# بررسی عملکرد محصول و کارایی مصرف آب چغندرقند در روش‌های آبیاری جویچه‌ای و بارانی[1]

سید ابوالقاسم حقایقی مقدم، قاسم توحیدلو و سید حسین صدرقاین[2]

**۱- چکیده:**

**تأمین نیاز آبی چغندرقند با روش‌های نوین آبیاری نظیر آبیاری بارانی، آبیاری قطره‌ای، و آبیاری زیرسطحی موضوعی است که به‌دلیل طولانی بودن دورهٔ رشد این گیاه و نیاز آبی نسبتاً زیاد آن درخور اهمیت فراوان است. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر روش‌های آبیاری سطحی (جویچه‌ای) و آبیاری بارانی روی عوامل کمی و کیفی محصول چغندرقند و همچنین مقایسهٔ میزان آب مصرفی و کارایی مصرف آب در روش‌های آبیاری مذکور در سال ۱۳۸۰ در منطقه کمال آباد کرج در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: ۱- آبیاری بارانی در کرت‌هایی به ابعاد۷۲×۳۰ متر، ۲- آبیاری جویچه‌ای معمولی در کرت‌هایی به ابعاد ۸۲×٤٠ متر و ۳- آبیاری جویچه‌ای با کاهش دبی جریان در کرت‌های به ابعاد ۸۲×٤٠ متر. میزان آب آبیاری در هر نوبت در تیمار آبیاری بارانی با روش پنمن-مانتیت برای چغندرقند در منطقه کرج برآورد و اعمال گردید. تیمار آبیاری جویچه‌ای معمولی بر اساس عرف کشاورزان محلی در نظر گرفته شد. در تیمار آبیاری جویچه‌ای با کاهش دبی جریان، دبی جریان ورودی به جویچه‌ها به اندازهٔ ۰/۸ - ۰/۷ دبی جویچه‌ای معمولی بعد از رسیدن آب به انتهای شیار بود. نتایج نشان داد که صفات عیار قند ناخالص، ناخالصی‌های ریشه (پتاسیم، سدیم، و نیتروژن آلفا)، عیار قند خالص، ضریب استحصال، قند ملاس، وزن اندام هوایی، وزن ریشه، شکر ناخالص، و شکر خالص تحت تاثیر سه روش آبیاری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند. میزان آب مصرفی، کارایی مصرف آب برای وزن ریشه، و کارایی مصرف آب برای شکر ناخالص تحت اثر روش‌های آبیاری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد و روش آبیاری بارانی بر دو روش دیگر برتری داشت. آبیاری بارانی نسبت به آبیاری جویچه‌ای معمولی ۳۱ درصد کاهش در میزان مصرف آب آبیاری و ۵۵ درصد افزایش در کارایی مصرف آب ( بر اساس وزن ریشه) نشان داد. روش آبیاری جویچه‌ای با کاهش دبی جریان در وزن ریشه و کارایی مصرف آب (بر اساس وزن ریشه) در سطح ۵ درصد با روش آبیاری بارانی اختلاف معنی‌داری نداشته لذا قابلیت رقابت با آن را دارد.**

**۲- واژه‌های کلیدی:**

**آبیاری بارانی، آبیاری جویچه ای، چغندرقند، کارایی مصرف آب**

---

۱- برگرفته از طرح تحقیقاتی "مقایسه فنی و بررسی راندمان مصرف آب و عملکرد در دو روش آبیاری بارانی و نشتی بر روی چغندرقند"، به شماره ثبت ۲۳۸۵ که با حمایت مالی شورای پژوهشهای علمی کشور به انجام رسید.

۲- به ترتیب عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، بلوار شهید فهمیده، مقابل بانک کشاورزی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، صندوق پستی ۸٤٥-۳۱۵۸۵، کارشناس ارشد زراعت مؤسسه تحقیقات چغندر قند و عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

## ۳- پیشگفتار:

### - زمینهٔ پژوهش در جهت کاربرد

روش‌های آبیاری به دو دستهٔ کلی سطحی و تحت فشار تقسیم می‌شوند. آبیاری سطحی رایج‌ترین شیوهٔ آبیاری است و با وجود پیشرفت فناوری و ابداع روش‌های نوین آبیاری تحت‌فشار، هنوز بیش از ۹۵ درصد از کل اراضی فاریاب به این طریق آبیاری می‌شود. روش آبیاری بارانی در مقایسه با روش‌های آبیاری سطحی بازده کاربرد بیشتری دارد و می‌توان آن را برای بیشتر گیاهان در شرایط آب و هوایی مرطوب تا خشک و برای بافت‌های خاک سبک تا نسبتاً سنگین به کار گرفت. چغندرقند با سطح زیر کشت حدود ۱۸٦ هزار هکتار در کشور از جمله محصولات عمده و با اهمیت به لحاظ خودکفایی در تولید شکر مورد نیاز داخلی است. متوسط طول دورهٔ رشد چغندرقند ۲۰۰ روز و متوسط آب مورد نیاز خالص آبیاری آن ۸۸۰۰ مترمکعب در هکتار در سطح کشور برآورد می‌شود [۵].

تأمین نیاز آبی چغندرقند در روش‌های نوین آبیاری نظیر آبیاری بارانی، آبیاری قطره‌ای، و آبیاری زیرسطحی به‌دلیل طولانی بودن دورهٔ رشد این گیاه و نیاز آبی نسبتاً زیاد آن درخور اهمیت است.

### - پیشینهٔ پژوهش

مقایسهٔ روش‌های آبیاری جویچه‌ای و بارانی برای یافتن میزان صرفه‌جویی در مصرف آب و دستیابی به معایب و محاسن هر روش، از جمله تحقیقاتی است که تا کنون برای محصولات مختلف انجام شده است؛ اکبری (۱۳۷۷)، تأثیر روش‌های آبیاری جویچه‌ای و بارانی را روی محصول سیب‌زمینی در منطقهٔ فریدن اصفهان بررسی کرد. نتایج این پژوهش نشان داده است که روش بارانی در مقایسه با روش جویچه‌ای عملکرد بالاتری به دست می‌دهد و موجب ۳۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود. ریاحی (۱۳۷۸)، کارایی مصرف آب دو روش آبیاری بارانی و سطحی را روی محصول گندم در منطقهٔ نگار بردسیر از توابع کرمان مقایسه کرده است. نتایج نشان می‌دهد که در روش بارانی، بین تیمارهای ۵۰ و ۷۵ درصد تبخیر از تشت کلاس A تفاوتی معنی‌دار در عملکرد وجود ندارد ولی در روش سطحی این اختلاف در عملکرد معنی‌دار است. بهترین تیمار روش آبیاری بارانی با میزان آبیاری معادل ۵۰ درصد تبخیر از تشت معرفی شده است. شوارتز و همکاران (۱۹۷۸)، در آزمایش‌های مزرعه‌ای در اردن بین افزایش عملکرد ریشهٔ چغندرقند و سطوح آبیاری با استفاده از آبیاری بارانی، رابطهٔ خطی به‌دست آوردند. نشان داده شده است که کارایی مصرف آب در روش بارانی با مصرف نیتروژن افزایش می‌یابد. در آزمایشی که شافر (۱۹۷۹) به منظور بررسی کارایی مصرف آب در روش بارانی روی محصولات مختلف انجام داد معلوم شد که چغندرقند نسبت به سایر محصولات کارایی مصرف آب بالاتری دارد. در این آزمایش جو پاییزه، گندم زمستانه، سیب‌زمینی، ذرت علوفه‌ای، و چغندرقند به ترتیب ۱/٤، ۲/۱، ۲/۱، ۳/۰ و ۳/۵ کیلو گرم ماده خشک به ازای هر مترمکعب آب مصرفی تولید کردند. بوتروس و نیمال (۱۹۸۱)، در منطقهٔ نیمه‌خشک لبنان، عملکرد و کارایی مصرف آب سیب‌زمینی و چغندرقند را با روش‌های آبیاری بارانی، نشتی، و قطره‌ای بررسی کردند. در این

آزمایش نشان داده اند که روش آبیاری، کارایی مصرف آب را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد ولی با افزایش مصرف کود نیتروژن‌دار کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد. در آزمایشی که وند (۱۹۸۸) در نواحی خشک و نیمه‌خشک ترکیه روی چغندرقند انجام داد معلوم شد روش آبیاری بارانی، در مقایسه با روش آبیاری جویچه‌ای، عملکرد ریشه و میزان شکر را بالا می‌برد و وضعیت جوانه‌زنی را بهتر می-کند. در تحقیق سال ۱۹۷۵ کیم‌اغلو و وانلی، چهار روش آبیاری بارانی، نواری، جویچه‌ای، و غرقابی روی چغندرقند مقایسه شدند. عملکرد ریشه در روش‌های فوق به‌ترتیب ٦٥/٤، ٥٢/٦، ٥٠/١ و ٤٦/٥ تن در هکتار گزارش شد. میزان شکر در روش‌های مختلف تفاوت نداشت. میزان آب مصرفی در روش بارانی کمترین و بعد از آن روش جویچه‌ای (با اندکی تفاوت) قرار داشت. روش‌های نواری و غرقابی به مقداری قابل توجه آب بیشتری مصرف کردند. اکبری و مرتضوی‌بک (۱۳۸۰)، تأثیر روش‌های آبیاری سطحی و بارانی را روی عوامل کمی و کیفی ارقام تجارتی پیاز در منطقهٔ اصفهان بررسی کردند. نتایج نشان داد که عملکرد محصول در روش آبیاری کرتی (۹۰ تن در هکتار) نسبت به روش آبیاری بارانی (٦٦ تن در هکتار) بیشتر است. نسبت عملکرد به آب مصرفی در روش آبیاری بارانی کمی بیشتر از روش آبیاری سطحی بود ولی این مقدار از نظر آماری معنی‌دار نبود و روش بارانی نتوانست با روش آبیاری سطحی مرسوم منطقه رقابت کند. کیردا و همکاران (۱۹۹۹) در تحقیقات خود نشان دادند چنانچه در تمام فصل رشد چغندرقند، آبیاری به اندازه ۷۵ درصد نیاز آبی کامل انجام شود، عملکرد قابل انتظار به میزان ۷۹ درصد عملکرد پتانسیل خواهد بود. چنانچه همین مقدار تنش (۲۵ درصد) در میانهٔ فصل رشد داده شود (یعنی در زمان جوانه‌زنی و پایان فصل رشد تنشی اعمال نشود)، عملکرد قابل انتظار ٨٤ درصد عملکرد پتانسیل خواهد بود.

به منظور کاهش مصرف کود نیتروژن‌دار و مقدار آب آبیاری، آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی مالیر در ایالت اورگون امریکا انجام شد. تیمارهای کودی یکی کوددهی به مقدار نیاز و دیگری کوددهی به مقدار ٦٠ درصد میزان نیاز بود. تیمارهای آبیاری عبارت بود از آبیاری جویچه‌ای معمولی و آبیاری جویچه‌ای به صورت موجی. بر اساس نتایج، تیمار کوددهی به مقدار نیاز و روش آبیاری جویچه‌ای معمولی بیشترین عملکرد چغندرقند را به دست داد. در تیمارهایی که کود به مقدار نیاز داده شده بود، در هر دو روش آبیاری اختلافی معنی دار از نظر عملکرد شکر به وجود نیامد ولی در تیمارهای با کوددهی کمتر از حد نیاز، عملکرد شکر به طور معنی‌داری کاهش یافت [۱۰]. واکنش چغندرقند به تنش آبی، در آزمایشی در منطقهٔ نیمه‌خشک بقا در لبنان بررسی شد. آزمایش بر اساس دو رژیم آبیاری، یکی تأمین ۱۰۰ درصد و دیگری تأمین ٦٠ درصد ظرفیت نگهداری آب در خاک انجام شد. نتایج نشان داد رشد چغندرقند در خاکهای آبیاری شده تا ٦٠ درصد ظرفیت نگهداری آب در خاک، بسیار کمتر بود از خاکهایی که تا ۱۰۰ درصد ظرفیت نگهداری آب در خاک، آبیاری شده بودند. در این آزمایش، عملکرد ریشه در رژیم ۱۰۰ درصد بیشتر و درصد قند در رژیم ٦٠ درصد بالاتر

بود. ضمناً مشخص شد که کارایی مصرف آب تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری قرار دارد و در تیمار ٦٠ درصد بالاتر از تیمار ١٠٠ درصد است. ضمن اینکه کارایی مصرف آب در هر دو رژیم آبیاری وابسته به مقدار مصرف کود نیتروژن دار بوده است [١٢].

**- هدف پژوهش**

اهداف این تحقیق عبارت بوده است از:

١- بررسی تأثیر روش‌های آبیاری جویچه‌ای و آبیاری بارانی روی عوامل کمی و کیفی چغندرقند.

٢- مقایسهٔ میزان آب مصرف شده و کارایی مصرف آب در روش‌های آبیاری جویچه‌ای و بارانی.

## ٣- مواد و روش‌ها:

**- مواد**

این تحقیق در سال ١٣٨٠ در مزرعهٔ تحقیقاتی کمال‌آباد مؤسسهٔ تحقیقات چغندرقند واقع در کرج، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از:

١- آبیاری بارانی در کرت‌هایی به ابعاد ٧٢×٣٠ متر.

٢- آبیاری جویچه‌ای معمولی در کرت‌هایی به ابعاد ٨٢×٤ متر.

٣- آبیاری جویچه‌ای با کاهش دبی جریان[1] در کرت‌هایی به ابعاد ٨٢×٤ متر.

در تیمار آبیاری بارانی از لوله پلی اتیلن ٧٥ میلی‌متری استفاده شد. منبع آب، شیرفلکهٔ مربوط به سیستم آبیاری بارانی موجود در ایستگاه بود. از آبپاش نوع نلسون F33 (با دبی ٠/٦ لیتر در ثانیه و قطر پاشش ٣٠ متر در فشار کار ٣/٥ بار) با فاصلهٔ ٦ متر استفاده شد. رقم چغندرقند مورد استفاده IC1 (مولتی‌ژرم – تریپلوئید) توصیه شده برای منطقه بود. در دورهٔ رشد، علاوه بر اِعمال تیمارهای آبیاری، کوددهی در دو قسط (یک بار در مرحلهٔ ٦-٤ برگی گیاه و بار دیگر یک ماه بعد از نوبت اول هر یک به میزان ٩٠ و جمعاً ١٨٠ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، تنک و وجین بر اساس تراکم صد هزار بوته در هکتار، سم‌پاشی علیه آفات و بیماری‌ها در دو نوبت و سله‌شکنی برای تهویهٔ مطلوب خاک انجام شد. در تیمار آبیاری بارانی از قوطی‌های آلومینیومی به قطر بالایی ١٠ سانتی‌متر استفاده شد و با چیدن آنها به‌صورت شبکه ١×١ متر، میزان پاشش واقعی آبپاش‌ها در شرایط مزرعه اندازه‌گیری شد. در تیمارهای آبیاری جویچه‌ای برای اندازه‌گیری میزان آب ورودی به کرت از فلوم WSC تیپ ٤، برای اندازه‌گیری میزان آب خروجی از کرت از فلوم WSC تیپ ٣ و برای آبیاری شیارها از سیفون استفاده شد. فاصلهٔ شیارها از هم ٥٠ سانتی‌متر بود و در هر کرت ٨ شیار قرار داشت. شیب شیارها با دوربین ترازیاب ٠/٦ درصد تعیین شد.

**- روش‌ها**

در تیمارهای آبیاری جویچه‌ای و بارانی، بعد از آماده سازی زمین (شامل دیسک زدن و تسطیح)، کشت با ردیف‌کار با تراکم زیاد انجام شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، با تهیهٔ نمونه‌های خاک تا عمق ٩٠ سانتی‌متر از کرت‌های جویچه‌ای (S1 تا S3 ) و بارانی (B1 تا B3 ) به

شرح جدول شمارهٔ ۱ مشخص شد.

میزان آب آبیاری در تیمار آبیاری بارانی با روش پنمن – مانتیت بر اساس محاسبات انجام شده در کتاب « برآورد آب مورد نیاز گیاهان زراعی» مؤسسه تحقیقات خاک وآب برای چغندرقند در منطقه کرج تعیین و با دور ۵ تا ۷ روز اعمال گردید [فرشی و همکاران، ۱۳۷٦]. تیمار آبیاری جویچه‌ای معمولی بر اساس عرف کشاورزی محل در نظر گرفته شد. در تیمار آبیاری جویچه‌ای با کاهش دبی جریان، بعد از رسیدن آب به انتهای شیارها، دبی ورودی به ۰/۸– ۰/۷ دبی اولیه کاهش یافت. دبی اولیه جویچه‌ها ۰/۵ لیتر در ثانیه بود. در هر دو روش آبیاری جویچه‌ای، آبیاری کامل اعمال شد.

## ۵– نتایج:

در تیمارهای آبیاری جویچه‌ای در دورهٔ رشد، ۱۱ نوبت آبیاری با دور مرسوم محل (بین ۱۰ تا ۱٤ روز) انجام شد. در جدول شمارهٔ ۲ ارتفاع آب آبیاری در این تیمارها نشان داده شده است.

در تیمارآبیاری بارانی در دورهٔ رشد، ۲۵ نوبت آبیاری به‌طور متوسط هفته‌ای یک بار انجام شد. دور آبیاری طوری انتخاب گردید که بیشتر از ۵۰٪ آب قابل دسترس از عمق توسعهٔ ریشه تخلیه نشود و با هر نوبت آبیاری کسر رطوبت خاک تأمین گردد. جدول شمارهٔ ۳ تاریخ، دور، مدت، و ارتفاع آب آبیاری در هر نوبت را نشان می دهد. شدت پاشش آب بر سطح خاک با روش چیدن قوطی در زیر آبپاش‌ها اندازه‌گیری شد. متوسط شدت پاشش در نوبت‌های آبیاری در دورهٔ رشد در فاصله ۳ متر از طرفین لولهٔ آبده تقریباً ثابت و برابر ۱۲/۵ میلی‌متر در ساعت به‌دست آمد. سرعت نفوذ نهایی خاک ۳۸ میلی‌متر در ساعت با روش SCS برآورد گردید.

**جدول شمارهٔ ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک کرت‌های جویچه‌ای و بارانی**

| نمونه | درصد شن | درصد سیلت | درصد رس | بافت خاک | EC (dS/m) | آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (meq / lit) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $HCO_3^{-2}$ | $SO_4^{-2}$ | $Cl^-$ | Sum Anions | $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ | $Na^+$ | Sum Cations |
| $S_1$ | ٤/۲ | ٤٥/۷ | ٥۰/۱ | رس سیلتی | ۰/٥۷ | ۳/٦ | ۱/۹۸ | ۱٦ | ۲۱/٥۸ | ۲۸ | ۲/۲۳ | ۳۰/۲۳ |
| $S_2$ | ۸/۳ | ٤۲/٦ | ٤۹/۱ | رس سیلتی | ۰/٦ | ۲/۰ | ۲/۳۹ | ۱٦ | ۲۰/۳۹ | ۱٦ | ۱/٤٥ | ۱۷/٤٥ |
| $S_3$ | ۱۳/۷ | ٤۳/٥ | ٤۲/۸ | رس سیلتی | ۰/۷۱ | ۲/۸ | ۳/۳ | ۱۲ | ۱۸/۱ | ۱٤ | ۲/۱٦ | ۱٦/۱٦ |
| $B_1$ | ۱۲/٥ | ٤٥/۳ | ٤۲/۲ | رس سیلتی | ۱/۱۸ | ٤/۰ | ٤/۷۱ | ۸ | ۱٦/۷۱ | ۲۰ | ۲/۲۷ | ۲۲/۲۷ |
| $B_2$ | ۱۳/۷ | ٤٤/۲ | ٤۲/۱ | رس سیلتی | ۰/۸۲ | ۲/٤ | ۳/۷۳ | ۱۲ | ۱۸/۱۳ | ۲۲ | ۲/۰۲ | ۲٤/۰۲ |
| $B_3$ | ۱۰/۹ | ٤۲/٥ | ٤٦/٦ | رس سیلتی | ۰/۷٥ | ۲/۸ | ۳/۷۳ | ۱۲ | ۱۷/٥۳ | ۱٤ | ۲/۰۸ | ۱٦/۰۸ |

٦

**جدول شمارهٔ ٢- ارتفاع آب ورودی و خروجی در تیمار های آبیاری جویچه‌ای (متوسط ٣ تکرار)**

| نوبت آبیاری | تاریخ آبیاری | دور آبیاری (روز) | مدت آبیاری (ساعت) | | ارتفاع آب ورودی (میلی‌متر) | | ارتفاع آب خروجی (میلی‌متر) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | با کاهش دبی جریان | معمولی | با کاهش دبی جریان | معمولی | با کاهش دبی جریان | معمولی |
| * | — | — | — | — | ١٠٠ | ١٠٠ | — | — |
| ١ | ٨٠/٣/٢٨ | — | ٦/٧ | ٦/٧ | ٢٦٣ | ٣٠٣ | ١١ | ١٧ |
| ٢ | ٨٠/٤/٦ | ٩ | ٣/٨ | ٣/٩ | ١٣٧ | ١٤٩ | ١٠ | ١٥ |
| ٣ | ٨٠/٤/١٦ | ١٠ | ٤/٤ | ٤/٤ | ١٢٠ | ١٣٣ | ٨ | ١٤ |
| ٤ | ٨٠/٤/٢٥ | ٩ | ٤/٤ | ٤/٤ | ١١٨ | ١٢٨ | ١٧ | ٢٧ |
| ٥ | ٨٠/٥/٢ | ٨ | ٣ | ٣/٥ | ١٠٣ | ١١٥ | ١٤ | ٢٢ |
| ٦ | ٨٠/٥/١٣ | ١١ | ٣/٦ | ٣/٧ | ١٠١ | ١١٦ | ١٤ | ٢٦ |
| ٧ | ٨٠/٥/٢٢ | ٩ | ٣/٣ | ٣/٤ | ١٠٠ | ١١٢ | ١١ | ٢٢ |
| ٨ | ٨٠/٦/٣ | ١٢ | ٣/٥ | ٣/٦ | ٩٢ | ١١٠ | ١٥ | ١٥ |
| ٩ | ٨٠/٦/١٧ | ١٤ | ٣/٧ | ٣/٥ | ٩٠ | ١٠٤ | ١٦ | ١٦ |
| ١٠ | ٨٠/٦/٣١ | ١٤ | ٣/٠ | ٣/٢٥ | ٧٩ | ٨٩ | ١٠ | ١٣ |
| ١١ | ٨٠/٧/١٧ | ١٧ | ٣ | ٣ | ٦٩ | ٨١ | ٧ | ١٣ |
| جمع | — | ١١٣ | ٤٢/٤ | ٤٣/٤ | ١٣٧٢ | ١٥٤٠ | ١٣٣ | ٢٠٠ |

* از زمان کشت تا اولین نوبت آبیاری جویچه‌ای، کرت‌ها با استفاده از دستگاه آبیاری چرخدار ایستگاه به اندازه ١٠٠ میلی‌متر آبیاری شده‌اند.

**جدول شمارهٔ ٣- ارتفاع آب آبیاری در تیمار روش بارانی**

| نوبت آبیاری | تاریخ | دور آبیاری (روز) | مدت آبیاری (ساعت) | ارتفاع آبیاری (میلیمتر) |
|---|---|---|---|---|
| ١ | ٨٠/٢/٣١ | — | ٨ | ٥٦* |
| ٢ | ٨٠/٣/٨ | ٨ | ٦ | ٤٢* |
| ٣ | ٨٠/٣/١٣ | ٥ | ٦ | ٧٥ |
| ٤ | ٨٠/٣/٢٠ | ٧ | ٧ | ٨٧/٥ |
| ٥ | ٨٠/٣/٢٤ | ٤ | ٣ | ٣٧/٥ |
| ٦ | ٨٠/٣/٢٧ | ٣ | ٤ | ٥٠ |
| ٧ | ٨٠/٣/٣١ | ٤ | ٢/١٥ | ٢٧ |
| ٨ | ٨٠/٤/٧ | ٧ | ٧ | ٨٧/٥ |
| ٩ | ٨٠/٤/١٢ | ٥ | ٣/٣ | ٤١ |
| ١٠ | ٨٠/٤/٢١ | ٩ | ٣/٧٥ | ٤٧ |
| ١١ | ٨٠/٤/٢ | ٧ | ٤/١٥ | ٥٢ |
| ١٢ | ٨٠/٥/٢ | ٥ | ٤/١٥ | ٥٢ |
| ١٣ | ٨٠/٥/٩ | ٧ | ٤/١٥ | ٥٢ |
| ١٤ | ٨٠/٥/١٦ | ٧ | ٤ | ٥٠ |
| ١٥ | ٨٠/٥/٢٣ | ٧ | ٤ | ٥٠ |
| ١٦ | ٨٠/٥/٣١ | ٨ | ٤ | ٥٠ |
| ١٧ | ٨٠/٦/٤ | ٤ | ٢/٧ | ٣٤ |
| ١٨ | ٨٠/٦/١١ | ٧ | ٢/٤ | ٣٠ |
| ١٩ | ٨٠/٦/١٨ | ٧ | ٢/١٥ | ٢٧ |
| ٢٠ | ٨٠/٦/٢٥ | ٧ | ٢ | ٢٥ |
| ٢١ | ٨٠/٧/١ | ٧ | ١/٩ | ٢٤ |
| ٢٢ | ٨٠/٧/٨ | ٧ | ١/٧ | ٢١ |
| ٢٣ | ٨٠/٧/٢٢ | ١٤ | ١/٢٥ | ١٦ |
| ٢٤ | ٨٠/٧/٢٩ | ٧ | ١ | ١٢/٥ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ۲۵ | ۸۰/۸/۱٤ | ۱۵ | ۰/۸ | ۱۰ |
| جمع | ـــــ | ۱٦۸ | ۸۹/۵۵ | ۱۰۵۵ |

* در نوبت های اول و دوم، آبیاری با دستگاه آبیاری جویچه انجام شد که راندمان آن ۷۰ درصد برآورد شد. در نوبت های سوم و چهارم، آبیاری با دستگاه آبیاری بارانی انجام شد که راندمان آن ۷۰ درصد برآورد شد.

**- تجزیه و تحلیل عوامل کمی و کیفی محصول**

طرح آماری مورد استفاده برای مقایسه روش های آبیاری، بلوک کامل تصادفی با سه تکرار بود و هنگام برداشت ۷ نمونه به مساحت ۵ متر مربع از هر تیمار در هر تکرار تهیه شد. در روش آبیاری بارانی نمونه ها از ۳ متر طرفین لوله آبده گرفته شد. در جدول‌های ٤ و۵، تجزیهٔ واریانس و دسته بندی صفات کمی و کیفی محصول چغندرقند برای تیمارهای مختلف آبیاری نشان داده شده است. نتایج جدول‌های شمارهٔ ٤ و ۵ نشان می‌دهد که صفات عیار قند ناخالص، ناخالصی‌های ریشه (پتاسیم، سدیم و نیتروژن آلفا)، عیار قند خالص، ضریب استحصال، قند ملاس، وزن اندام هوایی، وزن ریشه، شکر ناخالص، و شکر خالص تحت تأثیر سه روش آبیاری، اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ ندارند. وزن ریشهٔ چغندرقند در کل آزمایش در حدود متوسط عملکرد در سطح کشور (۳۰ تن در هکتار) به دست آمد. علت اصلی کم بودن عملکردها در این آزمایش، تأخیر حدود ۱۰ روزه در زمان کاشت بوده است.

**جدول شمارهٔ ٤ - نتایج تجزیه واریانس صفات مهم کمی و کیفی چغندرقند**

| منابع تغییرات | درجهٔ آزادی | عیار قند خالص (W.S.C.) | | ناخالصی ازت (N) | | ناخالصی سدیم (Na) | | ناخالصی پتاسیم (K) | | عیار قند ناخالص (S.C) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Prob | MS | Prob | MS | Prob | MS | Prob | MS | Prob | MS |
| تکرار | ۲ | ۰/۸۷۰ | ۰/۱۱۳ | ۰/٤٤۰ | ۰/۰۲۲ | ۰/۹۹۸ | ۰/۰۰۱ | ۰/۷۳۹ | ۰/۰٦٦ | ۰/۷۵۱ | ۰/۱٤٤ |
| روش آبیاری | ۲ | ۰/۸۰۹ | ۰/۱۷۵ | ۰/۳۲٤ | ۰/۰۳۳ | ۰/٤۹۹ | ۰/۷۸٦ | ۰/۷۸٦ | ۰/۰۵۲ | ۰/٤۷۷ | ۰/٤۱۸ |
| خطا | ٤ | | ۰/۷۸۳ | | ۰/۰۲۲ | | ۰/۹٤٦ | | ۰/۲۰۳ | | ۰/٤٦۷ |
| ضریب تغییرات (٪) | | ۹/۵٤ | | ۱۲/۲۷ | | ۱٦/۳۲ | | ۸/۰۸ | | ۵/۲٤ | |

| منابع تغییرات | درجهٔ آزادی | شکرخالص (W.s.y) | | شکر ناخالص (S.y) | | وزن ریشه (R.w) | | وزن اندام هوایی (Sh.w) | | قند ملاس (Ms) | | ضریب استحصال (Yield) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Prob | MS | Prob | MS | Prob | MS | Prob | MS | Prob | MS | Prob | MS |
| تکرار | ۲ | ۰/۱۱۵ | ۰/۹٦۸ | ۰/۰٦٦ | ۱/۸۵۷ | ۰/۰۳۳ | ۲۱/۹۱ | ۰/۵۸۰ | ۱۱۳/٤٤ | ۰/۸۹٦ | ۰/۰۰۸ | ۰/۹٦۳ | ۰/۵٤۵ |
| روش آبیاری | ۲ | ۰/۷۸۱ | ۰/۰٦۵ | ۰/۷۹۰ | ۰/۰۸۰ | ۰/٤٦٦ | ۹/۳۸ | ۰/۸۱٦ | ۳۸/۷۸ | ۰/۵۲٦ | ۰/۰۵۵ | ۰/۹۸٦ | ۰/۱۹۸ |
| خطا | ٤ | | ۰/۲٤۸ | | ۰/۳۱۹ | | ۱۰/۰۷ | | ۱۸۱/۱۱ | | ۰/۰۷۳ | | ۱٤/۲۵ |
| ضریب تغییرات (٪) | | ۱۸/٤۱ | | ۱٤/۸٦ | | ۱۰/۹٤ | | ۳۱/۲۲ | | ۷/۱٤ | | ۵/۳٦ | |

MS- میانگین مربعات

Prob- سطح معنی‌دار

**جدول شمارهٔ ۵ – مقایسه میانگین صفات مهم کمی و کیفی چغندرقند در روش‌های مختلف آبیاری**

| ** تکرار | S.c. (%) | K* | Na* | N* | W.S.C (%) | Yield (%) | M.s. (%) | Sh.w. (ton/ha) | R.w. (ton/ha) | S.y. (ton/ha) | W.s.y. (ton/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۳/٤۸ | ۵/۷۹ | ۵/۳۸ | ۱/۵۰ | ۹/۸۰ | ۷۱/٦۳ | ۳/٦۸ | ۳۰/۱۷ | ۲۰/۹۹ | ۲/۷۷ | ۱/۹۸ |
| ۲ | ۱۳/۰۲ | ۵/٦۲ | ۵/۷۲ | ۱/٤٦ | ۹/۲۸ | ۷۰/٤۱ | ۳/۷۳ | ٤٦/٦۷ | ۲۲/۸۵ | ۲/۹۲ | ۲/۰۷ |
| ۳ | ۱۳/۷۸ | ٦/۰٤ | ۵/۰٦ | ۲/٤٦ | ۱۰/۰۳ | ۷۲/۱۸ | ۳/۷۵ | ٤۱/۰۰ | ۲۹/۲۷ | ۳/۹۹ | ۲/۸٦ |
| + + روش آبیاری | | | | | | | | | | | |
| بارانی | ۱۲/٦۲ | ۵/۷۲ | ۵/۳۷ | ۱/۱٦ | ۹/۰۰ | ۷۰/۱۷ | ۳/٦۲ | ۳۹/۰۰ | ۳۱/۰۳ | ۳/۹۹ | ۲/۸۸ |
| جویچه‌ای معمولی | ۱۳/۲٦ | ۵/۵٦ | ٦/۲۲ | ۱/۳۳ | ۹/۳۹ | ۷۰/۵٤ | ۳/۸۷ | ٤٤/٦۷ | ۲۸/۰۹ | ۳/۷۲ | ۲/٦۳ |
| جویچه‌ای با کاهش دبی جریان | ۱۳/۲۸ | ۵/٤٦ | ٦/۲۸ | ۱/۱۳ | ۹/٤۳ | ۷۰/٦٦ | ۳/۸٤ | ٤۵/٦۷ | ۲۷/۸٦ | ۳/٦۹ | ۲/٦۱ |

* میلی اکی والان بر صد گرم خمیر ریشه (meq/100grPR)

** میانگین صفات در تکرارها مربوط به هر سه روش آبیاری است.

+ + روش‌های آبیاری با آزمون دانکن در سطح ۵٪ در تمامی صفات با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

**- میزان آب آبیاری و کارایی مصرف آب**

امروزه شاخص میزان مادهٔ خشک تولید شده به ازای مقدار آب مصرف شدهٔ مهمترین عامل تأثیرگذار دربرتری یک روش یا نظام آبیاری درنظر گرفته می‌شود. به همین دلیل مقادیر آب مصرفی، کارایی مصرف آب بر اساس وزن ریشه، کارایی مصرف آب بر اساس شکر ناخالص، و کارایی مصرف آب بر اساس شکر خالص در سه روش آبیاری در قالب طرح آماری مقایسه شد. کارایی مصرف آب، از تقسیم وزن ریشه یا شکر خالص، یا ناخالص بر میزان آب مصرفی در کرت (ورودی به کرت) محاسبه شده است. در جدولهای شمارهٔ ٦ و ٧ نتایج تجزیهٔ واریانس و مقایسهٔ میانگین‌های این عوامل نشان داده شده است.

نتایج نشان می‌دهد که میزان آب مصرفی و کارایی مصرف آب بر اساس وزن ریشه و شکر ناخالص تحت اثر روش های آبیاری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار دارند و روش آبیاری بارانی بر دو روش دیگر برتری دارد.

**جدول شمارهٔ ٦ - نتایج تجزیهٔ واریانس برای کارایی مصرف آب و میزان آب مصرفی در سه روش آبیاری**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میزان آب مصرف شده | | کارایی مصرف آب بر اساس وزن ریشه | | کارایی مصرف آب بر اساس شکر ناخالص | | کارایی مصرف آب بر اساس شکر خالص | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | M.S | Prob | M.S | Prob | M.S | Prob | M.S | Prob |
| تکرار ( بلوک ) | ۲ | ٦٥٥٠٧٥٨ | ۰/۱٦٦ | ۰/۱۹۸ | ۰/۲۸٥ | ۱٤۲۲٤ | ۰/۲۳٦ | ۷۳۰٤/۱۱ | ۰/۰۹۹ |
| تیمار (روش آبیاری) | ۲ | ۱۸۲۱۲۷٥۸ | ۰/۰٤۳ | ۰/۹۱۰ | ۰/۰٤۰ | ٤۸۳۷/۳۳ | ۰/۰٥۹ | ۲٥۲٤/۱۱ | ۰/۳۲٦ |
| خطا | ٤ | ۲۳۹٥٦٤۲ | — | ۰/۱۱۳ | — | ۲۲۸۰/۸۳ | — | ۱٦۷۸/۷۸ | — |
| ضریب تغییرات (C.V) | | ۱۱/۷۰ | | ۱٤/۷٤ | | ۱٦/۱۹ | | ۱۹/۳٥ | |

**جدول شمارهٔ ۷- مقایسهٔ میانگین‌های آب مصرفی و کارایی مصرف آب با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد**

| روش آبیاری | میزان آب مصرف شده ($m^3/ha$) | کارایی مصرف آب بر اساس وزن ریشه ($Kg/m^3$) | کارایی مصرف آب بر اساس شکر ناخالص ($gr/m^3$) | کارایی مصرف آب بر اساس شکر خالص ($gr/m^3$) |
|---|---|---|---|---|
| بارانی | ۱۰٥٥۰ a | ۲/۹۱ a | ۳۷۲ a | ۲٦۸ a |
| جویچه‌ای معمولی | ۱٥٤۰۰ b | ۱/۸۸ b | ۲٤۰ ab | ۱۷٦ a |
| جویچه‌ای با کاهش دبی جریان | ۱۳۷۲۰ a | ۲/۰٦ b | ۲۷۲ b | ۱۹۲ a |

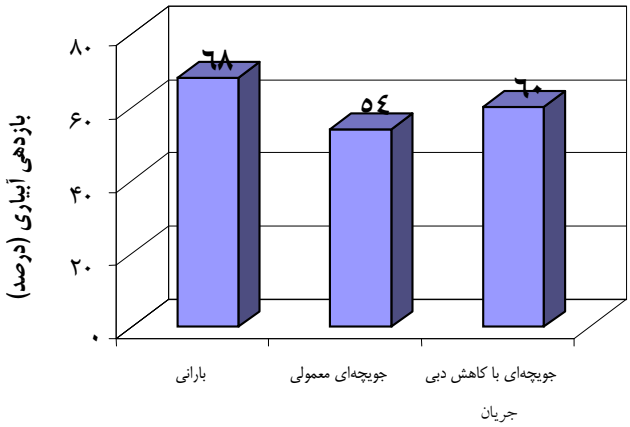
حروف مشابه در سطح ۵٪ آزمون دانکن با هم اختلاف معنی‌دار ندارند.

## ۶- بحث:

مقادیر آب مصرف شده در تیمارهای آبیاری جویچه‌ای و بارانی در جدول شمارهٔ ۷ و بازدهی هر یک از روش‌های آبیاری در شکل شماره ۱ مقایسه شده است. بازدهی آبیاری از تقسیم میزان آب مصرف شده در هر روش آبیاری بر نیاز خالص آبیاری چغندرقند در منطقه کرج (حدود ۸۰۰۰ مترمکعب در هکتار) محاسبه شده است. دربین تیمارهای آبیاری، روش آبیاری بارانی با بازدهی ٦۸ درصد و مصرف آب ۱۰۵۵۰ متر مکعب در هکتار نسبت به دو روش دیگر در مرتبهٔ بالاتری قرار دارد. هرچند از نظر آماری مصرف آب این روش با روش آبیاری جویچه‌ای با کاهش دبی جریان در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست. همچنین، روش آبیاری بارانی بالاترین کارایی مصرف آب و جویچه‌ای معمولی پایین‌ترین کارایی مصرف آب را به خود اختصاص داده‌اند. آبیاری بارانی، نسبت به آبیاری جویچه‌ای معمولی، ۳۱ درصد کاهش در میزان آب مصرفی و ۵۵ درصد افزایش در کارایی مصرف آب بر اساس وزن ریشه را نشان می‌دهد (جدول شمارهٔ ۷).

در بین روش های آبیاری جویچه‌ای، طرحی ساده و قابل اجرا همچون کاهش دبی جریان موجب ۱۲ درصد صرفه جویی در مصرف آب، ٦ درصد افزایش بازده آبیاری، و ۱۰ درصد افزایش کارایی مصرف آب بر اساس وزن ریشه می‌شود.

نتایج این تحقیق با آزمایش مشابهی که صدرقاین و همکاران در سال زراعی ۱۳۷۹ در ایستگاه تحقیقاتی کمال آباد کرج انجام داده و در آن همین سه روش آبیاری را در قالب طرح آماری




**شکل شماره ۱- بازدهی آبیاری در تیمارهای جویچه‌ای و بارانی**

t-test با هم مقایسه کردند، مطابقت دارد [٤]. در آزمایش سال ۱۳۷۹، میزان آب مصرفی در سه روش بارانی، جویچه‌ای با کاهش دبی جریان، و جویچه‌ای معمولی به‌ترتیب ۹۷۵۰، ۱۲۹٦۰، و ۱۵٤۰۰ متر مکعب در هکتار اندازه‌گیری شد. در این تحقیق نیز عملکرد وزن ریشه در سه روش آبیاری اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد نداشتند اما آبیاری بارانی به لحاظ کارایی مصرف آب بر اساس وزن ریشه (در سطح یک درصد) و کارایی مصرف آب بر اساس شکر ناخالص (در سطح ۵ درصد) با اختلاف معنی دار نسبت به دو روش آبیاری جویچه‌ای برتری داشت. روش آبیاری جویچه‌ای با کاهش دبی جریان، نسبت به روش جویچه ای معمولی، موجب ١٦ درصد صرفه جویی در مصرف آب شد و از نظر کارایی مصرف آب بر اساس وزن ریشه و شکر ناخالص با اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد، بر روش جویچه‌ای معمولی برتری نشان داد.

## ۷- توصیه و پیشنهاد:

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که اگر در آبیاری جویچه‌ای از روش‌های مناسب و شناخته شده‌ای مانند کاهش دبی جریان (cut-back) بهره‌گیری شود، روش آبیاری جویچه‌ای قابل رقابت با آبیاری بارانی است. این مطلب وقتی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که توجه شود ایجاد سامانه آبیاری بارانی با عمر مفید ۱۵ تا ۲۰ سال در هر هکتار به حدود ۷ تا ۱۰ میلیون ریال سرمایه گذاری اولیه نیاز دارد. لذا توصیه می‌شود در اراضی کشاورزی که به دلایل اقتصادی یا فنی (باد خیز بودن یا سنگین بودن خاک)، محدویت استفاده از روش آبیاری بارانی وجود دارد، با اعمال مدیریت مناسب در روش‌های آبیاری جویچه‌ای، نظیر کاهش دبی جریان، میزان بازدهی آبیاری و بهره‌وری آب افزایش داده شود.

## ۸- مراجع:

**۱- اکبری، م. ۱۳۷۷. مقایسه روش‌های آبیاری بارانی و سطحی (شیاری) روی عوامل کمی وکیفی سیب‌زمینی. مؤسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی، نشریه شماره ۱۲۱، کرج.**

**۲- اکبری، م. و مرتضوی‌بک، ا. ۱۳۸۰. مقایسه روشهای آبیاری سطحی و بارانی روی عوامل کمی و کیفی ارقام تجارتی پیاز. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، نشریه شماره ۲۳۹، کرج.**

۳- ریاحی، ح. ۱۳۷۸. بررسی راندمان آبیاری به ازای دو روش آبیاری بارانی و سطحی روی گندم. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، نشریه شماره ۱٤٤، کرج.

٤- صدرقاین، ح. ، حقایقی، ا. و توحیدلو، ق. ۱۳۸۲. مقایسه فنی و بررسی کارایی مصرف آب و عملکرد محصول در دو روش آبیاری بارانی و نشتی بر روی چغندرقند، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، نشریه شماره ۳۰۳، کرج.

۵- فرشی، ع. ا. ، شریعتی، م. ر. ، جاراللهی، ر. ، قائمی، م. ر. ، شهابی‌فر، م. و تولائی، م. ۱۳۷٦. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور، جلد اول. نشر آموزش کشاورزی، کرج.

6- Butrus, L. E. and Nimal, M.N. 1981. Potato and sugar beet yield and water use efficient irrigation system and water stress. Agronomy Abstacts, 73 Annual Meeting, American Society of Agronomy, pp. 209.

7- Kayimoglu, S. and Vanli, N. 1976. Determination of sugar beet yield, quality and economic utility of different irrigation methods. J. Seker 14(10):10-29.

8- Schafer, W. 1979. Results of intermittent sprinkler irrigation. Archivfur Acker und pflanzenbau und Bodenkunde, 23(2):121-128.

9- Schwarz, K. D, Terchardit, R. R. and Berger, W. 1978. Productivity and effectiveness of sprinkler irrigation in relation to crop, site and land use type. Archivfur Acker und pflanzenbau und Bodenkunde, 22(11): 721-728.

10- URL:WWW.Cropinfo.net/Annual Reports/1996/B 7 beet 96. Htm, Improved nitrogen and irrigation efficiency for sugar beet production, Oregon state university, Ontario.

11- URL:www.FAO.org /docrep/004/Y3655E/Y365504.htm, Crop yield response to deficit Irrigation.

12- **URL: www.jhon-libbey-eurotext.fr/articles/sec/12/2/113-20/en-resum htm, the response of the sugar beet to planned water stress and nitrogen treatment in a semiarid area of the Bekka plain in Lebanon.**

13- **Vand, N. 1988. Effect of irrigation on sugar beet yield quality. J. Seker 20(2): 47-52.**

# Water use Efficiency and Yield of Sugar Beet under Sprinkler and Furrow Irrigation

**A. Haghayeghi, Gh. Tohidloo and H. Sadreghaen**

Providing the sugar beet water requirement using new irrigation methods such as sprinkler, drip and subsurface irrigation methods is very important because of high water requirement and long growth period of sugar beet. The aims of this study were to study the effects of irrigation methods on quantity and quality parameters of sugar beet and comparison of water consumption and water ues efficiency. The experiments (C. R. B. D.) were conducted in 2001 at Kamal-abad research station in Karaj with 3 replications. The treatments were: 1) sprinkler irrigation at 30×72 plots, 2) furrow irrigation at 4×82 m plots and 3) furrow irrigation with cut-back at 4×82 m plots. Under sprinkler irrigation method, the sugar beet water requirement was stimated using Penman-Monthith method. Furrow irrigation was irrigated based on traditional farming. In furrow irrigation with cut-back, the entrance discharge was decreased to 0.7-0.8 furrow irrigation after completing advance phase. The results showed that sugar content, root impurities (K, Na, $\alpha$N), white sugar content, exractability, mollasses sugar, shoot weight, root weight, sugar yield and white sugar yield parameters haven't significant difference ($p<0.05$) between the irrigation systems. Sprinkler irrigation had better preference over furrow irrigation because of 31% saving in water and 55% increase in water use efficiency on the basis of root weight. Use of cut-back in furrow irrigation caused no significant difference in root weight and its water use efficiency compared to sprinkler irrigation ($p<0.05$).

**Key words:**

ERROR: syntaxerror
OFFENDING COMMAND: --nostringval--

STACK:

/Title
()
/Subject
(D:20151005110042+03’30’)
/ModDate
()
/Keywords
(PDFCreator Version 0.9.5)
/Creator
(D:20151005110042+03’30’)
/CreationDate
(m.adibi)
/Author
-mark-