



اثر تنش خشکی و روش کشت نشایی بر صفات زراعی، عملکرد کمی و کیفی و راندمان مصرف آب ارقام مختلف چغندرقد در کشت پاییزه

The effect of drought stress and transplanting method on agronomic characteristics, quantitative and qualitative yield as well as water use efficiency of different sugar beet cultivars in autumn planting

حسین سعیدآبادی^{۱*}، غلامرضا افشارمنش^۲، محمدحسن شیرزادی^۳، سعید صادقزاده حمایتی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۵

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2022.352225.1252

ح. سعیدآبادی، غ. ر. افشارمنش، م. ح. شیرزادی و س. صادقزاده حمایتی. ۱۴۰۰. اثر تنش خشکی و روش کشت نشایی بر صفات زراعی، عملکرد کمی و کیفی و راندمان مصرف آب ارقام مختلف چغندرقد در کشت پاییزه. چغندرقد، ۳۷(۱): ۲۷-۴۸

چکیده

دو آزمایش جداگانه طی سال‌های ۹۶-۹۵ و ۹۷-۹۶ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات شهید مقبلی شهرستان جیرفت انجام شد. در آزمایش اول ابتدا اثرات روش کاشت شامل کاشت مستقیم و نشائی بر رقم‌های مختلف چغندرقد شامل پالما، شریف و مراک مورد بررسی قرار گرفت و سپس در آزمایش دوم از بین ارقام مورد بررسی آزمایش اول، رقم با عملکرد بالا (مراک) انتخاب شد. همچنین اثرات زمان آبیاری (که بر اساس ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد نیاز آبی صورت گرفت) و روش‌های کاشت (مستقیم و نشایی) بر عملکرد کمی و کیفی آن مورد بررسی قرار گرفت. در آزمایش اول بالاترین میزان ماده خشک ریشه، درصد قند قابل استحصال، درصد قند، وزن ریشه، طول ریشه، وزن تر اندام هوایی، عملکرد ریشه و قند از رقم مراک و روش کاشت نشائی به دست آمد. نتایج آزمایش دوم نشان داد زمان آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی منجر به دستیابی به عملکرد ریشه و قند بیشتر همراه با بهبود چشمگیر کارایی مصرف آب گردید. همچنین از آنجایی که کاشت نشایی موجب بهبود عملکرد ریشه و قند شد، بنابراین کاشت نشایی همراه با آبیاری در زمان ۷۰ درصد نیاز آبی جهت دستیابی به عملکرد مطلوب ریشه و شکر توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: چغندرقد، درصد قند قابل استحصال، عملکرد قند، نیاز آبی



مقدمه

اقتصاد اکثر کشورهای در حال توسعه مبتنی بر کشاورزی است و مهم‌ترین عوامل محیطی تأثیرگذار بر بخش کشاورزی تنش‌های محیطی از جمله خشکی و شوری هستند (EL Sabagh et al. 2019). تنش خشکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان در بسیاری از مناطق جهان به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک شناخته شده است (EL Sabagh et al. 2015; Wensen et al. 2018). در بین محصولات صنعتی، چغندر قند یکی از مهم‌ترین محصولات قندی است که مقاومت بالایی در برابر تنش خشکی دارد. البته قابل ذکر است که با وجود تحمل قابل قبول، تنش خشکی باعث کاهش میزان تولید (قند استحصالی) چغندر قند می‌شود و به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد ریشه و برگ شناخته شده است (Romano et al. 2013; Adibifard et al. 2019). چغندر قند به‌عنوان یکی از دو گیاه قندی مهم در جهان و تولیدکننده ۹۰ درصد از قند اتحادیه اروپا با تولید سالیانه قند ۱۴/۹ میلیون تن (Karagoz et al. 2018) و ۳۵ درصد قند جهان (Wu et al. 2014) می‌باشد. این گیاه یکی از محصولات زراعی عمده و استراتژیک صنعتی است که سهم عمده‌ای در تولید شکر در جهان دارد (Draycott 2008). نیاز روزافزون کشور به تولید شکر و تأمین حدود ۷۰ درصد تولید داخلی شکر از چغندر قند، اهمیت اقتصادی این محصول را به‌خوبی نشان می‌دهد. این محصول به‌طور مستقیم (تولید قند و شکر) و به‌صورت غیرمستقیم (تأمین خوراک دام)، بخشی از نیازهای مردم را تأمین می‌کند و افزون بر این از ملاس که از فرآورده‌های فرعی چغندر قند به‌شمار می‌آید در صنعت الکل‌سازی و داروسازی استفاده می‌شود (Sadrabadi et al. 2011). چغندر قند با قابلیت کشت در اغلب مناطق ایران به‌عنوان مهم‌ترین منبع شکر است (Karagoz et al. 2018) و به‌عنوان گیاه صنعتی با تحمل نسبی در برابر تنش خشکی و شوری معرفی شده است (Wedeking et al. 2016)، اما این گیاه در مرحله

گیاهچه به کمبود آب حساس می‌باشد و تنش کم‌آبی باعث کاهش عملکرد و راندمان کیفی آن می‌شود (Ober and Rajabi 2010). به‌طور کلی، کشت و توسعه چغندر قند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تولیدکننده قند از اهمیت قابل توجهی برخوردار است و عوامل متعددی بر کمیت و کیفیت عملکرد ریشه چغندر قند مؤثر هستند که از آن جمله می‌توان به رقم، روش کاشت (کاشت مستقیم و نشایی) و شرایط اقلیمی (میزان بارندگی و دما) اشاره کرد (David Tarkalson et al. 2014). نصری و همکاران (Nasri et al. 2011) گزارش کردند که کاشت نشاء چغندر قند در مقایسه با کاشت مستقیم از نظر عملکرد ریشه و قند برتری دارد. در گزارشی دیگر، در بین سه گروه نشاء ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روزه (طول دوره رشد در خزانه) نشاهای ۴۵ روزه، هم از نظر درصد استقرار بوته و هم از نظر عملکرد محصول تولیدی وضعیت بهتری داشتند، در این تحقیق تراکم بوته، عملکرد ریشه و عملکرد قند در تیمار کشت نشایی با کاربرد نشاهای ۴۵ روزه نسبت به کشت مستقیم بذر به ترتیب ۲۱۲، ۳۰۰ و ۲۸۸ درصد افزایش داشت (Gohari et al. 2002). گوهری و همکاران (Gohary et al. 1993) گزارش کردند که در روش کاشت مستقیم و نشایی زراعت چغندر قند در شرایط مختلف (خاک شور، منطقه با محدودیت طول دوره رشد)، عملکرد کمی چغندر قند، عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و خالص در روش کاشت نشایی نسبت به کاشت مستقیم بذر به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. همچنین در کاشت نشایی امکان دسترسی به تراکم مطلوب گیاهی نیز نسبت به کاشت مستقیم بیشتر است. با ایجاد پوشش یکنواخت و تراکم مناسب بوته در سطح مزرعه، بدون صرف هزینه‌های اضافی می‌توان عملکرد چغندر قند را افزایش و بازدهی دیگر نهاده‌های کشاورزی را بالا برد. ژانگ و همکاران (Zhang et al. 2007) گزارش کردند اگرچه کاشت نشایی چغندر قند انرژی ورودی و هزینه کارگری بیشتری نسبت به کاشت مستقیم دارد، اما عملکرد در کاشت نشایی نسبت به کشت مستقیم بذر، ۱۵ درصد بیشتر است.

یک تیمار آبیاری نشتی در سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی، نشان دادند که عیار قند قابل استحصال و همچنین ضریب استحصال در تیمارهای آبیاری قطره‌ای ۷۵ و ۵۰ درصد به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار آبیاری نشتی است. یوکان و جنکوگلان (Ucan and Gencoglan 2004) در آزمایش آبیاری پس از ۵۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک کلاس A، نشان دادند که اثر آبیاری بر عملکرد ریشه چغندر قند معنی‌دار بود و تیمار کم‌آبیاری چغندر قند غلظت ساکارز را در طول فصل رشد، افزایش داد. حقیقت و همکاران (Haghighat et al. 2000) در یک مطالعه، تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری را بر چغندر قند در سه سطح آبیاری بر اساس ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A بررسی و نشان دادند که بیشترین عملکرد چغندر قند بر اساس ۸۰ درصد تبخیر از تشتک در طول فصل رشد به‌دست آمد.

چغندر قند طی دوره رشد با تنش‌های متعدد محیطی از جمله تنش خشکی مواجه می‌شود و با توجه به محدودیت آب و بروز خشکسالی‌های اخیر، لازم است نسبت به افزایش عملکرد چغندر قند در واحد سطح و افزایش کیفیت آن (میزان شکر قابل استحصال) اقدام کرد. همچنین انتخاب کشت نشایی چغندر قند توسط کشاورزان به‌منظور رفع معضلات پیش روی کشت این گیاه زراعی و ارزیابی جوانب زراعی آن ضروری می‌باشد به همین دلیل تحقیق حاضر با هدف بررسی میزان عملکرد کمی و کیفی چغندر قند در روش کاشت نشایی ارقام مختلف و بررسی عملکرد کمی و کیفی این گیاه تحت شرایط تنش خشکی، انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات رقم و روش کاشت و به دنبال آن به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند دو آزمایش مجزا در سال‌های زراعی ۹۶-۹۵ و ۹۷-۹۶ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات شهید مقبلی شهرستان جیرفت با

افزایش محصول ریشه چغندر قند در روش کاشت نشایی می‌تواند به دلیل کاشت زود، دسترسی به تراکم مطلوب گیاهی و ایجاد پوشش یکنواخت، کاهش مصرف آب آبیاری و سموم دفع آفات گیاهی و علف‌کش‌های شیمیایی، افزایش کارایی استفاده از منابع و نهاده‌ها، کاهش خسارت علف‌های هرز و در نتیجه کاهش هزینه‌های کنترل علف‌های هرز و بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه باشد (Yousef abadi et al. 2015). در کشت بهاره چغندر قند تسریع در رشد گیاه را می‌توان در شرایط کنترل‌شده با کاشت در خزانه و انتقال آن به زمین اصلی در زمانی که خطر سرمای دیررس زمستانه و مشکل کمبود آب برطرف شده، امکان‌پذیر کرد (Draycott 2008). برای کشت نشایی ابتدا آماده‌سازی زمین انجام می‌گیرد و بعد از آماده‌سازی زمین و ایجاد خزانه، بذور با تراکم بالا کشت می‌شوند و سپس با مساعد شدن شرایط کاشت، نشاهای تهیه‌شده (مرحله چهار تا شش برگی) با فاصله مناسب در زمین اصلی کشت می‌شوند و جهت حرکت ماشین‌آلات فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود (Naseri et al. 2012).

خشکی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان و تولید محصولات گیاهی در بیشتر زمین‌های کشاورزی دنیا و شایع‌ترین تنش محیطی است (Abedi and Pakniya 2012). هرچند چغندر قند به علت دوره رویشی طولانی، نداشتن مرحله حساس گلدهی و دارا بودن سیستم ریشه‌ای عمیق، ظرفیت تنظیم اسمزی بیشتری داشته و به‌عنوان یک گیاه متحمل به خشکی شناخته شده است و نسبت به سایر گیاهان از حساسیت کمتری به تنش کمبود آب در مراحل مختلف رشد برخوردار است، اما آزمایش‌ها نشان داده است که وقوع تنش خشکی به‌ویژه در مراحل اولیه رشد این گیاه می‌تواند عملکرد نهایی را به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد (Monti et al. 2006). همچنین میرزایی و قدمی فیروزآبادی (Mirzaei and Ghadami Firoozabadi 2007) در تحقیقی با آبیاری قطره‌ای در سطوح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی چغندر قند و

زیر محاسبه و درصدهای آن مشخص و به وسیله کنتورهای حجمی مورد استفاده قرار گرفت.

$ET_0 = KP \cdot E_{pan}$ = تبخیر و تعرق گیاه

$Etc = KC \cdot ET_0$

ET_0 = تبخیر و تعرق گیاه در روز مرجع بر حسب میلی‌متر،

E_{pan} = تبخیر از سطح تشتک تبخیر بر حسب میلی‌متر در روز،

K_{pan} = ضریب تشتک تبخیر و KC = نیاز آبی گیاه می‌باشند.

با توجه به ماهیت آزمایش و اهداف شکل‌گیری آن،

نمونه خاک مزرعه مورد آیش در سال قبل از کاشت، به آزمایشگاه

خاکشناسی منتقل و میزان شاخص‌های مورد نیاز اندازه‌گیری

شدند (جدول ۱) و نتایج آمار هواشناسی ماه‌های کاشت نیز در

جدول ۲ ذکر شده است.

عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۲۵ درجه و ۵۷ درجه شرقی و با ارتفاع ۶۲۷ متر از سطح دریا انجام گرفت. در آزمایش اول (۹۶-۹۵) ابتدا اثرات روش کاشت (مستقیم و نشائی) و رقم‌های مختلف (پالما، شریف و مراک) چغندر قند مورد بررسی قرار گرفت و سپس در آزمایش دوم از بین ارقام مورد بررسی آزمایش اول، رقم با عملکرد بیشتر (مراک) انتخاب شده و اثرات تنش خشکی در سه سطح زمان آبیاری بر اساس ۵۰ درصد نیاز آبی (ملایم)، ۷۰ درصد نیاز آبی (متوسط) و ۹۰ درصد نیاز آبی (شدید) و روش‌های کاشت در دو سطح (مستقیم و نشایی) و برهمکنش بین آنها بر عملکرد کمی و کیفی آن مورد بررسی قرار گرفت. در زمینه اعمال تنش خشکی، اعمال تیمارهای کم‌آبیاری بر اساس استفاده از تشتک تبخیر (یک روز در میان)، میزان تبخیر اندازه‌گیری و سپس با استفاده از فرمول

جدول ۱ تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک

عمق	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس/متر)	کربن آلی (درصد)	ازت کل (درصد)	فسفر قابل جذب		پتاسیم قابل جذب		بافت خاک
					میلی‌گرم در گیلوگرم	میلی‌گرم در گیلوگرم	میلی‌گرم در گیلوگرم	میلی‌گرم در گیلوگرم	
۰-۳۰	۷/۶	۱/۶۶	۰/۱۱۵	۰/۰۲۳	۴/۲۰	۳۶۸/۶۳	۳۶۸/۶۳		Sandy loam

جدول ۲ حداقل و حداکثر دما، میزان بارندگی و رطوبت نسبی منطقه مورد کاشت در سال ۱۳۹۶

آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت
میزان بارندگی (میلی‌متر)	۵۸/۲	۵۹/۲	۴۷/۷	۱/۲	۱/۰
رطوبت نسبی (درصد)	۶۰	۶۲	۵۶	۳۹	۳۸
حداکثر دما (سانتی‌گراد)	۲۶/۰	۲۷/۰	۳۷/۰	۳۸/۰	۴۴/۴
حداقل دما (سانتی‌گراد)	۳/۸	۳/۸	۸/۴	۱۳/۶	۱۷/۲
میانگین دما (سانتی‌گراد)	۱۶/۸	۱۵/۶	۲۰/۹	۲۵/۵	۲۹/۴

ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بین نشاها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر، فاصله بین کرت یک ردیف نکاشت و فاصله بین تکرارها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. جوانه‌زنی و مراحل اولیه رشد گیاهچه‌ها به منظور تولید نشا به مدت ۶۰ روز در گلدان‌های کاغذی تعبیه‌شده در سینی‌های کاشت مخصوص انجام گرفت و سپس عملیات کاشت در زمین اصلی در تاریخ ۱۵ آبان ۱۳۹۶ انجام گرفت. برای کاشت مستقیم، ابتدا بذر با تراکم بالا کشت

کاشت در سینی‌های کاشت مخصوص انجام گرفت تا ریشه‌های مخروطی تشکیل‌شده دچار مشکل و تغییر شکل نگردند. برای این منظور در هر گلدان سه عدد بذر کاشته شد و سپس از بین نشاها، نشاهای با وضعیت مطلوب‌تر (نشاهایی به طول ۱۰ تا ۱۲ سانتی‌متر) برای انتقال به زمین اصلی استفاده شدند. قبل از انتقال نشا زمین اصلی کرت‌بندی گردید. هر کرت مشتمل بر چهار ردیف کاشت به طول شش متر و فاصله بین

(نوری فیلم فتومتری) و نیتروژن آمینه به روش عدد آبی و با کاربرد دستگاه بتالایزر اندازه‌گیری شد.

با توجه به غلظت ناخالصی‌های پتاسیم (K)، سدیم (Na) و نیتروژن آمینه (N)، ضریب قلیابیت یا آلکالیت (ALC) برای هر نمونه بر مبنای رابطه (۱) محاسبه شد:

$$ALC = \frac{Na + K}{N} \quad (1)$$

میزان قند ملاس، بر پایه میزان پتاسیم، سدیم و نیتروژن زیان‌بار واز رابطه (۲) محاسبه شد:

$$\text{قند ملاس} = 0.21(N + K) + 0.24N + 0.48 \quad (2)$$

میزان عملکرد قند نیز از رابطه (۳) محاسبه شد:

$$\text{عملکرد قند} = \text{عملکرد ریشه} \times \text{درصد قند خالص} \quad (3)$$

طول و قطر ریشه به وسیله خط‌کش و کولیس دستی اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری وزن تر برگ و دم‌برگ سبز در هر نمونه، یک زیر نمونه از آن‌ها تهیه و در آون ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت گذاشته، سپس وزن خشک برگ و دم‌برگ سبز محاسبه و به کل نمونه تعمیم داده شد. پس از جداسازی برگ‌ها و دم‌برگ‌ها، از قسمت ریشه ذخیره‌ای چغندر قند و شستشوی هر یک از ریشه‌های برداشت‌شده، طوقه‌ها را از ریشه‌ها جدا کرده و سپس وزن هر یک از آنها که در شکل‌ها و اندازه‌های مختلف بودند و برخی نیز دچار انشعابات محدودی شده بودند، جداگانه توزین گردید و به قطعات ریزتر خرد شده و به مدت ۴۸ ساعت در آون دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس وزن خشک هر یک اندازه‌گیری شد و به کل نمونه تعمیم داده شد.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم شکل‌ها از نرم‌افزارهای SAS (V9.1) و Qpro استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

شده و بعد در دو مرحله با تنک کردن نسبت به رعایت فاصله بین بوته‌ها اقدام گردید. مبارزه با علف‌های هرز به صورت وجین دستی صورت گرفت.

مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاس براساس نتایج تجزیه خاک و توصیه‌های کودی آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان انجام گرفت. برای این منظور میزان ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژنه از منبع اوره و ۷۵ کیلوگرم فسفر بر حسب P_2O_5 از منبع کود سوپرفسفات به مصرف رسید تمامی کود فسفر قبل از کاشت و کود اوره در دو مرحله به صورت سرک یک و دو ماه بعد از کاشت به زمین اضافه گردید. مراحل انجام آزمایش دوم کاملاً مشابه با آزمایش اول انجام گرفت.

صفات مورد بررسی شامل، صفات ناخالصی ریشه (سدیم، پتاسیم، نیتروژن آمینه) و درصد قند ملاس، درصد قند، قند قابل استحصال، درصد ماده خشک، ضریب استحصال، طول ریشه و قطر ریشه عملکرد ریشه و اندام‌های هوایی بودند. پس از حذف اثر حاشیه‌ای (۰/۵ متر از طرفین)، برداشت انجام و برای بررسی ویژگی‌های کیفی ریشه، نمونه‌های ریشه به آزمایشگاه تجزیه کیفی شرکت تحقیقات و خدمات زراعی چغندر قند استان کرمان منتقل شدند. ریشه‌ها در آغاز به طور کامل شسته و پس از توزین، از آنها خمیر تهیه و در ظرف‌های مخصوص در شرایط انجماد نگه‌داری شدند. برای تجزیه کیفی هر نمونه خمیر، آن را در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و پس از خارج شدن از حالت انجماد، از هر نمونه، ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی‌لیتر سواستات سرب با فرمول شیمیایی $Pb(C_2H_3O_2)_2$ در همزن ریخته و به مدت زمان سه دقیقه مخلوط گردید. پس از انتقال مخلوط به قیف صافی، شربت زلالی به دست آمد که برای اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی استفاده گردید. در شربت به دست آمده، درصد قند به روش پلاریمتری و توسط دستگاه ساکاریمتر مدل RHB-32ATC ساخت کشور چین، سدیم و پتاسیم به روش شعله‌سنج

نتایج و بحث

آزمایش اول

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد روش کاشت تأثیر معنی داری بر ماده خشک ریشه، درصد قند قابل استحصال، درصد قند، وزن ریشه، طول ریشه، وزن تر برگ، عملکرد ریشه، عملکرد شکر داشت (جدول ۳ و ۴). بین ارقام مورد بررسی از نظر صفات ماده خشک ریشه، درصد قند قابل

استحصال، ضریب قلیائیت، مقدار نیتروژن آمینه، وزن ریشه، وزن تر برگ، تعداد برگ، عملکرد ریشه و عملکرد شکر تفاوت معنی داری از نظر آماری وجود داشت. با این وجود، درصد قند ملاس، ضریب استحصال، ضریب قلیائیت، میزان سدیم و پتاسیم، تعداد برگ در بوته و وزن طوقه تحت تأثیر هیچ یک از فاکتورهای مورد بررسی قرار نگرفتند و در بین صفات مورد مطالعه فقط صفت طول ریشه تحت تأثیر اثر متقابل روش کاشت در رقم قرار گرفت (جدول ۳ و ۴).

جدول ۳ مقادیر میانگین مربعات برخی صفات کمی و کیفی ارقام چغندر قند مورد مطالعه.

میانگین مربعات										
منابع تغییرات	درجه آزادی	ماده خشک ریشه	درصد قند ملاس	ضریب استحصال	درصد قند قابل استحصال	ضریب قلیائیت	نیتروژن مضره	پتاسیم	سدیم	درصد قند
تکرار	۳	۱۰/۳۴**	۰/۰۰۸ ^{ns}	۴۰/۵۴ ^{ns}	۱۵۲۷/۱۳ ^{ns}	۶/۷۳**	۰/۰۴۷**	۰/۲۸ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۳/۳۰ ^{ns}
روش کاشت	۱	۳/۹۱*	۰/۰۰۱ ^{ns}	۳۲/۰۷ ^{ns}	۳۲۸۵**	۰/۹۸ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۶/۵۹ ^{ns}
ارقام	۲	۲/۴۳*	۰/۰۳۱ ^{ns}	۳۲/۵۱ ^{ns}	۴۳۲/۳۵**	۲/۳۸ ^{ns}	۰/۰۲۳*	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۸/۵۷ ^{ns}
ارقام × روش کاشت	۲	۰/۱۹۸ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۳۹/۲۸ ^{ns}	۸۱/۷۹ ^{ns}	۱/۶۳ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۷/۷۱ ^{ns}
خطا	۱۵	۰/۷۸۲	۰/۴۱	۲۴/۶۴	۵۶/۷۰	۰/۶۴۳	۰/۰۰۷	۰/۱۸۴	۰/۰۴	۳/۷
CV%		۳/۲۸	۱۲/۷۹	۵/۷۲	۱۹/۹۲	۱۰/۷۲	۱۱/۴۲	۱۰/۴۶	۱۷/۳۹	۱۰/۲۹

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح پنج و یک درصد

جدول ۴ مقادیر میانگین مربعات برخی صفات مورد مطالعه در آزمایش حاضر.

میانگین مربعات									
منابع تغییرات	درجه آزادی	متوسط وزن ریشه	طول ریشه	وزن تر برگ	تعداد برگ	وزن طوقه	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	کارایی مصرف آب
تکرار	۳	۰/۰۳۱ ^{ns}	۵۱/۸۹**	۹۰۶/۲ ^{ns}	۲/۵۵ ^{ns}	۵/۱۶ ^{ns}	۴۷۲/۵ ^{ns}	۱۵/۳۰ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}
روش کاشت	۱	۰/۱۸۰**	۹/۷**	۴۸۶۹*	۱/۷۰ ^{ns}	۳۲/۵۷ ^{ns}	۹۰۰/۱۳*	۵۸/۶۴*	۰/۰۳۴*
ارقام	۲	۰/۰۶*	۱/۱۶ ^{ns}	۱۱۱۵۲/۳**	۷/۷*	۶۵/۲۸ ^{ns}	۱۲۴۵/۵۹*	۶۲/۱۳*	۰/۰۰۲ ^{ns}
ارقام × روش کاشت	۲	۰/۰۲ ^{ns}	۱۰۵/۲۳**	۱۰۲/۴ ^{ns}	۱۲/۴ ^{ns}	۱۹۱/۰۷ ^{ns}	۵۴۱/۸ ^{ns}	۵/۹۷ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}
خطا	۱۵	۰/۰۱۴	۷/۸۴	۷۱۸/۸۶	۵/۸۶	۷۳/۶۷	۲۷۸۹/۸	۱۷/۷۷	۰/۰۰۲
CV%		۲۰/۱۷	۶/۷۲	۲۳/۸۰	۸/۵۲	۲۴/۳	۱۸/۹۰	۲۲/۱۰	۱۸/۹۲

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح پنج و یک درصد

ماده خشک ریشه

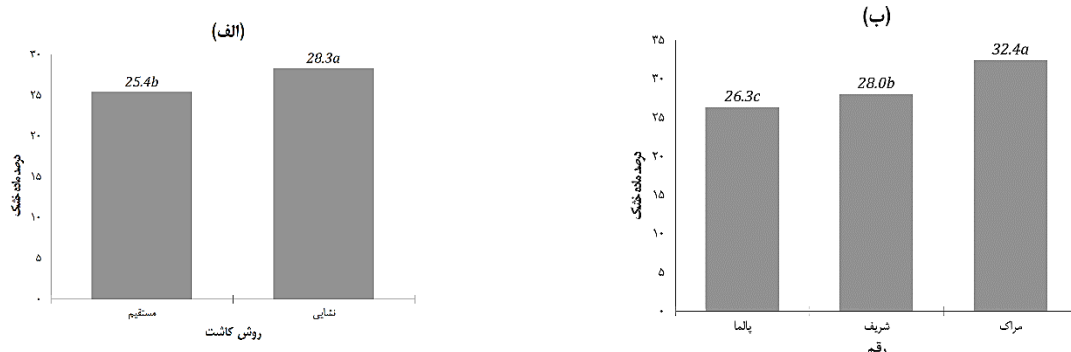
اثرات اصلی روش کاشت و رقم در سطح احتمال پنج درصد بر ماده خشک ریشه معنی دار شد (جدول ۳). تجزیه واریانس نشان داد بین روش های کاشت مستقیم و نشایی تفاوت آماری معنی داری وجود دارد به طوری که کاشت نشایی منجر به افزایش درصد ماده خشک ریشه در مقایسه با کاشت مستقیم

شد. درصد ماده خشک ریشه از ۲۵/۴ درصد در کاشت مستقیم به ۲۸/۳ درصد در کاشت نشایی افزایش پیدا کرد، همچنین نتایج اثر رقم بر درصد ماده خشک ریشه چغندر قند نشان داد که در بین ارقام مورد مطالعه، بیشترین (۳۲/۴ درصد) و کمترین (۲۶/۳ درصد) ماده خشک ریشه به ترتیب از ارقام مراک و پالما به دست آمد (شکل ۱).

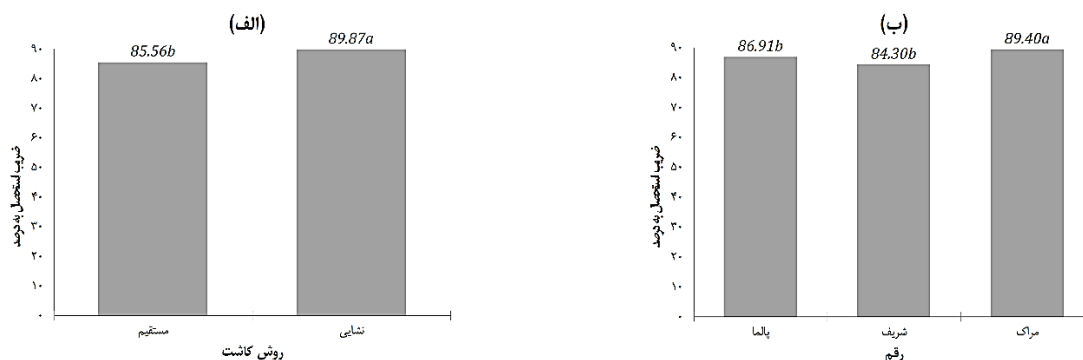
ضریب استحصال

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار روش کاشت و رقم در سطح احتمال یک درصد بر ضریب استحصال بود ولی اثر متقابل روش کاشت در رقم بر آن معنی‌دار

نشد (جدول ۳). نتایج نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین روش‌های کاشت و ارقام مورد بررسی بود (شکل ۲). به طوری که بالاترین ضریب استحصال در بین روش‌های کاشت از روش کاشت نشائی و در بین ارقام مورد بررسی از رقم مراک به دست آمد (شکل ۲ الف و ب).



شکل ۱ اثرات اصلی روش کاشت (الف) و رقم (ب) بر درصد ماده خشک ریشه. (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



شکل ۲ اثرات اصلی روش کاشت (الف) و رقم (ب) بر ضریب قند قابل استحصال. (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)

میزان نیتروژن آمینه ریشه

نتایج اثر اصلی رقم نشان داد که بیشترین و کمترین میزان نیتروژن ریشه به ترتیب از ارقام مراک و شریف به دست آمد (شکل ۳).

درصد قند ریشه

در بین روش‌های کاشت، بیشترین درصد قند ریشه از روش کاشت نشائی به دست آمد (شکل ۴).

متوسط وزن ریشه

در بین اثرات مورد مطالعه فقط اثر روش کاشت در سطح احتمال یک درصد و اثر رقم در سطح احتمال پنج درصد بر میزان این صفت معنی‌دار شد و اثر متقابل روش کاشت در رقم بر این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که کاشت نشائی در مقایسه با کاشت مستقیم موجب افزایش متوسط وزن ریشه شده به نحوی که از ۴۹۵ گرم در کاشت

در رقم بر میزان این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴). در بین روش‌های کاشت، بیشترین عملکرد ریشه از کاشت نشایی حاصل شد به طوری که عملکرد ریشه ۸۲/۴۱ تن در هکتار از روش کاشت مستقیم به ۹۴/۶۶ تن در هکتار در روش کشت نشایی افزایش یافت و در بین ارقام، رقم مراک با ۱۰۲/۵۴ تن در هکتار بیشترین و رقم پالما با میزان ۷۸/۶ تن در هکتار کمترین عملکرد ریشه را داشتند (شکل ۸ الف و ب).

عملکرد قند

اثر روش کاشت (جدول ۴) بر عملکرد قند چغندر قند معنی‌دار شد که در کاشت نشایی عملکرد شکر به طور معنی‌داری بیش از کاشت مستقیم بوده و از ۱۵/۱۶ تن در هکتار به ۱۸/۲۹ تن در هکتار افزایش پیدا کرد و در بین ارقام، رقم مراک با تولید ۱۹/۹ تن شکر در هکتار بیشترین و پالما با تولید ۱۳/۹ تن شکر در هکتار کمترین عملکرد شکر را به خود اختصاص دادند (شکل ۹ الف و ب).

کارایی مصرف آب

کارایی مصرف آب تنها تحت تأثیر روش کاشت در سطح پنج درصد قرار گرفت و بین ارقام تفاوت معنی‌داری از نظر کارایی مصرف آب وجود نداشت (جدول ۴). کاشت نشایی تا تقریباً دو برابر کارایی مصرف آب را افزایش داد. به طوری که کارایی مصرف آب از ۰/۸۷ کیلوگرم شکر در مترمکعب با کشت مستقیم به ۱/۵ کیلوگرم در مترمکعب با کشت نشایی افزایش یافت (شکل ۱۰).

مستقیم به ۶۶۷ گرم در کاشت نشایی افزایش یافت (شکل ۵ الف). در بین ارقام نیز، رقم مراک با وزن ریشه ۶۸۴ گرم وزن، دارای بیشترین وزن ریشه بوده و تفاوت معنی‌داری بین رقم شریف و پالما از نظر این صفت مشاهده نشد (شکل ۵ ب).

طول ریشه

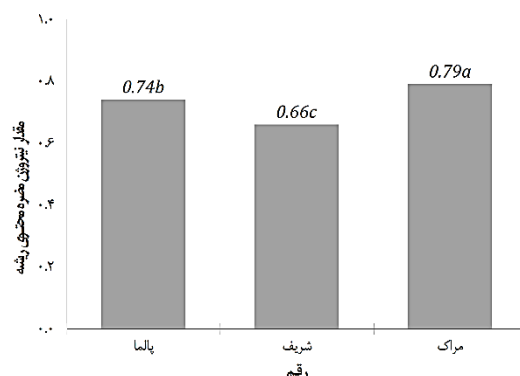
طول ریشه تحت تأثیر اثرات معنی‌دار روش کاشت و اثر متقابل روش کاشت در رقم در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت، اما اثر اصلی رقم بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴). نتایج اثر متقابل روش کاشت در رقم نشان داد که بیشترین طول ریشه از رقم مراک در کاشت نشایی به دست آمد و همین رقم در شرایط کاشت مستقیم کمترین طول ریشه را دارا بود که نشان از برتری روش کاشت نشایی داشت (شکل ۶).

وزن تر برگ

وزن تر برگ تحت تأثیر روش کاشت در سطح پنج درصد و ارقام مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۴). کاشت نشایی به طور چشمگیری وزن تر برگ در بوته را از ۷۹/۷ گرم به ۱۰۸/۲۵ گرم افزایش داد. در بین ارقام، رقم مراک با وزن تر برگ ۸۰/۹ گرم در مقایسه با رقم پالما و شریف، از وزن تر برگ بیشتری برخوردار بود. تفاوت معنی‌داری بین دو رقم پالما و شریف مشاهده نشد (شکل ۷ الف و ب).

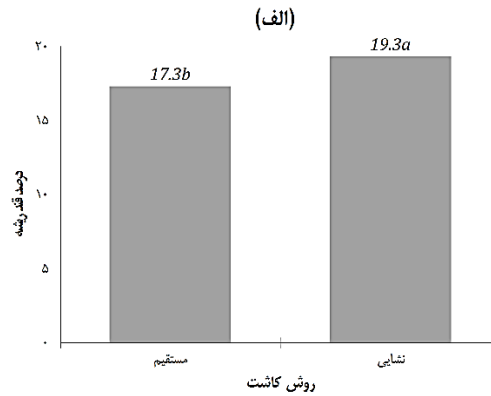
عملکرد ریشه

عملکرد ریشه تحت تأثیر اثرات اصلی روش کاشت و رقم در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت و اثر متقابل روش کاشت

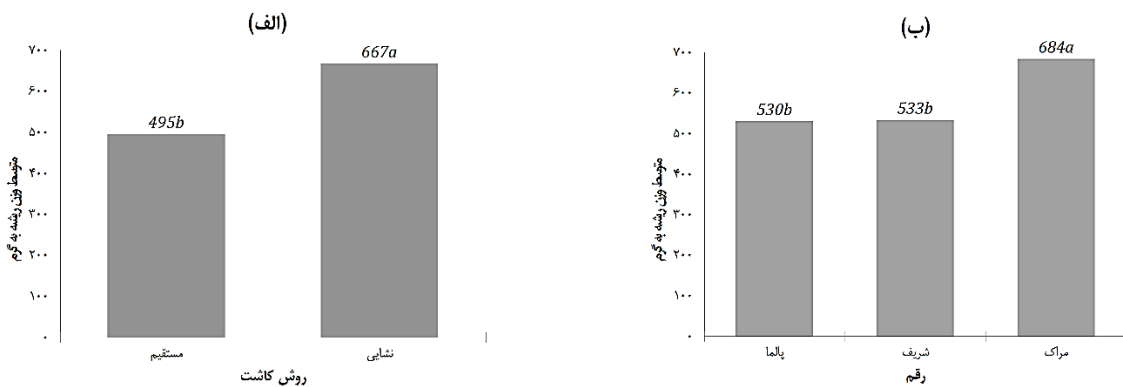


شکل ۳ اثر اصلی رقم بر میزان نیتروژن.

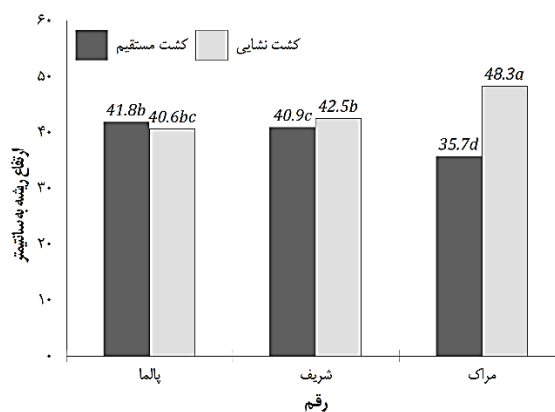
(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست).



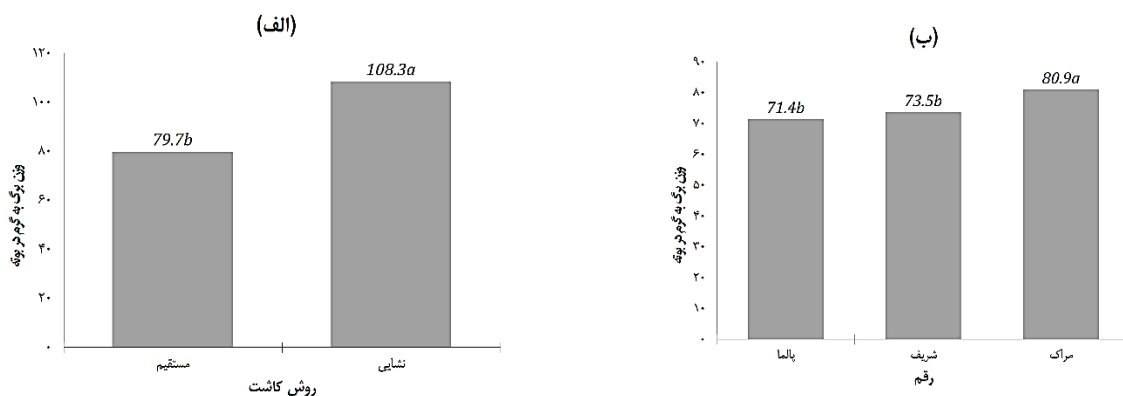
شکل ۴ اثر اصلی روش کاشت بر درصد قند ریشه. اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.



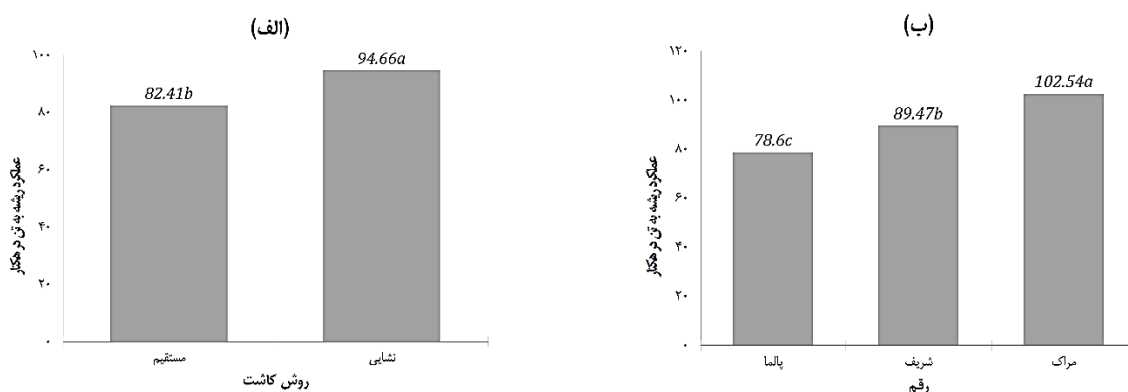
شکل ۵ - اثرات اصلی روش کاشت (الف) و رقم (ب) بر متوسط وزن ریشه (گرم). اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.



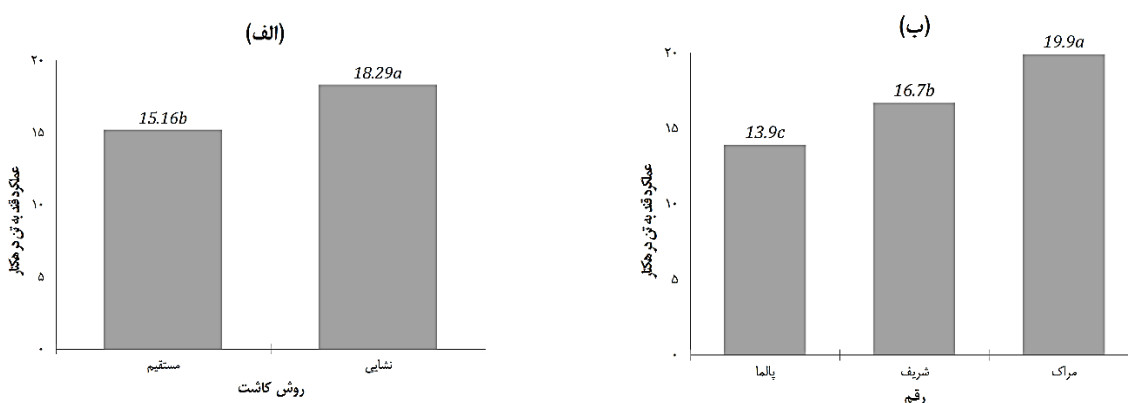
شکل ۶ اثر متقابل روش کاشت در رقم بر طول ریشه (سانتی‌متر). اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.



شکل ۷ اثرات اصلی روش کاشت (الف) و رقم (ب) بر وزن برگ بوته (گرم).
 (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



شکل ۸ اثرات اصلی روش کاشت (الف) و رقم (ب) بر عملکرد ریشه (تن در هکتار).
 (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



شکل ۹ اثرات اصلی روش کاشت (الف) و رقم (ب) بر عملکرد شکر (تن در هکتار).
 (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



شکل ۱۰ اثرات اصلی روش کاشت (الف) و رقم (ب) بر عملکرد شکر (تن در هکتار).
(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)

بحث

نتایج آزمایش نشان داد که کاشت به شیوه نشایی در

مقایسه با کاشت مستقیم سبب بهبود و افزایش معنی‌دار ماده خشک ریشه، ضریب استحصال، درصد قند، وزن ریشه، طول ریشه، وزن تر برگ، عملکرد ریشه و عملکرد شکر شد که با نتایج تراساوا و اسکی (Terasawa and Osaki 2009) هم‌راستا بود. کاربرد نظام کاشت نشائی باعث افزایش عملکرد چغندر قند می‌شود به‌طور کلی روش کاشت نشائی، مدت‌زمان بیشتری را برای تولید ریشه و ماده‌سازی در اختیار بوته قرار می‌دهد و باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه می‌گردد (Tarkalson and King 2017). در بین ارقام مورد مطالعه، رقم مراک با دارا بودن ماده خشک ریشه، ضریب استحصال، وزن ریشه، وزن تر برگ، تعداد برگ، عملکرد ریشه و عملکرد شکر در مقایسه با دو رقم شریف و پالما به‌عنوان رقم برتر شناسایی و معرفی می‌گردد. به‌طور کلی، کاشت به‌صورت نشا نقش مؤثری در بهبود استفاده از نهاده‌های کشاورزی از جمله بذر در واحد سطح و کاهش هزینه‌های تولید به دلیل کاهش دوره رشد، می‌گردد. همچنین بالاتر بودن درصد جوانه‌زنی و سبز شدن به دلیل شرایط بهینه محیطی امکان رشد مطلوب‌تر و یکنواخت‌تری فراهم کرده و سبب استفاده بهینه از شرایط محیطی مطلوب در اوایل دوره رشد و عدم نیاز به تنک کردن می‌گردد. نشاکاری می‌تواند عملکرد گیاهان نشایی را به بالاترین سطح بازدهی و نیز بیشترین عملکرد رساند.

تحت تنش خشکی، اندازه اندام‌های هوایی گیاه محدود شده و به همین دلیل است که موجب کاهش وزن خشک تولیدشده در گیاه می‌شود (Ashraf and Foolad 2007). همچنین در شرایط تنش خشکی رشد و توسعه برگ‌ها محدود می‌شود (Mandal *et al.* 2008) و متعاقب با کاهش سطح برگ، جذب نور توسط گیاه کاهش یافته و نهایتاً میزان کل فتوسنتز در گیاه نیز کاهش پیدا می‌کند و بدیهی است که با محدود شدن فرآورده‌های فتوسنتزی در شرایط کمبود آب، رشد گیاه و نهایتاً عملکرد آن کاهش پیدا می‌کند (Ashraf and Foolad 2007). طی سال‌های اخیر، محدودیت منابع آب آبیاری در بسیاری از مناطق کشاورزی کشور یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های بخش کشاورزی شده و این مسئله با توجه به بروز خشکسالی‌های پی‌درپی و برداشت بیش از اندازه از منابع آب‌های زیرزمینی، در برخی از مناطق به مرحله بحران رسیده است. لذا در تولید محصولات کشاورزی، به‌کارگیری هر روشی که منجر به کاهش میزان مصرف آب آبیاری شود و یافتن ارقام مقاوم در برابر کمبود آب امری لازم و ضروری است. در همین ارتباط یکی از روش‌های کاشت که می‌تواند در کاهش مصرف آب آبیاری مؤثر باشد، استفاده از تکنیک کشت نشایی محصولات زراعی و باغی است (Karbalaee *et al.* 2012).

آزمایش دوم

نتایج جداول تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تنش خشکی بر ماده خشک ریشه، ضریب استحصال، درصد قند قابل استحصال، میزان پتاسیم، سدیم ریشه، درصد قند، وزن ریشه، وزن تر برگ، وزن طوقه، عملکرد ریشه، عملکرد شکر و کارایی مصرف آب بود. روش کاشت نیز تأثیر معنی‌داری بر ماده خشک ریشه، درصد قند، وزن ریشه، ارتفاع بوته، وزن تر برگ، وزن طوقه، عملکرد ریشه، عملکرد شکر داشت و اثر متقابل تنش خشکی در روش کاشت تنها بر طول ریشه معنی‌دار گردید (جداول ۵ و ۶).

متأسفانه ایران با بحران جدی کمبود آب مخصوصاً در سال‌های اخیر مواجه است و به‌طور متوسط ۸۰ تا ۹۲ درصد از منابع آب در بخش کشاورزی استفاده می‌شود؛ بنابراین موضوع مدیریت آب در کشور باید در بخش کشاورزی تمرکز پیدا کند. استراتژی‌های مختلفی برای افزایش بهره‌وری مصرف آب وجود دارد که نشاکاری به‌ویژه در محصولات زراعی مهم مانند چغندر قند می‌تواند مؤثر باشد. نتایج نشان داد کاشت نشایی علاوه بر بهبود صفات مختلف در چغندر قند، عملکرد شکر را افزایش می‌دهد. در بین ارقام، رقم مراک بیشترین عملکرد شکر را به خود اختصاص داد.

جدول ۵ مقادیر میانگین مربعات برخی صفات کمی و کیفی ارقام چغندر قند در آزمایش دوم.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ماده خشک ریشه	درصد قند ملاس	ضریب استحصال	درصد قند قابل استحصال	ضریب قلیائیت	میزان نیتروژن	میزان پتاسیم	میزان سدیم	درصد قند
تکرار	۳	۴/۵۳ ^{ns}	۰/۰۲۰ ^{ns}	۱۴۹/۵ ^{ns}	۱/۹۶ ^{ns}	۱/۱۶ ^{ns}	۰/۰۱۳ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۱/۸۳ ^{ns}	۰/۸۹ ^{ns}
تنش خشکی	۲	۹/۲۹*	۰/۰۹ ^{ns}	۴۰۷/۰۶*	۷/۷۳*	۰/۴۵ ^{ns}	۰/۰۱۰ ^{ns}	۱/۰۷*	۳/۶۰*	۲۰/۷۰**
روش کاشت	۱	۵/۹۵*	۰/۰۴ ^{ns}	۳۰۲/۳ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۶۰ ^{ns}	۷/۵۶*
تنش × روش کاشت	۲	۳/۵۵ ^{ns}	۰/۵۲ ^{ns}	۳۱۵/۶ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۵۶ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}	۰/۳۹ ^{ns}	۳/۰۲ ^{ns}	۴/۴۷ ^{ns}
خطا	۱۵	۲/۱۳	۰/۰۷	۱۸۴/۸۱	۱/۳۹	۲/۴۶	۰/۰۳۱	۰/۳۱	۱/۹۹	۲/۰۹
CV%		۵/۵۷	۱۸/۲۱	۱۶/۱۵	۶/۹۹	۲۱/۶۴	۲۴/۰۲	۱۳/۵۳	۱۹/۳۴	۱۰/۸۶

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

جدول ۶ مقادیر میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به برخی صفات کمی در آزمایش دوم.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		وزن ریشه	طول ریشه	وزن تر برگ	تعداد برگ	وزن طوقه	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	کارایی مصرف آب
تکرار	۳	۰/۰۲۷ ^{ns}	۷۱/۳۷*	۲۵۴۳ ^{ns}	۲/۶۹ ^{ns}	۱۸/۵۲ ^{ns}	۱۱/۷۳ ^{ns}	۰/۵۷ ^{ns}	۱/۵۲ ^{ns}
تنش خشکی	۲	۰/۵۶۳**	۱۸/۲۹ ^{ns}	۳۵۰۶*	۱۱/۳۳ ^{ns}	۸۲/۴*	۱۴۳/۸۳*	۲۶/۱۴**	۴/۱۴**
روش کاشت	۱	۰/۴۵۱**	۳۳/۴۰*	۲۱۰۶ ^{ns}	۵/۸۰ ^{ns}	۹۰/۵۳۵**	۳۰۹/۷۰**	۲۵/۶۲**	۵/۲۱**
تنش × روش کاشت	۲	۰/۱۵۲ ^{ns}	۹۸/۱۴**	۱۲۱۳ ^{ns}	۱۸/۳۵ ^{ns}	۵۴/۰۶ ^{ns}	۵۰/۹۲ ^{ns}	۱۰/۵۱ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}
خطا	۱۵	۰/۱۱۱	۱۴/۸۰	۱۰۱۴	۲۴/۵۵	۴۱/۸۱	۵۲/۴۰	۱۰/۰۲	۰/۹۸
CV%		۱۴/۵۶	۱۰/۲۴	۱۳/۴	۱۷/۵۸	۲۲/۱۸	۲۱/۹۱	۲۳/۲۰	۱۹/۳۴

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

ماده خشک ریشه

به‌طوری‌که درصد ماده خشک از ۲۰ درصد در سطح پایین تنش به ۲۵/۷ درصد در تنش شدید افزایش یافت؛ اما به تشدید تنش به دلیل اینکه گیاه برای بقا انرژی بیشتری صرف می‌کند، لذا از

اعمال تنش خشکی به‌صورت تنش شدید، موجب افزایش معنی‌دار درصد ماده خشک در مقایسه با تنش ضعیف شد.

تنش خشکی گیاهان با ذخیره مواد تنظیم‌کننده اسمزی همانند اسیدهای آمینه، قندها، برخی از یون‌های معدنی سعی در تغلیظ شیره سلولی دارند تا پتانسیل آب منفی را ایجاد کرده و از این طریق به مقابله با تنش بپردازند (Nyakan and Ghorbanly 2007) از این‌رو میزان ترکیبات قندی گیاهان تحت تنش خشکی افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد بین روش‌های کاشت از لحاظ درصد قند تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت و بیشترین درصد قند از روش کاشت نشائی به دست آمد (شکل ۱۴ الف و ب).

وزن ریشه

وزن ریشه تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و روش کاشت در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۶). اعمال تنش خشکی به‌صورت شدید وزن ریشه را به‌شدت کاهش داد به‌طوری‌که وزن ریشه از ۶۳۰ و ۶۰۴ گرم در تنش ضعیف و متوسط، به ۴۴۰ گرم در تنش شدید کاهش یافت. همچنین کشت نشائی در مقایسه با کشت مستقیم تأثیر زیادی بر افزایش وزن ریشه داشت. به‌طوری‌که وزن ریشه از ۴۵۰ به ۵۵۸ گرم در کشت نشائی افزایش یافت (شکل ۱۵ الف و ب).

طول ریشه

علاوه بر اثرات معنی‌دار تنش خشکی و روش کاشت، اثر متقابل تنش خشکی در روش کاشت نیز بر طول ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی در روش کاشت نشان داد که بیشترین و کمترین طول ریشه به ترتیب از تیمارهای پایین‌ترین سطح تنش خشکی (تنش خشکی ضعیف) در روش کاشت مستقیم و تیمار بالاترین سطح تنش خشکی (تنش شدید) در روش کاشت نشائی به دست آمد (شکل ۱۶).

وزن تر برگ

این صفت تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی در سطح پنج درصد قرار گرفت (جدول ۶). با افزایش سطوح تنش

میزان ماده سازی و تولید خود کاسته که منجر به کاهش ماده خشک ریشه می‌گردد. تفاوت معنی‌داری بین سطح تنش متوسط و ملایم مشاهده نگردید. در بین روش‌های کاشت، کاشت نشائی در مقایسه با کشت مستقیم، درصد ماده خشک بیشتری را دارا بود (شکل ۱۱ الف و ب).

ضریب و درصد قند قابل استحصال

ضریب و درصد قند قابل استحصال با افزایش شدت تنش افزایش یافتند و بیشترین مقدار آن در تنش متوسط مشاهده شد. ضریب استحصال در تنش ملایم ۷۷/۲۶ بوده که به ۹۳/۹ در تنش متوسط رسید. همچنین درصد قند قابل استحصال از ۱۶/۲۷ درصد در تنش ملایم به ۱۸ درصد در تنش متوسط افزایش یافت. با افزایش سطح تنش خشکی (تنش شدید) ضریب و درصد قند قابل استحصال کاهش یافت و تفاوت معنی‌داری بین درصد قند قابل استحصال در تنش ضعیف و شدید مشاهده نگردید (شکل ۱۲ الف و ب).

ناخالصی‌های ریشه

مقایسه میانگین نشان داد که با شدت یافتن تنش خشکی، میزان پتاسیم ریشه کاهش و میزان سدیم آن افزایش پیدا کرد. به‌طوری‌که میزان پتاسیم از ۴/۸ میلی‌مول در پایین‌ترین سطح تنش به ۳/۳۴ میلی‌مول در بالاترین سطح تنش افزایش و میزان سدیم از ۱/۰۱ میلی‌مول در تنش ضعیف به ۱/۷۸ میلی‌مول در تنش شدید افزایش یافت (شکل ۱۳ الف و ب). تفاوت معنی‌داری بین میزان پتاسیم در سطح تنش متوسط و ضعیف وجود نداشت. پتاسیم نقش مهمی در افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های زیستی و غیرزیستی ایفا می‌کند و به نظر می‌رسد که توانایی گیاه برای حفظ نسبت بالای پتاسیم به سدیم سیتوسولی برای تحمل گیاه حیاتی باشد (Shabala and Cuin 2008).

درصد قند

نتایج حاصل از اثر اصلی تنش خشکی نشان داد با افزایش سطح تنش درصد قند ریشه افزایش یافت و از ۱۶/۹۹ درصد در تنش ضعیف به ۲۰/۲۰ درصد در تنش شدید رسید. طی بروز

خشکی و روش کاشت در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۶). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تنش ضعیف و ملایم بیشترین عملکرد ریشه حاصل شده و با افزایش سطح تنش، عملکرد ریشه کاهش معنی‌داری یافت. به طوری که از ۸۰/۹۲ و ۷۸/۱۴ تن در هکتار به ۶۰/۲۹ تن در هکتار رسید. همچنین بیشترین عملکرد قند از تنش متوسط یعنی آبیاری در زمان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه به میزان ۱۴/۰۶ تن حاصل شد و تفاوت معنی‌داری بین عملکرد قند در تنش متوسط و ضعیف مشاهده نگردید. در بین روش‌های کاشت بیشترین عملکرد ریشه و شکر از روش کاشت نشائی به دست آمد (شکل ۱۹ الف، ب، ج و د).

کارایی مصرف آب

کارایی مصرف آب متأثر از تنش خشکی و روش کاشت در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر کارایی مصرف آب چغندر قند نشان داد که آبیاری در شرایط ۷۰ درصد نیاز گیاه (تنش متوسط) منجر به حصول بیشترین کارایی مصرف آب شده و اعمال تنش شدید، کارایی مصرف آب را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد. همچنین با کشت نشایی در چغندر قند، کارایی مصرف آب به حدود دو برابر بهبود یافت (شکل ۲۰ الف و ب).

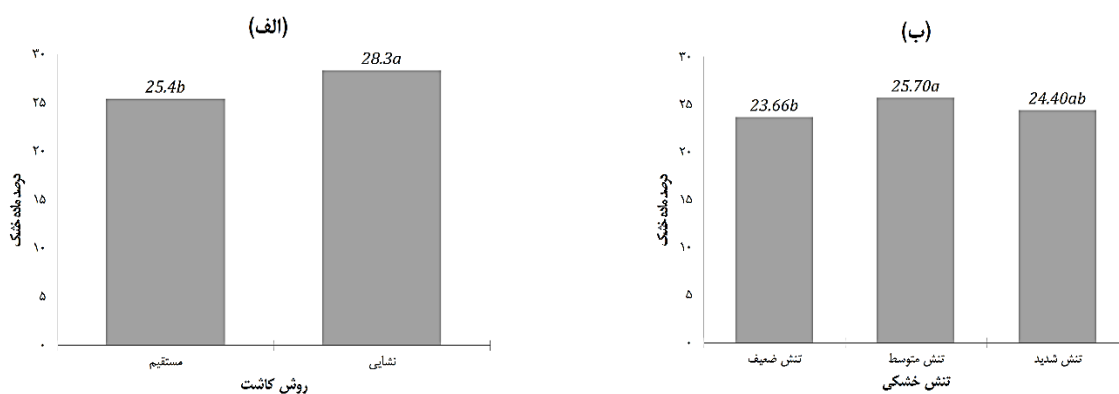
خشکی، وزن تر برگ از ۲۵۹/۸ گرم در تنش ضعیف به ۲۰۵/۱۴ گرم در تنش شدید کاهش یافت. اعمال تنش متوسط هر چند که توانست وزن برگ تر را کاهش دهد اما تفاوت معنی‌داری بین این سطح با تنش ضعیف وجود نداشت (شکل ۱۷). از آنجایی که تعداد برگ در بوته تحت تأثیر تنش قرار نگرفته است (جدول ۶)، این کاهش می‌تواند ناشی از کاهش سطح برگ باشد چرا که توسعه سطح برگ به محض وقوع کم‌آبی کاهش می‌یابد و به موازات آن سطح تعرق کاهش پیدا می‌کند.

وزن طوقه

وزن طوقه تحت تأثیر تنش خشکی (در سطح احتمال پنج درصد) و روش کاشت (در سطح احتمال یک درصد) قرار گرفت (جدول ۶). نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین وزن طوقه از تنش متوسط حاصل شده و با افزایش سطح تنش خشکی وزن طوقه کاهش یافت. همچنین کشت نشایی تأثیر مثبتی بر وزن طوقه داشت و با کشت چغندر قند به روش نشایی وزن طوقه افزایش یافت (شکل ۱۸ الف و ب).

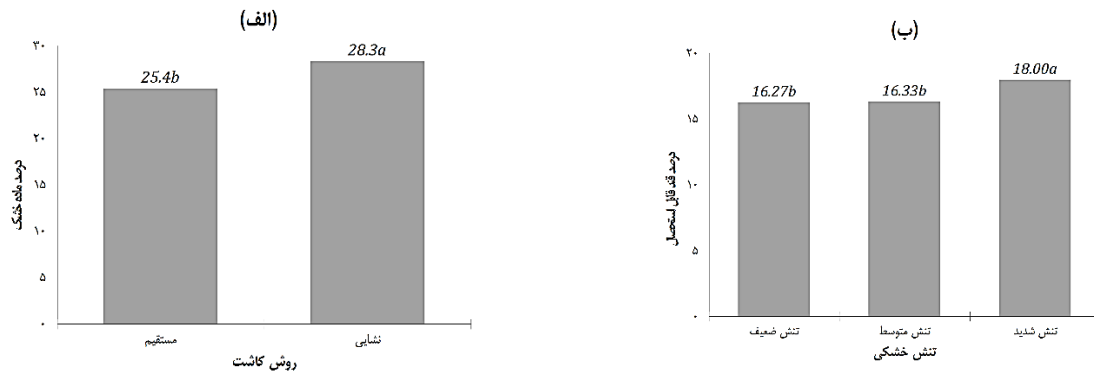
عملکرد ریشه و قند

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تنش خشکی و روش کاشت به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد بر عملکرد ریشه می‌باشد و عملکرد شکر نیز متأثر از تنش

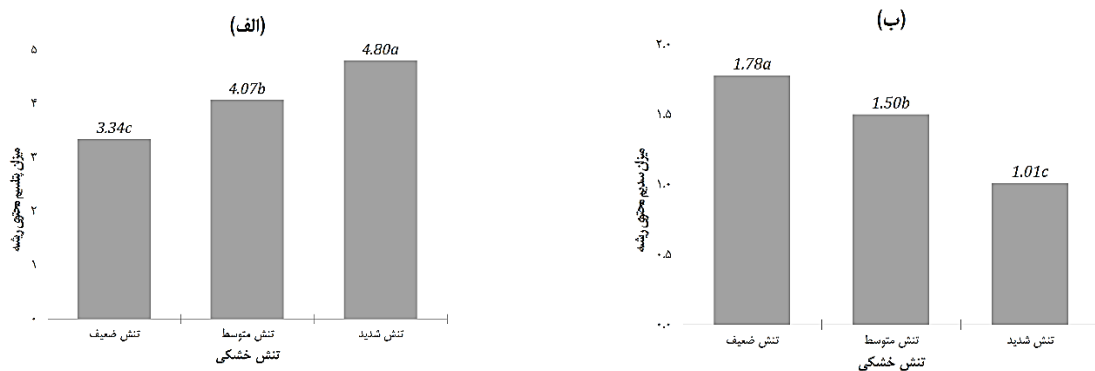


شکل ۱۱ اثرات اصلی تنش خشکی (الف) و روش کاشت (ب) بر درصد ماده خشک.

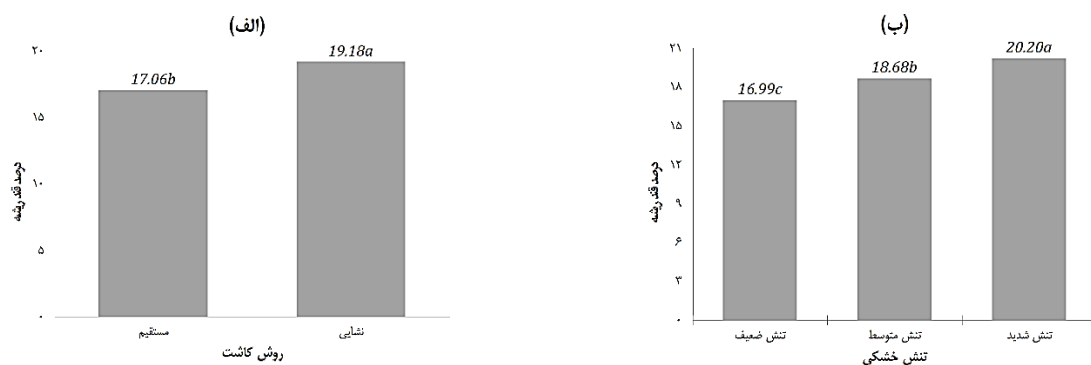
(اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



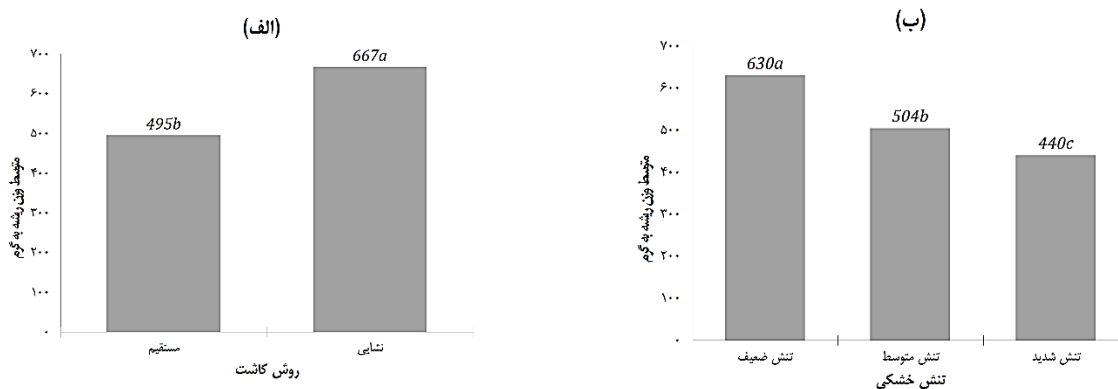
شکل ۱۲ اثرات اصلی تنش خشکی بر ضریب استحصال (الف) و درصد قند قابل استحصال (ب). (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



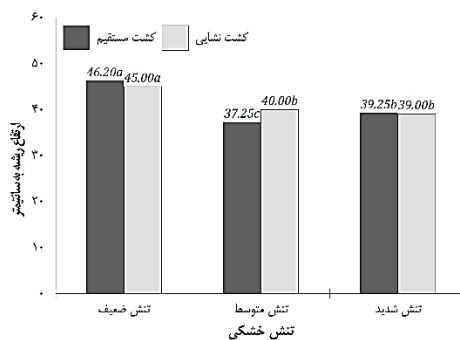
شکل ۱۳ اثرات اصلی تنش خشکی بر میزان پتاسیم (میلی‌مول در ۱۰۰ گرم) (الف) و بر میزان سدیم (میلی‌مول در ۱۰۰ گرم) (ب). (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



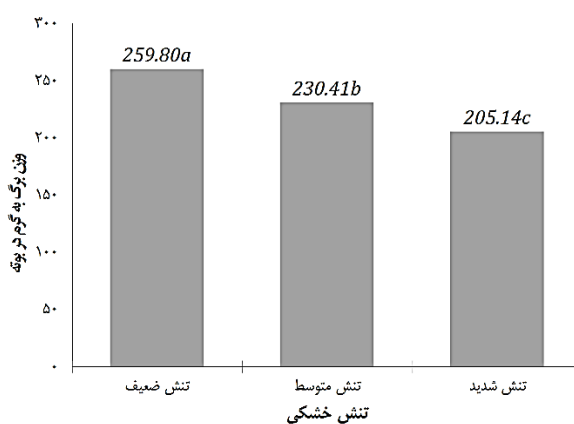
شکل ۱۴ اثرات اصلی تنش خشکی (الف) و روش کاشت (ب) بر درصد قند. (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



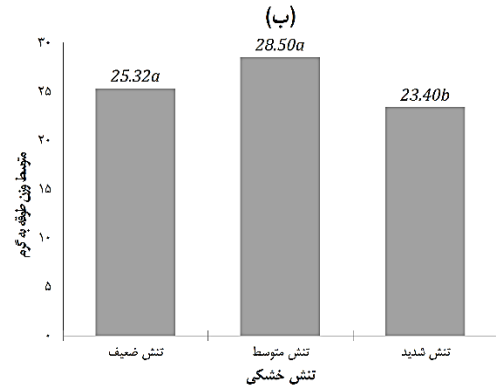
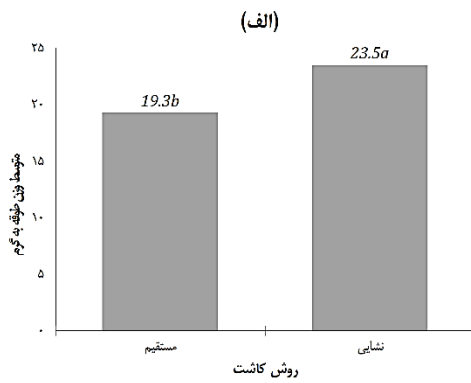
شکل ۱۵ اثرات اصلی تنش خشکی (الف) و روش کاشت (ب) بر متوسط وزن ریشه. (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



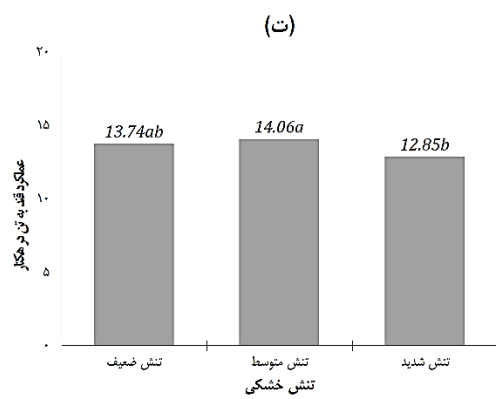
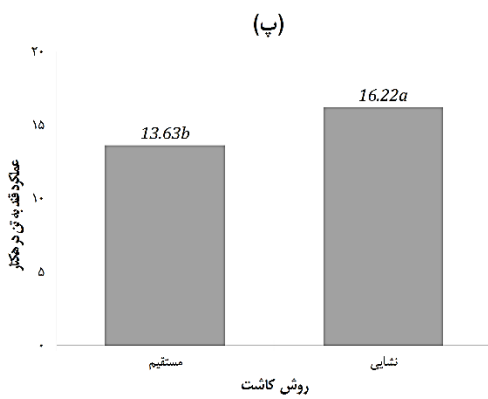
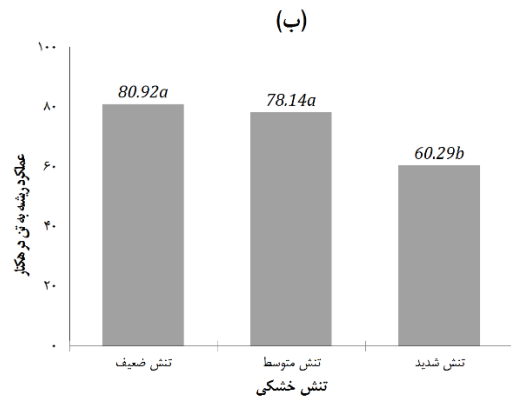
شکل ۱۶ اثر متقابل تنش خشکی در روش کاشت بر متوسط طول ریشه (سانتی‌متر). (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



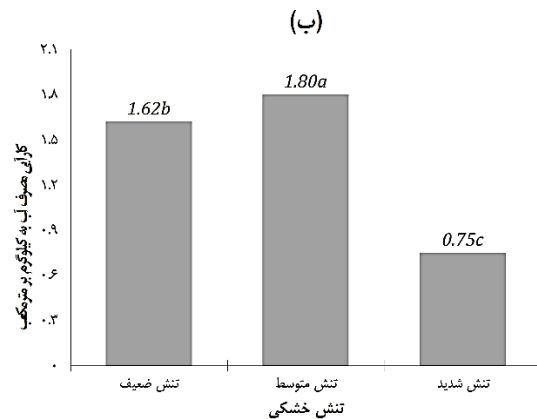
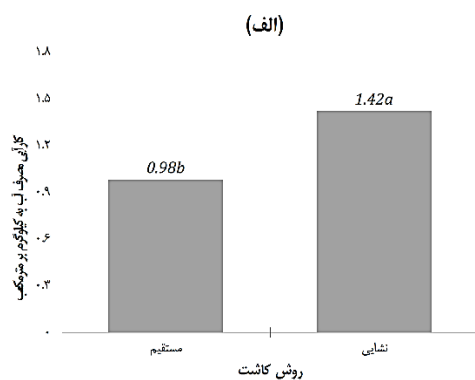
شکل ۱۷ اثر اصلی تنش خشکی بر متوسط وزن تر برگ (گرم). (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل پنج درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



شکل ۱۸ اثرات اصلی تنش خشکی (الف) و روش کاشت (ب) بر متوسط وزن طوقه. (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



شکل ۱۹ اثرات اصلی تنش خشکی (الف) و روش کاشت (ب) بر عملکرد ریشه و اثرات تنش خشکی (ج) و روش کاشت (د) بر عملکرد شکر. (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)



شکل ۲۰ اثرات اصلی تنش خشکی (الف) و روش کاشت (ب) بر کارایی مصرف آب (کیلوگرم در مترمکعب). (اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (دانکن) معنی‌دار نیست.)

بحث

بهترین عامل‌های بررسی میزان تحمل معرفی کرد (Munns and James 2003). گزارش شده است که تجمع سدیم در بافت گیاهی به علت جذب بیشتر سدیم توسط ریشه و تخلیه بیشتر از آوند چوب به برگ است و در واقع گیاه با جذب سدیم بیشتر تعادل اسمزی را انجام می‌دهد که باعث می‌شود گیاه آب بیشتری را جذب کند (Munns and James 2003). همچنین قندهای محلول به‌عنوان تنظیم‌کننده اسمزی، ثبات دهنده غشاهای سلولی و حفظ‌کننده تورژسانس سلول‌ها، عمل می‌کنند. در حقیقت، در گیاهانی که قندهای محلول در پاسخ به تنش خشکی تجمع می‌یابند، تنظیم اسمزی بهتر صورت می‌گیرد (Salma *et al.* 2007). به‌طور کلی یکی از واکنش‌های درونی گیاه چغندر قند به کمبود آب علاوه بر کاهش رشد، افزایش غلظت قند در ریشه و انباشتن قندهای محلول (ساکارز و فروکتوز) به‌عنوان تنظیم‌کننده اسمزی گیاهان مختلف در مقابله با اثرات ناشی از تنش می‌باشد (Nykan and Ghorbanly 2007).

در واقع تنش خشکی منجر به کاهش آماس و رشد سلولی شده و از این طریق منجر به کاهش وزن اندام‌های رویشی و ریشه چغندر قند می‌گردد. مطالعات نشان می‌دهد که تنش خشکی سبب کوچک‌تر شدن سلول‌ها و کاهش تعداد سلول‌های تولیدی به‌وسیله مریستم‌ها می‌شود (Tardieu *et al.* 2000) و از این طریق تولید گیاه را کاهش می‌دهد. از آنجا که رشد سلول وابسته به آماس سلول است، بنابراین تحت شرایط تنش خشکی که

تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر ماده خشک ریشه، ضریب استحصال، درصد قند قابل استحصال، میزان پتاسیم، سدیم ریشه، درصد قند، وزن ریشه، وزن تر برگ، وزن طوقه، عملکرد ریشه، عملکرد قند و کارایی مصرف آب داشت. اعمال تنش خشکی به‌صورت تنش شدید، موجب افزایش معنی‌دار درصد ماده خشک در مقایسه با تنش ضعیف گردید. می‌توان بیان کرد علت افزایش درصد ماده خشک ناشی از اعمال تنش خشکی، کاهش پتانسیل آب اطراف ریشه و کمبود آب در دسترس گیاه است که در نتیجه آن آب کمتری به بافت‌های زنده گیاه هدایت و درصد ماده خشک ریشه‌ها افزایش می‌یابد. پژوهش‌های متعددی مؤید این مطلب است که با کاهش میزان آبیاری و اعمال تنش خشکی، ضمن کاهش عملکرد، درصد ماده خشک ریشه‌ها افزایش می‌یابد و نتایج این تحقیق با نتایج ایاز و کورکو (Ayas and Korukcu 2010) و اسکندری و همکاران (Eskandari *et al.* 2011) هم‌راستا می‌باشد. کاهش پتاسیم در تنش شدید در ارتباط با کاهش آب خاک است که منجر به کاهش جریان این عنصر به همراه برخی دیگر از عناصر از خاک به گیاه شده و جذب آن‌ها کاهش می‌یابد (Heydari and Rezapour 2011)؛ اما در مقابل، میزان سدیم در تنش خشکی شدید افزایش پیدا کرد و می‌توان میزان سدیم جذب‌شده را به دلیل اینکه کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد، یکی از

داشت را دارا می‌باشد. به‌طور کلی، نشاکاری می‌تواند گیاهانی با بالاترین سطح بازدهی و نیز بیشترین عملکرد تولید نماید (Zhang et al. 2007).

نتیجه‌گیری کلی

برنامه‌ریزی کم‌آبیاری یکی از مهم‌ترین ابزار بهینه‌سازی مصرف آب می‌باشد و نتایج نشان داد که کم‌آبیاری ضمن کاهش عملکرد ریشه، موجب افزایش برخی خصوصیات کیفی چغندر قند شده و تا حدودی کاهش عملکرد ریشه را جبران می‌نماید. نتایج پژوهش حاضر نشان داد، هر چند زمان آبیاری بر اساس ۹۰ درصد نیاز آبی گیاه می‌تواند منجر به بهبود صفات کمی و کیفی در چغندر قند و افزایش عملکرد قند گردد، اما تفاوت معنی‌داری بین این سطح آبیاری با زمان آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز گیاه نداشت و همچنین آبیاری در زمان آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی منجر به حصول عملکرد ریشه و شکر بالا همراه با بهبود چشمگیر کارایی مصرف آب در رقم مراک گردید؛ بنابراین با توجه به کمبود منابع آب در کشور و همچنین مصادف شدن بخش عمده دوره رشد چغندر قند با ماه‌های گرم و خشک سال در استان کرمان، اعمال کم‌آبیاری در طول فصل رشد چغندر قند توصیه می‌شود. کاشت نشایی موجب بهبود عملکرد ریشه و قند گردید، بنابراین جهت حصول بیشترین عملکرد ریشه و شکر در رقم مورد مطالعه، کاشت به‌صورت نشایی همراه با آبیاری در زمان ۷۰ درصد نیاز آبی توصیه می‌گردد.

میزان آماس کاهش پیدا می‌کند، رشد سلولی کاهش یافته و متعاقب آن نیز عملکرد ریشه کاهش می‌یابد که در آزمایش حاضر بیشترین عملکرد ریشه و شکر، از تیمار تنش متوسط یعنی آبیاری در زمان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه حاصل گردید. همچنین بیشترین کارایی مصرف آب از تیمار تنش متوسط و کاشت نشایی به دست آمد. به نظر می‌رسد آبیاری در زمان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه، بهترین زمان برای حصول عملکرد بالا بوده که سبب صرفه‌جویی در مصرف آب نیز می‌گردد.

همچنین نتایج آزمایش حاضر نشان داد که بین روش‌های کاشت (نشائی و مستقیم) اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. به‌طوری‌که بیشترین ماده خشک ریشه، درصد قند، وزن ریشه، ارتفاع بوته، وزن تر برگ، وزن طوقه، عملکرد ریشه، عملکرد شکر از کاشت نشائی به دست آمد. می‌توان بیان کرد که نشاکاری نقش مؤثری در بهبود استفاده از نهاده‌های کشاورزی مانند بذر در واحد سطح دارد. همچنین نشاکاری باعث کاهش دوره رشد و کمتر شدن زمان تولید گیاه شده و می‌تواند موجب افزایش کارایی استفاده از نهاده‌هایی مانند آب و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید شود. از طرف دیگر بالاتر بودن درصد جوانه‌زنی و سبز شدن به دلیل شرایط بهینه محیطی امکان مدیریت کشت و کار به نحو مطلوب‌تر و یکنواخت‌تر نشاها را دارد و به تولید ریشه بیشتر پس از انتقال و استقرار در محل اصلی منجر می‌گردد. در نتیجه رشد بیشتر گیاه حاصل شده و عدم نیاز به تنک کردن و بالا بردن عملکرد امکان کنترل بهتر شرایط محیطی در زمان جوانه‌زنی و سبز شدن و امکان کنترل بهتر در طی مراحل

منابع مورد استفاده:

References:

- Abedi T, Pakniyat H. Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Czech Journal of Genetics and Plant Breed. 2012; 46: 27-34.
- Adibifard N, Habibi D, Bazrafshan M, Taleghani D, Ilkaee MN. Study of the climatic condition of Fars province for the development of autumn-sown sugar beet planting using Geographic Information System (GIS). Journal of Sugar Beet. 2019; 35(1): 13- 35. (in Persian, abstract in English)

- Ashraf M, Foolad MR. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*. 2007; 59: 206-216.
- Ayas S, Korukcu A. Water-yield relationships in deficit irrigated potato. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*. 2010; 24(2): 23-26.
- Boureima S, Diouf M, Amoukou AI, Van DP. Screening for sources of tolerance to drought in sesame induced mutants: Assessment of indirect selection criteria for seed yield. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*. 2016; 4(1): 45-60.
- David Tarkalson D, Imad E, Werner B, Bradley A. Drought tolerance selection of sugar beet hybrids. *Journal of Sugar Beet Research*. 2014; 51: 1-2.
- Draycott AP. *Sugar beet*. Wiley-Blackwell Publishing. 2008.
- EL Sabagh A, Sorour S, Omar AE, Islam MS, Ueda A, Saneoka H, Barutçular C. Soybean (*Glycine Max L.*) growth enhancement under water stress conditions. *Int. Conference on Chemical, Agricultural and Biological Sciences (CABS)*. 2015; Sept. 4-5. Istanbul (Turkey).
- EL Sabagh A, Hossain A, Barutçular C, Islam MS, Ratnasekera D, Kumar N, Meena RS, Gharib HS, Saneoka H, Teixeira da Silva JA. Drought and salinity stress management for higher and sustainable canola (*Brassica napus L.*) production: a critical review. *Australian Journal of Crop Science*. 2019; 13(01):88-97.
- Eskandari A, Khazaie HR, Nezami A, Kafi M. Study the effects of irrigation regimes on yield and some qualitative characteristics of three cultivars of potato (*Solanum tuberosum L.*). *Journal of Water and Soil*. 2011; 25(2): 240-247.
- Gohari J, Yousefabadi V, Kazeminikhah, Norouzi K, Baghaei kia M. Research report of the effect of seedling transfer time on quantity and quality of yield in potted sugar beet cultivation in saline lands. *Sugar Beet Institute*. 2012. (in Persian)
- Gohary J, Roohi A, Sabzeie Q. Effect of transplanting in quality and yield of Sugar beet. *Journal of Sugar Beet*. 1993; 9, 22-32. (in Persian, abstract in English)
- Haghighat A, Sattar M, Raisi F. The effect of irrigation regimes and different amounts of nitrogen on the yield and grade of sugar beet. *Seventh National Seminar on Irrigation and Evaporation Reduction*. March 1-2. Kerman. 2000; 109-112. (in Persian)
- Heidari M, Rezapour A. Effects of water stress on yield and sulfur, chlorophyll and nutrient concentrations in *Nigella sativa*. *Journal of Crop Production and Processing*, 2011; 1(1): 81-90. (in Persian, abstract in English)
- Karagoz H, Cakmakci R, Hosseinpour A, Kodaz S. Alleviation of water stress and promotion of the growth of sugar beet (*Beta vulgaris L.*) plants by multi-traits rhizobacteria. *Applied Ecological, Environmental Research*. 2018; 16(5): 6801-6813.
- Karbalaei S, Mehraban A, Mobasser HR, Bitarafan Z. Sowing date and transplant root size effects on transplanted sugar beet in spring planting. *Annals of Biological Research*, 2012; 3(7): 3474-3478.

- Mandal K, Saravanan R, and Maiti S. Effect of different levels of N, P and K on downy mildew (*Peronospora plantaginis*) and seed yield of *Plantago ovata*. 2008; Crop Pro. 27(6): 988-995.
- Mirzaei M. R. and Ghadami Firoozabadi A. Investigation of quantity and quality of sugar beet in two leaky and micro irrigation systems. Final report 85/892 of the Sugar Beet Research Institute. 2007. (in Persian)
- Monti A., Amaducci M.T., Pritoni G., and Verturi G. Variation in carbon isotope discrimination during growth and at different organs in sugar beet (*Beta vulgaris* L). Field Crops Research. 2006; 98: 157-163.
- Munns R, and James R. Screening methods for salinity tolerance: A case study with tetraploid wheat. 2003; Plant & Soil, 253, 201-218.
- Nasri R, Kashani A, Sadeghian Motahar Y, Habibi D. Quantitative and qualitative characteristics of fall sugar beet in direct cultivation and paper pot transplanting under saline soils of Ahvaz. Agronomy and Plant Breeding Journal. 2011; 7(7): 25-40.
- Nasri R, Kashani AS, Paknejad F, Sadeghian M, Ghorbani S. Correlation and path analysis of yield and quality of sugar beet in both direct seeding and transplanting of saline lands. Agricultural and Horticulture. 2012; 8(1): 226-313.
- Nyakan M, Ghorbanly M. Effects of drought stress on growth, photosynthetic parameters, protein and ionic content of the air and ground soya cultivars. Journal of Rostaniha. 2007; 8(1): 17-32. (in Persian, abstract in English)
- Ober ES, Rajabi A. Abiotic stress in sugar beet. Sugar Tech. 2010; 12: 294-298.
- Romano A, Sorgona A, Lupini A, Araniti F, Stevanato P, Cacco G, Abenavoli MR. Morpho-physiological responses of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes to drought stress. – Acta Physiology Plantarum. 2013; 35: 853–865.
- Sadrabadi Haghighi R, Amirmoradi S, Mirshahi A. Investigation of growth analysis of conventional and commercial sugar beet (*Beta vulgaris*) varieties at delayed planting date in Chenaran (Khorasan Razavi province). Iranian. Journal of Field Crop. Research. 2011; 9(3): 505-513. (in Persian, abstract in English)
- Slama I, Ghnaya T, Hessini K, Messedi D, Savoure A, Abdely C. Comparative study of the effects of mannitol and PEG osmotic stress on growth and solute accumulation in *Sesuvium portulacastrum*. Environmental and Experimental Botany. 2007; 61: 10–17.
- Shabala S, Cuin TA. Potassium transport and plant salt tolerance. Physiologia Plantarum, 2008; 133: 651-669.
- Tardieu F, Reymond M, Hamard P, Granier C, Muller B. Spatial distributions of expansion rate, cell division rate and cell size in maize leaves: a synthesis of the effects of soil water status, evaporative demand and temperature. Journal of Experimental Botany. 2000; 51: 1505-1514.
- Tarkalson DD, King BA. Effects of tillage and irrigation management on sugar beet production. Agronomy Journal. 2017; 109: 1–11.
- Terasawa H, Osaki M. Effects on growth and yield of raising sugar beet (*Beta vulgaris*) seedlings in pots made of chemically modified paper produced by cross linking wood polysaccharide by using dimethylol dihydroxyl ethylene urea. Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 2009; 80(6): 561-565.
- Ucan K, Gencoglan C. The effect of water deficit on yield and yield components of sugar beet. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 2006; 28: 163-172.

- Wedeking R, Mahlein AK, Steiner U, Oerke EC, Goldbach H, Wimmer MA. Osmotic adjustment of young sugar beets (*Beta vulgaris*) under progressive drought stress and subsequent rewating assessed by metabolite analysis and infrared thermography. *Functional Plant Biology*. 2017; 44: 119–133.
- Wensen W, Cheng W, Dayu P, Yakun Z, Bin L, Jianwei J. Effects of drought stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence images of soybean (*Glycine max*) seedlings. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2018; 11(2): 196-201.
- Wu G, Wang C, Su Y. Assessment of drought tolerance in seedlings of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars using inorganic and organic solutes accumulation criteria. *Soil Science and Plant Nutrition*. 2014; 60, 565–576.
- Yousef abadi VA, Hariri Moghadam F, Khairkhah M, Rabani M, Keshavarz K, MostashariM, Froghimanesh F. Seedling cultivation after grain cutting water. *Thirty Sixth Seminar Iranian Lumb Sugar and Sugar Factory*. Karaj. 2015. (in Persian).
- Zhang C, Shibata Y, Kishimoto T. Effect of tillage and planting method on yield of sugar beet production. In: *Proceedings. International of Agricultural Engineering Conference*, 3-6 Dec., 2007; Bangkok. Thailand.