

بررسی تأثیر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر روی کمیت و کیفیت چغندر قند در منطقه خوی

Study on the irrigation scheduling effects in different growth stages on quantity and quality of sugar beet in Khoy region, Iran

امیر نوجو^۱ و مهدی بقایی کیا^۲

۱. نوجو و م. بقایی کیا. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر روی کمیت و کیفیت چغندر قند در منطقه خوی. چغندر قند ۲۰(۱): ۲۷-۳۸

چکیده

اعمال تنش‌های آبی بر اساس دو هدف عمده افزایش کارایی مصرف آب و استفاده بهینه از منابع آب و اهداف به زراعی (نظیر افزایش برخی پارامترهای کیفی محصول، جلوگیری از رشد بی‌رویه اندام‌های هوایی محصولاتی نظیر چغندر قند و...) صورت می‌گیرد. در صورتی که در مرحله‌ای از رشد گیاه که حساسیت کمتری به خشکی دارد، از مقدار آب آبیاری کاسته شود، می‌توان ضمن کاهش هزینه‌های آب و آبیاری از آب صرفه‌جویی شده در سایر زراعت‌ها استفاده به عمل آورد و بدین ترتیب کارایی مصرف آب را افزایش داد. این تحقیق با هفت تیمار آبیاری در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی به مدت دو سال (۱۳۷۸ و ۱۳۸۰) به مرحله اجرا درآمد. تیمارهای آبیاری شامل: آبیاری در تمام مراحل، عدم آبیاری در مرحله کاشت تا سبزشدن، قطع آبیاری در مرحله سبزشدن تا مرحله شروع رشد ثابت، عدم آبیاری در مرحله کاشت تا سبزشدن و قطع یک نوبت آبیاری در مرحله رشد ثابت، عدم آبیاری در مرحله کاشت تا سبزشدن و قطع آبیاری آخر، قطع آبیاری در مرحله سبزشدن تا شروع رشد ثابت و قطع یک نوبت آبیاری در مرحله رشد ثابت، قطع آبیاری در مرحله سبزشدن تا مرحله شروع رشد ثابت و قطع آبیاری آخر بودند. نتایج دو سال آزمایش نشان داد که تیمارهای آبیاری اثر معنی‌داری در سطح یک درصد در تولید ریشه و شکر قابل استحصال دارد. در صورتی که بتوان سبزشدن بذور و نیاز آبی چغندر قند در مرحله اولیه رشد را بدون نیاز به آبیاری توسط بارندگی‌ها تأمین نمود، می‌توان ضمن کاهش ۱۶/۵ درصد در مصرف آب نسبت به تیمار شاهد، شکر قابل استحصال را ۱۳/۳ درصد افزایش داد. در این حالت کارایی مصرف آب، ۱/۷۰ کیلوگرم شکر در هر مترمکعب آب مصرفی در مقایسه با ۱/۲۵ در تیمار شاهد حاصل می‌گردد. در صورتی که از آبیاری آخر نیز صرف نظر شود، ضمن کاهش ۲۱/۲ درصد در مصرف آب، شکر قابل استحصال نسبت به شاهد ۱۱ درصد افزایش یافته و کارایی مصرف آب به ۱/۷۶ کیلوگرم شکر بر مترمکعب آب مصرفی افزایش خواهد یافت. از پارامترهای کیفی محصول، درصد قند در سطح یک درصد و مقدار سدیم موجود در ریشه در سطح پنج درصد تحت تأثیر قرار گرفته‌اند. به طور کلی کلیه تنش‌های آبی وارد شده موجب افزایش درصد قند نسبت به تیمار شاهد شد. قطع آبیاری در مرحله اولیه رشد و قطع آبیاری آخر منجر به افزایش درصد قند گردید، به طوری که درصد قند از ۱۲/۷۴ در تیمار شاهد به ۱۶/۰۹ افزایش یافت. بنابراین افزایش درصد قند، کاهش عملکرد ریشه به علت تنش آبی را جبران نموده و شکر قابل استحصال این تیمار بیشتر از تیمار شاهد به دست آمده است.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، خوی، شکر قابل استحصال، صرفه‌جویی در مصرف آب، قطع آبیاری، کارایی مصرف آب و تنش آبی

۱ - عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی

۲ - کارشناس بخش تحقیقات چغندر قند مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی

مقدمه

کمبود یا تنش آب در گیاه به وضعیتی اطلاق می‌شود که در آن سلول از حالت آماس خارج شده باشد و هنگامی رخ می‌دهد که سرعت تعرق بیش از سرعت جذب آب باشد. بدیهی است تنش طولانی آب موجب کاهش اندازه گیاه خواهد شد. صدمات وارده در اثر تنش آب در برخی از مراحل بحرانی بیش از مراحل دیگر است. دوره بحرانی زمانی است که اندام‌های زایشی گیاه تشکیل یافته و موقع گرده افشانی و تلقیح فرا می‌رسد. مسلم است که اثر تنش آب در مراحل مختلف دوره رشد کاملاً متفاوت باشد (خیرابی و همکاران ۱۳۷۵).

تنش آب همواره زیان‌آور نیست. در بعضی شرایط، تنش جزئی آب با وجودی که رشد را تقلیل می‌دهد، می‌تواند در بهبود کیفیت محصولات گیاهی مؤثر واقع شود. تنش جزئی آب کیفیت میوه‌های سیب، گلابی، هلو و آلو را افزایش داده و میزان پروتئین گندم را بالا می‌برد (خیرابی و همکاران ۱۳۷۵). چغندر قند ریشه‌ای به علت دوره رویشی طولانی بدون مرحله حساس گل‌دهی، سیستم ریشه عمیق و ظرفیت لازم برای تنظیم اسمزی، تحمل بیشتری به خشکی و شوری دارد (کوچکی و سلطانی ۱۳۷۵) لذا افت عملکرد و کیفیت آن در اثر تنش معین، کمتر از گیاهان حساس مثل سیب زمینی و سبزیجات می‌باشد. در چغندر قند یکی از عکس‌العمل‌های درونی گیاه به کمبود آب، علاوه بر کاهش رشد، افزایش غلظت قند در ریشه می‌باشد. در شرایط آبیاری، قبل

از برداشت ریشه‌ها، برای این که درصد قند آن افزایش یابد، مدتی گیاه را وادار به پژمرده شدن می‌نمایند. بدین صورت با قطع آبیاری در چهار تا شش هفته قبل از برداشت، درصد قند در ریشه‌ها به مقدار زیادی افزایش می‌یابد (کوچکی و سلطانی ۱۳۷۵). دورنبوس و پروت (Doorenbos and Pruitt 1977) در تحقیقی، مرحله بحرانی و حساس به تنش خشکی را برای چغندر قند سه الی چهار هفته بعد از جوانه‌زنی اعلام نمودند. در این دوره اعمال استرس آبی موجب کاهش قابل توجهی در کمیت و کیفیت محصول گردید. تحقیقات درایکات و میزیم (Draycott and Messem 1977) نشان داد که کم آبیاری به طور معنی‌داری منجر به افزایش تولید قند به میزان ۱۵ درصد می‌شود. آبیاری تأثیر کود نیترات را افزایش داده و آبیاری در اواخر دوره رشد، تأثیر معنی‌دار در افزایش محصول نداشت. کارتر و همکاران (Carter et al. 1980) کاهش سطح برگ، کاهش جذب ازت، افزایش تجمع قند در ریشه و کاهش وزن ریشه بر اثر اعمال تنش آبی در گیاه چغندر قند را گزارش نمودند. هم‌چنین تبخیر و تعرق به علت کاهش سطح تبخیر (خشک شدن سطح خاک) و بسته شدن روزنه برگ‌ها، بدون کاهش محسوس در عملکرد، کاسته شد. زیکوف (Zhivkov 1984) گزارش نمود که قطع آبیاری در دوره رشد برگ‌ها باعث کاهش ناچیزی در عملکرد محصول شده و از لحاظ اقتصادی، قطع آبیاری در دوره مزبور را توصیه نموده است.

افزایش مدت تنش رطوبتی، میزان درصدقد افزایش داشت. وزیری (۱۳۷۴) طی تحقیقی زمان آبیاری را براساس تبخیر تجمعی ۵۰،۷۰،۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌متر از تشتک تبخیر تنظیم نمود. نتایج نشان می‌دهد با افزایش دور آبیاری، عملکرد چغندرقد کاهش می‌یابد به طوری که بین تیمارهای ۵۰ و ۱۲۰ میلی‌متر، تفاوت عملکرد حدود ۱۴ تن در هکتار بود. بین تیمارهای ۷۰ و ۱۰۰ میلی‌متر اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. بیات (۱۳۷۵) در تحقیقی تحت عنوان بررسی اثر دور آبیاری بر خواص کمی و کیفی ارقام چغندرقد، اختلاف معنی‌داری در عملکرد ریشه و میزان پتاسیم مشاهده نمود. وی تیمارهای دور آبیاری را در چهار سطح (۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک) و بعد از تنک و وجین اول اعمال نمود. مطالعات هنگ و میلر (Hang and Miller 1986) نشان می‌دهد کم آبیاری پس از پوشش کامل گیاهی در سطح مزرعه و با اعمال ۱۵ تا ۱۰۰ درصد و ۲۶ تا ۱۱۵ درصد میزان نیاز خالص تخمینی، به ترتیب در دو خاک لومی و شنی موجب افزایش تجمع قند ریشه گردیده و میزان آن در خاک لومی بیشتر از خاک شنی بوده است. هم چنین حداکثر درصد ماده خشک از آبیاری معادل با ۴۵ درصد نیاز کامل حاصل گردیده است. در این تحقیق آمده است که در خاک شنی با محدودیت آب، تجمع قند در ریشه هشت هفته پس از آغاز تیمارهای آبیاری به حداکثر می‌رسد و پس از آن کاهش می‌یابد. در آبیاری کامل تجمع قند در ریشه تا مرحله برداشت افزایش پیدا میکند. اعمال تنش رطوبتی در مراحل

میلر و آرسج (Miller and Aursaj 1976) گزارش نمودند که چغندرقد می‌تواند تحت شرایط کم‌آبی و مصرف آب به مقدار کمتر از میزان پتانسیل تبخیر و تعرق روزانه خود به رشد ادامه دهد. انگلیش و همکاران (English MJ and et al. 1990) طی تحقیقی دو روش آبیاری کامل و ناقص (کم آبیاری) را بر روی چغندرقد و چند محصول دیگر با هم مقایسه کرد و نتیجه گرفت که کم آبیاری باعث افزایش درآمد و کاهش مصرف آب، انرژی و سایر نهاده‌های کشاورزی میشود. هارگریوز و سامانی (Hargreaves and Samani 1984) اعلام نمودند که از عوامل مهم در به دست آوردن عملکرد بالا در هر نوع محصولی، آب و کود می‌باشد. هم چنین در شرایطی که آب ارزان باشد، آبیاری کامل برای به دست آوردن حداکثر عملکرد، مفید است. در شرایطی که حاصلخیزی بالا بوده و از ارقام پرمحصول استفاده شود، اعمال کم‌آبیاری احتمال به دست آوردن حداکثر سود خالص را کاهش می‌دهد. سپاسخواه (۱۳۷۵) در تحقیقات خود بر روی گیاه چغندرقد در شیراز به این نتیجه رسید که میزان عملکرد در آبیاری جویچه‌ای یک در میان با دور آبیاری شش روزه بر آن چه که از آبیاری جویچه‌ای معمولی با دور ۱۰ روزه به دست آمده برتری دارد، ضمن این که میزان آب آبیاری ۲۳ درصد کاهش می‌یابد. بازوبند (۱۳۷۱) با بررسی اثرات تنش رطوبتی بر خواص کمی و کیفی چغندرقد، گزارش نمود تنش رطوبتی تا میزان حذف چهار نوبت آبیاری در طول دوره رشد تأثیر محسوسی در عملکرد ریشه نداشته و با

ولی باعث کاهش عیارقند چغندر نمی‌شود (Miller and Aursaj 1976).

غلظت شکر در ریشه چغندر قند ممکن است به علت اعمال تنش رطوبتی ملایم قبل از برداشت، تا حد یک درصد افزایش داشته باشد. ولی بایستی دقت نمود که کل شکر تولیدی ممکن است به دلیل کاهش عملکرد ریشه، کاهش داشته باشد (کوچکی و سلطانی ۱۳۷۵). در مزارعی که به خوبی آبیاری می‌شوند در طی فصل رشد غلظت قند به طور یکنواخت افزایش می‌یابد. در محصول تحت تنش، غلظت قند با سرعت بیشتری افزایش یافته و تحت تنش شدید می‌تواند پنج درصد بیشتر از محصول بدون تنش باشد. علیرغم این موضوع، غالباً دامنه وسیعی از تیمارهای آبیاری اثر ناچیزی بر غلظت قند در برداشت نهائی دارند. این امر ممکن است به علت افزایش ناخالصی در ریشه محصول تحت تنش باشد. آبیاری و یا بارندگی آخر فصل گیاه تنش دیده، موجب جذب مجدد آب توسط ریشه‌های گیاه شده و غلظت قند کاهش می‌یابد (کوچکی و سلطانی ۱۳۷۵).

مواد و روش‌ها

مزرعه آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی واقع در ۱۶۰ کیلومتری شمال شهرستان ارومیه و پنج کیلومتری جاده قدیم خوی به قره‌ضیالدین در موقعیت جغرافیایی ۴۴ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۱۱۴۳ متری از سطح دریای آزاد، انتخاب و اثرات قطع آبیاری

انتهایی رشد برخی گیاهان باعث کاهش رشد رویشی آن‌ها شده و موجب بهبود کیفیت محصول می‌شود. هم چنین اعمال کم آبیاری در مراحل انتهایی فصل رشد که همراه با کاهش درجه حرارت محیط می‌باشد، سبب بهبود شرایط بعضی گیاهان برای خواب زمستانه می‌گردد.

چغندر قند گیاهی است که در سال اول به منظور تولید ریشه کشت می‌شود و فاقد مرحله رشد زایشی در این سال می‌باشد (اکثر گیاهان در این مرحله از رشد بسیار حساس به خشکی می‌باشند) از طرفی اجداد چغندر قند در سواحل دریا می‌زیسته‌اند. بدین جهت گیاهی است که به شوری و خشکی نسبتاً مقاوم بوده و می‌تواند دوره‌های کوتاه کم آبی را به خوبی تحمل کند بدون این که کاهش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد آن ایجاد شود. از نظر شوری، فقط پنبه و جو در مقایسه با چغندر قند تحمل بیشتری دارند. صفاتی که موجب تحمل به شوری و خشکی در این گیاه می‌شوند عبارت است از دوره رویشی طولانی بدون مرحله حساس گل‌دهی، سیستم ریشه عمیق، ظرفیت آن برای تنظیم اسمزی می‌باشند (کوچکی و سلطانی ۱۳۷۵).

مطالعاتی که در کالیفرنیا در مورد چغندر قند در خاک‌های عمیق انجام شده است نشان می‌دهد که قطع آبیاری به مدت سه تا پنج و یا حتی هفت هفته قبل از برداشت با این که موجب کاهش ۵۰ درصدی در تبخیر و تعرق آخر فصل شده و کل تبخیر و تعرق فصل رشد را نیز حدود ۱۵ درصد کم می‌کند،

I4 = عدم آبیاری در مرحله کاشت تا سبزشدن و قطع یک نوبت آبیاری در مرحله رشد ثابت.

I5 = عدم آبیاری در مرحله کاشت تا سبزشدن و قطع آبیاری آخر.

I6 = قطع آبیاری در مرحله سبز تا شروع رشد ثابت و قطع یک نوبت آبیاری در مرحله رشد ثابت.

I7 = قطع آبیاری در مرحله سبزشدن تا مرحله شروع رشد ثابت و قطع آبیاری آخر.

مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک و هم چنین آب آبیاری به ترتیب در جداول ۱ تا ۳ آورده شده است. در کلیه تیمارها عملیات زراعی یکسان و کوددهی براساس نتایج آزمون خاک بوده و آزمایش در اول اردیبهشت ماه کاشته شد.

در مراحل مختلف رشد چغندر قند به مدت دو سال (۱۳۷۸ و ۱۳۸۰) بر روی چغندر قند مورد آزمایش قرار گرفت.

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار، با فاصله ردیف کاشت ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته ۱۵ سانتیمتر و هر تیمار در شش خط پنج متری مورد کشت قرار گرفت. فاصله کرت‌ها از یکدیگر ۱/۸ متر و فاصله بلوک‌ها دو متر انتخاب گردید. به طور کلی هفت تیمار و ۲۱ کرت مورد آزمایش قرار گرفت. تیمارهای آبیاری عبارت بودند از:

I1 = آبیاری گیاه در تمام مراحل رشد.

I2 = عدم آبیاری در مرحله کاشت تا سبزشدن.

I3 = قطع آبیاری در مرحله سبزشدن تا مرحله شروع رشد ثابت.

جدول ۱ مشخصات فیزیکی خاک ایستگاه تحقیقات خوی

Table 1 Soil physical characteristics, Khoy research station

عمق خاک Depth(cm)	بافت خاک Soil texture	جرم مخصوص ظاهری P _b (gr cm ⁻³)	رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی F. C. (%وزنی)	رطوبت در نقطه پژمردگی W.P. (%وزنی)
30-0	Si.C	1.41	23.4	11.3
60-30	Si.C	1.36	24.2	10.8
90-60	Si.C	1.30	23.5	11.65

جدول ۲ مشخصات شیمیایی خاک ایستگاه تحقیقات خوی

Table 2 Soil chemical characteristics, Khoy research station

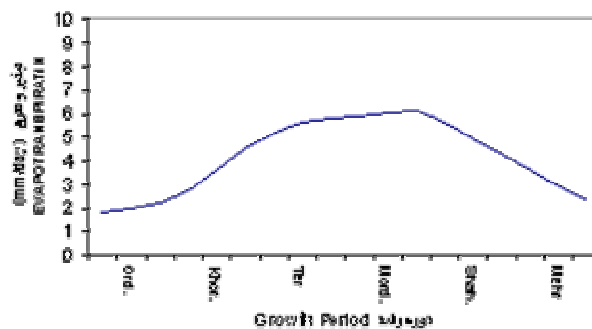
Cu	Zn	Mn	Fe	مواد خنثی شونده T.N.V %	فسفر قابل جذب Available P ppm	پتاسیم قابل جذب Available K ppm	کربن آلی O.C (%)	pH	هدایت الکتریکی Ec (ds/cm)	عمق خاک Depth (cm)
3.7	0.88	13.4	9.7	14.2	52.9	470	0.64	8.0	0.86	30-0
-	-	-	-	-	12.9	380	-	8.1	0.54	60-30
-	-	-	-	-	-	-	-	8.1	0.59	90-60

جدول ۳ کیفیت آب آبیاری مورد استفاده در طرح
Table 3 Quality of irrigation water, Khoy research station

PH	Ec*10 ³	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺
(meq lit ⁻¹) میلی اکی والان بر لیتر									
7.3	1024	0.0	6.1	2.6	2.5	6.6	3.5	-	1.0

رشد گیاه، دور آبیاری (در حدود ده روز) و با استفاده از شکل ۱ و در نظر گرفتن بارندگی‌ها (با استفاده از آمار ایستگاه سینوپتیک خوی) تعیین و به صورت حجمی توسط لوله‌های پلی‌اتیلن و کنتور داده شد.

نیاز آبی چغندر قند در منطقه خوی بدون احتساب باران مؤثر در طول فصل زراعی در شکل شماره ۱ آمده است (فرشی و همکاران ۱۳۷۶). سهم باران مؤثر در تأمین نیاز آبی گیاه در سه ماهه اول سال، ۱۰۸ میلیمتر بود. آب مورد نیاز تیمارها براساس مرحله



شکل ۱ نیاز آبی خالص چغندر قند در منطقه خوی

Fig. 1 Net sugar beet water requirement in Khoy region, Iran

نتایج

تیمارهای آبیاری در سطح یک درصد تأثیر

معنی‌دار بر عملکرد ریشه چغندر قند داشته و حداکثر عملکرد ریشه از تیمار شاهد (آبیاری کامل) به دست آمد. قطع آبیاری کاهش عملکرد از ۳/۶ تا ۲۱/۹ درصد نسبت به تیمار شاهد را نشان می‌دهد. تیمار قطع آبیاری در مرحله کاشت تا سبزشدن با ۳/۶ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد، در یک گروه آماری با تیمار شاهد قرار گرفت. تأثیر تنش خشکی در

نتایج حاصل از این پژوهش توسط نرم افزار MSTATC به صورت سالانه و مرکب مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت (جدول ۴) و میانگین تیمارها با روش دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

الف-تأثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد ریشه

ب- تأثیر تیمارهای آبیاری بر شکر قابل استحصال

تیمارها در سطح پنج درصد تأثیر معنی دار بر شکر قابل استحصال داشته و مقدار آن در تیمار I2 نسبت به سایر تیمارها، حداکثر بوده و نسبت به شاهد ۱۳٪ افزایش داشته است.

کاهش عملکرد با تحقیقات سایر محققین نظیر کارتر و همکاران (Carter et al. 1980)، زیگوف (Zhivkov 1984)، هارگریوز و سامانی (Hargreaves and Samani 1984) و وزیری (۱۳۷۴) مطابقت دارد.

جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمی و کیفی چغندر قند در دو سال آزمایش
Table 4 Analysis of sugar beet quantitative and qualitative characteristics (1999 and 2001)

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	شکر قابل استحصال	درصد قند	ناخالصی‌های شربت (meq/100g)			S.C	شکر قابل استحصال	عملکرد	درجه آزادی	منبع تغییرات
					ازت مضره N-α	سدیم Na	پتاس K					
سال	1	62.41 ns	267.93 ns	411.2	499.21	316.54	17.06	411.2	267.93 ns	62.41 ns	1	Y
تیمار	6	357.81**	6.44 *	6.25**	1.75 ns	2.40*	0.64 ns	6.25**	6.44 *	357.81**	6	T
خطا	6	193.52*	1.85	2.63*	2.86ns	2.35*	0.68ns	2.63*	6.74*	193.52*	6	Y*T
ضریب تغییرات	24	61.09	1.85	0.79	1.93	0.76	0.356	0.79	1.85	61.09	24	E
میانگین	Mean	84.99	12.34	1.81	5.81	4.15	6.44	1.81	12.34	84.99	Mean	C.V.

*** Significant at 0.05 and 0.01 respectively

* و ** معنی دار در سطح پنج و یک درصد

جدول ۵ گروه بندی تیمارهای آبیاری برای عملکرد ریشه و شکر قابل استحصال در دو سال آزمایش
Table 5 Grouping of irrigation treatments on root yield and white sugar yield (1999 and 2001)

تیمار	عملکرد	تغییرات عملکرد نسبت به شاهد	شکر قابل استحصال	تغییرات شکر قابل استحصال نسبت به شاهد
Treatment	Root yield (t ha ⁻¹)	Percent of changes (%)	Sugar yield (t ha ⁻¹)	Percent of changes (%)
I1	96.78(a)	0.0	12.27(abc)	0.0
I2	93.32(ab)	-3.6	13.91(a)	13.3
I3	85.74(bc)	-11.5	12.03(bc)	-1.9
I4	79.29(c)	-18.1	11.33(c)	-7.7
I5	84.19(bc)	-13.1	13.62(ab)	11.0
I6	75.58(c)	-21.9	11.34(c)	-7.6
I7	79.98(c)	-17.4	11.87(bc)	-3.2

در میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی دار مشاهده نشده است.

Means followed by similar letters were not significantly different.

ج- تأثیر تیمارهای آبیاری بر پارامترهای کیفی محصول

تجزیه واریانس صفات کیفی ریشه چغندر قند نشان داد که تیمارهای آبیاری در سطح یک درصد بر روی درصد قند و درصد قند قابل استحصال و در سطح پنج درصد بر روی سدیم تأثیر معنی‌دار داشته و بر سایر عوامل کیفی معنی‌دار نبوده است. تیمار I5 بالاترین درصد قند، حدود ۱۶/۰۹ درصد را دارا می‌باشد و با درصد قند تیمار شاهد بیش از سه درصد اختلاف نشان می‌دهد کمترین درصد قند ریشه از آبیاری کامل (تیمار شاهد) به دست آمده است. تأثیر تیمارهای آبیاری در

کیفیت محصول در جدول شماره ۶ آورده شده است. افزایش درصد قند بر اثر اعمال تنش آبی با تحقیقات بازوبند (۱۳۷۱)، کوچکیو سلطانی (۱۳۷۵) و میلر و آرسنج (Miller and Aursaj 1976) نیز مطابقت دارد.

میزان سدیم در تیمار I5 کمترین و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار دارد. در مقابل درصد قند قابل استحصال در این تیمار بیشترین و در تیمار شاهد کمترین مقدار مشاهده شده است. تأثیر تیمارهای آبیاری در میزان پتاس، ازت مضره، آلکالیتیه، ضریب استحصال و قند در ملاس معنی‌دار نبوده است.

جدول ۶ گروه بندی تیمارهای آبیاری در صفات کیفی چغندر قند

Table 6 Grouping of irrigation treatments on quality of sugar beet

تیمار ها	درصد قند	پتاس	سدیم	ازت مضره	آلکالیتیه	درصد قند قابل استحصال	درجه استحصال	قند ملاس
Treatments	S.C	K (meq/100g)	Na (meq/100g)	N-α (meq/100g)	ALC	W.S.C	Yield (t ha ⁻¹)	MS (%)
I ₁	12.74(c)	6.88	3.99(a)	6.13	2.22	9.05(c)	67.81	3.95
I ₂	14.70(ab)	6.16	4.53(a)	6.11	2.68	10.68(abc)	63.34	4.02
I ₃	14.27(b)	6.56	4.52(a)	5.79	4.52	10.22 (bc)	6.17	4.06
I ₄	14.60(ab)	6.19	4.81(a)	5.55	2.24	10.59 (abc)	68.72	4.00
I ₅	16.09(a)	6.82	2.88(b)	6.62	2.23	12.43 (a)	75.08	3.66
I ₆	15.13(ab)	6.42	4.32(a)	5.52	2.29	11.22(ab)	70.29	3.91
I ₇	15.04(ab)	6.06	4.00(a)	4.95	2.39	11.41(ab)	73.65	3.63

در میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌دار مشاهده نشده است.

Means followed by similar letters have not significantly different

د- تأثیر تیمارهای آبیاری در مصرف آب

مقدار مصرف آب در تیمار I1 و I6 به ترتیب با ۹۸۱۴ و ۸۶۲۹ مترمکعب در هکتار بیشترین و کمترین بود. کمترین کارایی مصرف آب بر اساس وزن ریشه و شکر قابل استحصال مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. به عبارتی اعمال هرگونه تنش آبی منجر به افزایش

کارایی مصرف آب شده است. در این میان تیمارهای دوم و پنجم علیرغم کاهش مصرف آب، افزایش شکر قابل استحصال نسبت به تیمار شاهد داشته‌اند. در جدول شماره ۷ کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف مورد مقایسه قرار گرفته است.

جدول ۷ کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف

Table 7 The Water Use Efficiency (WUE) in different irrigation treatments

کارایی مصرف آب WUE (²) (kg m ⁻³)	کارایی مصرف آب WUE (¹) (kg m ⁻³)	حجم آب آبیاری Water used)m ³ ha ⁻¹ (تعداد آبیاری Irrigation no	عملکرد شکر Sugar yield)t ha ⁻¹ (عملکرد ریشه Root yield)t ha ⁻¹ (تیمارها Treatments
1.25	9.87	9814	14	12.27	96.87	I ₁
1.70	11.39	8194	13	13.91	93.32	I ₂
1.59	11.36	7544	10	12.03	85.74	I ₃
1.51	10.61	7472	12	11.33	79.29	I ₄
1.76	10.89	7731	12	13.62	84.19	I ₅
1.66	11.08	6822	9	11.34	75.58	I ₆
1.67	11.29	7080	9	11.87	79.98	I ₇

۱- کارایی مصرف آب براساس تولید ریشه ۲- کارایی مصرف آب بر اساس شکر قابل استحصال

1-WUE on the base of root yield

2-WUE on the base of sugar yield

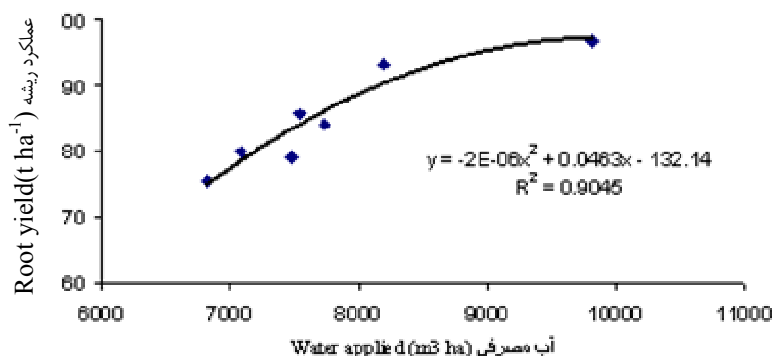
بحث

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان تأثیر

تیمارهای مختلف آبیاری را چنین بیان نمود:

قطع آب مورد نیاز گیاه در مراحل مختلف رشد، اثرات متفاوتی در عملکرد ریشه داشته و در غالب شرایط منجر به کاهش تولید ریشه می‌گردد. چغندر قند گیاهی است که به مدت ۲۰۰-۱۸۰ روز دوره رشد طبیعی داشته و با توجه به بهاره بودن محصول، نیاز آبی آن باید در تمامی مراحل رشد تأمین گردد. هر تنشی که در مراحل مختلف اعمال گردد، باعث کاهش عملکرد ریشه و کمیت خواهد شد. در صورتی که مرحله

سبز شدن گیاه توسط بارندگی‌های اوایل بهار صورت گیرد، منجر به تولید حداکثر شکر قابل استحصال خواهد شد. در این حالت تولید ریشه با اندکی کاهش با تیمار آبیاری کامل در یک دسته آماری قرار می‌گیرد. در شکل شماره ۲ رابطه آب مصرفی با عملکرد ریشه چغندر قند نشان داده شده است. تنش آبی در مقادیر کم آب آبیاری (مراحل کم آبیاری) تأثیر بیشتری در کاهش عملکرد ریشه داشته و با افزایش میزان آب آبیاری، اعمال تنش آبی تأثیر کمتری در کاهش عملکرد ریشه دارد.



شکل ۲ رابطه حجم آب آبیاری و عملکرد ریشه چغندر قند

Fig. 2 Relationship between irrigation water applied and root yield of sugar beet

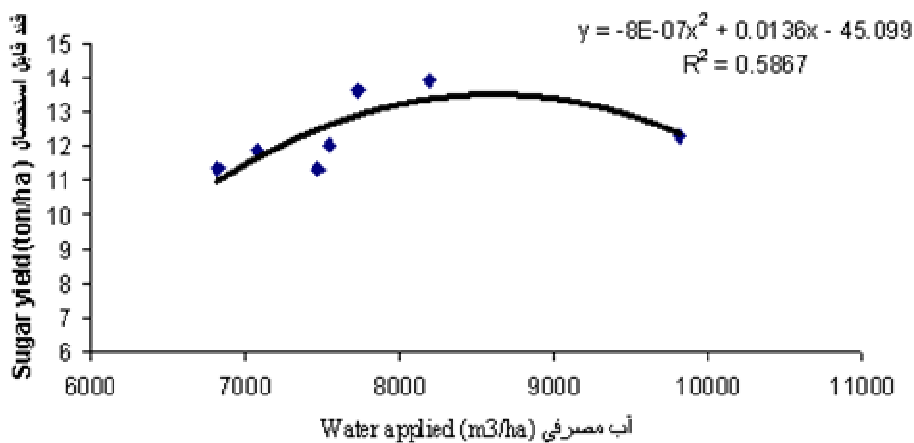
موجب دست‌یابی به حداکثر شکر قابل استحصال که مبنای ارزش نهایی محصول است، خواهد شد. با این توضیح قطع آبیاری‌های آخر و عدم آبیاری در مرحله اولیه رشد و سبز شدن بذور (در صورتی که بارندگی‌های بهاری برای سبز نمودن بذور کافی باشد)، توصیه می‌گردد.

قطع آب قبل از برداشت محصول، ضمن کاهش معنی‌دار عملکرد ریشه، منجر به افزایش قابل توجه شکر قابل استحصال شده است. در تمامی تیمارها اعمال تنش آبی موجب افزایش درصد قند شده است و در صورتی که تنش آبی در مراحل اولیه رشد و یا اواخر دوره رشد اعمال گردد، ضمن کاهش مصرف آب

استحصال در هر دو تیمار دوم و پنجم بیشترین مقدار به دست آمد. در این تیمارها میزان شکر قابل استحصال بیش از تیمار شاهد بوده و ضمن کاهش تعداد آبیاری و هزینه‌های مربوطه، درآمد نهایی حاصل از فروش محصول افزایش خواهد یافت. رابطه حجم آب آبیاری و شکر قابل استحصال در شکل شماره ۳ آورده شده است. براین اساس افزایش آب آبیاری تا مرحله‌ای از نیاز گیاه، افزایش شکر قابل استحصال را فراهم نموده ولی افزایش بیشتر آب آبیاری، کاهش شکر قابل استحصال را موجب می‌شود. به عبارتی تنش آبی تا میزان معینی از نیاز آبی گیاه موجب دستیابی به حداکثر محصول گردیده و افزایش و کاهش آبیاری هر دو موجب کاهش شکر قابل استحصال خواهد شد. در صورتی که در منطقه، ارزش واحد آب تعیین‌کننده سود نهایی زارعین باشد، به ترتیب استفاده از تیمارهای I4, I2, I5, I6, I7, I3, و I1 توصیه می‌گردد.

تأثیر تنش آبی بر درصد قند، سدیم و درصد شکر معنی‌دار بود. ولی تأثیر آن در میزان پتاس، ازت مضره، آلکالیت، خلوص شربت و درصد قند در ملاس معنی‌دار نبوده است. در برخی تیمارها افزایش درصد قند موجب افزایش شکر قابل استحصال و جبران افت عملکرد ریشه شده است. بیشترین درصد قند از عدم آبیاری در مرحله سبزشدن و قطع آبیاری آخر و کمترین آن از آبیاری کامل حاصل شد.

نتایج آزمایش نشان داد که در منطقه خوی اعمال تنش آبی به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب و کاهش هزینه‌های آبیاری بدون کاهش عملکرد نهایی (شکر قابل استحصال) میسر می‌باشد. با استفاده از بارندگی‌های اوایل بهار و حذف آبیاری‌های اول می‌توان ضمن کاهش مصرف آب به میزان ۱۶ درصد، کارایی مصرف آب بر اساس تولید ریشه را ۱۵/۴ درصد افزایش داد. کارایی مصرف آب بر اساس شکر قابل



شکل ۳ رابطه حجم آب آبیاری و شکر قابل استحصال در چغندر قند

Fig. 3 Relationship between irrigation water applied and sugar yield of sugar beet

References

منابع مورد استفاده

- بازوبند، م. ۱۳۷۱. بررسی اثرات تنش رطوبتی در مرحله بعد از اولین تنک بر خواص کمی و کیفی چغندر قند. گزارش پژوهشی بخش تحقیقات چغندر قند خراسان. صفحه ۳۸-۳۷.
- بیات، ع. ۱۳۷۵. بررسی اثر دور آبیاری بر خواص کمی و کیفی ارقام چغندر قند. گزارش پژوهشی بخش تحقیقات چغندر قند خراسان. صفحه ۹۷-۹۲.
- بی نام. ۱۳۷۷. قند بیشتر با عملیات زراعی بهتر. شرکت وندانه کار.
- توکلی، ع. ر. ۱۳۷۵. بررسی اثرات کم آبیاری روی محصول چغندر قند و تعیین تابع تولید. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- توکلی، ع. ر. ۱۳۷۹. کم آبیاری. نشریه ترویجی. انتشارات سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی.
- جهاد اکبر، م. ر و ابراهیمیان، ح. ر. ۱۳۷۷. مدیریت زراعی تنش رطوبتی در مرحله رشد مقدماتی ارقام و تأثیر آن بر کمیت و کیفیت چغندر قند. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان.
- خیرابی، ج. ۱۳۷۴. تحلیلی بر کم آبیاری، تعریف و تعیین انواع آن. ماهنامه آب خاک ماشین، شماره ۱۳. دی ماه ۱۳۷۴.
- خیرابی، ج. اسدالهی س. ا. ل. انتصاری، م. ر. توکلی، ع. ر و سعادت، ع. ر. ۱۳۷۵. کم آبیاری تنظیم شده، اهمیت و ضرورت آن در شرایط ایران. مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- خیرابی، ج. توکلی، ع. ر. انتصاری، م. ر. سلامت ع. ر. ۱۳۷۵. دستورالعمل‌های کم آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- سپاسخواه، ع. ر. ۱۳۷۵. کم آبیاری به روش جویچه‌ای یک در میان. مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- فرشی، ع. ا. شریعتی، م. ر. جاراللهی، ر. قائمی، م. ر. شهبابی فر م و تولائی م. م. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. نشر آموزش کشاورزی. جلد اول.
- کشاورز، ع و صادق زاده ک. ۱۳۷۹. کم آبیاری بهینه و تجزیه و تحلیل ریاضی و اقتصادی آن. مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. جلد ۵. شماره ۱۷.
- کوچکی، ع و سلطانی ا. ۱۳۷۵. زراعت چغندر قند. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- وزیری، ژ. ۱۳۷۴. تعیین مدیریت مناسب آبیاری چغندر قند با استفاده از طشتک تبخیر کلاس A. گزارش پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب کرمانشاه.

Carter GN, Jensen ME, Traveller DJ (1980) Effect of mid- and late- season water stresses on sugar beet growth and yield. *Agronomy journal*. 72:5, 806-815

- Cook DA, Scot RK (1993) The sugar beet crops. Chapman and Hall, IS. No-412-25130-2, P: 278-324
- Doorenbos J, Pruitt WH (1977) Crop water requirements. F.A.O Irrigation and Drainage paper 24. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy
- Draycott AP, Messem AB (1977) Response by sugar beet to irrigation 1965-75. Journal of Agricultural Science, UK, 89:2, 481-493
- English MJ and Musick JT, NMurty VV (1990) Deficit irrigation management of farm irrigation systems . American Society of Agricultural Engineers. 631–663. In: G.J.Hoffman, T.A.Howell, and K.H.Solomon(eds). Management of farm irrigation systems. ASAE Monograph No.9. American Society of Agricultural Engineers. 2950 Niles Road. St. Joseph, MI 49085-9659.
- Hang AN, Miller DG (1986) Responses of sugar beet to deficit , high- frequency sprinkler irrigation I: sucrose accumulation and top and root dry matter production. Agronomy Journal. 78:1, 10-14
- Hang. AN, Miller DE (1986) Responses of sugar beet to deficit. high- frequency sprinkler irrigation. II: Sugar beet development and partitioning to root growth. Agromomy Journal. 78:1, 15-18
- Hargreaves GH, Samani ZA (1984) Economic consideration of deficit irrigation. Irrigation and Drainage Journal. 110:343-358
- Miller DG, Aursaj JS (1976) Yields and sugar content of sugarbeet as affected by deficit high frequency irrigation. Agromomy Journal. 68:231-234
- Zhivkov ZhV (1984) Optimizing the irrigation regime of sugar beets during water deficit. Rasteniiev. 21:72-78