran. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2018; 16(1): 455-466. **doi:10.15666/aeer/1601_455466.**
- Mirzaei MR, Rezvani, SM. Determining the sensitivity to deficit irrigation in the four stages of sugar beet growth. Abstract of articles of the 9th Congress of Agriculture and Plant Breeding of Iran. 2007. September 5-7. University of Tehran. 563 pages. **[In Persian]**
- Nilahyane A, Chen C, Afshar RK, Sutradhar A, Stevens WB, Iversen W. Deficit irrigation for sugar beet under conventional and no-till production. *Agrosystems, Geosciences and Environment*. 2020; 3(1): 1-11. **doi:10.1002/agg2.20114.**

- Piccinni G, Rush CM. Determination of optimum irrigation regime and water use efficiency of sugar beet grown in pathogen-infested soil. *Plant Disease*. 2000; 84(10): 1067–1072. doi:10.1094/PDIS.2000.84.10.1067.
- Sharifi H, HosseinPour M, Rahnama A. Effect of irrigation termination before harvest and late nitrogen application on sugar beet, yield and quality and root rot in Dezful. *Journal of Sugar Beet*. 2002; 17(2):86-98. [In Persian]
- Taleghani D, Sharifi H, Mesbah M, SadeghianMotaheer SY, Sadeghzadeh Hemayati S. Autumn development of cultivation of sugar beet, a solution for optimum use of water sources. *Proceeding of Water, Agriculture and Future Challenges*, 2004. Fed 18-19. Safi-Abad Agricultural Research Center. [In Persian]
- Torabi M, Jahad Akbar MR. The Effect of Furrow Irrigation, Single Row and Double Row Planting on Water Use Efficiency, Quantity, and Quality of Sugar Beet Yield. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 2005. 6(22): 15-25. [In Persian]
- Ucan K, Gencoglan C. The effect of water deficit on yield and yield component of sugar beet. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 2004. 28(3):163-172.