

## بررسی اثرات کم آبیاری بر تولید و اقتصاد چغندر قند در منطقه کرمانشاه

### Effects of deficit irrigation on the production and economy of sugar beet in Kermanshah region

علی جلیلیان<sup>۱</sup>، علیرضا شیروانی<sup>۱</sup>، عادل نعمتی<sup>۱</sup> و جهانشاه بساطی<sup>۱</sup>

#### چکیده

کمبود آب یکی از موانع عمده افزایش تولید محصولات کشاورزی در ایران می باشد. کمبود آب در کشور واقعیتهای انکارناپذیر است که استفاده از روشهای بهینهسازی مصرف آب می تواند تا حدودی در این خصوص رهگشا باشد. یکی از راههایی که می تواند استفاده از آب کشاورزی را بهتر اقتصادی تر نماید، تکنیک کم آبیاری است. لذا جهت تعیین بهترین دور آبیاری و مقدار مصرف بهینه آب در گیاه چغندر قند و ارزیابی اقتصادی آن، این تحقیق با سه فاکتور شامل دور آبیاری، در دو سطح هشت و ۱۲ روز، کود ازته در دو سطح (توصیه بر اساس تجزیه خاک و مصرف دو سوم آن) و مقدار آب در چهار سطح ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی کامل گیاه چغندر قند طی سالهای ۷۸-۱۳۷۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ماهیدشت کرمانشاه اجرا گردید.

این آزمایش به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد که دور آبیاری در پلات اصلی، کود ازت و مقادیر آب به صورت فاکتوریل در پلاتهای فرعی قرار گرفتند. آبیاری به روش نشتی انجام شد و مقادیر آب مصرفی با استفاده از کنتور حجمی اندازه گیری و کنترل گردید. تجزیه مرکب دادههای به دست آمده از تحقیق نشان داد که کاربرد مقادیر مختلف آب بر روی عملکرد ریشه، عملکرد شکر خالص و ناخالص اثر بسیار معنی داری داشته است، به طوری که با مصرف ۱۰۰ درصد نیاز آبی ۵۲/۸ تن در هکتار و با مصرف ۸۰ درصد نیاز آبی چغندر قند ۴۸/۲ تن در هکتار ریشه تولید شده است. تجزیه و تحلیل اقتصادی نتایج نشان داد که مصرف ۸۰ درصد نیاز آبی بیشترین سود خالص را دارد. دور آبیاری هشت و ۱۲ روز تفاوت معنی داری بر روی صفات مورد بررسی نداشته است. بنابراین دور آبیاری ۱۲ روز توصیه می گردد. در این بررسی تیمارهای کودی ازت نیز تفاوت معنی داری نشان نداد.

واژه های کلیدی: چغندر قند، کم آبیاری، دور آبیاری، کود ازته، ماهیدشت، مصرف بهینه آب

## مقدمه

با توجه به ارزش آب در کشاورزی و محدودیت این منبع مهم و حیاتی و وجود خشکسالی‌های متناوب در کشور، صرفه جویی در مصرف آب و استفاده بهینه از آب موجود امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد. امروزه تکنیک کم آبیاری ( deficit irrigation) یکی از راه‌های مؤثر و عملی است که می‌تواند حداقل آب مصرفی با عملکرد قابل قبول و اقتصادی را تعیین و توجیه نماید. کم آبیاری در واقع تعیین کننده حد مجاز کاهش عملکرد ناشی از کاهش آب مصرفی است. در این تکنیک با کاهش مقدار آب مصرفی و تعیین حد بهینه آن هر چند عملکرد در واحد سطح به ظاهر کاهش می‌یابد ولی با کاهش هزینه‌های استحصال، انتقال و توزیع آب، در نهایت سود خالص بیشتری عاید خواهد گردید (توکلی ۱۳۷۶). هارگریوز و سامانی ( Hargreaves and Samani 1984 ) متذکر شدند کم آبیاری به عنوان یک روش مناسب برای به حداکثر رساندن بهره‌وری مورد استفاده قرار می‌گیرد. کم آبیاری در شرایط مناسب می‌تواند مزایای زیادی در برداشته باشد، این مزایا بستگی به اثر متقابل فاکتورهای مختلف و موثر روی محصول مثل: قیمت محصول، قیمت آب و هزینه‌های تولید دارد.

با توجه به این امر که گیاه چغندر قند نیاز آبی بالایی دارد و عکس‌العمل خوبی نیز نسبت به میزان مصرف آب نشان می‌دهد، کاهش در میزان مصرف

آب آبیاری می‌تواند تفاوت قابل ملاحظه‌ای در عملکرد نهایی ایجاد کند که با توجه به هزینه واحد آب مصرفی و قیمت چغندر قند میزان آبی که بتواند عملکرد مناسبی نیز تولید کند تعیین خواهد شد.

در مورد کم آبیاری تحقیقات زیادی صورت گرفته است که به اتفاق بر مفید بودن تکنیک کم آبیاری در شرایط کمبود آب تأکید داشته‌اند. بر اساس تحقیقات توکلی (۱۳۷۵) با مصرف ۷۰ درصد نیاز آبی کامل گیاه چغندر قند بیشترین سود خالص حاصل می‌گردد.

همچنین فیش باج و مولیر (Fish bach and mullir, 1972) نشان دادند که با تکنیک کم آبیاری در ذرت با کاهش ۲۹ درصد مصرف آب فقط ۴/۷ درصد میزان محصول کاهش یافته است. نیو (New, 1977) به مدت پنج سال مطالعه‌ای روی اثر دور آبیاری بر عملکرد چغندر قند انجام داد، نامبرده نتیجه گرفت که با یک مقدار آب آبیاری مشخص، متوسط عملکرد چغندر قند در دور آبیاری ۱۴ روز ۶۶ تن در هکتار و با دور آبیاری ۲۸ روز تولید محصول ۵۹/۸ تن در هکتار بود.

انگلیش (English, 1983) طی تحقیقاتی آبیاری کامل را با کم آبیاری مورد مقایسه قرار داد. نتایج او نشان داد که کم آبیاری باعث افزایش درآمد، کاهش مصرف آب، انرژی و سایر نهادهای کشاورزی می‌شود. با توجه به اینکه مقدار آب می‌تواند با سایر عوامل همانند دور آبیاری و مقدار

آزمایشی ۱۸ مترمربع بود که بصورت شش خط پنج متری با فواصل ۶۰ سانتیمتر کشت شدند .

به منظور تعیین میزان آب مورد نیاز هر کرت از تیمارهای فوق ابتدا با استفاده از آمار هواشناسی (آمار ده ساله) و فرمول تجربی پنمن - مانتیس میزان تبخیر و تعرق پتانسیل (ET<sub>O</sub>) در منطقه محاسبه شد. سپس با اعمال ضریب گیاهی (KC) آب مورد نیاز در هر روز به دست آمد و با توجه به تیمارهای فوق و سطح هر کرت حجم آب مورد نیاز هر کرت برای هر تیمار و دور آبیاری مربوطه محاسبه و با استفاده از کنتور حجمی به کار برده شد.

پس از عملیات آماده سازی زمین و در آوردن خطوط کشت با بذر کار دستی در تاریخ‌های ۷۷/۱/۱۴ در سال اول و ۷۸/۱۲/۲۴ در سال دوم نسبت به کاشت اقدام گردید. در این تحقیق از رقم BR1 استفاده شده و در زمان کاشت مقدار بذر بیشتری مصرف گردید تا پس از تنک کردن تراکم مطلوب در کرت‌های آزمایشی حاصل گردد. به منظور سبز کردن یکنواخت، اولین و دومین آبیاری به صورت کامل انجام شد. با توجه به وجود بارندگی در اوائل فصل رشد، تیمارهای آبیاری پس از کسر دو آبیاری انجام شده و میزان بارندگی مؤثر از کل آب مورد نیاز اعمال گردید.

روش آبیاری به صورت شیاری (نشستی) بود و میزان آب لازم هر کرت با استفاده از لوله و کنتور حجمی به هر کرت داده شد، ضمناً جهت

مصرف کود ازته اثر متقابل داشته باشد تحقیقات بیشتری در ارتباط با تکنیک کم آبیاری و تعیین جزئیات آن لازم می‌باشد. در تحقیق حاضر علاوه بر بررسی تأثیر دور آبیاری و مقدار مصرف کود ازته و اثر آنها بر مقدار آب مصرفی، ارزیابی اقتصادی بر اساس مقدار آب مصرف شده در دوره‌های مختلف آبیاری نیز صورت گرفته است.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق سه فاکتور دور آبیاری، میزان آب و کود ازته مورد بررسی قرار گرفت. که دور آبیاری در دو سطح هشت و ۱۲ روز بود، مقادیر مختلف آب نیز شامل چهار سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی کامل محاسبه شده برای گیاه چغندر قند (معادل ۹۸۱ میلیمتر یا ۹۸۱۰ متر مکعب در هکتار)، ۸۰٪، ۶۰٪ و ۵۰٪ نیاز آبی کامل بودند.

فاکتور سوم کود ازته (اوره) در دو سطح، یک سطح بر اساس تجزیه خاک محل آزمایش و توصیه کودی و سطح دوم، ۶۷ درصد (دو سوم) میزان کود ازته توصیه شده بر اساس تجزیه خاک بوده است که با استفاده از آزمایش فاکتوریل اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ به مدت دو سال اجرا گردید، دور آبیاری در پلات‌های اصلی و سطوح کود ازته و میزان آبیاری به صورت فاکتوریل در داخل پلات‌های فرعی قرار داده شد. سطح هر کرت

توزیع یکنواخت آب در سطح کرت بعد از کنترل لوله‌ای آلومینیومی به اندازه عرض کرت قرار داده شد که بر روی آن سوراخ‌هایی به فواصل ۶۰ سانتیمتر تعبیه شده بود به طوری که به هر خط در هر کرت تقریباً به یک مقدار آب وارد می‌شد. سرعت جریان آب خروجی از لوله به طریقی تنظیم شده بود که سرعت پیشروی آب در داخل کرت و در داخل هر فارو یکسان و آهسته باشد. ضمناً اطراف کرت نیز محصور شده بود تا آب اضافه شده به کرت از آن خارج نشود.

میزان کود ازت توصیه شده با توجه به تجزیه خاک که میزان ازت کل را ۰/۰۴ درصد نشان داد، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که در سطح اول تیمار کودی همین ۳۰۰ کیلوگرم مصرف شد و در سطح دوم تیمار کود ازت ۶۷ درصد این مقدار یعنی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به کار برده شد. نصف این مقادیر کود، زمان تنک و وجین و نصف باقی مانده در اواسط دوره رشد برای هر تیمار مصرف گردید .

برداشت در سال اول در تاریخ ۷۷/۸/۱۶ و در سال دوم در تاریخ ۷۸/۸/۳ انجام شد، پس از توزین ریشه‌ها تعداد ۲۰ عدد ریشه به طور تصادفی جهت تهیه خمیر ریشه انتخاب گردید، خمیر تهیه شده به منظور تعیین درصد قند و عناصر موجود در ریشه تجزیه گردید.

بر روی داده‌های بدست آمده از صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار MSTAT-C تجزیه واریانس مرکب مقدماتی انجام شد سپس با

استفاده از امید ریاضی، مقادیر F محاسبه گردید و مقایسه میانگین‌ها نیز بر اساس خطاهای مربوطه انجام شد (یزدی صمدی و همکاران ۱۳۷۶).

برای صفاتی که در سطح یک درصد و پنج درصد معنی‌دار بودند در همان سطح احتمال مقایسه میانگین انجام شد و برای صفاتی که در جدول تجزیه واریانس معنی‌دار نبودند با توجه به این امر که ممکن است با وجود معنی‌دار نبودن اثر تیمار در جدول تجزیه واریانس در مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن در گروه‌های مختلفی قرار گیرند، بنابراین برای تمام صفاتی که معنی‌دار نبوده‌اند مقایسه در سطح پنج درصد صورت گرفت که در بعضی موارد اختلاف معنی‌داری نیز مشاهده گردید. برای بررسی اقتصادی نتایج بدست آمده ابتدا تابع تولید تخمین زده شد سپس بر اساس بودجه بندی جزئی سود ناخالص و سود خالص بر اساس هر متر مکعب آب مصرفی محاسبه و در نهایت بهترین تیمار از نظر اقتصادی معرفی گردید.

قیمت تمام شده آب عامل مهمی در بر آورد هزینه تمام شده محصولات کشاورزی و تجزیه و تحلیل اقتصادی است. هزینه استحصال آب شامل حفر چاه، خرید و نصب موتور پمپ، هزینه تأمین برق و هزینه جاری یا بهره برداری می باشد. سرمایه‌گذاری اولیه با توجه به عمر مفید چاه و یا موتور پمپ، به روش اقتصاد مهندسی به معادل یکنواخت سالانه تبدیل شده اند . با در نظر گرفتن کل هزینه سالیانه هزینه

## نتایج و بحث

### الف) عملکرد و صفات کیفی

#### ۱- درصد قند ناخالص (pol)

درصد قند در چغندر قند بر میزان شکر استحصالی در هکتار موثر می‌باشد. تیمارهای مورد بررسی روی این صفت اثر معنی‌داری نداشته است، اما اثر سال معنی‌دار بوده به طوری که در صدقند در سال اول (۲۱/۵۴ درصد) بیشتر از سال دوم (۱۷/۸۷ درصد) بوده است (جدول‌های یک و دو). علت اصلی تفاوت درصد قند در سال‌های مختلف شرایط آب و هوایی می‌باشد. یکی از عوامل بسیار مهم در تجمع قند در ریشه چغندر قند، پائین بودن درجه حرارت شب در آخر فصل رشد می‌باشد. براساس آمار هواشناسی میانگین درجه حرارت در پاییز سال دوم آزمایش بالا بوده و همین امر باعث گردیده که درصد قند کاهش یابد.

#### ۲- درصد قند خالص

درصد قند خالص همان درصد قند قابل استحصال می‌باشد. این کمیت از درصد قند ناخالص همیشه کمتر است و به این دلیل که ناخالصی‌های موجود در ریشه باعث می‌شود کل قند موجود در ریشه چغندر قند قابل استحصال نباشد. همان طور که در جدول تجزیه واریانس (جدول یک) مشاهده می‌گردد، درصد قند خالص در دو سال تفاوت

جاری در طول یکسال بهره برداری از یک حلقه چاه و حفر چاه و همچنین متوسط حجم آبدهی یک حلقه چاه (۱۲ لیتر در ثانیه)، که مجموعاً در سال زراعی ۱۳۷۸ هزینه هر متر مکعب آب به طور متوسط ۹۹ ریال برآورد گردید. هزینه‌های ثابت هر هکتار چغندر قند نیز برابر ۳۱۲۸۸۴۷ ریال محاسبه شد.

قیمت چغندر قند (pr) نیز بر اساس عیار (pol) آن و طبق فرمول  $pr = [(pol-3/13)] * pc_{16}$  تعیین می‌گردد، که در سال ۱۳۷۸ قیمت یک کیلوگرم چغندر قند با عیار ۱۶ درصد (pc<sub>16</sub>) ۱۷۵ ریال بوده است که در محاسبات اقتصادی این تحقیق منظور شده است.

به منظور بررسی اقتصادی کم آبیاری و به علت غیر خطی بودن تغییرات عملکرد بر اساس آب مصرفی از تابع تولید درجه دوم به صورت زیر استفاده شده است:

$$Y_{(w)} = a_1 + b_1 w + c_1 w^2 \quad (1)$$

که در آن  $a_1$ ،  $b_1$  و  $c_1$  ضرایب ثابت تابع هستند که بایستی تخمین زده شوند که در این تحقیق با استفاده از روش OLS تخمین زده شده‌اند.

توابع هزینه و قیمت نیز به شکل زیر نوشته

می‌شوند:

$$C_{(w)} = a_2 + b_2 w + c_2 w^2 \quad (2)$$

$$p_c = (a_3 + b_3 w) \quad (3)$$

در این روابط W مقدار آب مصرفی بر حسب سانتی‌متر می‌باشد.

قند جلوگیری می‌کند و مقدار آن تحت تاثیر زمان و مقدار مصرف کودهای ازته، شرایط آب و هوایی و تنش خشکی می‌باشد. همانطور که در جدول یک ملاحظه می‌شود میزان‌های مختلف آب بر روی میزان ازت ریشه تاثیر معنی‌داری داشته است. همچنین اثر متقابل مقدار آب و دور آبیاری و اثر متقابل سال و کود ازته معنی‌دار شده است. با توجه به میانگین تیمارها و گروه‌بندی‌های انجام شده (جدول دو) مقدار ازت ریشه با کاهش مصرف آب افزایش می‌یابد. معمولاً وجود تنش خشکی هنگام مصرف کمتر مقدار آب باعث افزایش ناخالصی‌ها و مخصوصاً ازت موجود در ریشه می‌گردد. با افزایش ازت و تا حدودی سدیم در ریشه چغندر قند مقدار قند ملاس نیز اضافه شده است به طوری که قند ملاس در تیماری که صدر صد نیاز آبی چغندر قند تأمین گردیده ۲/۸۷ درصد بوده ولی در تیمار ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی مقدار آن به ۳/۱۶ رسیده است.

معنی‌داری داشته است، همچنین اثر متقابل کود ازت و دور آبیاری نیز تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهد. تفاوت بین دو سال به دلیل شرایط آب و هوایی متفاوت در دو سال زراعی می‌باشد که مورد نظر در این تحقیق نیست. اما تفاوت معنی‌دار در اثر متقابل دور آبیاری و کود ازته نشان می‌دهد که با کاهش مصرف کود در دور هشت روزه درصد قند ناخالص کاهش یافته است (جدول دو) اما در دور ۱۲ روزه بر عکس می‌باشد. به نظر می‌رسد که در دور هشت روز با توجه به اینکه در هر نوبت، آب کمتری مصرف گردیده، کود ازته اضافی در لایه‌های سطحی باقی مانده و به طور کامل در اختیار ریشه و مورد مصرف گیاه قرار نگرفته و در نتیجه ناخالصی‌های ریشه نیز کمتر بوده و درصد قند خالص به مقدار کمی بالاتر می‌باشد.

### ۳- ازت موجود در ریشه

مقدار ازت موجود در ریشه چغندر قند در واقع یک نوع ناخالصی است که از استحصال کامل

جدول ۱- میانگین مربعات در تجزیه مرکب دو ساله برخی از صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری شده.

**Table 1** Mean squares of combined analysis for some quantitative and qualitative traits

منابع تغییر (s.o.v.)	درجه آزادی (d.f.)	میانگین مربعات					
		درصد قند ناخالص Pol(%)	درصد قند خالص Sugar	ازت ریشه (N) meq/100 g pulp	عملکرد شکر ناخالص s.y.	عملکرد شکر خالص w.s.y.	عملکرد ریشه
Year (Y) سال	1	171.39**	15.15*	5.75	1.54	2.27	484.3
R*Y تکرار در سال	4	4.61	8.74	4.2	3.83	3.47	93.2
دور آبیاری Irrigation interval (A)	1	9.57	15.60	1.99	0.35	0.01	109.1
AY	1	0.21	0.20	0.02	0.71	0.41	42.4
Error a خطای	4	1.26	2.19	2.45	1.36	0.76	52.4
میزان آب Amount of water (B)	3	1.01	0.73	17.97**	71.87**	55.27**	1878.5*
YB	3	0.6	0.77	1.88	1.44	1.01	4.5
AB	3	0.21	0.18	0.45	0.34	0.31	3.60
YAB	3	0.13	0.10	0.03	2.03	1.38	59
کود ازت Nitrogen fertilizer(C)	1	0.33	0.26	0.003	0.23	0.15	18.2
YC	1	1.87	1.25	3.99**	0.03	0.03	8.4
AC	1	0.2	0.47*	0.41	2.63	2.30	48.1
YAC	1	0.04	.002	0.51	0.12	0.12	3.2
BC	3	0.35	2.02	1.46	1.61	1.44	24.7
YBC	3	0.95	1.20	0.25	1.89	1.58	48.1
ABC	3	0.71	0.75	0.18	1.65	1.31	28.7
YABC	3	0.22	0.52	0.31	1.18	0.69	31.5
Error خطا	56	0.92	1.08	0.72	0.94	0.75	19.9
ضریب تغییرات (CV)		% 4.8	% 6.4	% 11.6	% 11.2	% 11.7	% 10.5

\* معنی دار در سطح پنج درصد

\*\* معنی دار در سطح یک درصد

\* significant at the %5 level.

\*\* significant at the %1 level.

جدول شماره ۲- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی در تجزیه مرکب

دور آبیاری Irrigation interval	میزان آب Amount of water	کود ازت Nitrogen fertilizer	سال Year	درصد قند ناخالص Pol (%)	درصد قند خالص Sugar (%)	ازت ریشه (N) meq/ 100g pulp	عملکرد شکر ناخالص S.Y. (t/ha)	عملکرد شکر خالص W.S.Y (t/ha)	عملکرد ریشه Root yield (t/ha)
			Y <sub>1</sub>	21.54	18.43	7.37	8.78	7.51	40.84
			Y <sub>2</sub>	18.87	15.93	7.86	8.53	7.20	45.34
I <sub>1</sub>				20.52	17.59	7.47	8.59	7.37	42.02
I <sub>2</sub>				19.89	16.78	7.76	8.72	7.35	44.16
I <sub>1</sub>			Y <sub>1</sub>	21.81	18.79	7.21	8.81	7.59	40.44
I <sub>2</sub>			Y <sub>1</sub>	21.27	18.08	7.53	8.76	7.44	41.25
I <sub>1</sub>			Y <sub>2</sub>	19.23	16.38	7.73	8.38	7.15	43.61
I <sub>2</sub>			Y <sub>2</sub>	18.51	15.48	7.99	8.67	7.26	47.07
	W <sub>1</sub>			20.20	17.34	6.56b	10.61a	9.09a	52.81a
	W <sub>2</sub>			19.93	16.94	7.44ab	9.58a	8.14a	48.18a
	W <sub>3</sub>			20.26	17.19	7.82ab	7.49b	6.35b	37.23b
	W <sub>4</sub>			20.43	17.26	8.64a	6.94b	5.85b	34.14c
	W <sub>1</sub>		Y <sub>1</sub>	21.77	18.82	6.19	11.01	9.50	50.73c
	W <sub>2</sub>		Y <sub>1</sub>	21.16	17.98	7.60	9.84	8.37	46.47
	W <sub>3</sub>		Y <sub>1</sub>	21.54	18.42	7.35	7.42	6.34	34.55
	W <sub>4</sub>		Y <sub>1</sub>	21.69	18.51	8.34	6.85	5.84	31.63
	W <sub>1</sub>		Y <sub>2</sub>	18.63	15.86	0.93	10.20	8.68	54.89
	W <sub>2</sub>		Y <sub>2</sub>	18.71	15.89	7.27	9.32	7.91	49.90
	W <sub>3</sub>		Y <sub>2</sub>	18.98	15.96	8.28	7.57	6.36	39.91
	W <sub>4</sub>		Y <sub>2</sub>	19.16	16.02	8.95	7.02	5.86	36.65
I <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>			20.59	17.79	6.28e	10.72	9.26	52.24
I <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>			20.28	17.42	7.41c	9.50	8.17	46.66
I <sub>1</sub>	W <sub>3</sub>			20.44	17.48	7.57c	7.34	6.27	36.16
I <sub>1</sub>	W <sub>4</sub>			20.77	17.65	8.61a	6.81	5.78	33.03
I <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>			19.81	16.89	6.84d	10.49	8.93	53.38
I <sub>2</sub>	W <sub>2</sub>			19.58	16.45	7.46c	9.66	8.11	49.70
I <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>			20.08	16.91	8.06b	7.64	6.42	38.30
I <sub>2</sub>	W <sub>4</sub>			20.08	16.87	8.67a	7.06	5.93	35.24
		N <sub>1</sub>		20.26	17.23	7.62	8.61	7.32	42.65
		N <sub>2</sub>		20.15	17.13	7.61	8.70	7.40	43.53
		N <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	21.46	18.37	7.17	8.71	7.46	40.70
		N <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	21.62	18.50	7.57	8.85	7.57	40.98
		N <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	19.07	16.10	8.07	8.50	7.18	44.60
		N <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	18.67	15.77	7.65	8.56	7.23	46.07

I<sub>1</sub> و I<sub>2</sub> به ترتیب تیمارهای دور آبیاری ۸ و ۱۲ روزهW<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub> و W<sub>4</sub> به ترتیب تیمارهای مصرف آب ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی چغندر قندN<sub>1</sub> و N<sub>2</sub> به ترتیب مصرف ازت بر اساس توصیه کودی و ۶۷٪ آنY<sub>1</sub> و Y<sub>2</sub> به ترتیب سال اول و سال دوم آزمایش



**۴- عملکرد شکر ناخالص**

عملکرد شکر ناخالص که بر حسب تن در هکتار بیان می‌شود از حاصل ضرب عملکرد ریشه در درصد قند ناخالص (POL) به دست می‌آید. همان طور که در جدول شماره یک مشاهده می‌گردد، میزان‌های مختلف مصرف آب بر روی این صفت تاثیر معنی‌داری نداشته است اما سایر تیمارها از جمله دور آبیاری و تیمار کود ازته تاثیر معنی‌داری بر روی عملکرد شکر ناخالص نداشته است. با توجه به اینکه مقادیر مختلف آب اثر بسیار معنی‌دار بر عملکرد ریشه داشته است (جدول‌های یک و دو) و از آنجایی که عملکرد شکر ناخالص حاصل ضرب درصد قند ناخالص و عملکرد ریشه می‌باشد تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین مصرف ۱۰۰ درصد نیاز آبی با ۱۰/۶۱ تن در هکتار شکر و مصرف ۵۰ درصد نیاز آبی با ۶/۹۴ تن در هکتار مشاهده می‌گردد (جدول دو). تیمار ۸۰ درصد مصرف آب با تولید ۹/۵۸ تن در هکتار شکر ناخالص از نظر اقتصادی نیز بیشترین سود خالص را در برداشته است.

**۶- عملکرد ریشه**

نتایج تجزیه مرکب برای عملکرد ریشه (جدول یک) نشان می‌دهد که میزان آب اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر روی این صفت دارد. برای سایر تیمارها اثر معنی‌داری در عملکرد ریشه مشاهده نگردیده است. مقایسه میانگین به روش دانکن نشان دهنده وجود تفاوت‌های قابل توجه در بین تیمارها می‌باشد (جدول دو). با مصرف ۱۰۰ در صد نیاز آبی ۵۲/۸۱ تن در هکتار ریشه تولید شده است اما با مصرف ۸۰ درصد نیاز آبی عملکرد ۴۸/۱۸ تن در هکتار بوده است و با کاهش بیشتر

**۵- عملکرد شکر خالص**

همانطور که در جدول تجزیه واریانس مرکب (جدول یک) مشاهده می‌گردد، فقط مقادیر مختلف آب بر روی عملکرد شکر خالص تأثیر معنی‌داری داشته است. عملکرد شکر خالص نیز از حاصل ضرب درصد قند خالص (Sugar) در عملکرد

هم ندارند و عملکرد یکسانی تولید کرده اند، بنابر این دور ۱۲ روز هم از لحاظ اقتصادی و هم اینکه وقت و نیروی کارگری کمتری صرف می نماید بهتر می باشد. البته این توصیه با توجه به نوع خاک محل آزمایش صادق می باشد که دارای بافت سنگین با قابلیت نگهداری بالای آب می باشد، قطعاً در تعیین بهترین دور آبیاری در سایر شرایط نوع بافت خاک و شیب زمین و مقدار آب نفوذ یافته داخل خاک در هر بار آبیاری موثر می باشد.

مصرف آب همچنان عملکرد ریشه کمتر شده است. کاهش ۲۰ درصد کاربرد آب فقط سبب گردیده حدود چهار تن در هکتار عملکرد کاهش یابد که با در نظر گرفتن ارزش آب و محاسبات اقتصادی که در بخش بعدی انجام شده است تیمار مصرف ۸۰ درصد نیاز آبی بیشترین سود خالص را در پی دارد.

در مورد دور آبیاری که تاثیر معنی داری بر عملکرد ریشه نداشته است (جدول یک) نکته قابل توجه این است که دو دور هشت و ۱۲ روز آبیاری با یک مقدار مساوی آب در طول فصل رشد تفاوتی با

### ب) تحلیل اقتصادی براساس نتایج دو ساله

#### - تابع تولید

نتایج آن در جدول سه آورده شده و در روابط چهار الی شش معادلات مربوطه به ترتیب ذکر شده است.

ضرایب تابع تولید بر اساس نتایج آب مصرفی و عملکرد برای دوره های هشت و ۱۲ روز و برای حالت بدون در نظر گرفتن دور آبیاری محاسبه گردید که

جدول ۳- عملکرد بدست آمده بر اساس مقادیر مختلف مصرف آب با دوره های متفاوت آبیاری

**Table 3** Yield based on amount of water applied with irrigation intervals

treatments of water	تیمارهای میزان آب	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>
Amounts of water applied (cm)	آب مصرفی	95.95	76.76	57.57	47.97
عملکرد t/ha (دور آبیاری هشت روزه)		52.14	46.66	34.16	33.03
Yield(t/ha) in 8 days irrigation intervals					
عملکرد t/ha (دور آبیاری ۱۲ روزه)		53.38	49.7	38.30	35.40
Yield(t/ha) in 12 days irrigation intervals					
عملکرد t/ha (بدون در نظر گرفتن دور آبیاری)		52.18	48.18	37.24	34.14
Yield(t/ha) without irrigation intervals					

تابع تولید به دست آمده نیز به صورت زیر می باشد

$$Y_{(w)} = 0.1447 + 0.789w - 0.00256w^2 \quad R^2 = 0.989^{**} \quad (4)$$

$$Y_{(w)} = -6.793 + 1.058w - 0.0046w^2 \quad R^2 = 0.977^{**} \quad (5)$$

$$Y_{(w)} = -3.143 + 0.9365w - 0.0037w^2 \quad R^2 = 0.98^{**} \quad (6)$$

در روابط بالا w آب مصرفی بر حسب سانتی متر و Y عملکرد بر حسب تن در هکتار می باشد.

– رابطه آب مصرفی با عملکرد و درآمد  
در این بخش رابطه مقدار آب مصرفی و  
عملکرد با درآمد ناخالص، درآمد خالص و همچنین  
عملکرد به ازای واحد آب مصرفی و سود خالص به  
ازای واحد آب مصرفی به تفکیک برای دوره‌های  
آبیاری هشت و ۱۲ روز و بدون در نظر گرفتن دور  
آبیاری محاسبه گردیده است (جدول ۴، ۵ و ۶).

جدول ۴- رابطه آب مصرفی با درآمد ناخالص، سود خالص، عملکرد به ازای واحد آب مصرفی و سود  
خالص به ازای آب مصرفی در دور هشت روز

**Table 4** Relationships between amounts of water use and gross and net benefits, yield and net benefits per unit of water at 8 days intervals

عمق آب مصرفی (cm) Amount of water	95.95	76.76	57.57	47.97
عملکرد (t/ha) Yield	52.24	46.66	36.16	33.03
عملکرد به ازای واحد آب مصرفی (t/cm) Yield per unit of water	0.54	0.61	0.59	0.69
درآمد ناخالص Gross benefit	12346150	10853833	8489255	7901157
هزینه کل یک هکتار چغندر قند Total cost per hectar	4078752	3888771	3698790	3603750
سود خالص Net benefit	8267398	6965063	4790465	4297407
سود خالص به ازای واحد آب مصرفی Net benefit per unit of water	86163	90738	83211	89585

Icoms, benefit and costs in rials

درآمد، سود و هزینه ها برحسب ریال محاسبه شده است

جدول ۵- رابطه آب مصرفی با در آمدناخالص، سود خالص، عملکرد به ازای واحد آب مصرفی و سود خالص به ازای آب مصرفی در دور ۱۲ روز

**Table 5** Relationships between amounts of water use and gross and net benefits yield and net benefits per unit of water at 12 days intervals

Amount of water (cm) آب مصرفی	95.95	76.76	57.57	47.97
عملکرد (t/ha) Yield	53.38	49.7	38.3	35.24
عملکرد به ازای واحد آب مصرفی (t/cm)	0.56	0.65	0.66	0.73
Yield per unit of water				
در آمدناخالص Gross benefit	12079278	11085967	8806054	8139277
هزینه کل یک هکتار چغندر قند Total cost per hectare	4078752	3888771	3698790	3603750
سود خالص Net benefit	8000526	7197196	5107263	4535527
سودخالص به ازای واحد آب مصرفی Net benefit per unit of water	83382	93762	887132	94549
Incoms, benefit and costs in rials	درآمد، سود و هزینه ها برحسب ریال محاسبه شده است			

جدول ۶- رابطه آب مصرفی با در آمد ناخالص، سود خالص، عملکرد به ازای واحد آب مصرفی و سود خالص به ازای آب مصرفی بدون در نظر گرفتن دور آبیاری

**Table 6** Relationships between amounts of water use and gross and net benefits, yield and net benefits per unit of water

Amount of water (cm) آب مصرفی	95.95	76.76	57.57	47.97
عملکرد (t/ha) Yield	52.81	48.18	37.24	34.14
عملکرد به ازای واحد آب مصرفی (t/cm)	0.55	0.63	0.65	0.71
Yield per unit of water				
در آمدناخالص Gross benefit	12227546	10980407	8652571	8010426
هزینه کل یک هکتار چغندر قند Total cost per hectare	4078752	3888771	3698790	3603750
سود خالص Net benefit	8148794	7091636	4953781	4406676
سودخالص به ازای واحد آب مصرفی Net benefit per unit of water	84927	92387	86047	91836
Incoms, benefit and costs in rials	درآمد، سود و هزینه ها برحسب ریال محاسبه شده است			

چغندر قند بیشترین سود خالص را داشته است و عملکرد بدست آمده در این تیمار فقط حدود چهار تن با مصرف صد درصد نیاز آبی تفاوت دارد که بر اساس ارزیابی اقتصادی مصرف همین مقدار آب نیز قابل توصیه می‌باشد. این نتایج با نتایج بدست آمده توسط توکلی (۱۳۷۵) که بیشترین سود خالص را در مصرف ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه چغندر قند ذکر کرده بودند نزدیک می‌باشد. در خصوص دور آبیاری با توجه به شرایط خاک، آب و هوا و دوره رشد گیاه می‌توان به طریقی عمل کرد که با دور آبیاری تا حد امکان طولانی‌تر و افزایش مقدار مصرف هر نوبت آبیاری شرایطی فراهم گردد که آب در عمق بیشتری از خاک نفوذ کند تا علاوه بر در اختیار قرار گرفتن ریشه، تا حدودی از تبخیر سطحی نیز کاسته شود.

### تشکر و قدردانی

بدینوسیله از ریاست محترم موسسه تحقیقات چغندر قند و مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه که امکانات و بودجه اجرای این طرح تحقیقاتی را فراهم نمودند تشکر و سپاسگزاری می‌نماییم. همچنین از آقایان علی اصغر عزیزی، خلیل روشنی و تیمور سلیمانی تکنسین‌های دلسوز و زحمتکش مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه که در طول اجرای این تحقیق متحمل زحمات فراوان شده‌اند نهایت سپاس را داریم.

نتایج جداول چهار الی شش بیانگر آن است که بیشترین عملکرد در واحد آب مصرفی در تیمار ۵۰ در صد تأمین نیاز آبی گیاه به دست می‌آید، به عبارت دیگر کارایی مصرف آب در این تیمار بالاتر است هر چند ممکن است بدلیل کاهش عملکرد الزاماً افزایش کارایی مصرف آب باعث صرفه اقتصادی نگردد. لیکن بر اساس نتایج به دست آمده معلوم می‌گردد که بدون در نظر گرفتن دور آبیاری بیشترین سود خالص به ازای واحد آب مصرفی مربوط به تیماری است که ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه چغندر قند (۷۷۰۰ متر مکعب در هکتار) تأمین گردیده که عملکرد آن نیز ۴۸/۱۸ تن در هکتار بوده است (جدول شش). در دور هشت روز نیز بیشترین سود خالص به ازاء هر واحد آب مصرفی مربوط به تیمار ۸۰ درصد تأمین نیاز آبی با عملکرد ۴۶/۶۶ تن در هکتار می‌باشد (جدول چهار). اما در دور ۱۲ روز بیشترین سود خالص به ازای هر واحد آب مصرفی مربوط به تیمار ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی می‌باشد (جدول پنج). که البته اختلاف بسیار جزیی با مصرف ۸۰ درصد نیاز آبی دارد که خود نشان دهنده تاثیر دور آبیاری در عملکرد نهایی است. به طوری که با مصرف یک مقدار معینی از آب (۴۷۹۷ متر مکعب) در دوره های ۱۲ روز ۳۵/۲ و در دوره های هشت روز ۳۲ تن در هکتار عملکرد بدست آمده است. به هر حال با توجه به اینکه بدون در نظر گرفتن دور آبیاری کاربرد آب برابر ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه

## References

## منابع مورد استفاده

- توکلی، ع. ۱۳۷۵. بررسی اثرات کم آبیاری روی محصول چغندر قند و تعیین تابع تولید. پایا نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
- توکلی، ع. ۱۳۷۶. بهره‌برداری پایدار از منابع آب از طریق بهینه‌سازی کم آبیاری. بولتن کمیسیون آب. شماره ۲۲
- سپاسخواه، ع. ۱۳۷۵. کم آبیاری به روش جویچه‌ائی یک در میان. ارائه شده در هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زه‌کشی ایران. آبان ۱۳۷۵. تهران
- سلطانی، غ. ب. نجفی و ح. ترکمان، ۱۳۶۹. مدیریت مزرعه. انتشارات دانشگاه شیراز
- سلطانی، غ. ۱۳۷۲. اقتصاد مهندسی. انتشارات دانشگاه شیراز
- کوچکی، ع. م. حسینی و م. نصیری. ۱۳۷۲. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد
- وزیری، ژ. ۱۳۷۴. تعیین مدیریت مناسب آبیاری چغندر قند با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A. گزارش پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب کرمانشاه
- یزدی صمدی، ب. ع. رضائی و م. ولیزاده. ۱۳۷۶. طرح‌های آماری در پژوهش‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران
- English MJ (1990) Deficit irrigation management of farm irrigation systems. American Society of Agricultural Engineers, MI .631-663.
- Fisch bach PE, Mullir HR (1972) Every other furrow irrigation of corn. ASAE paper No. 72, St. Joseph, MI. ASAE
- Hang AN, Miller DE (1986) Responses of sugar beet to deficit, high -frequency sprinkler irrigation, II sugar beet development and partitioning to root growth. Agron J 78:15-18
- Hargreaves GH, Samani ZA (1984) Economic consideration of deficit irrigation. Journal of Irrigation and Drainage, 110: 343-358 .
- Miller DE, Aursaj JS (1976) Yields and sugar content of sugar beets as affected by deficit high -frequency irrigation. Agron. J. 68:231-234
- New L (1977) Sugar beets tolerate more limited irrigation. Irrigation Age. Vol. 12(1):51-52