

# تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات کیفی چغندر قند در مراحل مختلف رشد رویشی

## Effects of water deficit on quality of sugar beet at different growth stages

محمد رضا میرزایی\*<sup>۱</sup> و سید معین الدین رضوانی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۸۵/۳/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۵/۱۰

م. ر. میرزایی و س. م. ا. رضوانی. ۱۳۸۶. تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات کیفی چغندر قند در مراحل مختلف رشد رویشی. چغندر قند ۲۳(۱):

۲۹-۴۲

### چکیده

برای بررسی اثرات میزان تنش خشکی در مراحل مختلف رشد رویشی چغندر قند و استفاده بهینه از مصرف آب، تحقیقی در سال ۱۳۷۹ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار در چهار تکرار به مدت دو سال در ایستگاه اکباتان مرکز تحقیقات کشاورزی همدان اجرا گردید. یکی از عوامل، قطع آبیاری در سه مرحله رشد شامل S<sub>1</sub>- مرحله رشد برگ (مرحله ۱۰-۸ برگ) یا تقریباً تا شش هفته پس از کشت، S<sub>2</sub>- مرحله رشد ریشه (بعد از مرحله ۱۰-۸ برگ) و S<sub>3</sub>- مرحله ذخیره‌سازی قند در ریشه (اواخر دوره رشد) و عامل دیگر تعداد دفعات قطع آبیاری در هر مرحله از رشد چغندر قند شامل یک بار قطع آبیاری (I<sub>1</sub>) تا چهار بار قطع آبیاری (I<sub>4</sub>) بود. علاوه بر دوازده تیمار مذکور یک تیمار شاهد بدون تنش نیز منظور شد. در این تحقیق از سیستم آبیاری نشتی استفاده گردید. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که بین مراحل مختلف رشد برای درصد قند، ضریب استحصال و درصد قند قابل استحصال معنی‌دار بود. از لحاظ مقدار سدیم، پتاسیم و درصد قند ملاس نیز بین مراحل مختلف رشد، اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بین تعداد دفعات قطع آبیاری برای اجزای قندی و غیرقندی (به جز آلکالیت)، تفاوت معنی‌دار به دست آمد. اثر متقابل معنی‌داری بین دو عامل مراحل مختلف رشد و تعداد دفعات قطع آبیاری مشاهده نشد. مقایسه میانگین دوساله عیار قند و عیار قند قابل استحصال نشان داد که بالاترین عیار قند و عیار قند قابل استحصال مربوط به تیمار S<sub>1</sub>I<sub>1</sub> و حداقل آن مربوط به تیمار S<sub>3</sub>I<sub>4</sub> بود. نتایج نشان داد که قطع آبیاری در اواخر دوره رشد چغندر قند، باعث کاهش خصوصیات کیفی قندی چغندر قند شامل عیار قند، عیار قند خالص و راندمان استحصال می‌شود. به‌طور کلی تنش رطوبتی در اواخر دوره رشد چغندر قند باعث افزایش ناخالصی‌های ریشه چغندر قند از جمله پتاسیم و سدیم شده و در نتیجه راندمان استحصال قند ریشه را به‌طور معنی‌داری کاهش و درصد قند ملاس را افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، چغندر قند، درصد قند، قطع آبیاری، صفات کیفی، مراحل رشد

\*- نویسنده مسئول

[mirzaie1346@gmail.com](mailto:mirzaie1346@gmail.com)

۱- مری پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان

## مقدمه

در شرایط آب و هوایی ایران مصرف بهینه آب در تولید محصولات کشاورزی بعنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر رشد و نمو گیاهان از اهمیت خاصی برخوردار است (جهاداکبر و ابراهیمیان ۱۳۷۷). مقدار آب در خاک برای رشد مطلوب گیاه باید در حد بهینه باشد و کمبود آب، رشد گیاه را کاهش خواهد داد. محدودیت رطوبت در خاک از طریق کاهش سطح برگ و متعاقب آن کاهش فتوسنتز و انتقال مواد، بر رشد گیاهان زراعی مؤثر خواهد بود (سرمدنیا و کوچکی ۱۳۶۸).

کم‌آبیاری یکی از روش‌های به حداکثر رساندن کارایی مصرف آب، بالابردن عملکرد به ازاء یک واحد آب مصرفی می‌باشد در این روش، گیاه در یک مرحله خاص رشد و یا در تمام فصل رشد تحت تنش آبی قرار می‌گیرد (Kirda 2002). در تنش خشکی، سیستم ریشه از طریق جذب آب، لایه‌های سطحی خاک را خشک می‌نماید (۹۹٪ آب قابل استحصال در ۳۰ سانتی‌متری اولیه سطح خاک در تابستان به وسیله ریشه‌ها جذب می‌شود) و جذب آب به تدریج از اعماق پایین‌تر پروفیل خاک صورت خواهد گرفت. در این شرایط ریشه‌های نزدیک سطح خاک می‌میرند. لیکن با مرطوب‌شدن دوباره خاک ریشه‌های جدیدتر به سرعت رشد می‌کنند و جذب آب دوباره شروع می‌شود. وقتی که تمام آب قابل استفاده از قسمتی از خاک گرفته شود، مواد غذایی در این قسمت از پروفیل خاک غیرقابل استفاده می‌گردد (کوک و اسکات ۱۳۷۷).

چغندر قند از نظر نیاز آبی به سه مرحله: رشد برگ، رشد ریشه و تشکیل قند، تقسیم می‌شود (Delibaltov and Sarkizov 1974). حدود پتانسیل ماتریک جهت آبیاری چغندر قند به منظور نیل به حداکثر تولید بین ۴۰- تا ۶۰- سانتی‌بار گزارش شده است (Hanks and Ashcroft 1980). در صورتی که تنش رطوبتی در مرحله‌ای از رشد و یا کل دوره رشد گیاه به وجود آید بخشی از فعالیت‌های فیزیولوژیکی آن مختل شده و منجر به کاهش محصول می‌گردد (رحیمیان ۱۳۷۷).

در مطالعه‌ای روی چغندر قند که تحت سه مقدار آب آبیاری و کاربرد NPK (۹۰+۹۰+۱۲۰، ۱۲۰+۱۲۰+۱۸۰ و ۱۸۰+۱۸۰+۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) انجام شد، بیشترین میزان آبیاری در ترکیب با کم‌ترین میزان NPK، درصد قند ملاس را کاهش داد و در نهایت عملکردشکر قابل استحصال افزایش یافت (Andonov 1984).

تحقیقی در انگلستان با دو تنش خشکی زود هنگام (خرداد و تیر) و دیرهنگام (نیمه‌مرداد تا نیمه مهرماه) در مزرعه چغندر قند اعمال گردید. تنش زودهنگام سیستم ریشه را تحت تأثیر قرار داد و بسیاری از ریشه‌ها تا عمق ۶۰ سانتی‌متر عمق خاک از بین رفتند و توسعه سیستم ریشه زیر این عمق به آرامی صورت گرفت. همچنین توسعه پوشش گیاه کند شده و دریافت تشعشع کاهش یافت. مقدار آب قابل استفاده در لایه‌های خاک خیلی زود تخلیه شد که نتیجه این تنش کم‌آبی، ریزش زودهنگام برگ‌ها بود. اندازه جذب

در کم آبیاری با کاهش ۳۱/۳ درصد آب مصرفی نسبت به آبیاری کامل، اگرچه عملکرد به میزان ۱۳/۸ درصد کاهش یافت اما سودخالص نهایی تغییری نداشت که این بالاترین میزان درآمد خالص به ازاء هر واحد آب مصرفی است.

اکبری (۱۳۷۷) در مطالعه‌ای اثر کم آبیاری بر عملکرد چغندر قند را بررسی نمود و نتیجه گرفت با کاهش ۳۰ درصدی آب مصرفی، میزان عملکرد ۱۰ درصد کاهش یافت اما با افزایش درصد قند، کاهش محصول جبران شد، به طوری که عملکرد قند تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشت.

در آزمایشی اثر مقدار و دور آبیاری بر عملکرد چغندر قند و کیفیت آن را مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش آبیاری پس از ۵۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک کلاس A انجام و رطوبت خاک تا عمق مؤثر ریشه (۶۰ سانتی‌متر) به حد ظرفیت مزرعه رسانیده شد. نتایج نشان داد که اثر آبیاری بر عملکرد ریشه چغندر قند در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. تأثیر آبیاری بر درصد قند قابل استحصال ریشه در طی دو سال اجرای آزمایش معنی‌دار نبود (وزیری ۱۳۷۷). بررسی‌های انجام شده نشان داد که کم آبیاری چغندر قند غلظت ساکارز را در طول فصل رشد، افزایش داد (Kirda 2002).

تنش آب به حالتی می‌گویند که فشار آماس یا تورم در سلول یا بافت گیاهی کامل

تشنه نور خورشید و عملکرد ماده خشک در هر دو تیمار تنش کاهش یافت. تنش زود هنگام بیشترین کاهش در جذب نور و هم چنین کاهش عملکرد قند را باعث شد (Brown et al. 1987).

حقیقت و همکاران (۱۳۷۸) در مطالعه‌ای تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر چغندر قند را در سه سطح آبیاری بر اساس ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A و چهار سطح کودازته (۰، ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار) بررسی نمودند. نتایج نشان داد اثر مقادیر کودازته از صفر الی ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار بر روی درصد قند و عملکرد ریشه معنی‌دار نبود. اما رژیم‌های آبیاری بر روی عملکرد ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد ریشه با مصرف ۸۶۰ میلی‌متر آب بر اساس ۸۰ درصد تبخیر از تشتک در طول فصل رشد به دست آمد. علی‌رغم این نتیجه درصد قند و عملکرد قند خالص با کاهش آب آبیاری تا ۶۰۰ میلی‌متر تغییری نیافت و عملکرد قند ناخالص با مصرف آب بیشتر (۸۶۰ میلی‌متر) افزایش یافت.

توکلی و فرداد (۱۳۷۵) در مطالعه‌ای، بهینه‌سازی کم آبیاری بر اساس توابع تولید، هزینه و قیمت چغندر قند در کرج را بررسی و بیان نمودند که آبیاری کامل بالاترین میزان عملکرد (۵۹/۱ تن در هکتار) را به دنبال داشت اما به دلیل بالا رفتن هزینه‌ها و کاهش عیار قند، سود خالص کاهش می‌یابد.

روش آبیاری نشتی بررسی کردند، به غیر از تیمار آبیاری ۰/۵۵ در مرحله سوم رشد اختلاف بین سایر تیمارها از نظر میانگین عیارقند، عیارقند قابل استحصال و راندمان استحصال، معنی دار نبود.

میرزایی و قدمی فیروزآبادی (۱۳۸۵) در تحقیقی با آبیاری قطره‌ای در سطوح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیازآبی چغندر قند و یک تیمار آبیاری نشتی در سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی، نشان دادند که عیارقند، عیارقند قابل استحصال و هم‌چنین ضریب استحصال در تیمارهای آبیاری قطره‌ای ۷۵ و ۵۰ درصد به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار آبیاری نشتی است.

هدف از این تحقیق بررسی اثرات میزان تنش خشکی در مراحل مختلف رشد رویشی چغندر قند و مصرف بهینه آب با کم‌آبیاری به منظور به حداکثر رساندن کارایی مصرف آب و بالا بردن عملکرد به‌آزاء یک واحد آب مصرفی می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ به مدت دو سال در ایستگاه اکباتان، مرکز تحقیقات کشاورزی همدان اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو عامل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت.

تنش آبی به عنوان عامل اول در مراحل مختلف رشد چغندر قند در شرایط زیر اعمال شد:

S<sub>1</sub>- مرحله رشد برگ (مرحله ۱۰-۸ برگه یا تقریباً تا شش هفته پس از کشت)

نباشد و ناشی از تلفات بالای آب (تعرق) یا کاهش جذب آب و یا ترکیبی از این دو می‌باشد. واکنش‌های مرفولوژیک و بیوشیمیایی گیاهان به کمبود آب بسته به شدت تنش و طول دوره آن متغیر است. یک تنش بسیار ملایم تنها حساس‌ترین فرایندها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با افزایش تنش این تغییرات شدید شده و فرایندهای دیگر را بسته به حساسیت آن‌ها به تنش، تحت تأثیر قرار می‌دهد و مرحله بحرانی در رابطه با هدف از کشت متفاوت می‌باشد. در مورد چغندر قند ریشه‌ای شاید دوره تشکیل و نمو اندام ذخیره‌ای (ریشه) دوره بحرانی باشد ولی در مورد تولید بذر، مرحله دانه‌بندی دوره بحرانی محسوب می‌شود (هاشمی دزفولی و همکاران ۱۳۷۵). هرچه ماده خشک تولیدی در دوره‌ای خاص بیشتر باشد انتظار می‌رود تنش آب در همان دوره موجب کاهش بیشتری در عملکرد و اگر تولید بذر باشد کیفیت و عملکرد بذر شود (سرمدنیا و کوچکی ۱۳۶۸).

یوکان و جنکوگلان (۲۰۰۴) نشان دادند که با شش سطح آبیاری در طول فصل رشد (با حداکثر و حداقل ۱۳۳۱ و ۴۱۹ میلی‌متر) عملکرد ریشه در اثر کاهش میزان آب آبیاری کاهش معنی‌دار نشان داد ولی نتیجه در مورد درصد قند متفاوت بود.

میرزایی و رضوانی (۱۳۸۵) اثر کم‌آبیاری را در هریک از مراحل چهارگانه رشد چغندر قند با کاهش آب تا ۰/۵۵، ۰/۷ و ۰/۸۵ حداکثر حجم آب مورد نیاز با

برگی، پایان رشد ریشه و ذخیره‌سازی قند، اقدام به برداشت گردید.

تیمارهای S111 تا S114 به‌علاوه شاهد به مرحله اول برداشت و تیمارهای S211 تا S214 به علاوه شاهد به مرحله دوم برداشت، مربوط بودند. در مرحله سوم ۱۳ کرت در هر تکرار برداشت شد. در هنگام برداشت پس از حذف حاشیه ریشه‌ها برداشت و جهت تعیین صفات کیفی آن‌ها خمیر مخلوط، تهیه شد. سطح نمونه‌گیری در مرحله اول و دوم پس از حذف حاشیه، از یک خط به طول هشت متر (۴/۸ مترمربع) به منظور به‌دست آوردن تأثیر تنش خشکی در پایان هر یک از مراحل رشد چغندر قند انجام گردید. برداشت مرحله سوم (نهایی) از دو خط وسط کشت به طول هشت متر صورت گرفت (۹/۶ مترمربع).

تجزیه مرکب دو ساله داده‌های آزمایش باتوجه به تصادفی‌بودن اثر سال و ثابت‌بودن اثر تیمارها و با ملحوظ کردن امید ریاضی میانگین مربعات، انجام گردید و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از روش دانکن صورت گرفت. مخرج آزمون F برای فاکتورهای A و B از پولینگ منابع زیر آن به دست آمده است.

S<sub>2</sub> - مرحله رشد ریشه (بعد از مرحله ۱۰-۸ برگی)

S<sub>3</sub> - مرحله ذخیره‌سازی قند در ریشه (اواخر دوره رشد) تعداد دفعات قطع آبیاری به عنوان عامل دوم در هر مرحله از رشد چغندر قند شامل یک بار تا چهار بار قطع آبیاری (I<sub>1</sub> تا I<sub>4</sub>) اعمال شد. ضمناً در این تحقیق از سیستم آبیاری نشتی استفاده گردید.

علاوه بر دوازده تیمار مذکور یک تیمار شاهد بدون تنش نیز در نظر گرفته شد. آبیاری تیمار شاهد براساس تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر صورت گرفت به طوری که میزان تبخیر تجمعی بین دو آبیاری بین ۸۰-۶۰ میلی‌متر در نوسان بود. ارتفاع آب آبیاری براساس اندازه‌گیری رطوبت خاک در تیمار شاهد و رساندن آن به ظرفیت مزرعه محاسبه و اعمال شد. اعمال تیمارهای تنش براساس قطع آبیاری نسبت تیمار شاهد در هر یک از کرت‌ها انجام گردید. میزان آب ورودی و خروجی در هر مرحله آبیاری به وسیله فلوم‌های W.S.C اندازه‌گیری شد.

نتایج تجزیه خاک آزمایش در جدول شماره یک آمده است. اندازه هر واحد آزمایشی ده خط کاشت به طول ده متر و فاصله خطوط ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. رقم مورد استفاده بذر منوژرم تکنیکی ۷۲۳۳ بود. تاریخ و میزان بارندگی از زمان کشت تا برداشت یادداشت‌برداری شد. رطوبت خاک در هر یک از تیمارهای تنش قبل و پس از آبیاری با نمونه‌گیری از خاک در عمق ۵۰-۰ سانتی‌متر به وسیله آگر تعیین گردید. پس از اعمال تیمارها در سه مرحله، پایان رشد

جدول ۱ نتایج تجزیه خاک مزرعه آزمایشی از عمق ۳۰-۰ سانتی متری در دو سال زراعی

سال	بُر	منگنز	مس	روی	آهن	بافت	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)	ازت کل (%)	کربن آلی (%)	مواد خنثی شونده (%)	اسیدیته	هدایت الکتریکی ds/m
۱۳۷۹	۰/۶۸	۱۶/۲	۲/۳۲	۰/۷۸	۶/۲	L	۲۸۰	۱۰/۵	۰/۰۹	۰/۹۲	۸/۴	۷/۸۵	۰/۷۲
۱۳۸۰	۰/۶۶	۱۴/۴	۲/۴	۱/۰	۶/۴	L	۳۱۰	۲۵/۶	۰/۰۴	۰/۳۶	۸/۵	۸/۳	۰/۵۵

### نتایج و بحث

مختلف رشد از نظر درصدند، درصدند قابل استحصال، ضریب استحصال، سدیم، پتاسیم و درصدند ملاس، اختلاف معنی دار وجود داشت. اختلاف بین تعداد دفعات قطع آبیاری از نظر کلیه صفات به جز آلکالیت، معنی دار بود (جدول ۴). اثر متقابل معنی دار بین دو عامل مراحل مختلف رشد و تعداد دفعات قطع آبیاری در مورد هیچ کدام از صفات مشاهده نشد (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌های مراحل مختلف رشد به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد نشان داد که بیشترین عیارند خام و عیارند قابل استحصال در برداشت نهایی به مرحله اول رشد (رشد برگی) به ترتیب با ۱۹/۱۲ و ۱۶/۴۴ و کم‌ترین مقادیر به مرحله سوم رشد (مرحله ذخیره‌سازی قند) به ترتیب ۱۸/۲۷ و ۱۵/۳۴، تعلق داشت (شکل ۱). مقایسه میانگین‌های تعداد دفعات قطع آبیاری به روش دانکن نشان داد که بیشترین عیارند خام و عیارند قابل استحصال در برداشت نهایی به قطع یک مرحله آبیاری (I1)، به ترتیب ۱۹/۰۴ و ۱۶/۳۹ و کم‌ترین مقادیر به قطع چهار مرحله آبیاری (I4)، به ترتیب ۱۸/۲۵ و ۱۵/۳۲، مربوط بود (شکل ۲).

نتایج تجزیه واریانس مرکب در پایان رشد برگی (برداشت مرحله اول) شامل تیمارهای S11 تا S114 به علاوه شاهد نشان داد که اثر سال بر میزان سدیم و اثر متقابل تیمار، سال بر میزان پتاسیم ریشه (K) معنی دار بود در این مرحله بین تیمارها فقط از نظر درصدند ملاس اختلاف معنی دار به دست آمد (جدول ۲). نتایج تجزیه مرکب در پایان مرحله رشد ریشه (برداشت مرحله دوم) شامل تیمارهای S211 تا S214 به علاوه شاهد نشان داد که اثر سال برای صفات کیفی شامل عیارند، عیارند قابل استحصال، ضریب استحصال، سدیم، ازت مضره و درصدند ملاس، معنی دار بود. اثر متقابل تیمار × سال برای ضریب استحصال، سدیم (Na)، ازت مضره (N) و درصدند ملاس (MS) معنی دار شد (جدول ۳).

نتایج تجزیه مرکب با ملحوظ داشتن هر سه مرحله برداشت نشان داد که اثر سال بر میزان ضریب استحصال، پتاسیم، سدیم، ازت مضره، آلکالیت و درصدند ملاس معنی دار بود (جدول ۴). بین مراحل

بر اساس مقایسه میانگین‌های مراحل مختلف رشد برای راندمان استحصال، بالاترین و پایین‌ترین مقدار مربوط به تیمارهای مرحله اول رشد و مرحله سوم رشد، به ترتیب ۸۵/۸۶ و ۸۳/۵۸ بود (شکل ۳). مقایسه میانگین‌های تعداد دفعات قطع آبیاری برای راندمان استحصال نشان داد که بالاترین و پایین‌ترین مقدار به تیمارهای قطع یک و چهار مرحله آبیاری، به ترتیب ۸۵/۹۴ و ۸۳/۴۷ اختصاص دارد (شکل ۴). بنابراین با توجه به تقسیم‌بندی مراحل رشد چغندر قند، اواخر دوره رشد مواد تولیدی به تجع ساکارز در واکوئلهای سلولی اختصاص داشته و در نتیجه ممکن است در اثر تنش آب در این دوره منجر به کاهش عیار قند خام، عیار قند قابل استحصال و راندمان استحصال شده باشد.

هرچند نتایج نشان داد که قطع آبیاری در اواخر دوره رشد چغندر قند، باعث کاهش عیار قند، عیار قند قابل استحصال و راندمان استحصال می‌شود، لیکن با افزایش تعداد دفعات قطع آبیاری در اوایل تا اواسط دوره رشد چغندر قند کاهش معنی‌داری در اجزای قندی مشاهده نگردید (شکل‌های ۱ و ۲). یوکان و جنکوگلان (۲۰۰۴) نشان دادند که با شش سطح آبیاری در طول فصل رشد (با حداکثر و حداقل ۱۳۳۱ و ۴۱۹ میلی‌متر) عملکرد ریشه کاهش معنی‌دار نشان داد ولی نتیجه در مورد درصد قند متفاوت بود. به هر حال نمی‌توان این اثر را به آسانی از تأثیر ازت جدا کرد. حقیقت و همکاران (۱۳۷۸) نشان دادند که بیش‌ترین عملکرد ریشه با مصرف ۸۶۰ میلی‌متر آب بر اساس ۸۰ درصد تبخیر از تشتک در طول فصل رشد به دست آمد. علی‌رغم این نتیجه درصد قند و عملکرد قند

خالص با کاهش آب آبیاری تا ۶۰۰ میلی‌متر تغییری نیافت. اما کردا (۲۰۰۲) گزارش کرد که کم‌آبیاری چغندر قند غلظت ساکارز را در طول فصل رشد افزایش می‌دهد. میرزایی و رضوانی (۱۳۸۵) اثر کم‌آبیاری را در هریک از مراحل چهارگانه رشد چغندر قند با کاهش آب تا ۰/۵۵، ۰/۷ و ۰/۸۵ حداکثر حجم آب مورد نیاز با روش آبیاری نشتی بررسی کردند، به غیر از تیمار آبیاری ۰/۵۵ در مرحله سوم رشد اختلاف بین سایر تیمارها از نظر میانگین عیار قند، عیار قند قابل استحصال و راندمان استحصال، معنی‌دار نبود. میرزایی و قدمی فیروزآبادی (۱۳۸۵) در تحقیقی با آبیاری قطره‌ای ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی چغندر قند و یک تیمار آبیاری نشتی ۱۰۰ درصد، نشان دادند که از نظر عیار قند و عیار قند قابل استحصال و همچنین ضریب استحصال در تیمارهای آبیاری قطره‌ای با کاهش مقدار آب (۷۵ و ۵۰٪) افزایش معنی‌دار نسبت به تیمار آبیاری نشتی وجود دارد. لیکن تفاوت آن‌ها با تیمار آبیاری قطره‌ای ۱۰۰ درصد معنی‌دار نبود. وزیری (۱۳۷۷) گزارش کرد که تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر درصد قند قابل استحصال ریشه در طی دو سال اجرای آزمایش معنی‌دار نیست. کوک و اسکات (۱۳۷۷) عنوان نمودند که با افزایش تعداد قطع آبیاری و متعاقب آن کاهش رطوبت در خاک، ممکن است بسته‌شدن روزه‌ها برای جلوگیری از تعرق صورت گیرد. البته بسته‌شدن روزه‌ها حرکت گازها را در دو جهت تحت تأثیر قرار می‌دهد. ورود دی‌اکسید کربن برای عمل فتوسنتز و خروج آب به صورت تعرق تدریجاً کاهش می‌یابد.

مختلف رشد برای درصدقند ملاس ریشه نشان داد که کمترین و بیشترین مقدار به تیمارهای  $S_1$  و  $S_3$  به ترتیب با  $2/69$  و  $2/93$  تعلق دارد. مقایسه میانگین‌های تعداد دفعات قطع آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد از لحاظ درصدقند ملاس ریشه حاکی از آن بود که کمترین و بیشترین مقدار به تیمارهای  $I_1$  و  $I_4$  به ترتیب با  $2/66$  و  $2/93$  متعلق است (شکل ۱۰). میرزایی و رضوانی (۱۳۸۵) نیز نشان دادند که کم‌آبیاری در هریک از مراحل چهارگانه رشد چغندر قند، باعث افزایش پتاسیم و سدیم ریشه می‌شود.

به‌طور کلی تنش رطوبتی در اواخر دوره رشد چغندر قند باعث افزایش ناخالصی‌های ریشه چغندر قند و کاهش راندمان استحصال قند شده و درصدقند ملاس افزایش می‌یابد.

مقایسه میانگین‌های مراحل مختلف رشد از لحاظ سدیم و پتاسیم ریشه نشان داد که تنش آب در اواخر دوره رشد چغندر قند باعث افزایش معنی‌دار این عنصرها در ریشه شد. بنابراین سدیم و پتاسیم به صورت ذخیره و مصرف نشده در ریشه باقی می‌ماند (شکل ۵ و ۶). مقایسه میانگین‌های تعداد دفعات قطع آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد از لحاظ سدیم و پتاسیم حاکی از آن بود که با افزایش دفعات قطع آبیاری مقدار سدیم و پتاسیم ریشه افزایش می‌یابد (شکل ۶ و ۷). ازت مضره ریشه با افزایش تعداد قطع آبیاری افزایش یافت (داده‌ها درج نشده‌اند).

افزایش املاح غیرقندی در عصاره ریشه چغندر قند مانع از استحصال شکر در فرایند کارخانجات قند شده و منجر به افزایش درصدقند ملاس می‌گردد. چنانچه مشاهده می‌گردد (شکل ۹) مقایسه میانگین‌های مراحل

جدول ۲ تجزیه واریانس مرکب اجزای قندی و اجزای غیرقندی چغندر قند در برداشت مرحله اول

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات <sup>+</sup>							
		درصد قند	پتاسیم	سدیم	ازت	آلکالیت	درصد قند قابل استحصال	ضریب استحصال	درصد قند ملاس
سال	۱	۲/۵۱	۱/۲۸	۱۱/۳۱**	۰/۰۳	۲/۰۶	۱/۲۶	۱۹/۹۰	۰/۵۶
سال/تکرار	۶	۱/۸۳	۱/۵۰	۰/۰۹	۰/۱۰	۱/۹۱	۲/۸۲	۱۰۶/۰۸	۰/۲۵
تیمار	۴	۳/۰۷	۲/۷۹	۰/۶۳	۰/۰۷	۰/۹۲	۳/۶۶	۱۴۹/۸۷	۰/۶۶*
تیماردرسال	۴	۰/۹۸	۲/۱۵*	۰/۴۳	۰/۳۰	۳/۳۳	۲/۲۰	۱۰۴/۹۷	۰/۳۵
اشتباه	۲۴	۱/۶۰	۰/۶۵	۰/۲۶	۰/۱۷	۱/۳۰	۱/۸۸	۵۷/۵۸	۰/۱۷

\*\* و \* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

+ در مورد منابعی که دارای امید ریاضی یکسان بودند، میانگین مربعات آن‌ها برای انجام آزمون F ادغام شده است.

## جدول ۳ تجزیه واریانس مرکب اجزای قندی و اجزای غیرقندی چغندر قند در برداشت مرحله دوم

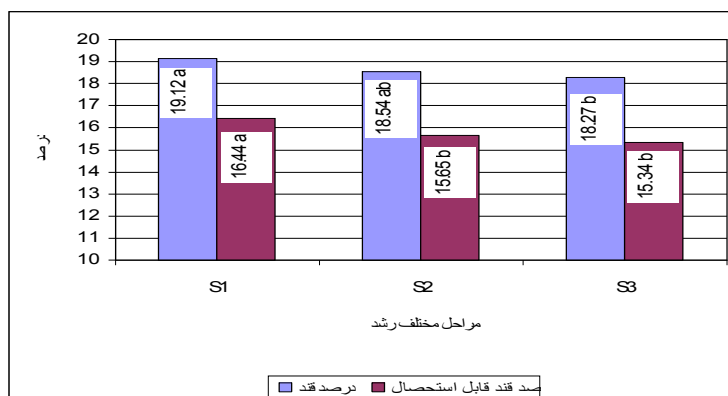
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات <sup>+</sup>							
		درصد قند	پتاسیم	سدیم	ازت	آلكالیتة	درصد قند قابل استحصال	ضریب استحصال	درصد قند ملاس
سال	۱	۱۹۸/۴۴**	۱/۰۷	۲۶/۴۵**	۷/۶۷*	۱/۰۷	۳۷۱/۱۷**	۱۵۲۰/۴۹**	۵/۶۷**
سال/تکرار	۶	۱/۵۰	۱/۳۴*	۰/۲۰	۱/۲۵**	۴/۲۰	۲/۳۶	۲۹/۲۹*	۰/۲۷**
تیمار	۴	۱/۷۱	۰/۴۳	۰/۵۲	۲/۰۲	۳/۵۸	۱/۹۰	۱۹/۲۵	۰/۲۲
تیماردرسال	۴	۲/۷۴	۰/۷۸	۰/۶۹*	۱/۴۵**	۱/۷۳	۳/۵۵	۳۴/۹۶*	۰/۴۴**
اشتباه	۲۴	۱/۵۱	۰/۴۱	۰/۲۴	۰/۳۳	۱/۶۸	۱/۶۸	۱۰/۴۳	۰/۰۶

\*\* و \* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد  
 + در مورد منابعی که دارای امید ریاضی یکسان بودند، میانگین مربعات آن‌ها برای انجام آزمون F ادغام شده است.

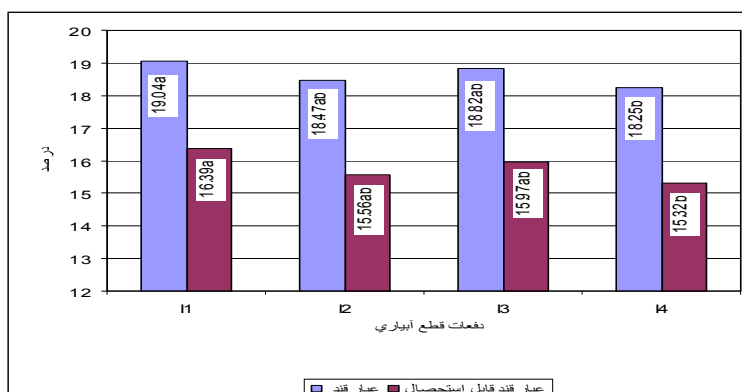
## جدول ۴ تجزیه واریانس مرکب اجزای قندی و اجزای غیرقندی چغندر قند در برداشت نهایی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات <sup>+</sup>							
		درصد قند	پتاسیم	سدیم	ازت	آلكالیتة	درصد قند قابل استحصال	ضریب استحصال	درصد قند ملاس
سال	۱	۰/۴۷	۱۱۸/۳۳**	۶/۶۴*	۱۵/۸۸**	۱۷۹/۲۰*	۱۲/۶۲	۵۹۱/۵۳*	۱۷/۹۹**
سال/تکرار	۶	۱۲/۷۱**	۴/۴۳**	۰/۷۹**	۱/۰۵	۱۴/۰۱**	۱۹/۳۴**	۷۸/۴۱**	۰/۸۹**
مراحل مختلف رشد	۲	۱۳/۹۸**	۲/۱۵*	۱/۷۲**	۰/۱۶	۵/۸۳	۲۱/۸۶**	۷۹/۷۱**	۰/۸۸**
سال × مراحل مختلف رشد	۲	۰/۵۰	۱/۰۸	۰/۰۸	۰/۶۳	۴/۰۷	۱/۱۴	۱۳/۴۱	۰/۱۶
تعداد دفعات قطع آبیاری	۳	۷/۸۴**	۳/۵۵**	۰/۶۷**	۱/۶۹*	۰/۴۳	۱۴/۲۱**	۷۱/۴**	۱/۰۹**
سال × تعداد دفعات قطع آبیاری	۳	۱/۴۷	۱/۰۶	۰/۰۸	۱/۵۵	۳/۷۴	۲/۳۳	۱۲/۹۹	۰/۱۶
مراحل مختلف رشد × تعداد دفعات قطع آبیاری	۶	۱/۴۹	۰/۳۶	۰/۰۸	۰/۹۴	۴/۸۰	۱/۸۶	۷/۴۳	۰/۰۵
سال × مراحل مختلف رشد × تعداد دفعات قطع آبیاری	۶	۱/۵۶	۰/۲۹	۰/۱۲	۰/۵۷	۳/۹۷	۲/۱۵	۷/۹۶	۰/۰۸
اشتباه	۶۶	۱/۴۹	۰/۴۴	۰/۱۱	۰/۵۵	۲/۲۳	۲/۱۵	۹/۱۵	۰/۱۱

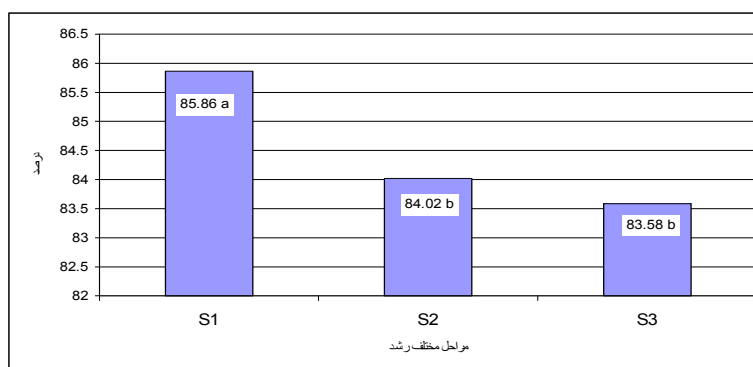
\*\* و \* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد  
 + در مورد منابعی که دارای امید ریاضی یکسان بودند، میانگین مربعات آن‌ها برای انجام آزمون F ادغام شده است.



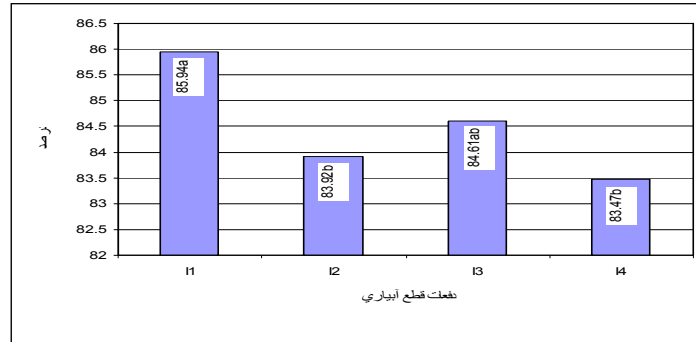
شکل ۱ میانگین‌های عیار قند و عیار قند قابل استحصال در مراحل مختلف رشد (در هر صفت میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد)



شکل ۲ میانگین‌های عیار قند و عیار قند قابل استحصال در دفعات قطع آبیاری (در هر صفت میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد)



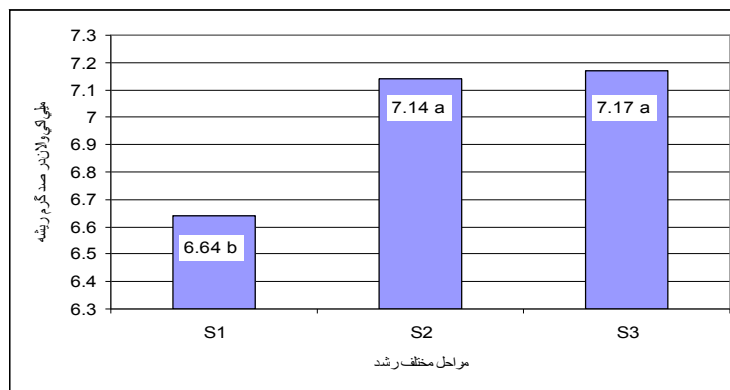
شکل ۳ مقایسه میانگین‌های راندمان استحصال در مراحل مختلف رشد (در هر صفت میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد)



شکل ۴ مقایسه میانگین‌های راندمان استحصال در دفعات قطع آبیاری (در هر صفت میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد)

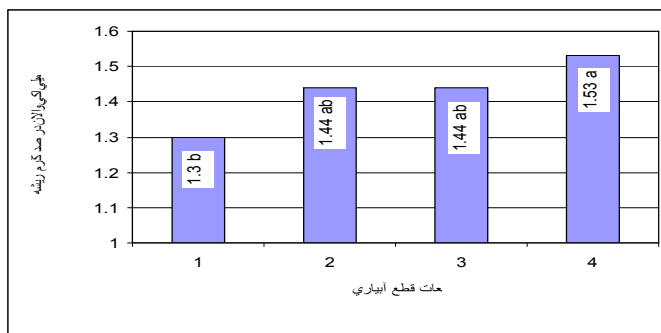


شکل ۵ میانگین‌های سدیوم ریشه در مراحل مختلف رشد (در هر صفت میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد)

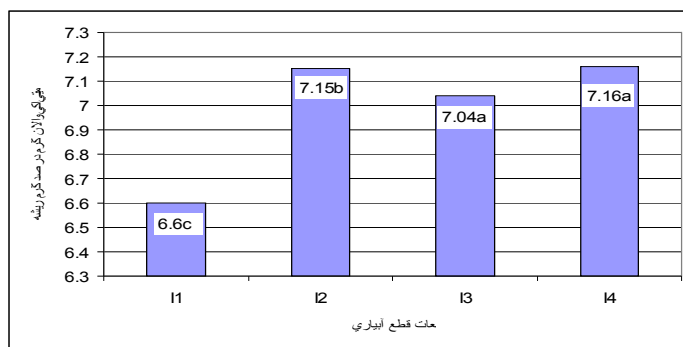


شکل ۶ میانگین‌های سدیوم ریشه در دفعات قطع آبیاری (در هر صفت میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد)

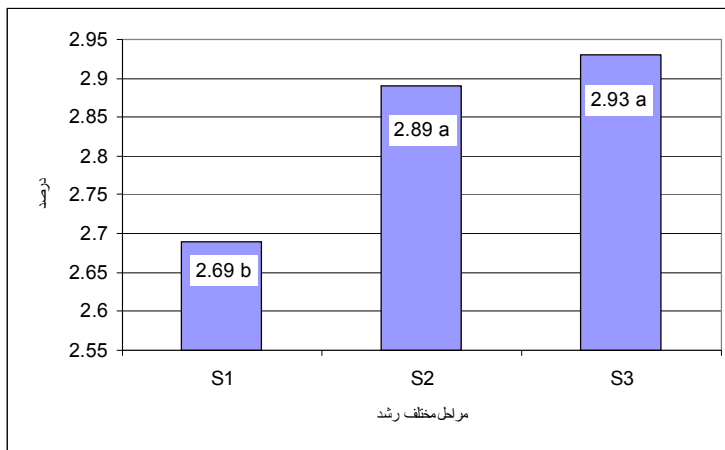
تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات کیفی ...



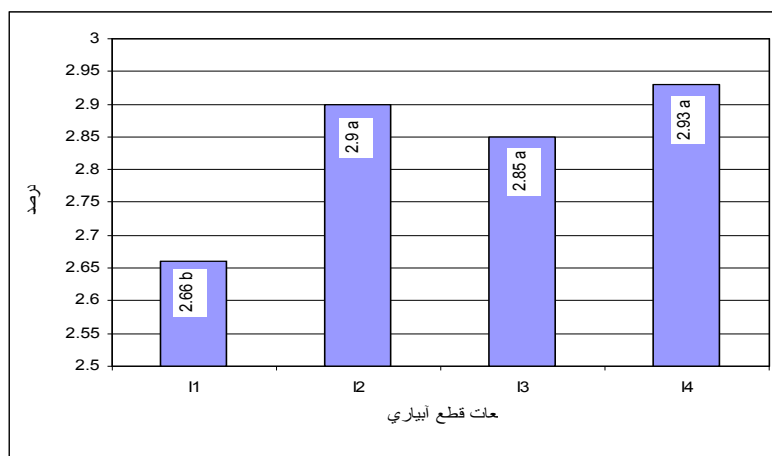
شکل ۷ میانگین‌های پتاسیم ریشه در مراحل مختلف رشد (در هر صفت میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد)



شکل ۸ میانگین‌های پتاسیم ریشه در دفعات قطع آبیاری (در هر صفت میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد)



شکل ۹ میانگین‌های درصد قند ملاس در مراحل مختلف رشد (در هر صفت میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد)



شکل ۱۰ میانگین‌های درصد قند ملاس در دفعات قطع آبیاری رشد (در هر صفت میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد)

## References:

## منابع مورد استفاده:

- اکبری، م. ۱۳۷۷. تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد چغندر قند. مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران. صفحه ۱۸۹ - ۱۷۷.
- سرمدنیا، غ و کوچکی، ع. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. فصل چهارم. ص ۱۵۲-۱۲۳. جهاد دانشگاهی واحد مشهد
- توکلی، ع. ر و فرداد، ح. ۱۳۷۵. بهینه‌سازی کم‌آبیاری بر اساس توابع تولید هزینه و قیمت چغندر قند در کرج. دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور. ۲۷-۳۰ بهمن. تهران. صفحه ۳۶۹ - ۳۵۴.
- جهاد اکبر، م. ر و ابراهیمیان، ح. ر. ۱۳۷۷. ارزیابی سه مدیریت زراعی و شش رقم بذر چغندر قند جهت صرفه‌جویی آب در سه ماهه اول سال. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۳-۹ شهریور. کرج ص ۲۸۴.
- حقیقت، ا. ستار، م و رئیس، ف. ۱۳۷۸. تأثیر رژیم‌های آبیاری و مقادیر مختلف ازت بر روی عملکرد و عیار چغندر قند. هفتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. ۱۲-۱۰ اسفند. کرمان. صفحه ۱۱۲ - ۱۰۹.
- رحیمیان، م. ح. ۱۳۷۷. تأثیر تنش آبی بر چغندر قند و تعیین تابع تولید و ضریب گیاهی. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۳-۹ شهریور. کرج. ص ۲۷۸.
- کوک، دی. ای و آر. کی. اسکات. ۱۳۷۷. چغندر قند از علم تا عمل. ترجمه مؤسسه تحقیقات چغندر قند. نشر علوم کشاورزی. فصل ششم ص ۲۵۲-۹۱ و فصل هشتم ص ۳۰۰-۲۹۳.

- میرزایی، م. ر و رضوانی، س. م. ا. ۱۳۸۵. تعیین حساسیت به کم آبی در مراحل چهارگانه رشد چغندر قند. چکیده مقالات نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۷-۵ شهریور. پردیس ابوریحان - دانشگاه تهران ص ۵۶۳.
- میرزایی، م. ر و قدمی فیروزآبادی، ع. ۱۳۸۵. بررسی کمیت و کیفیت چغندر قند در دو سیستم آبیاری نشتی و میکرو. گزارش نهایی ۸۵/۸۹۲ مؤسسه تحقیقات چغندر قند.
- هاشمی دزفولی، س. ا. ح. شریفی، ح. گوهری، ج و عالمی سعید، خ. ۱۳۷۵. تجزیه و تحلیل کمی رشد و تعیین مختصات مهم کیفی چغندر قند مولتی ژرم مقاوم به بولت در منطقه دزفول. چکیده مقالات چهارمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحه ۱۰۹.
- وزیری، ژ. ۱۳۷۷. بررسی اثر مقدار و دور آبیاری بر عملکرد چغندر قند و کیفیت آن. مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۶-۵ اسفند. تهران. صفحه ۲۶۹ - ۲۵۷.
- Andonov D (1984) Effect of irrigation regime and fertilizer level on some criteria for the evaluation of sugar beet technological qualities. *Rasteniev" dni-Nauki*, 21:3,49-56
- Brown KF, Messem AB, Dunham RJ, Biscoe PV (1987) Effect of drought on growth and water use of sugar beet. *Journal of Agricultural Science UK* 109: 3, 421-435
- Delibaltov L, Sarkizov M(1974) Effect of the irrigation regime on sugar beet yields. *Rasteniev" dni Nauki*, 11: 2, 109-118
- Hanks RJ, Ashcroft GL (1980) *Applied soil physics*. Springer – Verlag. Berlin. 159 p
- Kirda C (2002) Deficit irrigation practices: Deficit irrigation schelding based on plant growth stages showing water stress tolerance. FAO. <http://www.fao.org/docrep/004/Y3655E/Y3655E00.htm>.
- Ucan K, Gencoglan C (2004) The effeect of water deficit on yield and yield components of sugar beet. *Turk. J. Agri . For.* 28: 163-172