

## مدیریت بهینه مصرف آب در اراضی نیشکر جنوب اهواز

علی شینی دشتگل<sup>۱</sup>

فوق لیسانس آبیاری و زهکشی، رئیس اداره آبیاری و زهکشی، موسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی

خوزستان Email : [Sheinidashtegol@yahoo.com](mailto:Sheinidashtegol@yahoo.com)

تلفن محل کار : ۳۴۳۲۳۲۴ و همراه : ۰۹۱۶۶۱۳۵۴۵۸

حیدرعلی کشکولی<sup>۲</sup>

استاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان،

Email : [hakashkuli1@yahoo.com](mailto:hakashkuli1@yahoo.com)

عبدعلی ناصری<sup>۳</sup>

دانشیار دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب،

Email : [abdalinaseri@yahoo.com](mailto:abdalinaseri@yahoo.com)

### چکیده

نیشکر در خوزستان در سطح وسیع کشت شده و آبیاری آن به روش جوی و پشته با استفاده از سیفون یا هیدروفوم صورت می گیرد. با هدف بررسی اثر آبیاری جویچه ای یک در میان روی حجم آب مصرفی، راندمان کاربرد و کارایی مصرف آب، آزمایشی در اراضی کشت و صنعت امیرکبیر اجرا شد. این آزمایش با سه تیمار آبیاری معمول، آبیاری جویچه ای یک در میان ثابت و متغیر و در چهار تکرار روی واریته تجاری CP69-1062 نیشکر انجام شد. نتایج نشان داد که حجم کل آب مصرفی در طول دوره رشد نیشکر در تیمارهای فوق بترت یب ۲۹۸۲۲، ۲۱۲۸۰ و ۲۰۶۵۶ متر مکعب در هکتار بوده که بطور متوسط در تیمارهای آبیاری یک در میان متغیر و ثابت بترتیب حدود ۳۰/۷ و ۲۸/۶ درصد نسبت به شاهد، حجم آب مصرفی کاهش یافت. نتایج راندمان کاربرد آب نیز نشان داد که این فاکتور در مزرعه در آبیاریهای مختلف در هر سه تیمار آزمایشی ثابت نبوده، بطوریکه در تیمار آبیاری معمول از ۵۰-۴۱ درصد، در تیمار آبیاری یک در میان ثابت از ۸۳-۷۴ درصد و در تیمار آبیاری یک در میان متغیر از ۸۷-۷۷ درصد، برای تکرارهای اول تا چهارم، متغیر بوده است. نتایج همچنین نشان داد که کارایی مصرف آب به ازاء شکر تولیدی، در تیمارهای آبیاری معمول، یک در میان ثابت و متغیر بترتیب ۰/۴۱، ۰/۵۸ و ۰/۷ کیلوگرم شکر بر متر مکعب آب مصرفی بود. واژه های کلیدی: نیشکر، آبیاری جویچه ای یک در میان، راندمان کاربرد آب، کارایی مصرف آب

### مقدمه

در اراضی توسعه نیشکر، بافت خاک عمدتاً سنگین و بادهای گرم و خشک در طول فصول بهار و تابستان جریان دارند. برای تأمین آب مزارع به موزات طولی آنها، لوله های دریچه دار هیدروفوم بکار میروند (۹). آبیاری در این اراضی به روش جوی و پشته صورت گرفته و در طراحی های اولیه حداکثر هدایت الکتریکی آب آبیاری ۱/۷ دسی زیمنس بر متر در نظر گرفته شده است (۱۰). نیشکر در طول دوره رشد به آب فراوان احتیاج دارد و نسبت به کم آبی حساس و در عین حال به غرقاب شدن درازمدت ریشه سازگاری ندارد (۲۲). بچلور و همکاران (۱۹۸۹) به این نتیجه رسیدند که در کرت های آبیاری نشده درصد بالایی از ریشه های نیشکر نسبت به کرت های آبیاری شده در لایه های عمیقتر خاک یافت میشوند (۱۶). فیشباچ (۱۹۶۵) اظهار نمود که آبیاری جویچه ای یک در میان، مقدار آب مورد نیاز ریشه را بطور دقیق تر وارد خاک می نماید، بنابراین راندمان کاربرد بیشتری دارد (۱۸). صمدی و سپاسخواه (۱۹۸۴) در بررسی سه روش آبیاری، به این نتیجه رسیدند که در روش آبیاری یک جویچه در میان ثابت و متغیر بترتیب ۲۰ و ۲۷ درصد نسبت به روش معمول آبیاری، کمتر آب مصرف شده است (۲۰). پاندیان و همکاران (۱۹۹۲) نتیجه گرفتند که راندمان مصرف آب بوسیله آبیاری یک در میان جویچه ها در مقایسه با آبیاری تمام جویچه ها به میزان ۴۳-۴۶ درصد کاهش یافت (۱۸). شینی دشتگل و همکاران (۱۳۸۴) در آبیاری جویچه ای یک در میان روی نیشکر نتیجه گرفتند که از کل آب ورودی به جویچه ها حدود ۴۷٪ در جویچه های آبیاری نشده و ۵۳٪ در جویچه های آبیاری شده ذخیره شده

است (۷). شینی دشتگل و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی سه روش آبیاری به این نتیجه رسیدند که در روش آبیاری یک در میان ثابت و متغیر بترتیب ۲۱/۲ و ۲۵/۵ درصد نسبت به روش معمول آبیاری، آب کمتر مصرف شده است. (۶). کانگ و همکاران (۲۰۰۰) سه روش آبیاری یک در میان ثابت، متغیر و معمول را در آبیاری جویچه ای روی ذرت در مناطق خشک بررسی و گزارش کردند که در آبیاری یک در میان متغیر با کاهش ۵۰٪ آب مصرفی، محصول کاهش نیافته ولی در آبیاری کامل و یک در میان ثابت جویچه ها، محصول کاهش یافته است (۱۵). تورنر (۱۹۹۰) به این نتیجه رسید که مصرف بیش از حد آب محصول نیشکر و شکر را کاهش می دهد در حالیکه مصرف آب با تنش ملایم باعث افزایش محصول میگردد (۲۲). راندمان کاربرد آب (Ea) بصورت زیر تعریف می شود (۱۲).

$$Ea = \frac{Z_{req} \times L}{Q_0 \times T_{co}} \times 100 \quad (1)$$

$$Z_{req} = d_n = (\theta_{fc} - \theta_w) \cdot \rho_b \cdot D_{rz} \quad (2)$$

راندمان کاربرد آب با یک شاخصی بصورت زیر اصلاح میشود.

$$Er = \frac{d_n}{p_\theta} \times 100 \quad (3)$$

$d_n$ : میزان آب ذخیره شده در منطقه ریشه و

$p_\theta$ : پتانسیل ذخیره رطوبتی خاک و

Er: راندمان نیاز آبی گیاه و اگر  $Er = 100\%$  باشد. آبیاری کامل است، در اینصورت:

$$DPR = Ea - 100 = TWR^1 \quad (4)$$

$$DPR^2 = \frac{V_z - Z_{req} \times L}{Q_0 \times T_{co}} \quad (5)$$

اگر آبیاری، ناقص باشد (کم آبیاری صورت گرفته باشد):

$$TWR = 100 - Ea - DPR \quad (6)$$

$$Ea = \frac{Z_{req} \times X_d \times V_{zi}}{Q_0 \times T_{co}} \quad (7)$$

$$DPR = \frac{V_{za} - Z_{req} \times X_d}{Q_0 \times T_{co}} \quad (8)$$

$$Er = \frac{Z_{req} \times X_d - V_{zi}}{Z_{req} \times L} \quad (9)$$

بر اساس تعریف راندمان کاربرد آب در فرهنگستان علوم عبارتست از: نسبت مقدار آب ذخیره شده در منطقه توسعه ریشه های گیاه به مقدار آب ورودی به مزرعه. در واقع، راندمان کاربرد آب بیانگر تلفات عمقی و رواناب سطحی می باشد (۷). راندمان کاربرد آب همچنین از رابطه زیر بدست می آید:

$$Ea = \frac{Ws}{Wf} \times 100 \quad (10)$$

Wf: حجم آب منتقل شده به مزرعه و Ws: حجم آب ذخیره شده در منطقه ریشه. این راندمان نیز برای یک پروژه، یک قطعه زراعی یا یک مزرعه محاسبه می شود و معمولاً "در آبیاری سطحی، مقدار آن در حدود ۶۰٪ است (۱۹). گالیناتو (۱۹۷۴) در جنوب آیداهو تحقیقی را درباره روش آبیاری جویچه ای انجام داد و راندمان کاربرد آب را ۴۵ تا ۸۵ درصد گزارش نمود (۱۹). ایزدی و همکاران (۱۹۹۱) راندمان کاربرد آب را در یک مزرعه نیشکر در آمریکا در ۲۰ جویچه مجاور همدیگر در سه حالت آبیاری پیوسته، آبیاری با کاهش جریان و آبیاری

1 - Tail Water Ratio

2 - Deep Percolation Ratio

نایب‌مستقیم (موجی) بررسی کردند و راندمان کاربرد آب را ۴۰ تا ۶۰ درصد گزارش نمودند (۲۱). شمعی (۱۳۷۵) راندمان سیستم آبیاری جویچه ای در اراضی یکپارچه و پراکنده استان چهارمحال و بختیاری را در ابتدای فصل رشد ۲۶٪ و در انتهای فصل رشد ۴۳٪ بدست آورد (۲). معروف پور (۱۳۷۶) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود تحت عنوان "ارزیابی راندمانهای آبیاری در مزارع کشت و صنعت نیشکر هفت تپه" راندمان کاربرد آب را در دو مزرعه بطور متوسط ۶۹ و ۵۲ در صد برآورد کرد (۱۱). نتایج آزمایشات ملوخی و همکاران (۱۳۸۵) نشان داد که راندمان کاربرد آب در مزرعه در آبیاریهای مختلف ثابت نبوده، بطوریکه در جویچه های بازسازی نشده از ۴۳٪ در ابتدای فصل رشد تا ۶۳٪ در انتهای فصل رشد و در جویچه های باز سازی شده از ۴۸٪ در ابتدای فصل رشد تا ۷۵٪ در انتهای فصل رشد متغیر بود (۱۳). باکر و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی راندمان کاربرد و نفوذ آب در آبیاری جویچه ای نیشکر شمال غربی استرالیا، افزایش ۲۰٪ راندمان کاربرد آب را گزارش کردند (۱۶). نوری (۱۳۸۶) در کشت و صنعت کارون در بررسی تأثیر عمق جویچه در راندمان آبیاری نیشکر، با جویچه هایی به اعماق ۳۰، ۲۲ و ۱۶ سانتیمتر، راندمان کاربرد آب را بترتیب ۷۱/۲، ۶۳/۷ و ۸۰/۵ درصد بدست آورد (۱۴).

یکی از فاکتورهای اساسی در تعیین کارا بودن آب مصرفی جهت تولید محصولات کشاورزی شاخص کارایی مصرف آب می باشد. این شاخص نشان دهنده میزان تولید (عملکرد) به ازاء هر واحد آب مصرفی در واحد سطح (هکتار) است. کارایی مصرف آب معمولاً "به مقدار ماده خشک تولید شده به ازاء واحد حجم آب مصرفی اطلاق می شود، ولی پژوهشگران آب و خاک کارایی مصرف آب را به صورت نسبت محصول تولید شده (نه ماده خشک تولید شده) در واحد سطح به حجم آب مصرفی در واحد سطح تعریف می کنند. کارایی مصرف آب بستگی به نوع گیاه و شرایط آب و هوایی دارد. بنابراین اگر تولید ماده خشک مطرح باشد با تغییر نوع گیاه به ازای هر واحد آب مصرفی می توان ماده خشک بیشتری را تولید کرد (۹). مطالعاتی در ارتباط با رابطه بین میزان مصرف آب و عملکرد نیشکر از اوایل قرن نوزدهم شروع شده و لیبر نسبت تعلق ۲۰۰ را برای نیشکر بدست آورد (۶). ایزوب (۱۹۶۸) نتیجه گرفت که عملکردهای ماکزیمم از مقادیر بالای کارایی مصرف آب حاصل نمی شود، بلکه بیشترین کارایی مصرف آب مرحله ای است که عملکرد کمتر از ماکزیمم باشد (۲۴). لنگل (۲۰۰۵) اظهار کرد که شرایط محیطی و زراعی تحریک کننده رشد، از قبیل هوای گرم، آب کافی و نیتروژن قابل دسترس، غلظت ساکارز در شربت را کاهش می دهند (۲۳). پین (۱۹۹۵) اظهار کرد که فاکتورهای آب و هوایی مخصوصاً کاهش دمای شب و نور خورشید بیشتر در ساعات روز در دوره رسیدگی با عث تسریع ذخیره سازی ساکاروز می شود (۲۸). حیدری و حقایقی مقدم (۱۳۸۰) براساس نتایج داده های دو طرح ملی در زمینه تعیین راندمان آبیاری در کشور، کارایی مصرف آب آبیاری محصولات زراعی مختلف را محاسبه نمودند. بر اساس نتایج این تحقیق دامنه کارایی مصرف آب محصولات گندم، یونجه، چغندر قند، پنبه، سویا، جو، سیب زمینی، گوجه فرنگی، لوبیا، کاهو، کنجد و ذرت دانه ای به ترتیب برابر با ۰/۸۴ - ۰/۳۴، ۱/۴۴ - ۰/۷، ۴/۸۳ - ۱/۳۳، ۱/۹۱ - ۱/۲۷، ۲/۰۹ - ۰/۷۵، ۱/۷۲، ۳/۳۳، ۰/۹۱، ۴/۷۷، ۰/۲ و ۰/۶۵ کیلوگرم به ازاء هر متر مکعب آب مصرفی بود (۵). نی ریزی و حلمی فخر داوود (۱۳۸۳) طی مطالعه ای، کارایی مصرف آب در سه مزرعه واقع در شهرستان های تربت حیدریه، تربت جام و چناران در زراعت های گندم و چغندر قند را تحت دو روش آبیاری سطحی و بارانی مورد ارزیابی قرار دادند (سیستم آبیاری مزرعه مورد مطالعه در شهرستان تربت حیدریه بارانی و از نوع رول لاین و در شهرستان های چناران و تربت جام، سطحی و از نوع ردیفی بود). نتایج نشان داد که کارایی مصرف آب گندم در شهرستان های چناران، تربت حیدریه و تربت جام به ترتیب برابر ۰/۳۸، ۰/۷۶ و ۰/۴۴ کیلوگرم به ازاء هر واحد آب مصرفی بود، حال آنکه کارایی مصرف آب چغندر قند در مزارع مطالعاتی فوق الذکر به ترتیب ۱/۸، ۳/۵ و ۱/۹ کیلوگرم به ازاء هر واحد آب مصرفی بود (۱۷). زارت و باستیانس (۲۰۰۴) بر اساس مطالعه تعداد ۸۴ منبع تحقیقاتی مربوط به ۲۵ سال اخیر دریافتند که کارایی مصرف آب محصولات گندم، برنج، پنبه و ذرت در تمامی موارد از مقادیر ذکر شده قبلی توسط FAO بیشتر است. بر اساس نتایج این تحقیق جهانی، متوسط شاخص کارایی مصرف آب محصولات گندم، برنج، پنبه (دانه، وش) و ذرت به ترتیب ۱/۰۹، ۱/۰۹، ۰/۶۵، ۰/۲۳ و ۱/۸ کیلوگرم به ازاء هر متر مکعب آب مصرفی می باشد (۳۱). وان و همکاران (۲۰۰۳)، کل کارایی مصرف آب گیاه سویا را برای آبیاری یک در میان متغیر و ثابت به ترتیب ۶/۱۲ و ۵/۵۲ کیلوگرم در هکتار به ازاء هر میلیمتر آب گزارش و نشان دادند که حدود ۲۹٪ در وزن خالص و ۴۶٪ در وزن ناخالص سویا، آب مصرفی کاهش یافت (۳۰). کواریشی و همکاران (۲۰۰۱) به منظور ارزیابی اقتصادی سیستم های آبیاری یک در میان متغیر روی نیشکر، افزایش کارایی مصرف آب را گزارش و نشان دادند که آبیاری معمولی به سرمایه گذاری بالاتری نیاز دارد (۲۹). هدف از انجام این آزمایش مقایسه دو روش آبیاری یک در میان متغیر و ثابت با روش مرسوم آبیاری موجود در شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی و اثرات آن روی حجم آب مصرفی، راندمان کاربرد و کارایی مصرف آب می باشد.

## مواد و روشها

این طرح در مزرعه بازرویی چهارم ARC2-7<sup>□</sup> از مزارع تحقیقاتی مرکز تحقیقات نیشکر واقع در کشت و صنعت امیرکبیر اجرا شد. در اولین آبیاری پس از برداشت محصول، همه تیمارها مطابق آبیاری معمول مزارع (شاهد) آبیاری شده سپس تیمارهای آزمایش انتخاب شدند. آزمایش در سه تیمار و سه تکرار و مجموعاً ۱۸ جویچه انجام شد. هر تیمار شامل ۲ جویچه و در نتیجه هر تکرار شامل ۶ جویچه است. مشخصات تیمارها به صورت زیر می باشد:

۱- تیمار آبیاری معمول مزارع (شاهد) ۲- تیمار آبیاری جویچه ای یک در میان ثابت ۳- تیمار آبیاری جویچه ای یک در میان متغیر (شیفت بین جویچه ها). در ابتدا از تیمارهای آزمایش در اعماق ۳۳-۰، ۶۶-۳۳ و ۱۰۰-۶۶ سانتیمتری نمونه برداری خاک جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک صورت گرفت. دور آبیاری مطابق آبیاری معمول مزارع در کشت و صنعت نیشکری امیرکبیر صورت گرفت. همچنین در انتهای آزمایش در اعماق فوق و در طول یک جویچه (ابتدا، وسط و انتها) از هر تیمار نمونه های خاک از روی پشته جهت تعیین EC خاک و مقایسه تجمع نمک در روی پشته ها تهیه شد. زمان قطع آبیاری توسط آبیاریها اعمال می شد بدین صورت که در تیمار شاهد (آبیاری معمول مزارع) هر زمان که آب به انتهای جویچه ها می رسید آبیاری متوقف می شد ولی در تیمارهای آبیاری یک جویچه در میان ثابت و متغیر بر اساس تجربیات گذشته (۳) جهت فرصت نفوذ در جویچه های کنار جویچه های آبیاری شده، ۱-۲ ساعت پس از رسیدن آب به انتهای جویچه ها و زمانیکه محیط خیس شده جویچه به بیش از ۸۰ درصد محیط کل جویچه می رسید، آبیاری متوقف می شد. تصویر (۱) نحوه آبیاری با هیدروفوم در حالت های معمولی و یک جویچه در میان را نشان می دهد.

نمونه های رطوبتی خاک، در ابتدا، وسط و انتهای یک جویچه از هر قطعه و در سه عمق ۳۳-۰، ۶۶-۳۳ و ۱۰۰-۶۶ سانتیمتری تهیه شد. در هر یک از این قطعات ۹ نمونه و در مجموع ۲۷ نمونه در هر آبیاری تهیه شد. نمونه های رطوبتی را در قوطیهای آلومینیومی قرار داده و آنها را داخل آون بمدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده تا خشک شود و از رابطه زیر در صد رطوبت وزنی را حساب می کنیم:

$$\theta_w = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100 \quad (11)$$

در این رابطه  $\theta_w$ : درصد رطوبت وزنی خاک،  $W_w$ : وزن خاک مرطوب و  $W_d$ : وزن خاک خشک هستند. ۲۴-۴۸ ساعت بعد از آبیاری، نمونه های رطوبتی به همان شیوه روز قبل از آبیاری تهیه شد. از اختلاف رطوبت قبل و بعد از آبیاری، میزان رطوبت ذخیره شده در منطقه ریشه، تعیین می گردد. عمق معادل رطوبت خاک از رابطه زیر بدست می آید:

$$d_n = \theta \cdot \rho_b \cdot D_{rz} \quad (12)$$

$\theta$ : درصد رطوبت در عمق  $D$  و  $\rho_b$ : جرم مخصوص ظاهری خاک و  $D_{rz}$ : عمق خاک (سانتیمتر) است. رطوبت ظرفیت زراعی<sup>□</sup> و نقطه پژمردگی دائم<sup>□</sup> را اندازه گیری می کنیم. جهت تعیین زمان شروع آبیاری، خشکی خاک منطقه ریشه ملاک است، بدین صورت که کمبود رطوبت واقعی با کمبود رطوبت مجاز خاک مقایسه میشود. اگر کمبود رطوبت واقعی مساوی یا کمتر از کمبود رطوبت مجاز خاک باشد، زمان آبیاری فرا میرسد. برای تعیین کمبود رطوبت مجاز خاک داریم:

$$d_n = f \cdot (FC - PWP) \cdot D_{rz} \cdot \rho_b \quad (13)$$

FC: درصد رطوبت وزنی نقطه ظرفیت زراعی PWP: درصد رطوبت وزنی نقطه پژمردگی خاک.

$\rho_b$ : جرممخصوص ظاهری خاک ( $gr/cm^3$ ) و  $D_{rz}$ : عمق ریشه (سانتیمتر).

MAD=f: حداکثر تخلیه مجاز یا کمبود مجاز رطوبتی است که به نوع گیاه و مرحله رشد بستگی دارد(۶).

بطور کلی زارعین برای جلوگیری از کاهش محصول در محدوده آب سهل الوصول مزرعه را آبیاری می کنند که آنرا حداکثر تخلیه مجاز (MAD) می نامند(۷). مقدار حداکثر تخلیه مجاز که در واقع برنامه ریزی آبیاری بر اساس آن تنظیم می شود، برای نیشکر ۰/۶۵ می باشد(۶). در شرایط اقلیمی خشک ( $TE_0 > 6$ ) ۱۰ درصد از آن کاسته شده و در شرایط مرطوب ( $TE_0 < 6$ ) ۱۰

3 - AmirKabire Right Canal

4 - Field capacity

5- Permanent Wilting Point

درصد به آن اضافه می شود (۹). میزان تبخیر از تشتک کلاس A در ماههای اردیبهشت، خرداد، تیر و مرداد در ایستگاه هواشناسی بترتیب ۹/۵، ۱۳/۹، ۱۹/۶ و ۱۶/۹ میلیمتر در روز اندازه گیری شد، لذا ۱۰ درصد از تخلیه مجاز رطوبتی کاسته شده و به حدود ۰/۵۹ تقلیل می یابد. برای اندازه گیری میزان جریان ورودی، در ابتدای هر جویچه، فلومهای WSC<sup>□</sup> تیپ ۲ نصب شد. شدت جریان ورودی از فلومها از رابطه:  $Q=0.0374H^{2/64}$  بدست می آید (۱). در این رابطه H: ارتفاع جریان آب در فلوم (Q: دبی ورودی به فلوم) (لیتر بر ثانیه) است. با توجه به ظرفیت زراعی، کمبود رطوبت خاک در عمق یک متری در تیمارهای مختلف را محاسبه و با توجه به آن، حجم آب مورد نیاز یک جویچه آزمایشی برای رسیدن به ظرفیت زراعی را بدست آورده و با توجه به حجم آب کاربردی اندازه گیری شده با فلوم WSC تیپ ۲، راندمان کاربرد آب را محاسبه می کنیم. در شکل زیر فلوم WSC تیپ ۲ و خروج آب از آن نشان داده شده است.

در پایان فصل رشد نیشکر از هر تیمار آزمایشی حدود ۱۰۰ متر مربع برداشت دستی صورت گرفت و تعداد ساقه در این محدوده نیز شمارش و به تن در هکتار و تعداد ساقه در هکتار تعیین داده شد. همچنین نمونه های ۲۰ ساقه ای جهت تعیین خصوصیات کمی و کیفی نیشکر از تیمارهای آزمایشی تهیه و پس از توزین و اندازه گیری ارتفاع آنها، با استفاده از دستگاه عصاره گیری از آنها عصاره گیری و با استفاده از دستگاههای ساکاریمتر و پلاریمتر مدل سوما فاکتورهای کیفی چون POL و Brix اندازه گیری و با توجه به این فاکتورها، خصوصیات کیفی دیگر محاسبه شد. با توجه به تناژ نیشکر و در نهایت شکر تولیدی و حجم آب مصرفی در هکتار، کارایی مصرفی آب برای تیمارهای آبیاری مختلف محاسبه گردید.

## نتایج و بحث

برخی ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاک تیمارها قبل از اجرای آزمایش در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول (۱) - برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش در عمق متوسط ۱۰۰ cm -۱

تیمار آبیاری	ECe (dS/m)	pHe	درصد گچ	درصد ماده آلی	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm <sup>3</sup> )	بافت خاک	کاتیونها (meq/l)			SAR	ESP
							Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>		
شاهد	1.49	7.9	0.3	0.62	1.65	S.C.L و C.L	12.5	5.6	3.4	5.9	58.9
ثابت	1.5	8	0.3	0.58	1.65	S.C.L و C.L	11.7	5.2	3.1	5.8	58.1
متغیر	1.5	8	0.3	0.58	1.65	S.C.L و C.L	11.6	5.1	3	5.8	58.2

میانگین میزان گچ خاک برای اعماق ۰-۳۳، ۳۳-۶۶ و ۶۶-۱۰۰ سانتیمتری بترتیب ۰/۲۷، ۰/۳ و ۰/۳۳ درصد بوده که با افزایش عمق، نسبتاً روند افزایشی داشته است. بافت خاک در عمق ۰-۳۳ سانتیمتری، در همه تیمارها لوم رسی شنی و در عمق ۳۳-۱۰۰ سانتیمتری، لوم رسی است. متوسط جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۰-۱۰۰ سانتیمتری ۱/۶۵ گرم بر سانتیمتر مکعب می باشد. متوسط  $EC_e$  خاک روی پشته در ابتدای آزمایش و در عمق متوسط ۰-۱۰۰ سانتیمتری در تیمار شاهد ۱/۴۹ و در تیمارهای یک در میان ثابت و متغیر ۱/۵ دسی زیمنس بر متر بوده که از ۱/۷ دسی زیمنس بر متر که حد تحمل نیشکر به شوری است، کمتر است. متوسط  $EC_e$  خاک روی پشته در پایان فصل رشد در تیمارهای شاهد، یک در میان ثابت و متغیر بترتیب به ۲، ۳ و ۲/۴ دسی زیمنس بر متر رسید. لذا متوسط  $EC_e$  خاک در پایان فصل برداشت در همه تیمارها افزایش یافته است ولی افزایش در تیمار آبیاری یک در میان ثابت بیشتر است. این امر ممکن است به دلیل عدم آبیاری کافی از یک سو و تجمع نمک و تخریب آب از روی پشته ها از سوی دیگر باشد.  $pH_e$  خاک نیز در حد خنثی می باشد. همانطوریکه ملاحظه می شود سایر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اختلاف قابل ملاحظه ای با هم ندارند. رطوبت ظرفیت زراعی خاک این مزرعه تا عمق یک متری بطور متوسط ۲۰/۱٪ و نقطه پژمردگی دائمی بطور متوسط ۱۴٪ وزنی می باشد. آبیاری معمول در تیرماه با مصرف ۵۶۲۰ متر مکعب آب آبیاری بیشترین و در همین ماه آبیاری جویچه ای یک در میان ثابت و متغیر با مصرف بترتیب ۳۸۳۰ و ۳۷۴۰ متر مکعب نسبت به ماههای دیگر بیشترین مصرف آب آبیاری را داشته اند. نتایج به تفکیک ماهیانه و در تیمارهای مختلف در جدول (۲) آورده شده است. تیمارهای شاهد، یک در میان متغیر و ثابت بترتیب میانگین آب مصرفی برای هر بار آبیاری ۱۱۴۷، ۷۶۵ و ۷۹۱ متر مکعب در هکتار بوده و در نتیجه حجم کل آب مصرفی در طول دوره رشد نیشکر در تیمارهای فوق برای ۲۶ دور آبیاری بترتیب ۲۹۸۲۲، ۲۰۶۵۶ و ۲۱۲۸۰ متر مکعب در هکتار بوده است. بطور متوسط در تیمارهای آبیاری یک در میان متغیر و ثابت بترتیب ۳۰/۷ و ۲۸/۶ درصد نسبت به تیمار شاهد، حجم آب مصرفی کاهش یافته است. نتایج مشابهی برای کاهش حجم آب مصرفی توسط سپاسخواه و کامکار حقیقی (۱۳۷۳) ارائه شده است (۱۵). شینی دشتگل و همکاران (۱۳۸۶) در کشت اول، کاهش آب مصرفی در تیمارهای آبیاری یک در میان متغیر و ثابت را بترتیب ۲۵/۵ و ۲۱/۲ درصد گزارش کردند (۳). نتایج راندمان کاربرد آب در جدول (۳) آمده است. همانطوریکه از جدول (۵) ملاحظه می شود، میانگین مربعات فاکتورهای حجم آب آبیاری و راندمان کاربرد آب در سطح ۱ و ۵ درصد معنی دار شده است. نتایج تجزیه آماری فاکتورهای فوق در تیمارهای مختلف با آزمون دانکن در جدول (۶) نشان داده شده است. ملاحظه میشود که فاکتورهای حجم آب آبیاری و راندمان کاربرد آب در همه تیمارها دارای اختلاف معنی داری می باشند. با توجه به نتایج بدست آمده، راندمان کاربرد آب در مزرعه در آبیاریهای مختلف در هر سه تیمار آزمایشی ثابت نبوده، بطوریکه در تیمار آبیاری معمول از ۴۱-۵۰ درصد (بطور متوسط ۴۵٪)، در تیمار آبیاری یک در میان ثابت از ۷۴-۸۳ درصد (بطور متوسط ۷۸٪) و در تیمار آبیاری یک در میان متغیر از ۷۷-۸۷ درصد (بطور متوسط ۸۱٪) برای آبیاریهای اول تا چهارم (اردیبهشت ماه لغایت مردادماه)، متغیر بوده است. نتایج تغییرات در نمودار (۱) نشان داده شده است. دلیل تغییرات راندمان کاربرد آب از اردیبهشت ماه تا مردادماه، برای هر سه تیمار آزمایشی عمیق تر شدن، گسترش و استفاده بیشتر ریشه ها از آب ذخیره شده می باشد. دلیل دیگر، مصرف کمتر و تخریب سطحی کمتر آب از داخل جویچه ها در یک دور آبیاری در مردادماه می باشد. در مراحل اولیه رشد گیاه که ریشه ها سطحی می باشند، بعلاوه عمق کم ریشه های فعال، رطوبت مورد نیاز کم و مقدار آب مورد نیاز جهت رساندن رطوبت خاک منطقه ریشه به رطوبت ظرفیت زراعی افزایش و در نتیجه راندمان آبیاری در هر سه تیمار کاهش خواهد یافت.

جدول (۲) - حجم آب مصرفی در تیمارهای مختلف آبیاری برای یک دور آبیاری و کل ماه.

ماه	تیمار	شاهد (m <sup>3</sup> /ha)		یک در میان ثابت (m <sup>3</sup> /ha)		یک در میان متغیر (m <sup>3</sup> /ha)	
		یک دور	کل ماه	یک دور	کل ماه	یک دور	کل ماه
اردیبهشت		1206	3618	848	2902	812	2830
خرداد		1184	4736	807	3605	778	3518
تیر		1124	5620	766	3830	748	3740
مرداد		1074	5370	741	3705	720	3600
میانگین		1147	-	791	-	765	-

جدول (۳) - نتایج راندمان کاربرد آب در تیمارهای مختلف و تکرارهای مختلف آبیاری

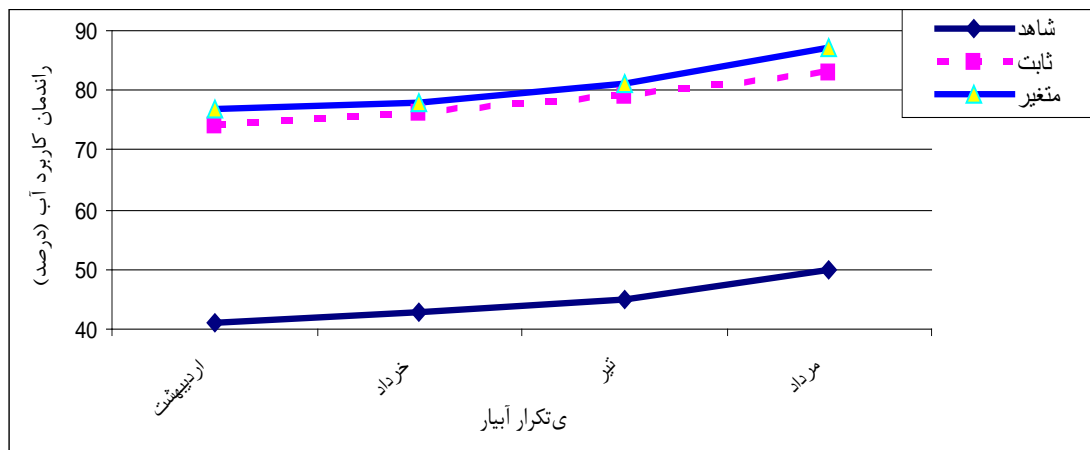
ماه	تیمار	تیمار آبیاری معمول			تیمار آبیاری یک در میان ثابت			تیمار آبیاری یک در میان متغیر		
		آب مورد نیاز	آب کاربردی	راندمان کاربرد	آب مورد نیاز	آب کاربردی	راندمان کاربرد	آب مورد نیاز	آب کاربردی	راندمان کاربرد
اردیبهشت		22.28	54.83	41	28.5	38.53	74	28.37	36.93	77
خرداد		22.88	53.83	43	27.91	36.77	76	27.45	35.33	78
تیر		22.88	51.07	45	27.9	35.43	79	27.45	34	81
مرداد		24.3	48.8	50	27.9	33.67	83	28.4	32.73	87

جدول (۴) - تجزیه آماری حجم آب آبیاری و راندمان کاربرد آب در تیمارهای مختلف آبیاری

منبع تغییرات	DF	I.W.V -MS	Ea -MS
T	2	182716**	1606**
R	3	7041	49.9
error	6	150.8	0.31

جدول (۵) - نتایج تجزیه آماری حجم آب و راندمان کاربرد آب در تیمارهای آبیاری با آزمون دانکن

تیمارهای آبیاری	حجم آب (I.W.V) - (m <sup>3</sup> )	راندمان کاربرد آب (Ea) - درصد
شاهد	1147 a	45 <sup>c</sup>
ثابت	794 <sup>b</sup>	78 <sup>b</sup>
متغیر	765 <sup>c</sup>	81 <sup>a</sup>



نمودار (۱) - تغییرات راندمان کاربرد آب نسبت به تکرارهای آبیاری در تیمارهای مختلف

در تکرارهای بعدی و با گسترش فعالیت ریشه‌ها، مقدار تلفات آب از محدوده ریشه‌ها کمتر شده و این امر منجر به افزایش راندمان کاربرد آب می‌شود. از دلایل دیگر افزایش راندمان کاربرد آب، کانوپی و سطح سایه انداز برگ و در نتیجه نگهداری بیشتر رطوبت در خاک بالاخص در خاکهای سنگین می‌باشد. در مردادماه، ریشه‌ها توسعه بیشتری داشته و گیاه نیشکر به مراحل نهایی رشد خود نزدیک می‌شود. این افزایش و گسترش بیشتر ریشه با عث می‌شود که میزان آب ذخیره شده در منطقه ریشه به مقدار آب داده شده افزایش و این امر سبب افزایش راندمان کاربرد آب خواهد شد. دلیل کاهش راندمان کاربرد آب در تیمار آبیاری معمول نسبت به تیمارهای آبیاری یک در میان تا حدودی به زیادی مصرف آب در روش مرسوم و در نتیجه اشباع بیشتر منطقه ریزوسفر گیاه و کاهش میزان اکسیژن در منطقه ریشه و بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در این تیمار مربوط می‌گردد. با توجه به سنگین بودن بافت خاک بخصوص در اعماق پایین تر و خصوصیات خاکهای سنگین (۵)، آب ورودی در جویچه‌ها بیشتر تمایل به نفوذ جانبی داشته و آب مورد نیاز جویچه‌های آبیاری نشده از شیار مجاور و از پایین تأمین می‌شود. در تمام تیمارها بیشترین آب ذخیره شده در ابتدای جویچه‌ها و کمترین آب ذخیره شده در انتهای جویچه‌ها می‌باشد. یعنی حجم آب ذخیره شده در خاک در طول جویچه‌ها از ابتدای جویچه به سمت انتها کاهش می‌یابد که دلیل آن فرصت بیشتر نفوذ آب از ابتدا به سمت انتهای جویچه‌ها می‌باشد. شینی دشتگل و همکاران (۱۳۸۴) نشان دادند که از کل آب ورودی به جویچه‌ها، حدود ۴۷٪ در جویچه‌های آبیاری نشده و ۵۳٪ در جویچه‌های آبیاری شده ذخیره شد (۴). ملوخی و همکاران (۱۳۸۵) روی نیشکر نشان دادند که راندمان کاربرد آب در آبیاریهای مختلف ثابت نبوده بطوریکه در جویچه‌های بازسازی نشده از ۴۳٪ در ابتدا تا ۶۳٪ در انتهای فصل رشد و در جویچه‌های بازسازی شده از ۴۸٪ در ابتدا تا ۷۵٪ در انتهای فصل رشد متغیر بوده است (۱۳). نوری (۱۳۸۶) در بررسی تأثیر عمق جویچه در راندمان آبیاری نیشکر کشت و صنعت کارون، با جویچه‌هایی به اعماق ۳۰، ۲۲، و ۱۶ سانتیمتر راندمان کاربرد آب را به ترتیب ۷۱/۲، ۶۳/۷ و ۸۰/۵ درصد بدست آورد (۱۴). در نتیجه راندمانهای بدست آمده در این تحقیق، مؤید تحقیقات فوق می‌باشند. در جدول (۶) نتایج تجزیه آماری خصوصیات کمی و کیفی نیشکر نشان داده شده است.

جدول (۶) - تجزیه آماری خصوصیات کمی و کیفی نیشکر در تیمارهای مختلف آبیاری

منبع	DF	MS Brix	MS Pol	MS %PT Y	MS Yield	MS %R.S	MS Y.stalk	MS S.Y	MS Lentgh	MS Tiller
T	2	0.19 <sub>ns</sub>	3 <sub>ns</sub>	1 <sub>ns</sub>	0.15 <sub>ns</sub>	0.12 <sub>ns</sub>	380 <sub>ns</sub>	5.3 <sub>ns</sub>	305 <sub>ns</sub>	1331244185 <sup>**</sup>
R	2	0.03	0.8	0.3	0.008	0.001	175	2.2	7	263393287
error	4	0.95	6	2.2	0.26	0.13	58	1.1	192	23174489

ns : معنی دار نیست. \* معنی دار بودن در سطح ۵٪. \*\* معنی دار بودن در سطح ۱٪.



همانطوریکه ملاحظه می شود، میانگین مربعات فاکتور تعداد ساقه در هکتار در سطح ۱٪ معنی دار شده است. همچنین میانگین مربعات بقیه فاکتورها، اختلاف معنی داری در سطح ۱ و ۵ درصد ندارند. نتایج تجزیه آماری خصوصیات کمی و کیفی نیشکر در تیمارهای مختلف آبیاری با آزمون دانکن در جدول (۷) نشان داده شده است.

جدول (۷) - نتایج تجزیه آماری ویژگیهای کمی و کیفی نیشکر در تیمارهای آبیاری با آزمون دانکن

تیمار	Brix	Pol	%PTY	Q.R.	Yield	%R.S	Y.stalk (ton/ha )	S.Y (ton/ha )	Length (cm)	Tiller
شاهد	18.3 <sup>a</sup>	67.7 <sup>a</sup>	89.9 <sup>a</sup>	8.1 <sup>a</sup>	12.4 <sup>a</sup>	10.3 <sup>a</sup>	117 <sup>b</sup>	12.1 <sup>a</sup>	254 <sup>a</sup>	194900 <sup>a</sup>
ثابت	18.8 <sup>a</sup>	68.9 <sup>a</sup>	89.6 <sup>a</sup>	7.9 <sup>a</sup>	12.7 <sup>a</sup>	10.5 <sup>a</sup>	117 <sup>b</sup>	12.4 <sup>a</sup>	235 <sup>a</sup>	203674 <sup>b</sup>
متغیر	18.6 <sup>a</sup>	69.7 <sup>a</sup>	90.7 <sup>a</sup>	7.7 <sup>a</sup>	12.9 <sup>a</sup>	10.7 <sup>a</sup>	137 <sup>a</sup>	14.5 <sup>a</sup>	249 <sup>a</sup>	234973 <sup>b</sup>

همانطوریکه ملاحظه میشود فاکتورهای درصد ساکارز شربت نی<sup>□</sup>، ذرات جامد معلق در عصاره نی<sup>□□</sup>، درصد خلوص<sup>□□</sup>، شکر زرد<sup>□□</sup>، محصول نیشکر<sup>□□</sup>، درصد شکر سفید تصفیه شده<sup>□□</sup>، ارتفاع ساقه<sup>□□</sup> و محصول نهایی شکر سفید تصفیه شده<sup>□□</sup> در همه تیمارها اختلاف معنی اداری با هم ندارند. اگرچه محصول نهایی شکر سفید تصفیه شده در تیمار یک در میان متغیر نسبت به دو تیمار دیگر افزایش قابل ملاحظه ای دارد ولی اختلاف معنی داری نشان نمی دهد. فاکتور محصول نیشکر<sup>□□</sup> در تیمارهای شاهد و یک در میان ثابت اختلاف معنی دار ی ندارد ولی در تیمار یک در میان متغیر دارای اختلاف معنی داری است. فاکتور تعداد ساقه<sup>□□</sup> در تیمارهای آبیاری یک در میان ثابت و متغیر اختلاف معنی داری ندارند ولی در تیمار آبیاری معمول دارای اختلاف معنی داری می باشد. همانطوریکه ملاحظه می شود ارتفاع نیشکر در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری با هم ندارد و بیشترین ثابت و متغیر اختلاف معنی داری ندارند ولی در تیمار آبیاری معمول دارای اختلاف معنی داری می باشد. ارتفاع ساقه در تیمار آبیاری معمول بیشتر از دیگر تیمارهاست ولی چون نسبت به دو تیمار دیگر تراکم ساقه آن کمتر است، دارای کمترین عملکرد شکر قابل استحصال یعنی ۱۲/۱ تن در هکتار می باشد. کیفیت شربت نی در تیمار آبیاری یک در میان متغیر نسبت به سایر تیمارها بهتر و تناژ شکر قابل استحصال در این تیمار با ۱۴/۵ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد می باشد. آبیاری جویچه ای یک در میان متغیر نسبت به ثابت ۱۴/۵ درصد و نسبت به آبیاری معمول مزارع ۱۶/۶ درصد افزایش تناژ شکر داشته است. با توجه به حجم آب و نیشکر و شکر تولیدی، کارایی مصرف آب در جدول (۸) آمده است.

9 - Pol  
10 - Brix  
11 - %PTY  
12- QR  
13- Yield

14- R.S  
15- Length  
16- S.y  
17- Y.stalk  
18- Tiller

**جدول (۸) - نتایج کارآیی مصرف آب به ازاء نیشکر و شکر تولیدی در تیمارهای مختلف آبیاری**

تیمار	تکرار	حجم آب مصرفی (m <sup>3</sup> /ha)	نیشکر تولیدی (ton/ha)	شکر تولیدی (ton/ha)	کارآیی مصرف	
					آب به ازاء نیشکر تولیدی (kg .m <sup>-3</sup> )	آب به ازاء شکر تولیدی (kg .m <sup>-3</sup> )
شاهد	1	29198	112	12.0	3.8	0.41
	2	29666	119	11.7	4	0.40
	3	30526	120	12.4	3.9	0.41
ثابت	1	21800	107	11.0	4.9	0.50
	2	20942	126	13.6	6	0.65
	3	21124	119	12.5	5.6	0.59
متغیر	1	21046	127	13.1	6	0.62
	2	19798	131	14.1	6.6	0.71
	3	20968	152	16.3	7.2	0.78

نتایج تجزیه آماری تیمارها در جدول (۹) نشان داده شده است.

**جدول (۹) - نتایج تجزیه آماری آب مصرفی و کارآیی مصرف آب**

منبع	DF	MS IW	MS WUEs	MS WUEc
T	2	78682584 **	0.067 **	5.53 **
R	2	439620	0.0064	0.36
error	4	353777	0.00287	0.16

میانگین مربعات فاکتورهای حجم آب مصرفی، کارایی مصرف آب به ازاء نیشکر و شکر تولیدی در سطح ۱٪ معنی دار شده است. نتایج تجزیه آماری با آزمون دانکن در جدول (۱۰) آمده است.

**جدول (۱۰) - نتایج تجزیه آماری تیمارها با آزمون دانکن**

تیمار	حجم آب مصرفی (m <sup>3</sup> /ha)	نیشکر تولیدی (ton/ha)	شکر تولیدی (ton/ha)	کارایی مصرف آب	
				آب به ازاء نیشکر تولیدی (kg .m <sup>-3</sup> )	آب به ازاء شکر تولیدی (kg .m <sup>-3</sup> )
شاهد	29797 <sup>a</sup>	117 <sup>a</sup>	12.4 <sup>a</sup>	3.9 <sup>c</sup>	0.41 <sup>c</sup>
ثابت	21288 <sup>b</sup>	117 <sup>a</sup>	12.6 <sup>a</sup>	5.5 <sup>b</sup>	0.58 <sup>b</sup>
شیفت	20604 <sup>b</sup>	137 <sup>b</sup>	14.5 <sup>b</sup>	6.6 <sup>a</sup>	0.7 <sup>a</sup>

همانطوریکه ملاحظه می شود، فاکتور آب آبیاری مصرفی در طول فصل رشد<sup>□□</sup> در تیمارهای آبیاری یک در میان ثابت و متغیر اختلاف معنی داری ندارند ولی در تیمار شاهد دارای اختلاف معنی داری می باشند. همچنین کارآیی مصرف آب به ازاء نیشکر و شکر تولیدی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری با هم دارند، بطوریکه بیشترین کارآیی مصرف آب به ازاء شکر و نیشکر تولیدی مربوط به تیمار آبیاری یک در میان متغیر بترتیب ۰/۷ و ۶/۶ و کمترین آن مربوط به تیمار آبیاری معمول مزارع بترتیب ۰/۴۱ و ۳/۹ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی می باشند. بیشترین شکر سفید تولیدی نیز مربوط به تیمار آبیاری یک در میان متغیر بوده که ۱۴/۵ تن در هکتار به ازای ۲۰۶۰۴ متر مکعب در هکتار آب آبیاری مصرفی، تولید داشته است. حجم کل آب مصرفی در طول

دوره رشد نیشکر در تیمارهای آبیاری معمول، یک در میان متغیر و یک در میان ثابت بترتیب ۲۹۸۴۸، ۲۰۶۵۶ و ۲۱۲۸۰ متر مکعب در هکتار بدست آمد. بطور متوسط در تیمارهای آبیاری یک در میان متغیر و ثابت بترتیب ۳۰/۸ و ۲۸/۷ درصد نسبت به تیمار آبیاری معمول، حجم آب مصرفی کاهش یافته است. نتایج مشابهی برای کاهش حجم آب مصرفی توسط سپاسخواه و کامکار حقیقی (۱۳۷۳) ارائه شده است (۵). اما پانندیان و همکاران (۱۹۹۲) برای آبیاری جویچه ای یک در میان، کاهش مصرف آب را ۴۳-۴۶ درصد یعنی به مقداری به مراتب بیشتر از آنچه در این آزمایش بدست آمده گزارش نمودند (۱۸). شینی دشتگل و همکاران (۱۳۸۵) در کشت سال اول کاهش آب مصرفی در تیمارهای آبیاری یک در میان متغیر و ثابت را بترتیب ۲۵/۵ و ۲۱/۲ درصد گزارش کردند و نتیجه گرفتند که تیمار آبیاری یک در میان متغیر در کشت سال اول ۱۵/۹ تن در هکتار محصول تولیدی را به ازای ۲۲۰۹۰ متر مکعب در هکتار آب آبیاری مصرفی و تیمارهای آبیاری یک در میان ثابت و شاهد بترتیب با ۱۴/۴ و ۱۴/۳ تن شکر در هکتار به ازای ۲۳۳۶۸ و ۲۹۶۴۰ متر مکعب آب آبیاری مصرفی در هکتار محصول داشته اند (۶). رضانی (۱۳۷۶) نیز در بررسی اثر کم آبیاری روی ارقام مختلف نیشکر، افزایش تولید کمی و کیفی را گزارش نمود که روند مشابهی را با نتایج این مطالعه نشان می دهد (۴). با توجه به سنگین بودن بافت خاک بخصوص در اعماق پایین تر و خصوصیات خاکهای سنگین، آب ورودی به جویچه ها بیشتر تمایل به نفوذ جانبی داشته و آب مورد نیاز جویچه های آبیاری نشده از شیار مجاور و از پایین تأمین می شود. شینی دشتگل و همکاران (۱۳۸۴) در آبیاری جویچه ای یک در میان روی نیشکر نتیجه گرفتند که از کل آب ورودی به جویچه ها حدود ۴۷٪ در جویچه های آبیاری نشده و ۵۳٪ در جویچه های آبیاری شده ذخیره شده است (۷). تصویر (۳) نحوه جریان آب از یک جویچه آبیاری شده به جویچه آبیاری نشده را نشان می دهد.

همانطوریکه از شکل ملاحظه می شود آب جویچه آبیاری نشده بصورت نفوذ جانبی و از جویچه مجاور تأمین می شود. بیشترین کارایی مصرف آب به ازاء شکر و نیشکر تولیدی مربوط به تیمار آبیاری یک در میان متغیر بترتیب ۰/۷ و ۶/۶ و کمترین آن مربوط به تیمار آبیاری معمول مزارع بترتیب ۰/۴۱ و ۳/۹ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی می باشند. بیشترین شکر سفید تولیدی نیز مربوط به تیمار آبیاری یک در میان متغیر بوده که ۱۴/۵ تن در هکتار به ازای ۲۰۶۰۴ متر مکعب در هکتار آب آبیاری مصرفی، تولید داشته است. دلیل کاهش کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری معمول نسبت به تیمارهای آبیاری یک در میان تا حدودی به زیادی مصرف آب در روش مرسوم و در نتیجه اشباع بیشتر منطقه ریزوسفر گیاه و کاهش میزان اکسیژن در منطقه ریشه و بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در این تیمار مربوط می گردد. با توجه به عملکرد نیشکر در تیمارهای مختلف، میزان کارایی مصرف آب در تیمارهای آبیاری یک در میان ثابت و متغیر نسبت به شاهد افزایش یافته است. کارایی مصرف آب در تیمارهای شاهد، یک در میان ثابت و یک در میان متغیر بترتیب ۰/۴۱، ۰/۵۸ و ۰/۷ کیلوگرم شکر بر متر مکعب آب مصرفی بدست آمد. این نتیجه نشان می دهد که کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری یک در میان متغیر و ثابت بترتیب حدود ۴۲/۹٪ و ۳۱٪ نسبت به شاهد افزایش یافته است. شینی دشتگل (۱۳۸۵) در کشت سال اول کارایی مصرف آب را در تیمارهای شاهد، یک در میان متغیر و یک در میان ثابت بترتیب ۰/۴۸، ۰/۷۲ و ۰/۶۲ کیلوگرم شکر بر متر مکعب آب مصرفی بدست آورد و نشان داد که کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری یک در میان متغیر و یک در میان ثابت به ترتیب حدود ۳۳/۵٪ و ۲۲/۶٪ نسبت به تیمار شاهد افزایش یافته است (۱۶). وان و همکاران (۲۰۰۳) در آمریکا، کارایی مصرف آب را در آبیاری یک در میان متغیر و ثابت برای تولید لوبیای روغنی بترتیب ۰/۶۱۲ و ۰/۵۵۲ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی گزارش کردند و نشان دادند که با محصول ثابت، حدود ۲۹٪ در وزن خالص و ۴۶٪ در وزن ناخالص، آب مصرفی کاهش می یابد (۲۳). هواسی پور در کشت و صنعت میرزا کوچک خان کارایی مصرف آب را برای واریته CP57-614 نیشکر در تیمارهای آبیاری معمول، یک در میان متغیر و ثابت بترتیب ۰/۴۲، ۰/۵۳ و ۰/۳۸ کیلوگرم شکر بر متر مکعب آب مصرفی بدست آورد و نشان داد که کارایی مصرف آب در تیمارهای فوق بترتیب ۲۶/۲ و ۳۹/۵ درصد نسبت به تیمار آبیاری معمول بیشتر بوده است (۱۰). بیشترین عاملی که تناژ تیمار آبیاری معمول را از دیگر تیمارها کاهش داده است تعداد ساقه در هکتار می باشد. تیمار آبیاری معمول دارای کمترین گسترش ساقه و تیمار آبیاری یک در میان متغیر دارای بیشترین گسترش ساقه می باشد. با وجودی که ارتفاع ساقه در تیمار آبیاری معمول بیشتر از دیگر تیمارهاست ولی چون نسبت به دو تیمار دیگر تراکم ساقه آن کمتر است، دارای کمترین عملکرد شکر قابل استحصال یعنی ۱۲/۱ تن در هکتار می باشد. کیفیت شربت نی در تیمار آبیاری یک در میان متغیر نسبت به سایر تیمارها بهتر بوده، لذا تناژ شکر قابل استحصال در این تیمار با ۱۴/۵ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد می باشد. آبیاری جویچه ای یک در میان متغیر نسبت به ثابت ۱۴/۵ درصد و نسبت به آبیاری معمول مزارع ۱۶/۶ درصد افزایش تناژ شکر داشته است. بال و

همکاران(۱۹۷۱) به این نتیجه رسیدند که تحت شرایط کم آبی میزان قند ساقه های نیشکر افزایش می یابد. بنابراین در انتهای رشد هر چند به دلیل کمبود آب، ساکارز کمتری تولید می شود ولی در مقابل میزان بیشتری ساکارز در ساقه ذخیره می شود. همچنین آنان در بررسی اثرات کم آبیاری روی خصوصیات کیفی نیشکر به نتایج مشابهی رسیدند(۱۲). در نتیجه نتایج بدست آمده از این آزمایشات موید تحقیقات فوق می باشد.

## منابع

۱. اشرفی، ش.، ن. حیدری و ف. عباسی، ۱۳۷۵، طراحی، ساخت و واسنجی فلووم WSC، دومین کنگره ملی مسائل آب و خاک کشور. تهران.
۲. شماعتی، غ. ر.، ۱۳۷۵، ارزیابی آبیاری شیاری در اراضی چهار محال بختیاری، پایان نامه کارشناسی ارشد.
۳. شینی دشتگل. ع.، س. جعفری، ن. بنی عباسی، ۱۳۸۶، اثر آبیاری یک در میان جویچه ای روی عملکرد نیشکر در مزارع نیشکر جنوب اهواز. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ایران. تهران.
۴. شینی دشتگل. ع.، س. جعفری و ن. بنی عباسی، ۱۳۸۴، بررسی توزیع رطوبت در جویچه های آبیاری نشده در آبیاری شیاری به روش یک جویچه در میان. نهمین کنگره علوم خاک ایران. تهران.
۵. حیدری، ن و حقایقی مقدم، س. ا. ۱۳۸۰. کارایی مصرف آب آبیاری محصولات عمده مناطق مختلف کشور. گزارش ارائه شده به معاونت زراعت وزارت کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.
۶. علیزاده، ا.، ۱۳۸۴، رابطه آب و خاک و گیاه، چاپ پنجم، دانشگاه امام رضا(ع)، مشهد، ص ۳۸۲-۳۸۱.
۷. علیزاده، امین، ۱۳۸۴، طراحی سیستمهای آبیاری، دانشگاه امام رضا، انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد.
۸. فرهنگ کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهارم، گروه علوم کشاورزی، آبیاری، ۱۳۷۸، انتشارات دانشگاه تهران.
۹. گروه کار استفاده از منابع آب برای تولید محصولات کشاورزی، ۱۳۸۲، مدیریت آب آبیاری در مزرعه، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
۱۰. مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۹، مطالعات مرحله اول طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی واحد امیرکبیر و میرزا کوچک خان، لایه بندی و تعیین ضریب آبگذری خاک.
۱۱. مهندسین مشاور یکم، ۱۳۷۰، مطالعات مرحله اول طرح توسعه نیشکر، جلد هشتم، مطالعات آبیاری.
۱۲. معروف پور، عیسی، ۱۳۷۶، ارزیابی راندمانهای آبیاری در مزارع شرکت کشت و صنعت نیشکر هفت تپه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران.
۱۳. مصطفی زاده، ب و ف. موسوی، ۱۳۷۵، آبیاری سطحی (تئوری و عمل)، انتشارات فرهنگ جامع.
۱۴. ملوخی، ح.، بهزاد، م. و ع. ناصری، ۱۳۸۵، راندمانهای کاربرد آب در مزارع نیشکر واحد امیرکبیر در دو حالت جویچه های بازسازی شده و بدون بازسازی. همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی. اهواز.
۱۵. نوری، م.، برومندنسب، س و ح. کشکولی، ۱۳۸۶، بررسی تأثیر عمق جویچه در راندمان آبیاری مزارع نیشکر استان خوزستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات، اهواز.
۱۶. نی ریزی، س. و حلمی فخر داوود. ۱۳۸۳. "مقایسه کارایی مصرف آب در چند نقطه خراسان". مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، ۴۰۳-۳۹۱.
17. A.R. Sepaskhah & A.A.Kamgar- Haghghi., 1997, "Water use and yield of sugarbeet grown under enery- other- furrow irrigation with different irrigation intervals". Department of irrigation, shiraz University, Iran.
18. Batchelor, C. H., 1989, Design and management of sugarcane drip irrigation system. ISSCT. 20 , 2:522-531.
19. D.M.Bakker, G.Plunkket and furrow infitration., 2005, "Application efficiencies and furrow infiltration functions of irrigationin sugarcane in the Ord River Irrigation Area of north western Australia and the scrope for, improvement". Agricultural water management. PP. 162-172.
20. Fischbach, P. E., 1965, "Scheduling irrigation by electrical resistance block ". E. C. 65-752. Extention service , university of Nebraska
21. Gallinato, D., 1974, "Evaluation of irrigation system in the stake River , Jefferson country, " Idaho , M.S . Thesis university Idaho.

22. Hunsigi, G., 1993, "*production of sugar cane*". verlag Berlin Heidelberg printed in Germany.
23. Isobe . M . 1968 . Water utilization . It yield . Water relationship . Int . Sub . Sugarcane Technol proc 13 : 49-54 .
24. Izadi,B.,D.studer,I mccann., 1991, Maximizing set-wide furrow irrigation application efficiency under full irrigation strategy, Trans. ASAE, 34 (5). PP. 2006-2014.
25. Leather.J.W.1910."Water requirement of crops in India". Mem Deep Agric India Chem. Ser 10: 205. processes. Spring Berlin, German.
26. New, L., 1971, "Influence of alternate furrow irrigation and time of application on grain sorghum production." Tex . Agr . EXP . Sta . prog . Rpt . No: 2953 .
27. Pene, B. and K.Edi. 1995. "Sugarcane yields response to deficit irrigation at tillering and stem elongation stages to increase crop water use efficiency". XXII. ISSCT. VOL:1:74-82, Agricultural program, Colombia.
28. Qureshi, M.E. M.K. Wegenter, S.R. Harrison & K.L. Bristo. 2001. "Economic evaluation of alternate irrigation system for sugarcane in the Burdekin delta in north Queensland, Australia, water resource management edited by Brebbia," C.A., Anagnostopoulos, K.,Katsifarakish, K. and cheng, A.H.D., WIT press, Boston, pp. 47-57.
29. Yvan E. Graterol, Dean.E. Eisenhauer and Roger W. Elmore, 1993. "Alternate-furrow irrigation for soybean production." Agricultural water management. 24 : 133-145.
30. Zwart, S. J and Bastiaansen, W. G. M. 2004. "Review of measured crop water productivity values for irrigated water, rice, cotton and maize". Agricultural Water Management, 69 : 115 -133 .

#### Abstract

Sugarcane is cultivated in extensive area in Khuzestan and is irrigated by hydro-flume and furrow. In a field experiment during 2005-6 at Amir Kabir Agro-Industry, Khuzestan, of every other furrow irrigation methods was used for on sugarcane for studding of water Volume, application efficiency and water use efficiency of sugarcane. The experiment was conducted in a Completely Randomized Design with three irrigation level treatments, conventional method (blank), variable every other furrow(or alternative furrow). and invariable every other (or fixing furrow). This experiment was conducted by cv. Cp69-1062 sugarcane. The results showed that Water application efficiency in were in different levels. The water application were 41-50 percent(average %45) and by irrigation fixing furrow were 74-83 percent(average %78) and by irrigation alternative furrow were 77-87 percent(average %81) for 1-4 irrigation. Water use efficiency were 0.41, 0.58 and 0.7 kg/m<sup>3</sup> for conventional, fixing furrow and alternative respectively.