

## تأثیر آبیاری جویچه‌ای با کاشت یک ردیفه و دو ردیفه بر بازده مصرف آب

### و صفات کمی و کیفی چغندر قند در شرق استان اصفهان<sup>۱</sup>

منوچهر ترابی و محمدرضا جهاد اکبر<sup>۲</sup>

#### ۱- چکیده:

کمبود آب یکی از مهمترین عوامل محدود کننده توسعه سطح زیر کشت چغندر قند در استان اصفهان است. از سوی دیگر، با توجه به مصرف قابل توجه آب در دوره رشد رویشی این گیاه، استفاده کارآمدتر از منابع آبی موجود ضرورت بیشتری می‌یابد. یکی از راه‌های کاهش مصرف آب، مدیریت مناسب آبیاری در مزرعه است. به همین منظور، شش تیمار به مدت دو سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوتر آباد واقع در شرق استان اصفهان به شرح زیر مطالعه شد: ۱- کاشت یک ردیفه، فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر، آبیاری از طریق تمام جویچه‌ها ۲- کاشت یک ردیفه، فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر، آبیاری جویچه‌ها یک در میان متناوب ۳- کاشت یک ردیفه، فاصله خطوط کاشت ۶۰ سانتی‌متر، آبیاری از تمام جویچه‌ها ۴- کاشت یک ردیفه، فاصله خطوط کاشت ۶۰ سانتی‌متر، آبیاری جویچه‌ها یک در میان متناوب ۵- کاشت دو ردیفه، فاصله خطوط کاشت در طرفین جویچه ۵۰ سانتی‌متر و فاصله خطوط کاشت روی پشته ۴۰ سانتی‌متر ۶- کاشت دو ردیفه، فاصله خطوط کاشت در طرفین جویچه ۶۰ سانتی‌متر و فاصله خطوط کاشت روی پشته ۴۰ سانتی‌متر. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار آب مصرفی به میزان ۲۲۶۹۳ و ۱۵۳۰۰ مترمکعب در هکتار به ترتیب مربوط به تیمارهای شماره ۲ و ۶ است. بیشترین عملکرد ریشه به میزان ۴۵/۸۵ تن در هکتار در تیمار شماره ۵ به دست آمد. در همین تیمار بیشترین عملکرد قند ناخالص و قند قابل استحصال به ترتیب به میزان ۶/۸۸ و ۴/۷۸ تن در هکتار مشاهده شد که ناشی از زیادتر بودن عملکرد ریشه در تیمار مذکور بوده است. در مجموع، تیمارهای کشت دو ردیفه نسبت به یک ردیفه، به علت بیشتر بودن بازده مصرف آب برای عملکرد ریشه و قند در تیمارهای کشت دو ردیفه نسبت به یک ردیفه و همچنین سهولت بیشتر آبیاری در این تیمارها نسبت به تیمارهای یک ردیفه، این دو روش کاشت می‌تواند قابل توصیه باشد.

#### ۲- واژه‌های کلیدی:

آبیاری جویچه‌ای یک در میان، بازده مصرف آب، چغندر قند، کاشت دو ردیفه، کاشت یک ردیفه

۱- برگرفته از طرح تحقیقاتی شماره ۱۲۷-۷۸-۲۰-۱۳-۱۰۰ مصوب سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی

۲- به ترتیب عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان. اصفهان- صندوق پستی ۱۹۹-۸۱۷۸۵، دورنگار: ۰۳۱۱-۷۷۵۹۰۰۷ و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.

## ۳- مقدمه:

کشت و توسعه چغندر قند به عنوان یکی از مهمترین منابع تولید کننده قند از اهمیت شایان توجهی برخوردار است. عوامل متعددی بر کمیت و کیفیت عملکرد ریشه چغندر قند مؤثر هستند که از آن جمله می‌توان به رقم، آرایش کاشت، نوع آب و هوا و اقلیم، زمان مناسب کاشت، وضعیت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه به ویژه نوع کود، مقدار و زمان کوددهی و مدیریت و برنامه ریزی آبیاری اشاره نمود. استان اصفهان در منطقه خشک واقع شده است بنابراین، با توجه به محدودیت منابع آب، استفاده بهینه از این ماده حیاتی در کلیه بخش‌های مصرف کننده به ویژه بخش کشاورزی دارای اهمیت والایی می‌باشد.

تحقیقات بسیاری در ایران و سایر کشورهای جهان درباره استفاده از روش‌های مناسب آبیاری سطحی برای گیاهان زراعی با هدف صرفه جویی در مصرف آب انجام شده است. خواجه عبداللهمی و سپاسخواه (۱۳۷۵) روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان با دوره‌های مختلف آبیاری را روی ذرت مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق سه دور آبیاری ۷، ۱۱ و ۱۷ روزه و سه روش آبیاری شامل جویچه‌ای معمولی، جویچه‌ای یک در میان ثابت، و جویچه‌ای یک در میان متناوب با هم مقایسه شدند. نتیجه نشان داد که تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان متناوب با دور آبیاری ۴ روزه اقتصادی ترین روش از لحاظ مصرف آب و عملکرد دانه ذرت بوده است. سپاسخواه (۱۳۷۵) روش آبیاری جویچه‌ای را برای چغندر قند در مزرعه باجگاه دانشکده کشاورزی شیراز مورد آزمایش قرار داد.

وی نتیجه گرفت که آبیاری جویچه‌ای یک در میان چغندر قند در شرایط آب زیرزمینی بالا، باعث افزایش بازده آبیاری می‌گردد لیکن در بعضی شرایط، به خصوص پایین بودن آب زیرزمینی ممکن است که با وجود کاهش در مقدار آب آبیاری، مقدار عملکرد ریشه نیز کاهش قابل ملاحظه‌ای پیدا کند. خرمیان (۱۳۸۱) تأثیر کم آبیاری به روش جویچه‌ای یک در میان ثابت و یک در میان متناوب را بر عملکرد ذرت دانه‌ای در شمال خوزستان بررسی نمود. نتیجه این پژوهش نشان داد که کم آبیاری ذرت به روش جویچه‌ای تا زمان شروع گلدهی منجر به کاهش معنی داری در عملکرد ذرت نخواهد شد ضمن آنکه با کم آبیاری به روش جویچه‌ای یک در میان متناوب می‌توان تا ۳۰ درصد نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای کامل در مصرف آب صرفه جویی کرد.

لانگنکسر و همکاران (Longenecker et al., 1969) امکان صرفه جویی در هزینه‌های تولید و مصرف آب به روش آبیاری جویچه‌ای را در زراعت پنبه بررسی کردند. نتایج نشان داد که مصرف آب در تیمار جویچه‌ای با پشته‌های پهن (دارای دو ردیف کاشت) معادل دو سوم مصرف آب در تیمار جویچه‌ای معمولی (پشته‌های باریک دارای یک ردیف کاشت) بوده است بدون آنکه میزان عملکرد محصول کاهش می‌ماند. معنی دار داشته باشد. علاوه بر این، مشخص گردید که در کاشت دو ردیفه پنبه روی پشته‌های پهن می‌توان با کاهش تبخیر از سطح خاک و گلدهی زودتر از موعد در مقایسه با کاشت یک ردیفه روی پشته‌های باریک، هزینه‌های تولید را تقلیل داد. موزیک و

و جویچه‌ای معمولی گزارش شده است. در تحقیق مذکور، تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان تقریباً ۵۰ درصد کمتر از تیمار غرقابی آب مصرف کرده بود ضمن آنکه کاهش عملکرد هم ناچیز بوده است. گریترول و همکاران (Graterol et al., 1993) در یک تحقیق دو ساله در خاک لوم سیلنتی واقع در ایالت نبراسکای امریکا تأثیر آبیاری جویچه‌ای معمولی و جویچه‌ای یک در میان را بر میزان عملکرد و آب مصرفی سویا بررسی نمودند. نتایج نشان داد که میزان عملکرد محصول در هر دو تیمار یکسان بوده لیکن مقدار آب داده شده به تیمار جویچه‌ای یک در میان ۴۶ درصد کمتر از تیمار جویچه‌ای معمولی بوده است. بازده کل آب مصرفی در تیمارهای جویچه‌ای معمولی و یک در میان به ترتیب ۵/۵۲ و ۶/۱۲ کیلو گرم در هکتار به ازای هر میلی متر آب مصرفی بوده است.

هدف از اجرای این پژوهش، بررسی نحوه عملکرد و تأثیر آبیاری جویچه‌ای معمولی و یک در میان متناوب با کاشت یک ردیفه و دو ردیفه بر کارایی مصرف آب و سایر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند در یک خاک سنگین رسی واقع در اراضی کشاورزی شرق استان اصفهان بوده است.

#### ۴- مواد و روش‌ها:

این مطالعه از سال ۱۳۷۸ به مدت ۲ سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد واقع در شرق استان اصفهان به اجرا در آمد. قبل از کاشت، اقدام به تعیین برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک از قبیل بافت، درصد مواد آلی، چگالی ظاهری خاک و رطوبت ظرفیت مزرعه گردید (جدول شماره ۱). در

دوزک (Musick and Dusek, 1974) نشان دادند که استفاده از روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان در خاک‌های لوم رسی سیلنتی با نفوذپذیری کند، تأثیر کمی روی جذب آب و نهایتاً عملکرد چغندر قند و سورگوم دانه‌ای دارد در حالیکه جذب آب و عملکرد گیاهان مذکور با این روش آبیاری در خاک‌های لوم رسی به خصوص در یک دوم تا یک چهارم قسمت انتهایی جویچه‌ها بسته به فاصله و طول جویچه‌ها از یکدیگر به صورت مشخصی کاهش می‌یابد. استون و همکاران (Stone et al., 1979) تأثیر صرفه جویی در آب مصرفی برای گیاهان پنبه، سورگوم دانه‌ای و سویا را با استفاده از پشته‌های پهن (دو ردیف کاشت در طرفین پشته) در ایالت اکلاهمای امریکا بررسی کردند. نتیجه این تحقیق حاکی از آن بود که به طور کلی در تیمار پشته‌های پهن، مقدار آب مصرفی تقریباً نصف آب مصرفی در تیمار جویچه‌های معمولی (پشته‌های باریک با یک ردیف کاشت) بوده است. اوجلا و همکاران (Aujla et al., 1991) در آزمایشی که به مدت سه سال در یک ایستگاه تحقیقات منطقه‌ای در ایالت پنجا ب هند انجام گرفته بود تأثیر چهار روش آبیاری سطحی را بر میزان مصرف آب و عملکرد گیاه پنبه مطالعه نمودند. تیمارهای آبیاری عبارت بودند از آبیاری غرقابی (تیمار شاهد)، آبیاری جویچه‌ای معمولی، جویچه‌ای یک در میان، و جویچه‌ای با پشته‌های پهن (دارای دو ردیف کاشت). در این آزمایش، بیشترین میزان صرفه جویی در مصرف آب در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب در تیمارهای جویچه‌ای یک در میان، جویچه‌ای با پشته‌های پهن،

جدول شماره ۱- برخی خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش

عمق خاک (سانتی متر)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	بافت خاک	مواد آلی (درصد)	چگالی ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	ظرفیت مزرعه (سانتی متر مکعب بر سانتی متر مکعب)
۰-۲۰	۲۴	۴۳	۳۳	لومی رسی	۱/۰۶	۱/۲۱۷	۰/۲۳
۲۰-۴۰	۱۲	۴۵	۴۳	رسی سیلتی	۰/۷۸	۱/۴۱۱	۰/۲۸
۴۰-۶۰	۱۰	۴۷	۴۳	رسی سیلتی	۰/۶۷	۱/۴۷۴	۰/۳۲

که بین آن ها جویچه قرار می گرفت، ۶۰ سانتی متر بود.

در تمامی کرت ها، فاصله بوته روی ردیف کاشت حدود ۱۵-۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایشی شامل ۸ ردیف کشت به طول تقریبی ۱۲۰ متر بود. بذر مورد استفاده از نوع چند جوانه ای<sup>۱</sup> IC (رقم معمول در منطقه) بود. در هر دو سال آزمایش، عملیات کاشت در تاریخ ۲۷ اردیبهشت انجام شد. به منظور یکنواخت شدن جوانه زنی بذور در مرحله اول رشد که تقریباً ۳۰ روز به طول انجامید، کلیه جویچه ها آبیاری شدند و پس از آن، روش های آبیاری اعمال گردیدند. دور آبیاری بر اساس عرف منطقه (هر ۱۰ الی ۱۲ روز یک بار) و مقدار آب آبیاری براساس نیاز آبی گیاه و با استفاده از تشت تبخیر و ضریب گیاهی مربوطه به شرح زیر تعیین و اعمال شد. ضریب تشت تبخیر ( $K_p$ ) با توجه به خصوصیات مکانی و اقلیمی محل استقرار آن، معادل ۰/۵۵ تعیین شد و ضرایب گیاهی در مراحل مختلف رشد چغندر قند بر اساس روش ارائه شده توسط دورنباس و پروت (Doorenbos and Pruitt, 1977) محاسبه و منحنی آن برای تخمین آب مورد نیاز چغندر قند

این تحقیق، تأثیر شش روش آبیاری جویچه ای با کاشت یک ردیفه و دو ردیفه بر صفات کمی و کیفی محصول چغندر قند مورد مقایسه قرار گرفتند. تیمارهای مورد نظر عبارت بودند از:

۱- کاشت یک ردیفه، فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی متر، آبیاری از طریق تمام جویچه ها.

۲- کاشت یک ردیفه، فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی متر، آبیاری جویچه ها به صورت یک در میان متناوب. به این نحو که در هر آبیاری، یکی از دو جویچه مجاور به صورت متناوب آبیاری می شد.

۳- کاشت یک ردیفه، فاصله خطوط کاشت ۶۰ سانتی متر، آبیاری از طریق تمام جویچه ها.

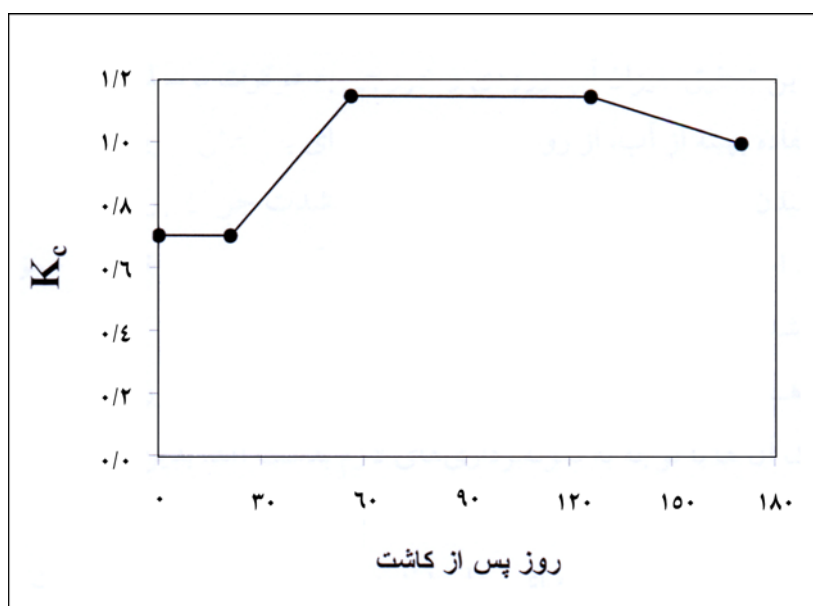
۴- کاشت یک ردیفه، فاصله خطوط کاشت ۶۰ سانتی متر، آبیاری جویچه ها به صورت یک در میان متناوب.

۵- کاشت دو ردیفه، فاصله خطوط کشت روی پشته ۴۰ سانتی متر، ولی فاصله خطوط کشت که بین آن ها جویچه قرار می گرفت، ۵۰ سانتی متر بود.

۶- کاشت دو ردیفه، فاصله خطوط کشت روی پشته ها ۴۰ سانتی متر، ولی فاصله خطوط کشت

می‌شدند، عدد حاصل در تمام تعداد جویچه‌های هر کرت ضرب می‌شد تا حجم ورودی به هر کرت تعیین گردد. در مورد تیمارهای شماره ۲ و ۴ که جویچه‌ها به صورت یک در میان آبیاری می‌شدند، عدد مذکور فقط در تعداد جویچه‌هایی که در هر آبیاری بایستی در آنها آب جریان می‌یافت، ضرب می‌شد. برای تخمین مدت زمان آبیاری در هر تیمار، حجم خالص آب مورد نیاز در واحد طول جویچه در معادله نفوذ لوئیس - کوستیاکف که ضرایب آن از طریق معادله موازنه حجمی و به روش دو نقطه محاسبه شده بودند قرار داده شد و از طریق سعی و خطا مقدار  $t_{req}$  یعنی فرصت نفوذ در انتهای جویچه تخمین زده شد. زمان پسروری ( $t_r$ ) حدود ۱۵ دقیقه فرض شد و زمان پیشروی ( $t_a$ ) در هر آبیاری از طریق مشاهده، اندازه‌گیری و زمان قطع آبیاری ( $t_{co}$ ) از رابطه  $t_{co} = t_{req} + t_a - t_r$  محاسبه گردید.

ترسیم گردید (شکل شماره ۱). بدین ترتیب در هر آبیاری، برای هر یک از جویچه‌ها عمق تجمعی آب تبخیر شده از تشت تبخیر در ضریب  $K_p$  ضرب می‌شد تا تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع (چمن) به دست آید. آن گاه این عدد با توجه به مرحله رشد چغندر قند و با استفاده از شکل شماره ۱، در ضریب  $K_c$  مربوطه ضرب می‌شد تا تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه چغندر قند در فاصله بین دو آبیاری محاسبه شود. عدد به دست آمده در فاصله بین دو جویچه ضرب می‌شد تا حجم خالص آب مورد نیاز در واحد طول جویچه به دست آید. راندمان کاربرد آبیاری جویچه‌ای ۷۰ درصد فرض شد. حجم خالص آب مورد نیاز در واحد طول جویچه به عدد ۰/۷۰ تقسیم شد تا حجم ناخالص آب مورد نیاز در واحد طول جویچه به دست آید. در مورد تیمارهای شماره ۱، ۳، ۵، و ۶ که تمام جویچه‌ها آبیاری



شکل شماره ۱- نمودار تغییرات ضریب گیاهی چغندر قند در منطقه کبوترآباد اصفهان

عملکرد قند ناخالص و قند قابل استحصال، و کارایی مصرف آب برای تولید قند قابل استحصال می‌باشد. جدول شماره ۳ حاوی میانگین مقادیر صفات مربوط به کیفیت چغندر قند از قبیل درصد قند ناخالص، غلظت سدیم، پتاسیم، و ازت مضر در شربت خام، و درصد قند قابل استحصال می‌باشد.

#### الف- صفات کمی

با توجه به جدول شماره ۲، مقادیر کل آب مصرفی در تیمارهای ۱ الی ۶ به ترتیب ۱۹۲۶۲، ۲۲۶۹۳، ۱۵۳۸۱، ۱۶۶۵۶، ۱۵۳۰۰، و ۱۴۱۵۰ متر مکعب در هکتار مشاهده شده است. این نتایج حاکی از آن است که مقدار آب مصرفی در تیمار ۶ تقریباً ۳۸ درصد کمتر از میانگین آب مصرفی در تیمار ۱ بوده است که از این حیث، با نتیجه تحقیقات لانگنکر و همکاران (Longenecker *et al.*, 1969) و استون و همکاران (Stone *et al.*, 1979) که در مورد پنبه صورت گرفته‌اند، هماهنگی دارد. علت مصرف زیاد آب در تیمارهای ۱ و ۲ در مقایسه با سایر تیمارها، باریک بودن عرض پشته‌ها و شکسته شدن آنها طی آبیاری‌های متوالی می‌باشد. البته، شکسته شدن پشته‌ها در تیمارهای ۳ و ۴ نیز دیده شد لیکن شدت آن کمتر از تیمارهای ۱ و ۲ بود، در حالی که این مسئله در تیمارهای ۵ و ۶ (پشته‌های پهن با دو ردیف کاشت) مشاهده نگردید. این پدیده را می‌توان بدین صورت توضیح داد که با توجه به جدول شماره ۱، چون خاک منطقه آزمایش عمدتاً از نوع رسی سیلتی می‌باشد وجود درصد زیادی از ذرات رس در بافت خاک باعث شده است در حین آبیاری، آب بین سطوح ذرات جذب شده و خاک منبسط گردد.

در این تحقیق، میزان آب ورودی و خروجی به هرکرت به وسیله فلوم (WSC) اندازه‌گیری و به منظور استفاده بهینه از آب، از روش آبیاری جویچه‌ای با کاهش جریان استفاده شد. بدین ترتیب که پس از رسیدن جبهه پیشروی به انتهای کرت، شدت جریان ورودی به ۵۰ درصد مقدار اولیه کاهش می‌یافت. اولین آبیاری (خاک آب) براساس اندازه‌گیری رطوبت خاک تا عمق حدود ۳۰ سانتی‌متر انجام شد. رشد چغندر قند ۱۷۰ روز به طول انجامید.

در هنگام برداشت، اندام هوایی و ریشه‌های هر کرت به صورت جداگانه توزین شد و سپس ماده خشک آنها با توجه به نمونه‌برداری‌های لازم به دست آمد. بدین ترتیب محاسبه کارایی مصرف آب امکان‌پذیر شد. نحوه نمونه‌گیری به این صورت بود که در هر کرت، دو ردیف سمت چپ و راست به منظور حذف اثر حاشیه‌ای رها شدند و چهار ردیف میانی به قطعات ۱۰ متری تقسیم شده و از این قطعات به صورت یک در میان نمونه برداری شد. در نتیجه، از هر خط کاشت ۵ نمونه، از هر کرت  $20 \times 4 = 80$  نمونه، و از تمامی مزرعه  $120 = 20 \times 6$  نمونه تهیه شد. از هر نمونه به صورت جداگانه نیز پلپ‌گیری شد تا صفات کیفی آنها مشخص شود.

#### ۵- نتایج و بحث:

میانگین نتایج به دست آمده طی سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ در جدول‌های شماره ۲ و ۳ درج شده‌اند. جدول شماره ۲ نشان دهنده مقادیر کل آب مصرفی، رواناب، و صفات کمی ریشه چغندر قند شامل عملکرد ریشه، کارایی مصرف آب برای تولید ریشه،

جدول شماره ۲- میانگین آب مصرفی، رواناب و صفات کمی چغندر قند در تیمارهای آزمایش طی سالهای ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹

شماره تیمار	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	رواناب (مترمکعب در هکتار)	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	کارایی مصرف آب برای تولید ریشه (کیلوگرم در متر مکعب)	عملکرد قند قابل استحصال (تن در هکتار)	کارایی مصرف آب برای تولید قند قابل استحصال (کیلوگرم در متر مکعب)	عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار)
۱	۱۹۲۶۲	۵۵۸	۳۹/۳۰	۲/۰۴	۴/۰۰	۰/۲۱	۵/۶۴
۲	۲۲۶۹۳ ۲۲۲۷۳	۸۰۲	۳۶/۸۸	۱/۶۲	۳/۶۰	۰/۱۶	۵/۱۳
۳	۱۵۳۸۱	۸۳۸	۴۲/۰۰	۲/۷۴	۴/۴۰	۰/۲۹	۶/۱۹
۴	۱۶۶۵۶	۹۳۷	۴۱/۳۰	۲/۴۸	۳/۹۸	۰/۲۴	۵/۹۰
۵	۱۵۳۰۰	۱۷۶۵	۴۵/۸۵	۳/۰۰	۴/۷۸	۰/۳۱	۶/۸۸
۶	۱۴۱۵۰	۲۱۱۳	۴۳/۹۹	۳/۱۱	۴/۲۷	۰/۳۰	۶/۷۸

جدول شماره ۳- میانگین صفات کیفی چغندر قند در تیمارهای آزمایش طی سالهای ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹

شماره تیمار	قند ناخالص (درصد)	سدیم در ۱۰۰ گرم شربت (میلی اکی والان در لیتر)	پتاسیم در ۱۰۰ گرم شربت (میلی اکی والان در لیتر)	ازت مضر در ۱۰۰ گرم شربت (میلی اکی والان در لیتر)	درصد قند قابل استحصال (درصد)
۱	۱۴/۳۶	۵/۵۴	۷/۳۶	۲/۰۶	۱۰/۲۱
۲	۱۳/۹۶	۵/۱۸	۶/۸۰	۲/۳۵	۹/۸۵
۳	۱۴/۷۴	۴/۰۰	۷/۳۰	۲/۷۸	۱۰/۴۵
۴	۱۴/۲۸	۵/۴۲	۷/۰۰	۲/۶۲	۹/۶۱
۵	۱۵/۰۲	۴/۶۶	۷/۳۸	۲/۸۶	۱۰/۴۱
۶	۱۵/۴۰	۴/۷۶	۷/۳۴	۳/۴۴	۱۰/۲۲

مجاری باریک، بیشتر می شود. در آبیاری های بعدی، جریان آب به درون این ترک ها و مجاری باریک نفوذ کرده و ذرات سیلت (که مقدار این ذرات در خاک منطقه حدود ۴۵ درصد می باشد) توسط نیروی برشی آب شسته می شوند. با توجه به ناچیز بودن

با تبخیر رطوبت از سطح خاک، ذرات رس شدیداً منقبض شده و این امر باعث بروز ترک هایی در سطح خاک می شود. هر چه عرض پشته ها کمتر باشد احتمال به هم پیوستن ترک هایی که در طرفین پشته ها ایجاد شده اند و به دنبال آن تشکیل

معادل  $36/88$  تن در هکتار بوده است. دورنباس و قسام (Doorenbos and Kassam, 1979) متوسط عملکرد ریشه چغندر قند در سطح جهان را حدود ۳۱ تن در هکتار ذکر نموده اند. عملکرد ریشه چغندر قند یکی از شاخصه‌های مورد استفاده در محاسبه بهای چغندر قند از سوی کارخانه‌های قند می‌باشد و بدین لحاظ دارای اهمیت زیادی برای زارعین می‌باشد. عامل دیگری که نقش اساسی در محاسبه بهای چغندر قند خریداری شده توسط کارخانه‌های قند دارد، میزان قند ناخالص می‌باشد. در این مورد نیز بیشترین مقدار عملکرد قند ناخالص در تیمار ۵ به میزان  $6/88$  تن در هکتار و کمترین مقدار در تیمار ۲ معادل  $5/13$  تن در هکتار بوده است.

بیشترین کارایی مصرفی آب برای تولید ریشه در تیمار ۶ به میزان  $3/11$  کیلوگرم در متر مکعب کمترین مقدار در تیمار ۲ معادل  $1/62$  کیلوگرم در متر مکعب محاسبه شده است. همان گونه که قبلاً نیز اشاره شد در تیمارهای دو ردیفه، جبهه پیشروی جریان آب در حین حرکت با مقاومت کمتری روبرو بوده و سریعتر به انتهای جویچه رسیده است. این امر باعث شده است که در این تیمارها رطوبت با یکنواختی بیشتری توزیع گردد که حاصل آن افزایش عملکرد گیاه می‌باشد. دورنباس و قسام (۱۹۷۹) میانگین کارایی مصرفی آب برای عملکرد ریشه چغندر قند را بین ۶ تا ۹ کیلوگرم در متر مکعب ذکر نموده‌اند. لازم به ذکر است که امروزه در اکثر کشورهای توسعه یافته به جای عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند قابل استحصال (قند سفید) را ملاک محاسبه بهای چغندر قند قرار می‌دهند و انتظار

مقدار مواد آلی خاک (جدول شماره ۱)، عمل شسته شدن ذرات سیلت و در پی آن شکسته شدن پشته‌های باریک با سهولت و سرعت بیشتری انجام می‌گیرد. بدیهی است که در تیمارهای ۵ و ۶ نیز ترک‌هایی در طرفین پشته‌ها ایجاد خواهد شد ولی به دلیل عریض بودن پشته‌ها امکان به هم پیوستن ترک‌ها و تشکیل مجاری باریک وجود ندارد. از طرف دیگر، شکسته شدن پشته‌ها در تیمارهایی که جویچه‌ها به صورت یک در میان آبیاری می‌شدند، باعث بروز اختلال در مدیریت آبیاری می‌گردید. بدین نحو که جریان یافتن آب در جویچه‌هایی که نایستی آبیاری می‌شدند باعث کندی پیشروی جبهه جریان آب و به تبع آن افزایش زمان آبیاری و در نتیجه افزایش آب مصرفی می‌گردید. همچنین، این مسئله موجب کاهش یکنواختی توزیع رطوبت در طول پشته‌ها از طریق افزایش فرونشست در قسمت‌های ابتدایی جویچه‌ها می‌شد.

بیشترین مقدار رواناب حاصل از آبیاری تیمارهای آزمایشی به میزان  $2113$  مترمکعب در هکتار در تیمار ۶ و کمترین مقدار آن در تیمار ۱ معادل  $558$  مترمکعب در هکتار اندازه‌گیری شد. در این مورد نیز پهنای بیشتر پشته‌ها در تیمارهای دو ردیفه در مقایسه با تیمارهای یک ردیفه، باعث پایداری بیشتر آنها در مقابل نیروهای برشی شده است و شکل هندسی خود را به نحو مطلوبتری حفظ کرده‌اند. در نتیجه، جبهه پیشروی آب در تیمارهای دو ردیفه سریعتر به انتهای کرت رسیده و رواناب بیشتری ایجاد کرده‌اند.

بیشترین عملکرد ریشه به میزان  $45/85$  تن در هکتار در تیمار ۶ و کمترین مقدار در تیمار ۲



شربت خام را تشکیل می‌دهد، کمترین غلظت در تیمار ۳ به میزان ۴ میلی اکی والان در لیتر و بیشترین غلظت در تیمار ۱ معادل ۵/۵۴ میلی اکی والان در لیتر اندازه گیری شده است در حالیکه کمترین غلظت پتاسیم در تیمار ۲ به میزان ۶/۸۰ میلی اکی والان در لیتر و کمترین غلظت در تیمار ۵ معادل ۷/۳۸ میلی اکی والان در لیتر مشاهده شده است. در مورد ازت مضر وضعیت به گونه دیگری بوده است. کمترین غلظت ازت مضر در تیمار ۱ (۲/۵۶ میلی اکی والان در لیتر) و بیشترین غلظت در تیمار ۶ (۳/۴۴ میلی اکی والان در لیتر) گزارش شده است.

میزان قند قابل استحصال در تیمارهای ۱ الی ۶ به ترتیب ۱۰/۲۱، ۹/۸۵، ۱۰/۴۵، ۹/۶۱، ۱۰/۴۱، و ۱۰/۲۲ درصد محاسبه شده است. بدین ترتیب، کمترین درصد قند قابل استحصال در تیمار شماره ۴ و پس از آن در تیمار شماره ۲ مشاهده شده است. بیشترین درصد قند قابل استحصال در درجه اول در تیمار شماره ۳ و پس از آن در تیمار شماره ۵ اندازه‌گیری شده است.

### ۶- نتیجه‌گیری:

نتایج این تحقیق نشان داد که در خاک‌هایی که حاوی مقادیر زیادی از ذرات رس و سیلت هستند و از طرفی، دچار فقر مواد آلی نیز می‌باشند، کاشت یک ردیفه چغندر قند روی پشته‌های باریک ۵۰ یا ۶۰ سانتی‌متری به علت آسیب پذیری شدیدی که در مقابل شکستگی دارند و نیز مشکلاتی که در اجرای آبیاری یک در میان ایجاد می‌کنند، انتخاب مناسبی نخواهد

می‌رود که در آینده این پارامتر جایگزین عملکرد قند ناخالص در محاسبه بهای چغندر قند گردد. در این تحقیق، بیشترین مقدار عملکرد قند قابل استحصال (۴/۷۸ تن در هکتار) در تیمار ۵ و کمترین مقدار (۳/۶۰ تن در هکتار) در تیمار ۲ مشاهده گردید.

میانگین کارایی مصرف آب برای تولید قند قابل استحصال در تیمارهای ۱ الی ۶ به ترتیب ۰/۲۱، ۰/۱۶، ۰/۲۹، ۰/۲۴، ۰/۳۱، و ۰/۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شده است. به خاطر مصرف زیاد آب در تیمارهای ۱ و ۲ در مقایسه با سایر تیمارها، کارایی مصرف آب برای تولید قند قابل استحصال در این تیمارها کمتر از بقیه بود. در حالیکه بیشترین کارایی مصرف آب برای تولید قند قابل استحصال در تیمارهای ۵ و ۶ به دست آمده است. دورنباس و قسام (۱۹۷۹) بازده مصرف آب برای عملکرد قند قابل استحصال را به طور متوسط بین ۰/۹ تا ۱/۴ کیلوگرم در متر مکعب گزارش کرده‌اند.

### ب- صفات کیفی

با توجه به جدول شماره ۳، میزان قند ناخالص در تیمارهای ۱ الی ۶ به ترتیب ۱۳/۹۶، ۱۴/۷۴، ۱۴/۲۸، ۱۵/۰۲، و ۱۵/۴۰ درصد اندازه‌گیری شده است. بدین ترتیب، کمترین درصد قند ناخالص در تیمار ۲ و بیشترین مقدار در تیمار ۶ اندازه‌گیری شده است. مشابه چنین نتیجه‌ای در مورد اکثر عوامل کمی مندرج در جدول شماره ۲ نیز دیده می‌شود. با این حال، در مورد ناخالصی‌های اندازه‌گیری شده در شربت خام (سدیم، پتاسیم، و ازت مضر) روند کاملاً متفاوتی دیده می‌شود. در مورد سدیم که یکی از مهمترین اجزاء ناخالصی‌های

- بود. برتری دارد و از این نظر قابل توصیه می‌باشد.
- بر اساس نتایج حاصل از دو سال آزمایش، کاشت دو ردیفه (روی پشته‌های پهن) به علت بیشتر بودن کارایی مصرف آب برای عملکرد ریشه و قند و نیز سهولت کنترل و مدیریت عملیات آبیاری نسبت به کشت یک ردیفه، با احداث سامانه برگشت آب یا در صورت امکان، احداث کرت‌هایی در پایین دست، می‌توان از رواناب حاصله مجدداً استفاده نمود و بازده آب مصرفی را افزایش داد.

### ۷- مراجع:

- ۱- خرمیان، م. ۱۳۸۱، بررسی اثر کم آبیاری به روش جویچه ای یک در میان بر عملکرد ذرت دانه ای در شمال خوزستان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی شماره ۱۱، ۹۱-۱۰۱.
- ۲- خواجه عبدالله، م. ح. و ع. ر. سپاسخواه، ۱۳۷۵. بررسی اقتصادی آبیاری جویچه ای یک در میان با دوره های مختلف برای ذرت. خلاصه مقالات نخستین گرد همایی علمی، کاربردی اقتصاد آب. تهران. معاونت امور آب وزارت نیرو. ۶ و ۷.
- ۳- سپاسخواه، ع. ر. ۱۳۷۵. کم آبیاری به روش جویچه ای یک در میان. مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۲۹۱ - ۳۰۵.
- 4- Aujla, M. S., Singh, C. J. Vashist, K. K. and Sandhu, B. S. 1991. Evaluation of methods for irrigation of cotton (*Gossypium hirsutum*) in a canal-irrigated area of South West Punjab, India, Arid soil research and rehabilitation. 5 (3): 225-234.
- 5- Doorenbos, J., and Kassam, A. H. 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage paper No. 33. Rome. Italy, pp. 141-144.
- 6- Doorenbos, J., and Pruitt, W. O. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage paper No. 24. Rome. Italy. 144p.
- 7- Graterol, Y. E., Eisenhauer, D. E. and Elmore, R. W. 1993. Alternate-furrow irrigation for soybean production. Agricultural Water Management. 24 (2): 133-145.
- 8- Longenecker, D. E., Thaxton, E. L. and Lyerly, P. J. 1969. Variable row spacing of irrigated cotton as a means for reducing production costs and conserving water. Agronomy Journal. 61 (1): 101-104.

- 9- Musick, J. T., and Dusek, D. A. 1974. Alternate-furrow irrigation of fine textured soils. Trans. of the ASAE. 17 (2): 289-294.
- 10- Stone, J. F., Garton, J. E. Webb, B. B. Reeves, H. E. and Keflemariam, J. 1979. Irrigation water conservation using wide-spaced furrows. Soil. Sci. Soc. Am. J. 43 (2): 407-411.

## **The Effect of Furrow Irrigation, Single Row and Double Row Planting on Water Use Efficiency, Quantity, and Quality of Sugar Beet Yield**

**M. Torabi and M. R. Jahad Akbar**

A study was conducted to investigate the effect of planting layout on sugar beet water use efficiency in a silty loam soil in Kabootar Abad research station in Esfahan, during 1999 to 2000. The treatments were as follow:

- 1- Single rows 50 cm apart; all furrows irrigated.
- 2- Single rows 50 cm apart; alternate furrows irrigated.
- 3- Single rows 60 cm apart; all furrows irrigated.
- 4- Single rows 60 cm apart; alternate furrows irrigated.
- 5- Variable spacing rows; 40 cm apart on each broad planting bed and 50 cm apart on each side of the furrow.
- 6- Variable spacing rows; 40 cm apart on each broad planting bed and 60 cm apart on each side of the furrow.

The results indicated that the most and the least amount of water consumption were noticed in treatments 2 ( $22693 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) and 6 ( $15300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), respectively. Narrower width of ridges in the single row treatments compared to the double row ones, along with considerable clay and silt contents of soil resulted in the collaps of ridges by the shear force of water flow during each irrigation practice. These effects were augmented by lack of sufficient soil organic matter content. Collaps of ridges not only impeded the rate of water advance, but also increased runoff and deep percolation and caused poor water distribution uniformity along the furrows. During those years, the highest root yield was obtained in treatment 5 for 45.85 t/ha. Also, the highest sugar yield was noticed in treatment 5 for  $6.88 \text{ t ha}^{-1}$  which was related to the high root yield in this treatment. Finally, variable row spacing treatments are recommended for their higher water use efficiencies in both root and sugar yield along with ease of irrigation management in these treatments.

**Key words:** Alternate Furrow Irrigation, Double Row, Single Row, Sugar Beet, Water Use Efficiency.