مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱
صفحات ۱۴۴-۱۲۷

بررسی عملکرد و اجزائ عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند تحت شرایط تنش خشکی

Evaluation of yield and yield components of different sugar beet genotypes under drought stress

سهیل عروج نیا[۱]، داودحبیبی[۲]، داریوش فتح الله طالقانی[۳]، سعید صفری دولت آبادی[۱]، علیرضا پازکی[۴]، پیام معاونی[۵]، مهدی رحمانی[۶]، محمد فرشیدی[۵]

چکیده

به منظور بررسی تاثیر تنش خشکی بر روی ژنوتیپ های مختلف چغندر قند آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی مرحوم مهندس مطهری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند واقع در کمال شهر کرجوبه صورت اسپلیت پلاتوطرح پایهبلوک های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام گردید.کرت های اصلی تیمارهای آبیاری با دو سطح شامل آبیاری نرمال و آبیاری پس از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A و کرت های فرعی ۱۵ ژنوتیپ مختلف چغندرقند را تشکیل دادند. صفات مورد ارزیابی شامل عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند خالص، درصد قند، سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره، قلیائیت، درصد قند خالص، ضریب استحصال شکر و درصد قند ملاس بود. نتایج نشان داد که بین سطوح مختلف آبیاری و ژنوتیپ های مختلف چغندرقند از نظر صفات مورد اندازه گیری اختلاف معنی داری وجود داشت.از نظر عملکرد ریشه بین سطوح مختلف آبیاری، در شرایط نرمال افزایش عملکرد ۳۵/۱ درصدی نسبت به شرایط تنش مشاهده شد. بینژنوتیپ های مختلفچغندر قندنیزدرعملکرد ریشه تفاوت معنی دار مشاهده شد. بین بیشترین عملکرد ریشه (رقم ۴) و کمترین عملکرد ریشه (رقم ۵) اختلاف عملکردی معادل ۵۶/۳۷ درصد مشاهده شد. بین ارقام مختلف نسبت به عملکرد قند خالص تفاوت معنی دار مشاهده شد به طوریکه بیشترین عملکرد قند خالص در رقم ۱۱ و کمترین آن در رقم ۵ مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، تنش خشکی، ژنوتیپ، عملکرد ریشه، عیار قند

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رود هن، گروه زراعت، رود هن، تهران، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، البرز، ایران
۳- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند
۴- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری، گروه زراعت، شهرری، تهران، ایران
۵- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرقدس، گروه زراعت، شهرقدس، تهران، ایران
۶- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، گروه زراعت، تاکستان، قزوین، ایران

مقدمه

آبیاری در افزایش عملکرد ریشه قند در چغندرقند تأثیر بسزایی دارد (حیدری، ۱۳۸۰؛ Holmes and Whitear ,1976؛ Leaman and kerr,1997).در گیاه چغندرقند یکی از عکس‌العمل‌های درونی گیاه به کمبود آب، علاوه بر کاهش رشد، افزایش غلظت قند در ریشه می‌باشد. در شرایط فاریاب، قبل از برداشت غده‌ها برای اینکه درصد قند آن افزایش یابد مدتی گیاه را وادار به پژمرده شدن می‌کنند. اثر این کار شبیه اثر کمبود ازت است. در هر دو مورد افزایش غلظت ساکارز، ناشی از کاهش میزان آن نسبت به مقدار ماده خشک می‌باشد، درصد قند در ماده خشک و مقدار ماده خشک عاری از ساکارز بدون تغییر باقی می‌مانند. در برخی آزمایشات مشاهده شده است که تنش متعادلی از رطوبت قبل از برداشت غلظت ساکارز را افزایش می‌دهد، ولی با شدت یافتن تنش وزن تازه غده‌ها به مقدار ۰/۴ تن در هکتار به ازاء هر روز تنش کاهش می‌یابد. قسمت اعظم کاهش وزن در اثر از دست دادن آب است. ولی وزن حقیقی ماده خشک نیز کاهش می‌یابد. اثر نهایی آن کاهش مقدار قند در حدود ۱۴ کیلوگرم در هکتار به ازای هر روز تنش اضافی است (کوچکی، 1375). چغندرقند دو سوم کل نیاز رطوبتی خود را از لایه فوقانی خاک (۴۰ سانتیمتری) و تنها یک سوم آن را از لایه‌های عمیق تر خاک جذب می‌کند؛ بنابراین حفظ رطوبت کافی در لایه صفر تا ۶۰ سانتیمتری برای تولید عملکرد زیاد ضروری می‌باشد. دفعات آبیاری در چغندرقند بستگی به شرایط آب و هوایی، مقدار و توزیع نزولات آسمانی و تجهیزات آبیاری دارد (Bosnjak and Pejic,1997).زمان اعمال تنش خشکی می‌تواند کیفیت محصول و عملکرد آن را تحت تأثیر قرار دهد (توکلی، ۱۳۷۹؛ خیرابی، ۱۳۷۴). معمولاً چغندرقند نسبت به تنشهای رطوبتی در اوایل دوره رشد حساس است و اگر تنش خشکی در مراحل بعدی رشد حادث شود قادر است که آن را تا حدی تحمل نماید گرچه این تنشها نیز خسارت زیادی به محصول وارد می‌آورند جهت تحمل تنشهای خشکی مکانیسم هایی در گیاهان وجود دارد که این مکانیسم‌های تحمل به خشکی دارای جنبه‌های خاصی می‌باشد (حکمت شعار، ۱۳۷۲). در آزمایشی در سه مرحله رشدی چغندرقند تنش خشکی اعمال شد و نتایج نشان داد که کم آبی در اوایل و اواسط فصل رشد موجب کاهش معنی دار عملکرد قند و ریشه شده است ولی تأثیر آن بر درصد قند معنی دار نبود. در حالیکه تنش در مرحله آخر رشد نه تنها اثری بر روی عملکرد ریشه نداشت بلکه باعث افزایش درصد قند و عملکرد قند ناخالص نیز شد (بیات، ۱۳۷۵). در آزمایشی تعدادی از ارقام چغندرقند را در دو منطقه کرج و مشهد تحت شرایط تنش خشکی بررسی نمودند. تنش در کرج بصورت پیوسته و بعد از مرحله ۶ برگی و در مشهد فقط برای یک دوره ۵۰ روزه بعد از مرحله ۶ برگی تحت تنش خشکی قرار گرفت. در شرایط کرج عملکرد ریشه، عملکرد شکر و عیار قند به ترتیب ۵۹/۱۳، ۵۹/۰۷، ۶۰/۰۲ درصد در مقایسه با شرایط کنترل شده کاهش داشت در حالیکه عیار قند یک افزایش ۵/۷ درصدی داشت. همچنین متوسط کل صفات عملکرد ریشه، شکر سفید و عیار قند در شرایط خشکی در مشهد به ترتیب ۷۱/۵۹، ۶۷/۴۲، ۶۴/۹۴ درصد نسبت به شرایط بدون تنش کاهش نشان داده (صادقیان و فضلی، ۱۳۷۷).اعمال تنش خشکی در اواخر فصل رشد بر روی چغندرقند موجب افزایش ناخالصیهای ریشه بویژه نیتروژن، سدیم و پتاسیم شده و در نتیجه باعث افزایش میزان ملاس تولیدی می‌گردد بنابراین تیمارهای قطع آبیاری قبل از برداشت اثر ناچیزی بر غلظت قند در برداشت نهایی خواهند داشت (Kerr and Leaman, 1997؛ Clover et al,ober ,2000؛ 1999).

در بررسی اثرات تنش خشکی در اوایل فصل رشد در چغندرقند مشاهده شده که اعمال تنش خشکی در این دوره از رشد غلظت قند را ۱ تا ۵ درصد افزایش می‌دهد اما محصول شکر به علت کاهش عملکرد ریشه و افزایش ناخالصیهای آن تا ۲۰ درصد کاهش پیدا می‌کند (Abdollahian-Noghabi,1999). افزایش در مقادیر ساکارز و هگزوز به نظر می‌رسد به خاطر افزایش هیدرولیز نشاسته و سنتز ساکارز باشد. تجمع ساکارز

و هگزوز به منظور ایفای نقش اسمزی در این گونه‌ها انجام می‌شود (Westgate et al.,1985).کیفیت در چغندرقند توسط معیارهایی تعیین می‌شود که مهمترین آنها عبارتند از: درصد قند ناخالص، درصد قند قابل استحصال، خلوص شربت، میزان عناصر نیتروژن، سدیم و پتاسیم، قند ملاس و آلکالیته، درصد قند ناخالص ریشه گرچه یک معیار کیفی مهم به حساب می‌آید اما کامل نیست، استخراج قند از ریشه به مواد غیرقندی بویژه ترکیبات نیتروژنه، سدیم و پتاسیم بستگی دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲).ترکیبات نیتروژنه در چغندرقند شامل پروتئین، اسیدهای آمینه، آمیدها، نیتراتها، و نیتریتها می‌باشد که بیشتر آنها به وسیله طوقه زنی در مزرعه و خلال گیری در کارخانه از بین رفته و یا همراه ملاس از جریان تولید خارج شده ولی مقدار ناچیزی از آنها همچنان در شکر استحصالی ظاهر می‌شوند. از نقطه نظر هدر رفتن قند از طریق ملاس، ملاحظه شده است که نمک‌های سدیم و پتاسیم عوامل مهمتری از ترکیبات نیتروژنه هستند.در آزمایشی ۶۶ درصد از تغییرات قند قابل استحصال ناشی از اثرات ضریب قلیائیت، سدیم، پتاسیم و نیتروژن شناخته شد. در این آزمایش بیشترین تأثیر مستقیم و منفی را ضریب قلیائیت یا آلکالیته بر روی قند قابل استحصال داشته است (بساطی و آقایی، 1373). در سالهای اخیر میزان مواد غیرقندی اصلی یعنی پتاسیم، سدیم و بویژه نیتروژن در بعضی از واریته‌های جدید چغندرقند بطور بارزی کاهش داده شده است (کوچکی و همکاران ۱۳۷۲؛ Kerr and Leaman,1997). کم آبی و دمای بالا در دوره رشد موجب افزایش ناخالصی‌های ریشه چغندر بویژه ترکیبات نیتروژنه می‌شوند (کوچکی و همکاران،)۱۳۷۲. معمولاً در شرایط تنش خشکی ناخالصی‌های ریشه افزایش می‌یابد اما در مورد سدیم می‌توان گفت اگر کاهش در شرایط تنش دیده شد احتمالاً بدلیل قابلیت جایگزینی پتاسیم با سدیم بوده است (Firoozabadi et al.,2003). کلاور و همکاران نیز (Clover et al.,1998) نشان دادند که خشکی باعث افزایش آمینو نیتروژن در ریشه شده و اثر کمی بر سدیم و پتاسیم دارد. عملکرد شکر تحت تأثیر وزن ریشه و درصد قند است و با توجه به اینکه تحت شرایط تنش خشکی عملکرد ریشه کاهش و درصد قند افزایش نشان داده است لذا کاهش عملکرد شکر تحت شرایط تنش خشکی بیشتر توسط وزن ریشه است. از آنجا که عملکرد شکر سفید بیشتر وابسته به ماده خشک تجمع یافته در ریشه است لذا کاهش عملکرد ریشه تحت شرایط تنش خشکی سبب کاهش عملکرد شکر سفید شده است (Firoozabadi et al.,2003).

مواد و روش

مشخصات محل اجرای آزمایش

این تحقیق در سال ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقاتی۴۰۰ هکتاری مرحوم مهندس مطهری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند واقع در کمال شهر کرج در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۰ درجه و ۷۵ دقیقه شرقی به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا است.

بذر مورد استفاده

ماده آزمایشی مورد استفاده در این تحقیق شامل هاف سیب مولتی ژرم دیپلوئید چغندر قند به شرح زیر بودند:

1) 7221-HSF.1
2) 7221-HSF.3
3) 7221-HSF.7
4) 7221-HSF.8
5) 7221-HSF.10
6) 7221-HSF.14
7) 7221-HSF.15
8) 7221-HSF.17
9) 7221-HSF.21
10) 7221-HSF.22
11) 7221-HSF.25
12) 7221-HSF.26

(13 7221-HSF.29

(14 7221-HSF.31

(15 7221-HSF.35

طرح آزمایشی

تحقیق حاضر به صورت اسپلیت پلات اجرا گردید بطوریکه کرتهای اصلی تیمار آبیاری و کرت‌های فرعی آرقام مختلف چغندرقند را تشکیل می‌دادند. از طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی به عنوان طرح پایه با ۴ تکرار استفاده گردید. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت، همچنین مقایسه میانگین شاخص‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) تعیین گردید و سپس نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شد.

مراحل اجرای آزمایش

در پاییز سال ۱۳۸۷ عملیات مقدماتی تهیه زمین شامل شخم عمیق پاییزی به عمق ۳۵ـ۳۰ سانتی متر و عملیات تسطیح اولیه انجام گرفت و نسبت به تعیین بافت خاک و میزان عناصر غذایی موجود در آن اقدام گردید.سپس زمین تا شروع فصل کشت در بهار به حال خود رها شده و در بهار ۱۳۸۸ با مساعد شدن شرایط محیطی، عملیات تکمیلی تهیه زمین شامل دیسک و تسطیح نهایی انجام شد. سپس با پیاده نمودن نقشه طرح بر روی زمین آماده شد.خطوط کاشت با دستگاه فاروئر به فاصله ۵۰ سانتی متر ایجاد و نهرهای آبیاری با دستگاه نهرکن پشت تراکتوری ایجاد گردید.پس از تکمیل عملیات آماده سازی زمین که به دلیل بارندگی‌های پی در پی بهاره و عدم گاورو شدن زمین کمی به تأخیر افتاده بود، عملیات کاشت بذر به روش خشکه کاری و با دستگاه ایورد ۳ ردیفه (دستگاه مخصوص کشت چغندرقند که مستقل از تراکتور کار می‌کند) انجام شد. پس از کاشت بلافاصله اولین آبیاری انجام و به فاصله کوتاهی آبیاری دوم نیز تکرار گردید تا سطح سبز مناسبی ایجاد گردد. بعد از ایجاد سطح سبز کامل تیمارهای آبیاری به روش نشتی اعمال گردید.عملیات تنک در مرحله ۲ تا ۴ برگی حقیقی به وسیله دست انجام می‌شد. تنک نهایی یک هفته بعد از تنک اول صورت گرفت و به این شکل فاصله بوته‌ها در روی خطوط کشت بین ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر تنظیم شد، بنابراین تراکم مزرعه در حدود ۱۰۰ هزار بوته در هکتار بود.همزمان با تنک اولیه، مبارزه فیزیکی با علف‌های هرز مزرعه صورت گرفت و پس از آن به دلیل پوشیده شدن سطح زمین توسط برگ‌های چغندرقند، علف‌های هرز فرصت رشد نیافتند و نیاز چندانی به وجین‌های بعدی نبود.

نمونه گیری و روش آن

عملیات نمونه گیری جهت تعیین خشک اجزاء گیاه شامل (پهنک، دمبرگ، طوقه و ریشه جهت تعیین اختلافات موجود بین تیمارهای مختلف آزمایش انجام شد. از ۴ ردیف کشت شده هر کرت فرعی دو ردیف طرفین به عنوان حاشیه کرت، در نظر گرفته شد.اعمال تیمارهای آبیاری با استفاده از میزان اندازه گیری میزان تبخیر از سطح تشتک تبخیر اعمال می‌گردید. هر کرت آزمایشی به طور مستقل از دیگر کرت‌ها به صورت نشتی و کرت بسته آبیاری می‌شد. تیمارهای آبیاری نیز با دو سطح شامل آبیاری نرمال و آبیاری پس از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A انجام شد.

اندازه گیری وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی:

پس از جدا شدن اندام هوایی از ریشه چغندرقند، وزن تر اندام هوایی اندازه گیری و ثبت شد. سپس نمونه‌ای به طور تصادفی مربوط به هر تیمار انتخاب و جهت تعیین درصد رطوبت به مدت ۲۴ ساعت درون آون با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد قرار گرفت و بدین شکل درصد رطوبت آن محاسبه و وزن خشک توده در واحد سطح برداشت (یک مترمربع) تعیین شده و در جداول تهیه شده یادداشت شد.به وسیله دستگاه نمونه گیری، از ریشه‌های متعلق به هر تیمار و تکرار به طور جداگانه خمیر چغندر تهیه شد. سپس برای اندازه گیری درصد رطوبت

موجود در ریشه بخشی از نمونه انتخاب و وزن تر آن اندازه گیری شده و در داخل آون و طبق شرایط ذکر شده در فوق قرار گرفت و پس از تعیین درصد رطوبت وزن خشک در واحد سطح (یک مترمربع) محاسبه و بر حسب گرم بر متر مربع در جداول ذکر شده یادداشت شد.

تجزیه شیمیایی ریشه

از ریشه‌های جدا شده از اندام هوایی پس از شستشوی کامل، به وسیله دستگاه نمونه گیر، خمیر ریشه (PULP) تهیه می‌شد، سپس تجزیه ریشه و اندازه گیری عوامل کیفی در آن به وسیله دستگاه بتالایزر مدل ۳۰۱۶- D و فلیم فتومتر انجام می‌گرفت.درصد قند ناخالص (SC)[1] و ناخالصی‌های موجود در ریشه (مقادیر پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره آن) توسط دستگاه بتالایزر و فلیم فتومتر اندازه گیری می‌شد، آنگاه عوامل دیگری مانند درصد قند ملاس (MS)[2]، درصد قند قابل استحصال (WSC)[3] و راندمان استخراج قند از ریشه، به طور غیرمستقیم و با استفاده از معادلات تجربی موجود و اطلاعات حاصل از عوامل ذکر شده در فوق به دست می‌آمد. برای به دست آوردن درصد قند ملاس از معادله زیر استفاده می‌شد (Abdollahian-Noghabi,1999).

$$\%MS = ۰/۳۴۳\,(k + na) + ۰/۰۹۴\,(a - amion - n) - ۰/۲۹$$

برای این منظور معادله زیر نیز پیشنهاد شده است.

Draycott, A. p., Durrant, M.J. and Messem, A.B. (1974)

$$\%MS = ۰/۱۷۵\,K + ۰/۱۳\,Na + ۰/۲۱۵\,(a - a\min o - n)$$

در این معادلات مقادیر پتاسیم و سدیم و ازت مضره بر حسب میلی اکی والان در یکصد گرم ریشه چغندرقند می‌باشد.

درصد قند خالص یا درصد قند قابل استحصال از تفاضل درصد قند ناخالص (pol) و درصد قند ملاس به دست می‌آمد.

$$\%WSC = \%SC - \%MS$$

راندمان استخراج قند از ریشه، در واقع ساکارز قابل استحصال به کل ساکارز موجود در ریشه به صورت درصد است.

$$Purity = WSC / SC \times ۱۰۰$$

اندازه گیری درصد قند ناخالص (SC)

درصد قند ناخالص یا عیار چغندرقند شامل درصد قند قابل استحصال به علاوه درصد قند موجود در ملاس می‌باشد.در تحقیق حاضر مقدار ساکارز ریشه به روش پلاریمتری اندازه گیری شد، اساس کار در این روش بر میزان انحراف نور پلاریزه استوار می‌باشد. برای اندازه گیری پارامترهای کیفی در ریشه، خمیر ریشه و سواستات سرب به نسبت ۲۶ گرم خمیر و ۱۷۷/۷ سانتی متر مکعب سواستات سرب، به طور کامل و با استفاده از مخلوط کنهای اتوماتیک با همدیگر مخلوط گردید، سپس با کاغذ صافی شماره ۴۲ صاف شده و عصاره آن جدا شد، آنگاه درصد قند آن به روش پلامتری تعیین شد. (Clarke, J. M. Richards, R. A. and A. G., Condon,1991)

تعیین ناخالصی‌های پتاسیم، سدیم و ازت مضره

مقادیر پتاسیم و سدیم موجود در عصاره تهیه شده از خمیر ریشه، به وسیله دستگاه فلیم فتومتر که طیف نشری حاصل از نمونه را با طیف نشری گسترده حاصل از لیتیوم مقایسه می‌کند، اندازه گیری می‌شود و میزان آن بر حسب میلی اکی والان درصد گرم خمیر حاصل از ریشه محاسبه گردید.برای اندازه گیری میزان نیتروژن مضره از دستگاه بتالایزر استفاده شد، در این دستگاه با مخلوط نمودن عصاره صاف شده و معرف کوپر به نسبت مساوی تغییراتی در رنگ ایجاد می‌شود که با استانداردهای موجود مقایسه شده (به وسیله خود دستگاه) و بر حسب میلی اکی والان در یکصد گرم خمیر حاصل از ریشه مشخص می‌گردد (Flavy, A. and K., Vukou ,1977).

نتایج و بحث

عملکرد در ریشه:

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) بین سطوح مختلف

1 - Sugar Content(SC)

2 - MallaseSugar(MS)

3 - White Sugar Content(WSC)

آبیاری (تنش و نرمال) در سطح آماری ۵% بین عملکرد در ریشه تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود به طوریکه طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) در شرایط نرمال افزایش عملکرد ۳۵/۱ درصدی نسبت به شرایط تنش مشاهده می‌شود. طبق نتایج تجزیه واریانس بین ارقام مختلف نسبت به عملکرد در ریشه در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود به طوریکه طبق نتایج مقایسه میانگین(جدول ۲و۳)بیشترین عملکرد در ریشه در رقم ۴ که البته با رقم ۸ در یک سطح آماری قرار می‌گیرند و هم چنین کمترین عملکرد در ریشه در رقم ۵ مشاهده شد که با رقم ۱۲ در یک سطح آماری قرار دارد. بین بیشترین عملکرد ریشه از نظر عددی (رقم ۴) و کمترین عملکرد در ریشه (رقم ۵) اختلاف عملکردی معادل ۵۶/۳۷ درصد مشاهده می‌شود. میانگین عملکرد در ریشه در ارقام مختلف ۵۹/۱۵ می‌باشد. طبق نتایج واریانس(جدول ۱) بین اثر متقابل آبیاری و رقم نسبت به عملکرد ریشه در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود که با مراجعه به مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) مشخص گردید که بیشترین عملکرد ریشه مابین ارقام، در شرایط نرمال و در رقم ۸ مشاهده شد و کمترین آن در شرایط تنش و در رقم ۱۲ مشاهده گردید که البته با رقم ۱۴ در یک سطح آماری قرار می‌گیرد همچنین بیشترین عملکرد معادل ۷۷/۷۴ درصد را نشان می‌دهد همچنین در شرایط تنش بیشترین عملکرد در رقم ۴ و کمترین آن در رقم ۱۲ مشاهده گردید که البته با رقم ۱۴ در یک سطح آماری قرار دارند. اختلاف عملکرد ریشه بین بیشترین (۱۴و کمترین ۱۲ عملکرد ریشه تولیدی در شرایط تنش معادل ۹۴/۵% می‌باشد. نحوه اثر شرایط تنش و نرمال مابین ارقام بدین صورت است که در رقم ۱۰ در شرایط زمان به تنش شاهد افزایش ۹۴/۵۲ درصد عملکرد ریشه و در رقم ۱۳ شاهد کاهش ۷/۳۵ درصدی عملکرد ریشه بودیم.یکی از شاخصهای مهم در زراعت چغندرقند عملکرد ریشه می‌باشد و بدست آوردن ریشه ی خوش فرم با وزن و درصد قند مناسب از مهمترین اهداف تولید بشمار می‌آید. بین عملکرد ریشه و درصد قند یک همبستگی منفی وجود دارد و برای بدست آوردن عملکرد خوب بایستی تعادلی بین این دو صفت ایجاد کرد.یک تنش متعادل عملکرد را کاهش نخواهد داد ولی تنش شدید بخصوص اگر پس از آن آبیاری انجام شود دارای اثرات نامطلوب خواهد بود. اگر رطوبت به اندازه کافی در اختیار گیاه نباشد، عملکرد محدود شده، درصد قند و درجه خلوص کاهش می‌یابد (کوچکی، ۱۳۷۶). تنش خشکی در اوایل فصل رشد چغندرقند موجب کاهش شدید عملکرد ریشه می‌شود، ولی تنش خشکی در اواخر فصل رشد نه تنها عملکرد ریشه را بطور معنی داری کاهش نداده بلکه باعث افزایش محسوس درصد قند نیز گردیده است (Caro and Cucci ,1986) (محمدیان، ر.)۱۳۸۰. همان طوری که در همبستگی بین صفات مشاهده می‌شود(جدول ۴) بین عملکرد در ریشه با عملکرد قند ناخالص، سدیم و قلیائیت همبستگی مثبت و معنی داری در سطح آماری به ترتیب ۱%، ۱% و ۵% مشاهده می‌شود و با درصد قند ناخالص، پتاسیم، نیتروژن و درصد قند خالص همبستگی فنی و معنی داری در سطح آماری ۱% مشاهده می‌شود. ضمناً با عملکرد قند خالص همبستگی مثبت و با ضریب استحصال شکر و قند ملاس همبستگی فنی مشاهده می‌شود که البته معنی دار نمی‌باشد.

قند ناخالص

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) بین سطوح مختلف آبیاری (تنش و نرمال) نسبت به عملکرد قند ناخالص تفاوت معنی دار مشاهده نمی‌شود با این حال طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) در شرایط نرمال در سطح بالاتری قرار دارد. طبق نتایج تجزیه واریانس بین ارقام مختلف نسبت به عملکرد قند ناخالص در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود. بطوریکه طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) و بیشترین عملکرد قند ناخالص در رقم ۸ مشاهده می‌شود که البته با رقم ۴ در یک سطح آماری قرار دارند هم چنین کمترین عملکرد قند ناخالص تولیدی در رقم ۵ مشاهده گردید اختلاف عملکرد قند ناخالص بین بیشترین (۴) و کمترین (۵) عملکرد

قند ناخالص تولیدی معادل ۶۷/۶۹ درصد می‌باشد. همچنین متوسط عملکرد قند ناخالص در مابین ارقام معادل ۶/۳۵ می‌باشد. طبق نتایج واریانس بین اثر متقابل آبیاری و رقم نسبت به عملکرد قند ناخالص در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود که با مراجعه به مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) مشاهده می‌شود که بیشترین عملکرد قند ناخالص تولیدی در شرایط تنش و زمان دار شرایط نرمال و رقم ۸ و کمترین آن در شرایط تنش و رقم ۱۲ مشاهده شد. هم چنین بیشترین عملکرد قند ناخالص در شرایط نرمال در رقم ۸ و کمترین آن در رقم ۵ مشاهد گردید که اختلاف عملکردی معادل ۱۹۱/۱۸% مشاهده می‌گردد. همچنین بیشترین و کمترین عملکرد قند ناخالص تولیدی در شرایط تنش به ترتیب در ارقام ۴ و ۱۲ مشاهده می‌شود. که اختلاف عملکردی معادل ۷۷/۹ درصد و نحوه اثر شرایط نرمال و تنش در بین ارقام مختلف بدین صورت است که در رقم ۱۰ شاهد افزایش ۷۴/۲۸ و در رقم ۵ شاهد کاهش ۴۹/۲۵ درصدی عملکرد قند ناخالص در شرایط نرمال به تنش می‌باشیم. براساس تحقیقات انجام شده تنش خشکی در اوایل و اواسط فصل رشد باعث کاهش معنی دار عملکرد قند و ریشه شده ولی تأثیر معنی داری بر روی درصد قند نداشته است، در حالیکه تنش در مراحل آخر رشد نه تنها تأثیری بر روی عملکرد ریشه نداشته بلکه باعث افزایش قند و عملکرد قند ناخالص نیز شده است (بیات ۱۳۷۵). عملکرد قند ناخالص با عملکرد قند خالص و ضریب استحصال شکر همبستگی مثبت و معنی داری به ترتیب در سطح آماری ۱% و ۵% مشاهده می‌شود. همچنین با درصد قند ناخالص، پتاسیم، نیتروژن و درصد قند خالص همبستگی مثبت و با سدیم، قلیائیت و قند ملاس همبستگی منفی مشاهده می‌شود که معنی دار نمی‌باشد (جدول ۴).

عملکرد قند خالص

طبق نتایج تجزیه واریانس(جدول۱) بین سطوح مختلف آبیاری (تنش و نرمال) نسبت به عملکرد قند خالص تفاوت معنی دار مشاهده نمی‌شود. با این حال طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) و در شرایط تنش در سطح بالاتری قرار دارد. طبق نتایج تجزیه واریانس بین ارقام مختلف نسبت به عملکرد قند خالص در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود به طوریکه طبق نتایج مقایسه میانگین بیشترین عملکرد قند خالص در رقم ۱۱ و کمترین آن در رقم ۵ مشاهده گردید. اختلاف عملکردی معادل ۱۰۴/۷۶ درصد نشان می‌دهد میانگین عملکرد قند خالص ارقام مختلف ۳/۳۷ می‌باشد.طبق نتایج واریانس بین اثر متقابل آبیاری و رقم نسبت به عملکرد قند خالص در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود که با مراجعه به مقایسه میانگین(جدول ۲و۳) مشاهده می‌شود که بیشترین عملکرد قند خالص تولیدی در شرایط تنش و نرمال، در شرایط نرمال و در رقم ۱۰ مشاهده گردید که البته با رقم ۸ در یک سطح آماری قرار دارد همچنین کمترین عملکرد قند خالص تولیدی در شرایط نرمال و در رقم ۵ مشاهده گردید همچنین بیشترین عملکرد تولیدی در شرایط نرمال در رقم ۱۰ می‌باشد که البته با رقم ۸ در یک سطح آماری قرار دارد و کمترین آن در رقم ۵ مشاهده گردید که بیشترین عملکرد قند خالص تولیدی در شرایط نرمال در رقم ۱۰ (۴/۷۸ تن در هکتار) و کمترین آن نیز رقم (۰/۲۹ تن در هکتار)مشاهده گردید در شرایط تنش بیشترین و کمترین عملکرد قند خالص به ترتیب در ارقام ۹ (۴/۳۷ تن در هکتار) و رقم ۱۰ (۲/۵۷ تن در هکتار) مشاهده گردید که اختلاف عملکردی معادل ۷۰/۰۴ درصد مشاهده شد و نحوه اثر شرایط نرمال و تنش در بین ارقام مختلف بدین صورت است که در رقم ۱۰ شاهد افزایش ۸۵/۹۹ درصدی و در رقم ۵ شاهد کاهش ۹۲/۶ درصدی عملکرد قند خالص در شرایط زمان نسبت به تنش هستیم. عملکرد قند خالص که از حاصلضری عملکرد ریشه در درصد قند قابل استحصال بدست می‌آید مهمترین صفت تعیین کننده در صنعت چغندرقند به شمار می‌آید. کارتر (۱۹۹۰) چغندرقند را تحت شرایط تیمارهای آبیاری کم، متوسط و زیاد و شاهد بدون آبیاری قرار داد، نتیجه گرفت که بیشترین عملکرد مربوط به تیمار

حداکثر آبیاری بوده ولی در این تیمار درصد قند کاهش نشان داد. بیشترین عملکرد شکر در تیمار آبیاری متوسط به مقدار ۱۱/۷ تن در هکتار بدست آمد که تفاوت معنی دار زیادی با تیمار آبیاری نداشت (Carter,1990). عملکرد قند خالص با درصد قند ناخالص، قلیائیت، درصد قند خالص و ضریب استحصال شکر همبستگی مثبت و معنی داری در سطح آماری ۱% مشاهده می‌شود و با سدیم همبستگی منفی و معنی داری در سطح آماری ۱% مشاهده می‌شود و با پتاسیم و نیتروژن همبستگی مثبت و با قند ملاس همبستگی منفی مشاهده می‌شود که معنی داری نمی‌باشد (جدول ۴).

درصد قند ناخالص

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) بین سطوح مختلف آبیاری (تنش و نرمال) نسبت به درصد قند ناخالص در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود به طوریکه طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) و شرایط نرمال نسبت به تنش کاهش معادل ۲۵/۵۹ درصد مشاهده می‌شود. طبق نتایج تجزیه واریانس بین ارقام مختلف نسبت به درصد قند ناخالص در سطح آماری ۵% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود به طوریکه طبق نتایج مقایسه میانگین بیشترین درصد قند ناخالص در رقم ۱۵ و کمترین آن نیز در رقم ۵ مشاهده گردید که اختلاف درصد قند ناخالص معادل ۲۲/۲۸ درصد مشاهده می‌شود. همچنین میانگین درصد قند ناخالص در مابین ارقام معادل ۱۱ می‌باشد.طبق نتایج واریانس بین اثر متقابل آبیاری و رقم نسبت به درصد قند ناخالص در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود که با مراجعه با مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) مربوطه مشخص گردید که بیشترین درصد قند ناخالص مابین ارقام در شرایط تنش و در رقم ۵ مشاهده شد که البته با رقم ۱۲ در یک سطح آماری قرار دارد و کمترین آن در شرایط نرمال و در رقم ۵ مشاهده گردید. ضمناً در شرایط نرمال بیشترین درصد قند ناخالص در رقم ۱۵ و کمترین در رقم ۵ مشاهده گردید که اختلاف درصد قند ناخالص معادل ۹۹/۱۵% مشاهده گردید همچنین در شرایط تنش بیشترین درصد قند ناخالص در رقم ۵ مشاهده گردید که البته با رقم ۱۲ در یک سطح آماری قرار دارد و کمترین آن در رقم ۸ مشاهده گردید اختلاف درصد قند ناخالص بین بیشترین ۵ و کمترین ۸ درصد قند ناخالص معادل ۱۶/۳۳ درصد مشاهده گردید و نحوه اثر شرایط نرمال و تنش در بین ارقام مختلف بدین صورت است که در ۱۵ و ۵ به ترتیب شاهد کاهش ۳/۸۳ و ۵۶/۹۵ درصد در شرایط نرمال به تنش می‌باشیم.درصد قند ناخالص با پتاسیم، نیتروژن، درصد قند خالص و ضریب استحصال شکر همبستگی مثبت و معنی داری در سطح آماری ۱% مشاهده می‌شود. همچنین با سدیم و قلیائیت همبستگی منفی و معنی داری در سطح آماری ۱% مشاهده می‌شود و با قند ملاس نیز همبستگی مثبت دارد که البته معنی دار نمی‌باشد (جدول ۴).

سدیم

طبق نتایج تجزیه واریانس(جدول۱) بین سطوح مختلف آبیاری (تنش و نرمال) نسبت به میزان سدیم در سطح آماری ۵% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود. به طوریکه طبق نتایج مقایسه میانگین(جدول ۲و۳) بیشترین میازن سدیم در شرایط نرمال مشاهده گردید که نسبت به شرایط تنش افزایشی معادل ۴۲/۷۱ درصد مشاهده می‌شود. طبق نتایج واریانس (جدول۱) بین ارقام مختلف نسبت به سدیم در سطح آماری ۵% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود. به طوریکه طبق نتایج مقایسه میانگین بیشترین میزان سدیم در رقم ۹مشاهده گردید که نسبت به رقم ۱۵ که کمترین میزان سدیم را دارا می‌باشد اختلاف معادل ۵۳/۰۵ درصد مشاهده می‌گردد. همچنین میانگین سدیم تولیدی در بین ارقام معادل ۵/۷۴ می‌باشد. طبق نتایج تجزیه واریانس(جدول۱) و بین اثر متقابل آبیاری و رقم نسبت به سدیم در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود که با مراجعه به مقایسه میانگین(جدول ۲و۳) ومربوطه مشاهده گردید که بیشترین میزان سدیم در رقم ۹ و در شرایط نرمال مشاهده شد و کمترین آن در شرایط تنش و در رقم ۵ مشاهده

گردید ضمناً بیشترین میزان سدیم در شرایط نرمال و در رقم ۹ و کمترین میزان در رقم ۱۵ مشاهده گردید که اختلافی معادل ۱۰۳/۱۶ درصد را نشان می‌دهد. همچنین بیشترین و کمترین میزان سدیم در شرایط تنش به ترتیب در ارقام ۹ و ۵ مشاهده گردید که اختلافی معادل ۴۸/۷۹ درصد مشاهده می‌شود. و نحوه اثر شرایط نرمال و تنش در بین ارقام مختلف بدین صورت است که در رقم ۵ شاهد افزایش ۱۳۶/۷۳ و در رقم ۳ شاهد کاهش ۷۷/۸% سدیم در شرایط زمان به تنش می‌باشیم. سدیم با قلیائیت همبستگی مثبت و معنی داری در سطح آماری ۱% دارد و همچنین با پتاسیم و نیتروژن درصد قند خالص و ضریب استحصال شکر همبستگی منفی و معنی داری در سطح آماری ۱% و با قند ملاس نیز همبستگی منفی دارد(جدول ۴).

پتاسیم

طبق نتایج واریانس (جدول۱) بین سطوح مختلف آبیاری (تنش و نرمال) در سطح آماری ۱% بین میزان پتاسیم تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود به طوریکه طبق نتایج مقایسه میانگین(جدول ۲و۳) در شرایط تنش افزایش عملکرد ۴۵/۶۷ درصدی نسبت به شرایط تنش مشاهده می‌شود. طبق نتایج واریانس بین ارقام مختلف نسبت به پتاسیم در سطح آماری ۵% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود به طوریکه طبق نتایج مقایسه میانگین(جدول ۲و۳) بیشترین پتاسیم در رقم ۱۰ و کمترین نیز در رقم ۳ مشاهد گردید که اختلافی معادل ۵/۱۵/۲۴ مشاهده گردید که میانگین میزان پتاسیم در بین ارقام ۷/۱ می‌باشد. طبق نتایج واریانس بین اثر متقابل آبیاری و رقم نسبت به پتاسیم در سطح آماری ۵% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود که با مراجعه به مقایسه میانگین مربوطه مشخص گردید که بیشترین پتاسیم مابین ارقام در شرایط تنش و در رقم ۴ مشاهده شد که البته با رقم ۱۰ در یک سطح آماری قرار دارد همچنین کمترین میزان پتاسیم در رقم ۳ مشاهده گردید که البته با رقم ۱۰ در یک سطح آماری قرار دارد ضمناً در شرایط نرمال بیشترین میزان پتاسیم در رقم ۱۰ و کمترین آن در رقم ۳ و ۱ مشاهده گردید که اختلاف میزان پتاسیم بین بیشترین ۱۰ و کمترین ۳ میزان پتاسیم ۲۲/۱۲ درصد می‌باشد همچنین در شرایط تنش بیشترین میزان پتاسیم در رقم ۴ مشاهده گردید که با رقم ۱۰ در یک سطح آماری قرار دارد و کمترین میزان پتاسیم در رقم ۵ مشاهده گردید که با ارقام ۱۲ و ۱۳ در یک سطح آماری قرار دارد. اختلاف میزان پتاسیم بین بیشترین ۴ و کمترین ۵ میزان پتاسیم در ۱۶/۰۳% می‌باشد و نحوه اثر شرایط نرمال و تنش در بین ارقام مختلف بدین صورت است که در رقم ۱۲ و ۴ به ترتیب شاهد کاهش ۲۴/۳۸ و ۷۷/۸ درصد در شرایط نرمال به تنش می‌باشیم. کیفیت در چغندرقند توسط معیارهایی تعیین می‌شود که مهمترین آنها عبارتند از: درصد قند ناخالص، درصد قند قابل استحصال، خلوص شربت، میزان عناصر نیتروژن، سدیم، پتاسیم، قند ملاس و آلکالیته، درصد قند ناخالص ریشه گرچه یک معیار کیفی مهم به حساب می‌آید اما کامل نیست، استخراج پذیری قند به مواد غیرقندی بویژه ترکیبات نیتروژنه، سدیم و پتاسیم بستگی دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲). افزایش کیفیت محصول چغندرقند از طریق بالا بردن درصد قند و کاهش مواد غیر قندی بویژه نیتروژن، سدیم و پتاسیم انجام می‌گیرد زیرا افزایش این ناخالصی‌ها با جلوگیری از کریستاله شدن ساکارز قابلیت استحصال قند را کاهش داده و موجب افزایش میزانی ملاس تولیدی می‌گردد (علیمرادی، ۱۳۷۷؛ Dunham and Clearde,1992؛ Winter,1990). پتاسیم با نیتروژن، درصد قند ملاس، قند ملاس همبستگی مثبت و معنی دار در سطح آماری ۱% و با ضریب استحصال شکر همبستگی مثبت و معنی دار در سطح آماری ۵% دارد. همچنین با قلیائیت همبستگی فنی و معنی داری در سطح آماری ۱% دارد(جدول ۴).

نیتروژن

طبق نتایج تجزیه واریانس(جدول۱)وبین سطوح مختلف آبیاری (تنش و نرمال) در سطح آماری ۱% بین نیتروژن

موجود تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود به طوریکه طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) در شرایط تنش نیتروژن بیشتری جذب می‌شود و نسبت به شرایط نرمال افزایشی معادل ۱۳۶/۶۹ درصد نشان می‌دهد.طبق نتایج تجزیه واریانس(جدول۱) بین اثر متقابل آبیاری و ارقام مختلف نسبت به نیتروژن جذبی در سطح آماری ۵% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود که با مراجعه به نتایج مقایسه میانگین(جدول ۲و۳) مربوطه مشخص گردید که بیشترین نیتروژن جذبی در شرایط تنش و نرمال در ما بین ارقام در شرایط تنش در رقم ۲ و کمترین آن در شرایط نرمال و در رقم ۵ به دست آمد همچنین کمترین نیتروژن جذبی در شرایط نرمال در رقم ۵ و بیشترین آن در رقم ۱۰ به دست آمد که افزایشی معادل ۱۱۲/۳۵% در رقم ۱۰ نسبت به ۵ مشاهده می‌شود همچنین در شرایط تنش بیشترین نیتروژن جذبی در رقم ۲ و کمترین آن نیز در رقم ۹ به دست آمد که افزایش ۲۸/۰۴ درصدی رقم ۲ را نسبت به رقم ۹ نشان می‌دهد. طبق نتایج تجزیه واریانس بین ارقام مختلف نسبت به نیتروژن در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود به طوری که طبق نتایج مقایسه میانگین(جدول ۲و۳) بیشترین نیتروژن در رقم ۱۰ و کمترین آن نیز در رقم ۵ مشاهده می‌شود که اختلافی معادل ۳۳/۱۵ درصدی مشاهده می‌شود. میانگین نیتروژن در بین ارقام ۴/۱۷ می‌باشد.و نحوه اثر شرایط آبیاری نرمال و تنش در بین ارقام مختلف بدین صورت است که در رقم ۱۰ و ۵ به ترتیب شاهد کاهش ۴۳/۸۸ و ۷۰/۹۲ درصدی در شرایط نرمان نسبت به شرایط تنش هستیم. نیتروژن با درصد قند خالص ضریب استحصال شکر و قند ملاس همبستگی مثبت و معنی دار در سطح آماری ۱% و با قلیائیت همبستگی منفی و معنی دار در سطح آماری ۱% دارد (جدول ۴).

قلیائیت

طبق نتایج تجزیه واریانس(جدول۱) اثر سطوح مختلف آبیاری (تنش و نرمال) در سطح آماری ۵% بین قلیائیت موجود مشاهده شد و در شرایط نرمال قلیائیت بیشتری مشاهده گردید که نسبت به شرایط تنش افزایشی معادل ۱۵۳/۹۵ درصدی نشان می‌دهد. طبق نتایج تجزیه واریانس(جدول ۱) بین ارقام مختلف نسبت به قلیائیت در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود به طوریکه با مراجعه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) مشاهده می‌شود که بیشترین قلیائیت در رقم ۵ و کمترین آن در رقم ۱۰ مشاهده می‌شود که اختلافی معادل ۱۰۶/۱% بین این دو رقم موجود می‌باشد این در حالی است که میانگین قلیائیت در ارقام معادل ۴/۰۳۲ باشد. طبق نتایج تجزیه واریانس بین آبیاری و رقم نسبت به قلیائیت در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود که با توجه به مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) مربوطه مشخص گردید که بیشترین قلیائیت در شرایط تنش و نرمال در مابین ارقام در شرایط نرمال و در رقم ۵ و کمترین آن در شرایط تنش و در رقم ۱ به دست آمد همچنین کمترین قلیائیت در شرایط نرمال در رقم ۱۰ و بیشترین آن در رقم ۵ به دست آمد اختلافی که معادل ۱۸۱/۶۷% در رقم ۵ نسبت به رقم ۱۰ مشاهده می‌شود همچنین در شرایط تنش بیشترین قلیائیت در رقم ۹ و کمترین آن در رقم ۱ به دست آمد که اختلافی معادل ۴۴/۷۹% رقم ۹ را نسبت به رقم ۱ نشان می‌دهد. همچنین نحوه تأثیر شرایط آبیاری نرمال و تنش در بین ارقام مختلف بدین صورت است که در رقم ۵ و ۱۰ به ترتیب شاهد افزایش ۳۸۰/۵۷ و ۵۳/۸۵ درصدی در شرایط نرمال نسبت به شرایط تنش هستیم.قلیائیت با درصد قند خالص و ضریب استحصال شکر همبستگی منفی و معنی دار در سطح آماری ۱% و با قند ملاس نیز همبستگی منفی دارد (جدول ۴).

درصد قند خالص

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) اثر سطوح مختلف آبیاری (تنش و نرمال) در سطح آماری ۵% بین درصد قند خالص تفاوت معنی دار مشاهده شد به طوریکه طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) در شرایط تنش درصد قند خالص بیشتر می‌باشد و نسبت به شرایط نرمال افزایشی معادل ۵۸/۸۶

درصد نشان می‌دهد. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) بین ارقام مختلف نسبت به درصد قند خالص در سطح آماری ۵% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود به طوریکه طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) بیشترین درصد قند خالص در رقم ۱۵ و کمترین آن در رقم ۵ مشاهده می‌شود. که اختلافی معادل ۵۵/۰۸ درصدی بین دو رقم مشاهده می‌شود این در حالی است که متوسط درصد قند خالص در ارقام ۵/۹۱ می‌باشد.طبق نتایج تجزیه واریانس بین اثرات متقابل و رقم نسبت به درصد قند خالص در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود که بیشترین درصد قند خالص در شرایط تنش و نرمال در مابین ارقام در شرایط تنش و در رقم ۵ و کمترین آن در شرایط نرمال و در رقم ۱۵ (۷/۹۲) به دست آمد. همچنین در شرایط تنش بیشترین درصد قند خالص در رقم ۵ نسبت به رقم ۸ مشاهده می‌شود. نحوه اثر شرایط آبیاری تنش و نرمال در بین ارقام مختلف بدین صورت است که در رقم ۱۵ شاهد افزایشی ۱۷/۸۶ و در رقم ۵ شاهد کاهش ۹۴/۴۲ درصدی درصد قند خالص در شرایط زمان نسبت به شرایط تنش هستیم. درصدقند یکی از مهمترین شاخصهای کیفی در کشت چغندرقند می‌باشد. درصد قند تحت تأثیر نوع رقم و محیط آن می‌تواند مقادیر متفاوتی را داشته باشد. ذخیره قند و رشد ریشه بطور متناوت در طول دوره رشد صورت می‌گیرد هر چند که اعمال تنش خشکی در پاره‌ای از موارد سبب افزایش درصد قند شده است ولی این قضیه کاملاً مرتبط با نوع رقم، زمان تنش و اثرات متقابل آن می‌باشد. در طول فصل رشد اگر رطوبت به اندازه کافی در دسترس گیاه نباشد، عملکرد محدود شده، درصد قند و درجه خلوص کاهش می‌یابد و ازت مضره در ریشه افزایش می‌یابد (کوچکی، ۱۳۷۶).درصد قند خالص با ضریب استحصال شکر همبستگی مثبت و معنی دار در سطح آماری ۱% و با قند ملاس همبستگی مثبت دارد (جدول ۴).

ضریب استحصال شکر

طبق تجزیه واریانس (جدول۱) اثر سطوح مختلف آبیاری (تنش و نرمال) بین ضریب استحصال شکر تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود علیرغم این در شرایط تنش ضریب استحصال شکر بیشتر بود و نسبت به شرایط نرمال افزایش ۲۵/۶۶ درصدی نشان می‌دهد. طبق نتایج تجزیه واریانس بین ارقام مختلف نسبت به ضریب استحصال شکر در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود که طبق نتایج مقایسه میانگین(جدول ۲و۳) بیشترین ضریب استحصال شکر از نظر عددی رقم ۱۵ مشاهده می‌شود. که البته با رقم ۱۱ در یک سطح آماری قرار دارد و کمترین آن در رقم ۵ مشاهده گردید که اختلافی معادل ۸۲/۰۷ درصدی در رقم ۱۵ نسبت به رقم ۵ مشاهده می‌شود. که این در حالی ایت که متوسط ضریب استحصال شکر در ارقام ۵۱/۲۳ می‌باشد. طبق تجزیه واریانس بین اثر متقابل آبیاری و رقم نسبت به ضریب استحصال شکر در سطح آماری ۱% تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود که با مراجعه به مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) مشخص گردید که بیشترین ضریب استحصال شکر در شرایط تنش و نرمال در مابین ارقام در شرایط نرمال و رقم ۱۵ و در شرایط تنش و در رقم ۵ مشاهده شود و کمترین آن در شرایط نرمال و رقم ۵ مشاهده گردید همچنین کمترین ضریب استحصال شکر در شرایط نرمال مربوط به رقم ۵ و بیشترین آن در رقم ۱۵ مشاهده شد. همچنین در شرایط تنش بیشترین ضریب استحصال شکر در رقم ۵ و کمترین آن در رقم ۴ مشاهده شد که افزایشی معادل ۲۴/۶۵ درصدی رقم ۵ نسبت به رقم ۴ نشان می‌دهد. نحوه تأثیر شرایط آبیاری و تنش و نرمال در بین ارقام مختلف بدین صورت است که در رقم ۱۵ افزایشی ۲۰/۰۴ درصدی و در رقم ۵ شاهد کاهش ۹۸/۵۴ درصدی ضریب استحصال شکر در شرایط نرمال به تنش هستیم. همچنین ضریب استحصال شکر با قند ملاس همبستگس منفی دارد که معنی دار نمی‌باشد (جدول ۴).

قند ملاس

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) اثر سطوح مختلف

آبیاری (تنش و نرمال) در قند ملاس تفاوت معنی داری مشاهده نمی‌شود با این وجود در شرایط تنش قند ملاس بیشتر بوده و نسبت به شرایط نرمال افزایش ۱۲/۸ درصدی را نشان می‌دهد.طبق نتایج تجزیه واریانس(جدول۱) بین ارقام مختلف نسبت به قند ملاس در سطح آماری ۵% تفاوت معنی داری مشاهده می‌شود که طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲و۳) بیشترین قند ملاس در رقم ۹ و کمترین آن در رقم ۱۵ مشاهده می‌شود که با رقم ۱ در یک سطح آماری قرار دارد که اختلافی ۲۰ درصدی را مابین رقم ۹ و ۱۵ شاهدیم. میانگین قند ملاس در بین ارقام مختلف ۴/۲۲ می‌باشد. طبق نتایج تجزیه واریانس بین اثر متقابل آبیاری و رقم نسبت به قند ملاس در سطح آماری ۵% تفاوت معنی داری مشاهده می‌شود. با مراجعه به نتایج مقایسه میانگین(جدول ۲و۳) مشاهده گردید که بیشترین قند ملاس در شرایط تنش و نرمال در بین ارقام مختلف، در شرایط تنش و در رقم ۱۰ مشاهده گردید و کمترین آن در شرایط نرمال و رقم ۱۵ مشاهده شد. همچنین کمترین قند ملاس در شرایط نرمال مربوط به رقم ۱۵ و بیشترین آن در رقم ۹ مشاهده گردید که افزایش معادل ۴۸/۹۳ درصدی در رقم ۹ نسبت به رقم ۱۵ شاهدیم همچنین در شرایط تنش بیشترین قند ملاس در رقم ۱۰ و کمترین آن در رقم ۵ مشاهده شد که افزایش ۲۳/۳۹ درصدی رقم ۱۰ نسبت به رقم ۵ نشان می‌دهد.نحوه تأثیر شرایط آبیاری نرمال و تنش در بین ارقام مختلف بدین صورت است که در رقم ۵ شاهد افزایش ۱۵/۲۷ درصدی و در رقم ۱۵ شاهد کاهش ۳۳/۸۱ درصدی قند ملاس در شرایط نرمال به تنش هستیم. مقداری از قند به همراه اجزای غیرقندی بصورت ملاس از دسترس خارج می‌شود که یکی از فرآورده‌های ریشه چغندرقند می‌باشد. بنابراین هرچه مقدار ملاس ریشه کمتر باشد کیفیت ریشه بهتر خواهد شد (کوچکی و سلطانی، ۱۳۷۵).تنش خشکی قبل از برداشت باعث افزایش میزان نیتروژن، سدیم و پتاسیم شده و در نتیجه سبب افزایش قند ملاس در ریشه می‌گردد (نورجو و همکاران، ۱۳۷۸). در طول دوره رشد اگر رطوبت به اندازه کافی در اختیار گیاه نباشد درصد قند و درجه خلوص کاهش می‌یابد و میزان قند ملاس ریشه افزایش می‌یابد (کوچکی، ۱۳۶۴).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

Table1- Analysis of variance for measured traits

S.O.V.	df	M.S.										
		عملکرد ریشه	عملکرد قند ناخالص	عملکرد قند خالص	درصد قند ناخالص	سدیم	پتاسیم	نیتروژن	قلیائیت	درصد قند خالص	ضریب استحصال شکر	قند ملاس
تکرار	3	1352.47	8.31	2.64	14.14	4.57	7.64	7.65	25.82	11.13	273.12	0.23
آبیاری	1	9359.09*	0.33*	5.68*	313.63**	121.36*	209.40**	343.81**	369.92*	218.35*	4068.88*	8.60*
E (a)	3	733.57	20.80	9.58	4.39	5.89	4.90	0.45	20.70	7.19	578.69	2.36
رقم	14	558.75**	7.34**	2.82**	2.65*	2.51*	0.73*	0.90**	5.58**	3.55*	315.08**	0.30*
آبیاری*رقم	14	263.66**	6.15**	4.37**	6.06**	4.46**	0.50*	0.56*	6.30**	9.83**	605.81**	0.61*
E (b)	84	113.02	1.75	1.12	1.15	1.35	0.42	0.27	2.10	1.88	112.76	0.27
C.V.(%)	-	17.97	20.82	31.46	9.76	20.27	9.18	12.47	35.92	23.15	20.72	11.67

ns, *,** به ترتیب غیر معنی دار ، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

*,** show significant differences at 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده

Table2- Mean comparison of measured traits

صفات / تیمار	عملکرد ریشه (تن در هکتار) Root yield (ton/ha)	عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار) Sugar yield (ton/ha)	عملکرد قند خالص(تن در هکتار) White sugar yield (ton/ha)	درصد قند ناخالص Sugar content(%) (٪)	سدیم Na(٪)	پتاسیم K(٪)	نیتروژن N(٪)	قلیائیت Alc(٪)	درصد قند خالص White sugar content (٪)	ضریب استحصال شکر Esc(%)	قند ملاس Mollases (٪)
آبیاری											
نرمال Normal	67.98 a	6.41 a	3.15 a	9.39 b	6.75 a	5.78 b	2.48 b	5.79 a	4.57 b	45.41 a	4.22 a
تنش Stress	50.32 b	6.30 a	3.59 a	12.62 a	4.73 b	8.42 a	5.87 a	2.28 b	7.26 a	57.06 a	4.76 a
ارقامGenotypes											
۱	55.62 cde	6.00 bcde	3.34 abc	11.10 abcd	5.15 bc	6.77 bc	4.68 ab	3.05 cd	6.27 abcd	54.59 ab	4.22 b
۲	64.79 abc	6.88 abc	3.60 abc	10.85 abcd	5.93 bc	6.98 bc	4.49 abc	3.92 bcd	5.70 abcd	51.41 ab	4.54 ab
۳	59.66 bcde	6.28 abcd	3.29 abcd	10.63 bcd	5.78 bc	6.76 c	4.45 abc	3.66 bcd	5.62 bcd	51.59 ab	4.41 ab
۴	75.12 a	7.63 a	3.75 ab	10.39 cd	5.76 bc	7.35 abc	4.06 cde	4.12 bcd	5.22 bcd	48.73 ab	4.57 ab
۵	48.04 e	4.55 e	2.10 d	9.83 d	6.28 ab	6.78 bc	3.59 e	6.12 a	4.72 d	33.01 c	4.51 ab
۶	54.37 cde	5.69 cde	2.97 bcd	10.79 abcd	5.60 bc	7.02 bc	4.21 abcd	3.68 bcd	5.77 abcd	52.60 ab	4.41 ab
۷	59.58 bcde	6.77 abc	3.73 ab	11.58 abc	5.53 bc	7.55 ab	4.27 abcd	3.69 bcd	6.40 abc	54.74 ab	4.58 ab
۸	72.71 a	7.78 a	4.10 ab	10.88 abcd	5.84 bc	7.38 abc	3.81 de	4.18 bcd	5.70 abcd	52.06 ab	4.58 ab
۹	68.54 ab	6.96 abc	3.23 abcd	10.50 cd	7.27 a	6.94 bc	3.73 de	4.77 abc	4.98 cd	43.63 b	4.92 a
۱۰	58.05 bcde	6.67 abc	3.67 abc	11.66 abc	5.50 bc	7.79 a	4.78 a	2.97 d	6.36 abc	54.43 ab	4.70 ab
۱۱	64.04 abcd	7.47 ab	4.30 a	11.79 ab	5.45 bc	7.24 abc	4.29 abcd	3.23 cd	6.74 ab	57.15 a	4.45ab
۱۲	48.96 e	4.88 de	2.45 cd	10.95 abcd	5.59 bc	7.02 bc	4.13 bcde	3.93 bcd	5.94 abcd	51.76 ab	4.40 ab
۱۳	52.25 de	5.82 cde	3.11 abcd	11.01 abcd	6.07 abc	7.03 bc	4.10 bcde	5.21 ab	5.84 abcd	49.79 ab	4.57 ab
۱۴	51.85 de	5.51 cde	2.97 bcd	11.02 abcd	5.56 bc	6.87 bc	3.96 cde	4.36 bcd	6.09 abcd	52.92 ab	4.32 ab
۱۵	53.69 cde	6.41 abc	3.90 ab	12.02 a	4.75 c	7.02 bc	4.02 cde	3.59 bcd	7.32 a	60.10 a	4.10 b

در هر ستون اعدادی که دارای ضرایب مشترکی هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری نشان ندادند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple ran range tests at 5% level

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل آبیاری و ژنوتیپ ها

Table3- Mean comparison of interactions for irrigation and genotypes

تیمار			عملکرد ریشه (تن در هکتار) Root yield (ton/ha)	عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار) Sugar yield (ton/ha)	عملکرد قند خالص (تن در هکتار) White sugar yield (ton/ha)	درصد قند ناخالص Sugar content (٪)	سدیم Na(٪)	پتاسیم K(٪)	نیتروژن N(٪)	قلیائیت Alc(٪)	درصد قند خالص White sugar content (٪)	ضریب استحصال شکر White sugar content (%)	قند ملاس Mollases (٪)
آبیاری Irrigation	رقم												
نرمال Normal	1		abcdefgh67.58	6.61abcdef	3.53ab	efgh9.80	cdefg6.23	5.32d	2.97ef	4.18cdefghi	5.27bcdefghi	53.09abc	3.93de
	2		abcde73.58	6.73abcdef	3.19ab	9.13fgh	7.20abcd	5.47cd	2.44fgh	5.84bcde	4.26efghi	45.94abc	4.27bcd
	3		bcdefghi63.08	5.63bcdefg	2.64ab	8.88gh f	1.01abcde	5.29d	2.71efg	5.26cdefg	4.12fghi	45.66abc	4.17cd
	4		ab82.33	7.12abcdef	3.29ab	8.67gh	6.54bcdef	5.59cd	2.19fgh	5.87bcde	4.01ghi	45.25abc	4.06cde
	5		defghijk52.00	3.06g	0.29c	5.92i	8.83ab	5.70cd	1.62h	10.14a	0.50j	0.95d	4.83abcd
	6		bcdefghi63.75	5.89bcdefg	2.86ab	9.31fgh	6.92abcde	5.46cd	2.50fg	5.17cdefgh	4.54defghi	48.44abc	4.17cd
	7		abcde71.42	7.37abcdef	3.92ab	cdefgh10.29	6.09cdefg	6.38cd	2.87efg	4.87cdefghi	5.45bcdefghi	52.75abc	4.24bcd
	8		a89.33	8.91a	4.67a	9.95defgh	6.30cdefg	6.34cd	2.34fgh	5.72bcdef	5.10cdefghi	50.95abc	4.24bcd
	9		abcd74.67	6.12abcdef	2.08bc	8.25h	9.00a	5.45cd	2.37fgh	6.77bc	2.77ij	31.10c	4.87abc
	10		abc76.68	8.47 ab	4.78a	11.07bcdef	5.81fg cde	6.46c	3.44e	3.60defghi	6.25abcdefgh	56.24ab	4.22bcd
	11		abcdef70.83	7.57abcde	4.38ab	10.75bcdefg	5.52cdefg	6.03cd	3.05ef	3.95cdefghi	6.21abcdefgh	57.73ab	3.94de
	12		bcdefghi63.00	5.17cdefg	2.18bc	8.38h	6.36cdef	6.05cd	2.36 fgh	5.66bcdef	3.62hi	42.74abc	4.17cd
	13		efghijk50.26	4.72efg	2.07bc	9.30fgh	8.00abc	6.05cd	2.09gh	8.43ab	3.99ghi	39.13bc	4.71abcd
	14		bcdefghi65.71	6.24abcdef	3.10ab	9.28fgh	6.92abcde	5.70cd	2.02gh	6.58bcd	4.47defghi	45.67abc	4.21cd b
	15		cdefghijk55.54	6.43abcdef	4.27ab	11.79abcde	4.43efg	5.39cd	2.24fgh	4.82cdefghi	7.92abc	65.58a	3.27e
تنش Stress	1		ijk43.67	5.39cdefg	3.14ab	12.40abc	4.07fg	8.24ab	6.39ab	1.92i	7.28abcde	56.09ab	4.52abcd
	2		cdefghijk56.00	7.03abcdef	4.00ab	12.56abc	4.67defg	8.48ab	6.53a	2.01hi	7.15abcde	56.88ab	4.81abcd
	3		cdefghijk56.25	6.92abcdef	3.95ab	12.39abc	4.55efg	8.23ab	6.20ab	2.07ghi	7.13abcdef	57.52ab	4.66abcd
	4		abcdefg67.92	8.13abc	4.21ab	12.11abcd	4.98defg	9.12a	5.94abcd	2.38ghi	6.43abcdefgh	52.21abc	5.08ab
	5		hijk44.08	6.03abcdef	3.92ab	13.75a	3.73g	7.86b	5.57bcd	2.11ghi	8.96a	65.08a	4.19bcd
	6		ghijk45.00	5.48cdefg	3.07ab	12.27abc	4.28fg	8.58ab	5.91dabc	2.20ghi	7.01 abcdefg	56.78ab	4.66abcd
	7		fghijk47.75	6.17abcdef	3.54ab	12.88ab	4.98defg	8.73ab	5.67abcd	2.52ghi	7.35abcd	56.75ab	4.92abc
	8		cdefghijk56.08	6.64abcdef	3.53ab	11.82abcde	5.38defg	8.42ab	5.27cd	2.64fghi	6.30abcdefgh	53.18abc	4.92abc
	9		bcdefghij62.42	7.80abcd	4.37ab	12.76ab	5.55cdefg	8.43ab	5.10d	2.78efghi	7.19abcde	56.17ab	4.97abc
	10		jk39.42	4.86defg	2.57ab	12.25abc	5.19defg	9.10a	6.13abc	2.34ghi	6.47abcdefgh	52.62abc	5.17a
	11		cdefghijk57.25	7.36abcdef	4.21 ab	12.84ab	5.37defg	8.45ab	5.54bcd	2.51ghi	7.28abcde	56.58ab	4.95abc
	12		k34.92	4.57fg	2.73ab	13.52a	4.82defg	8.00b	5.90abcd	2.21ghi	8.28ab	60.79ab	4.64abcd
	13		cdefghijk54.25	6.93abcdef	4.15ab	12.73ab	4.14fg	8.01b	6.12abc	2.00 hi	7.69abc	60.46ab	4.44abcd
	14		k38.00	4.77efg	2.85ab	12.76ab	4.19fg	8.03ab	5.91abcd	2.14ghi	7.72abc	60.17ab	4.44abcd
	15		defghijk51.83	6.38abcdef	3.52ab	12.26abc	5.06defg	8.64ab	5.82abcd	2.63ghi	6.72abcdefg	54.63ab	4.94abc
سطح احتمال			%1	%1	%1	%1	%1	%5	%5	%1	%1	%1	%5

در هر ستون اعدادی که دارای ضرایب مشترکی هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری نشان ندادند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple ran range tests at 5% level

جدول ۴-همبستگی صفات اندازه گیری شده

Table4- Correlation of measured traits

	عملکرد ریشه Root yield	عملکرد قند ناخالص Sugar yield	عملکرد قند خالص White sugar yield	درصد قند ناخالص Sugar content	سدیم Na	پتاسیم K	نیتروژن N	قلیائیت Alc	درصد قند خالص White sugar content	ضریب استحصال شکر Esc
عملکرد قند ناخالص	0.687 **	1.000								
عملکرد قند خالص	0.316 ns	0.883 **	1.000							
درصد قند ناخالص	-0.540 **	0.223 ns	0.591 **	1.000						
سدیم	0.491 **	-0.195 ns	-0.586 **	-0.902 **	1.000					
پتاسیم	-0.578 **	0.055 ns	0.283 ns	0.820 **	-0.710 **	1.000				
نیتروژن	-0.628 **	0.028 ns	0.313 ns	0.877 **	-0.799 **	0.945 **	1.000			
قلیائیت	0.427 *	-0.280 ns	0.588 **	-0.923 **	0.900 **	-0.803 **	-0.902 **	1.000		
درصد قند خالص	-0.479 **	0.264 ns	0.659 **	0.975 **	-0.933 **	0.688 **	0.779 **	-0.897 **	1.000	
ضریب استحصال شکر	-0.212 ns	0.445 *	0.779 **	0.843 **	-0.846 **	0.461 *	0.574 **	-0.826 **	0.917 **	1.000
قند ملاس	-0.351 ns	-0.142 ns	-0.205 ns	0.266 ns	-0.006 ns	0.704 **	0.566 **	-0.260 ns	0.046 ns	-0.191 ns

منابع References

بساطی، ج. و آقایی، م. ۱۳۷۳. تجزیه همبستگی صفات مؤثر بر قند قابل استحصال در چغندرقند. خلاصه مقالات سومین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تبریز. شهریور ۱۳۷۳. صفحه ۱۶۶.

بیات، ع. ۱۳۷۵. بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر خواص کمی و کیفی ارقام چغندرقند. گزارش پژوهشی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند خراسان. صفحه ۹۷-۹۲.

توکلی، ع. ۱۳۷۹. گام اول در کم آبیاری. مجله زیتون. شماره ۱۴۲، صفحه ۴۴-۴۱.

حکمت شعار، ح. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار. ترجمه. انتشارات دانشگاه تبریز.

حیدری، غ. ر. ۱۳۸۰. بررسی اثرات زمانهای قطع آبیاری و برداشت بر عملکرد کمی و کیفی گیاه چغندرقند. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

خیرابی، ج. ۱۳۷۴. تحلیلی بر کم آبیاری. تعریف و تبیین انواع آن. مجله آب، خاک و ماشین. شماره ۱۳، صفحه ۲۴-۱۶.

خیرابی، ج. توکلی، ع. اقتصادی، م. ر. و سلامت. ع. ۱۳۷۵. دستورالعمل‌های کم آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، صفحات ۱۷۳-۱۱۱.

صادقیان، ی. فضلی، ح ۱۳۷۷. بررسی اصلاح مقاومت به خشکی ارقام چغندرقند از طریق غربال لاین ها- گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند.

علیمرادی، الف. ۱۳۷۷. ترکیبات چغندرقند و اثر آنها بر کیفیت تکنولوژیکی آن. مجله صنایع قند ایران شماره ۱۳۱. ۲۱۳.

کوچکی، عوض. ۱۳۶۴. زراعت در مناطق خشک. (ترجمه) انتشارات جهاد دانشگاهی.

کوچکی، ع. و سلطانی، الف. ۱۳۷۵. زراعت چغندرقند. انتشارات جهاد دانشگاهی. دانشگاه فردوسی مشهد.

کوچکی، ع. حسینی، م. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۲. رابطه آب و خاک و گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی. دانشگاه فردوسی مشهد.

کوچکی. ع. ۱۳۷۶. رابطه ی آب خاک در گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

محمدیان، ر. ۱۳۸۰. تعیین شاخص‌های فیزیولوژیکی مؤثر در گزینش رگه‌های مقاوم به خشکی در چغندرقند. پایان نامه دکتری در رشته زراعت، فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشکده کشاورزی تبریز.

نورجو، ا. محمدی. بقایی کیا و علیرضا، جدایی (۱۳۷۹). بررسی اثرات کم آبی و ارزیابی اقتصاد آن در زراعت چغندرقند. گزارش پژوهش سال. بخش تحقیقات و اصلاح و تهیه بذر چغندرقند. مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی.

عبدالهیان نوقابی، م. ۱۳۷۱. بررسی تغییرات پارامترهای کمی و کیفی رشد چغندرقند در تاریخهای مختلف کاشت. پایان نامه فوق لیسانس دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

AbdollahianNoghabi, M. 1999. Ecophysiology of sugar beet cultivars and Weed species subjected to water deficiency stress. Ph.D. Thsis, University of Reading.

Bosnjak. D. J., and Pejic, b. 1997. Irrigation scheduling of suger beet Vodoprivereda (Yogoslavia). 29(3-4): 175-179.

Bowler, C.et al. 1992. Super Oxide dismutase andStrees tolerance. Anhu.Rev. Plant physiol.Plant mol.Biol. 43:83-116

Caro, A.D., and Cucci, G., 1987. Four year experiment on spring-seeded sugar beet irrigation and harvest time in southern Italy. Irrigation, 33(3): 21-25.

Carter, J., Jansen. M. E., and Traveller, D. J. 1990. Effect of mid and late season water stress on sugar beet growth and yield. Agronomy Journal, 72(5): 806-815.

Clarke,J.M.Richards,R.A and A.G.,Condon.1991. Effect of drought stress on residual transpiration and its relationship with water use of wheat.J.Plant Sci.71:695-702.

Clover, G.R.G. 1998. Effects of beet yellows virus and drught on the growth of sugar beet. Ph.D. Thesis., University of Nottinham.

Draycott, A. p., Durrant, M.J. and Messem, A.B. (1974). Effects of plant density, irrigation and potassium and sodium fertilizerson sugar beet: II. Infulance of soil moisture and wearher.Journal of Agreculture Science, Cambridge. 82:261-268.

Dunham, R., and Clearke, N. 1993. Coping with stress. British Sugar Beet Review, 60(1): 10-13.

Flavy,A. and K.,Vukou.1977. Physics and chemistry of sugar beet in sugar manufacture.Elsiviere scientific pub.co.Hungry.

Firoozabadi, M., Abdollahian-Noghabi, M., Rahimzadeh, F., Moghadam M., Parsaeyan, M. 2003. Effects of different levels of continuous water stress on the yield quality of three sugar beet lines. Sugar beet joumal of iran. No2. 19:133-142(in farsi).

Holmes, M.R.J., and Whitear, J.D. 1976. Nitrogen requirement of sugar beet in relation to irrigation. Journal of Agrecutural Science, Cambridg, 87:559-566.

Kerr, S., and Leaman, M. 1997.Varieties for 1998. British Sugar Beet Review, 65(2):7-11.

Kerr, S., and Leaman, M. 1997. To water or not. British Sugar Beet Review, 65(2): 11-13.

Ober, E. 2001. The search for drought tolerance in sugar beet, British Sugar Beet Review, 69(1): 40-43.

Scott, R.K., and Jaggard, K.W. 1993. Crop physiology and agronomy. In: D.A. Cooke and R. K. Scott (eds.). The sugar beet crop. PP. 179-237. Londan, Champan& Hall.

Westage, M., Boyer, j. 1985. Osmotic adjustment and the inhibition of leaf, root, stem and silk growth at low warerporentials in maize.planta,164:459-540.

Winter, S.R. 1990. Suitability of sugar beet for limited irrigation in a semi-arid climate.Agron. J., 72: 118-123.