چغندرقند/ جلد ۳۶/ شماره ۲/ ۱۳۹۹

اثرات تاریخ کاشت، پاکلوبوترازول و کود نیتروژن بر درصد ساقه‌روی و سایر صفات کمی و کیفی سه رقم چغندرقند پاییزه

Effects of planting date, paclobutrazol, and nitrogen fertilizer on bolting percentage and some quantitative and qualitative traits of three autumn sugar beet cultivars

سمیرا افراخته [۱]، داوود حبیبی [۲*]، مهدی صادقی شعاع [۳]، فرزاد پاکنژاد [۴] و منصور سراجوقی [۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۰۸

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2021.352233.1254

س. افراخته، د. حبیبی، م. صادقی شعاع، ف. پاکنژاد و م. سراجوقی. ۱۳۹۹. اثرات تاریخ کاشت، پاکلوبوترازول و کود نیتروژن بر درصد ساقه‌روی و سایر صفات کمی و کیفی سه رقم چغندرقند پاییزه. **چغندرقند، ۳۶(۲): ۱۵۵- ۱۶۹.**

چکیده

با توجه به جایگاه آب در بخش کشاورزی و اهمیت توسعه سطح زیرکشت چغندرقند پاییزه، این تحقیق به‌منظور بررسی اثر تیمارهای محدودیت رشد، تاریخ کاشت و رقم بر میزان ساقه‌روی و سایر صفات کمی و کیفی چغندرقند پاییزه در منطقه کرج طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ طراحی گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی عبارت‌اند از فاکتور اول تاریخ کاشت با دو سطح (اول مهر و اول آبان‌ماه)، فاکتور دوم محدودیت رشد با چهار سطح شاهد (بدون محدودیت)، مصرف پاکلوبوترازول (۳۰۰ پی‌پی‌ام)، محدودیت مصرف کود نیتروژن (۵۰ درصد میزان توصیه‌شده) و مصرف پاکلوبوترازول + محدودیت کود نیتروژن و فاکتور سوم ژنوتیپ با سه سطح رقم گیادا، یودورو و یک ژنوتیپ ایرانی مقاوم به ساقه‌روی بود. فاکتورهای تاریخ کاشت و محدودیت رشد در کرت‌های اصلی و فاکتور ژنوتیپ در کرت‌های فرعی قرار گرفت. صفات مورد بررسی شامل درصد ساقه‌روی، عملکرد ریشه، عیار قند، قند ملاس و عملکرد شکر سفید بود. نتایج نشان داد اثر سال برای صفت درصد ساقه‌روی معنی‌دار بود. کم‌ترین درصد ساقه‌روی به مقدار ۰/۵۰ درصد مربوط به اجرای سال دوم آزمایش با رقم یودورو کاشته شده در اول آبان ماه بود. رقم یودورو کاشته شده در اول مهرماه و تیمارشده با پاکلوبوترازول (۳۰۰ پی‌پی‌ام) بیشترین عملکرد ریشه را با میانگین ۷۹/۹۱ تن در هکتار داشت. ارقام گیادا و یودورو کاشته شده در اول مهرماه به ترتیب با میانگین ۸/۱۵ و ۸/۶۲ تن در هکتار بیشترین عملکرد شکرسفید را داشته و اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی: تنظیم‌کننده‌های رشد، چغندرقند، کشت پاییزه، گلدهی، عملکرد ریشه

۱- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی، گروه زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی، گروه زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران. *- نویسنده مسئول drdavoodhabibi@gmail.com

۳- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۴- استادیار دانشکده کشاورزی، گروه زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

CC BY

مقدمه

در صنایع قند و شکر یکی از محصولات اساسی و ماده اولیه، چغندرقند می‌باشد. در ایران از سال ۱۳۴۲ کشت چغندرقند پاییزه در منطقه خوزستان با آب و هوای معتدل گرم آغاز شد (Kashani *et al*. 1996). با توجه به این‌که آب یکی از اصلی‌ترین عوامل محدود در کشاورزی ایران به محسوب می‌شود، کشت پاییزه چغندرقند به دلیل استفاده از نزولات آسمانی و کارایی بیشتر مصرف آب، نسبت به کشت بهاره اولویت دارد (Sadeghzadeh Hemayati 2015).

خطر ساقه‌دهی و گل‌دهی از مشکلات کشت چغندرقند پاییزه در بسیاری از مناطق می‌باشد. گیاهان زمانی که به ساقه‌رفته و گل می‌دهند، سبب ایجاد مشکلاتی در ماشین‌آلات برداشت محصول و تهیه خلال در کارخانه قند (از طریق کُند کردن تیغه‌های برداشت و خلال‌گیری) شده که موجب تعویض مکرر تیغه‌های ماشین برداشت و دستگاه خلال‌گیری می‌شود. تنها راه جلوگیری از خسارات ساقه‌روی، استفاده از ارقام مقاوم به این مشکل می‌باشد. البته باید به این نکته توجه نمود، در سال‌هایی که دوره سرما خیلی طولانی‌تر از میانگین بلندمدت باشد، رقم‌های مقاوم هم به ساقه رفته و ممکن است به کشاورزان خسارت اقتصادی قابل توجهی وارد شود (Hemayati *et al*. 2017).

پاکلوبوترازول یک تنظیم‌کننده رشد از گروه تریازول‌ها است که مانع تولید اسید جیبرلیک می‌شود و در کشاورزی کاربرد فراوانی دارد (Davis *et al*. 1991). تسگا (Tsegaw 2006) بیان نمود که پاکلوبوترازول بیوسنتز اسید جیبرلیک را مهار می‌کند . تریازول‌ها موجب جلوگیری از فعالیت کائورن اکسیداز می‌شوند، که در مسیر سنتز جیبرلین موجب تبدیل انت کائورن به اسید کائورونیک می‌شود. ترکیبات تریازول با کاهش بیوسنتز جیبرلین فاصله میان‌گره و سطح برگ را کاهش می‌دهند (Kishorekumar 2007).

تاریخ کاشت، یکی از عوامل مهم در تولید چغندرقند می‌باشد که بر طول دوره رشد رویشی و زایشی و توازن بین آنها و در نهایت بر عملکرد کمی و کیفی تأثیر می‌گذارد (Grimmer *et al*. 2007). کشت زودهنگام در کشت پاییزه چغندرقند نیز موجب افزایش عملکرد ریشه می‌شود (Kandil *et al*. 2004; Leilah 2005). در آزمایش‌های پاپاکوستا و اسفیکاس (Papakosta-Tasopoulou and Sficas 1978) بر چغندرقند پاییزه در ایالات‌متحده، تأثیر چهار تاریخ کاشت (۱۸ آذر، ۲۳ دی، ۲۰ بهمن و ۲۴ اسفند) و جیبرلین بر روی میزان ساقه‌روی را بررسی نموده و نشان دادند که تاریخ‌های کاشت بهمن و اسفند باعث افزایش وزن ریشه گردیده است. در آزمایش دیگری از این دو پژوهشگر، تاریخ کاشت ۳ اردیبهشت و ۷ خرداد با توجه به مقادیر مختلف نیتروژن بررسی گردید که نتایج حاصله نشان داد که تاریخ کاشت و مصرف کود نیتروژنه هم‌زمان بر وزن ریشه تأثیر معنی‌دار داشته است. کارتر و تراولر (Carter and Traveller 1981) آزمایش‌های مزرعه‌ای متعددی را در مناطق چغندرکاری پاییزه انجام دادند. آنها گزارش کردند که تجمع ماده خشک و عملکرد چغندرقند تحت تأثیر تاریخ کاشت، کود نیتروژن و تاریخ برداشت قرار دارد. هم‌چنین هافمن و همکاران (Hoffmann *et al*. 2009) گزارش نمودند که عکس‌العمل ژنوتیپ‌های چغندرقند از نظر عملکرد قند با یکدیگر تفاوت داشت.

ریچتر و همکاران (Richter *et al*. 2006) خشکی و گرمی هوا در اواخر فصل تابستان در انگلستان را عامل کاهش عملکرد شکر در زراعت چغندرقند گزارش کردند. ایشان توسعه فصل رشد از طریق کاشت زودهنگام و برداشت دیرهنگام چغندرقند را به‌عنوان راهکاری جهت مقابله با کاهش شکر معرفی نمودند. امکان استفاده بهینه از نزولات آسمانی در طول دوره رشد، کاهش خسارات آفات و بیماری‌ها و در نتیجه افزایش عملکرد و پایداری تولید، از مهم‌ترین مزیت‌های کشت پاییزه چغندرقند نسبت به کشت بهاره آن به شمار می‌رود (ابراهیم جهانی مقدم و همکاران ۱۳۹۲)

در این پژوهش تلاش گردید که با توجه به اهمیت جایگاه آب در بخش کشاورزی کشور ایران و با در نظر گرفتن اهمیت توسعه سطح زیرکشت چغندرقند پاییزه به‌منظور رسیدن

به خودکفایی شکر، راهکارهایی به‌منظور کاهش میزان ساقه‌روی و واکنش صفات کمی و کیفی و برخی صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی چغندرقند پاییزه در منطقه کرج با زمستان نسبت سرد بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به‌منظور بررسی برخی مدیریت‌های زراعی بر امکان کشت و عملکرد کمی و کیفی سه رقم چغندرقند پاییزه در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج (۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا) در دو سال (۱۳۹۷–۱۳۹۸) انجام شد. طبق آمار بلندمدت ایستگاه هواشناسی کرج، شهرستان کرج با بارندگی سالیانه ۲۴۷/۳ میلی‌متر، میانگین سالیانه دمای هوا ۱۴/۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. کرج با میانگین سالانه رطوبت نسبی ۵۳ درصد و تبخیر ۲۱۸۴ میلی‌متر دارای اقلیم نیمه‌خشک با زمستان نسبتاً سرد و تابستان نسبتاً معتدل می‌باشد(جدول ۱). این آزمایش به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی عبارت بودند از: فاکتور اول تاریخ کاشت با دو سطح (اول مهر و اول آبان ماه)، فاکتور دوم مدیریت‌های کاهش ساقه‌روی با چهار سطح (شاهد(بدون محدودیت)، پاکلوبوترازول (۳۰۰ پی‌پی‌ام)، محدودیت کود نیتروژن (۵۰ درصد میزان توصیه‌شده)، پاکلوبوترازول + محدودیت کود نیتروژن (۵۰ درصد توصیه‌شده) و فاکتور سوم ژنوتیپ با سه سطح رقم گیادا، یودورو و یک ژنوتیپ ایرانی متحمل به بولتینگ ((FC607*474)*Pool-PC.F2-HSF60-P.3). فاکتورهای تاریخ کاشت و محدودیت در کرت‌های اصلی و فاکتور ژنوتیپ در کرت‌های فرعی قرار گرفت. طول خطوط کاشت شش متر، فاصله ردیف‌ها از هم ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر بود. هر کرت شامل پنج خط کاشت که مساحت هر کرت ۱۵ مترمربع بود و برداشت از سه خط وسط انجام شد. ارقام برابر نقشه کاشت در زمان مقرر کاشته شده و طی دوره رشد وضعیت ظاهری بوته‌ها بررسی و به آنها نمره رشد داده شد. زمان مصرف پاکلوبوترازول با توجه به آزمایش‌های مشاهده‌ای که قبلاً صورت گرفت، در دو زمان بعد از سرما، اولین بار در ۲۸ اسفندماه و بعد از آن دو بار به فاصله دو هفته انجام شد. بدیهی است که کلیه عملیات زراعی در زمان مناسب اعمال و کوددهی بر اساس تجزیه خاک انجام گردید (جدول ۲). مقدار کل مصرف کودنیتروژنه در حالت نرمال ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره بود که ۵۰ درصد میزان توصیه‌شده در دو مرحله، یک مرحله بعد از تنک و مرحله دوم یک ماه بعد از مرحله اول به خاک داده شد. تعداد دفعات آبیاری به‌طور دقیق یادداشت شد، سال اول به دلیل باران بیشتر پنج نوبت و سال دوم شش نوبت آبیاری انجام گرفت. تعداد بوته‌های به ساقه رفته در اول خردادماه در هر رقم مشخص و با توجه به تعداد کل بوته‌ها درصدگیری انجام شد. هم‌چنین در هنگام برداشت تعداد ریشه‌ها و وزن ریشه اندازه‌گیری شدند. ریشه‌های ذخیره‌ای برداشت‌شده برای انجام آنالیزهای کیفی به آزمایشگاه تکنولوژی قند مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند کرج انتقال داده شد. صفات مورد بررسی شامل درصد ساقه‌روی، عملکرد ریشه، عیار قند، قند ملاس، عملکرد شکرسفید بود.

جدول ۱ اطلاعات هواشناسی منطقه کاشت

ماه	مهر		آبان		آذر		دی		بهمن		اسفند		فروردین		اردیبهشت	
سال	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۷	۱۳۹۸
دمای متوسط	۱۸/۶	۱۷/۷	۱۲/۲	۹/۲	۶/۸	۷/۲	۳/۷	۴/۱	۲/۶	۶/۴	۹/۷	۱۵/۸	۱۶/۱	۱۴/۹	۲۴	۲۰/۱
رطوبت نسبی	۲۳/۸	۳۵/۵	۳۱/۳	۵۶/۳	۳۷/۵	۴۷/۹	۴۹/۷	۴۵/۷	۵۰/۷	۵۲/۱	۴۳/۱	۲۴/۶	۳۹/۴	۳۴/۲	۲۷/۷	۳۶
روزهای بارانی	۲	۶	۲	۱۰	۳	۴	۳	۲	۳	۸	۱۱	۴	۱۱	۴	۵	۸

جدول ۲ اطلاعات مربوط به آزمون خاک

نتایج آزمایشگاه	عمق سانتیمتر	بافت خاک	درصد اشباع	هدایت الکتریکی	واکنش کل اشباع	درصد مواد خنثی شونده	درصد کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب
نمونه خاک	۳۰-۰	لومی شنی	۲۸	۱/۲۸	۷/۷	۱۱/۹	۱/۱۲	۰/۰۹	۲۴/۲۵	۳۱۱
حدمعمول	-	رسی شنی	۳۵-۳۰	۶	۶/۷-۵/۵	۱۵-۱۰	۲-۱	۰-/۲ ۰/۱	۱۵-۱۲	۳۵۰-۳۰۰

متداول‌ترین روش اندازه‌گیری مقدار قند، روش پلاریمتری (Polarimetry) با استفاده از دستگاه پلاریمتر می‌باشد که بر اساس میزان چرخش نور پلاریزه عمل می‌کند. برای تجزیه کیفی هر نمونه خمیر پس از قرار دادن آن در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و خارج شدن از حالت انجماد از هر نمونه ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی‌لیتر سواستات سرب در همزن ریخته و به مدت سه دقیقه مخلوط شد. سپس درصد قند شربت حاصله توسط دستگاه پلاریمتر اندازه‌گیری شد (Clover and Smith 1998). قند موجود در ملاس با استفاده از رابطه (۱) به دست آمد (Reinefeld and Emmerich 1974):

(۱)

$$MS= 0.0343(K^{+} + N^{+}) + 0.094(\alpha\text{– amino-N}) – 0.31$$

عملکرد شکر سفید نیز براساس رابطه (۲) برحسب تن در هکتار به دست آمد. این مؤلفه از مهم‌ترین فاکتورهای کمی و کیفی محسوب شده و برآیند کلی محصول ریشه، درصد قند و ناخالصی‌ها می‌باشد (Clover *et al.* 1998).

(۲)

WSY= RY (عملکرد ریشه) × WSC (قند قابل استحصال)

صفات عیار قند و قند ملاس به دلیل عدم‌همگنی واریانس‌ها به‌وسیله آزمون بارتلت در هر سال به‌صورت جداگانه آنالیز شدند. بقیه صفات تحت آزمون تجزیه مرکب با استفاده از نرم‌افزار SAS قرار گرفته و برای مقایسه میانگین‌ها از روش چنددامنه‌ای دانکن استفاده گردید و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel بهره گرفته شد.

نتایج

ساقه‌روی

بر اساس جدول تجزیه واریانس (۳)، اثر متقابل تاریخ کاشت در رقم در سال و اثر متقابل محدودیت رشد در رقم در سال با احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری داشتند. کمترین مقدار بولت به میزان ۰/۵۰ مربوط به سال دوم اجرای آزمایش با استفاده از رقم یودورو کاشته شده در اول آبان ماه بود. در هر دو سال رقم ژنوتیپ ایرانی کشت‌شده در اول مهرماه بالاترین درصد ساقه‌روی را به‌ترتیب با میانگین ۳۵/۴۹ و ۳۳/۸۳ درصد داشت (شکل ۱). احتمالاً حساسیت رقم ایرانی به ساقه‌روی باعث شده در این تاریخ کاشت بیشترین درصد ساقه را نشان دهد. در بررسی اثر متقابل سال در محدودیت رشد در رقم، در سال دوم آزمایش، رقم ژنوتیپ ایرانی بدون محدودیت بیشترین درصد بولت (۴۳ درصد) و رقم یودورو با محدودیت کود نیتروژن و مصرف پاکلوبوترازول به همراه محدودیت کود نیتروژن به ترتیب با ۰/۳۳ و ۰/۰۰ کمترین درصد ساقه‌روی را داشتند (شکل ۲).

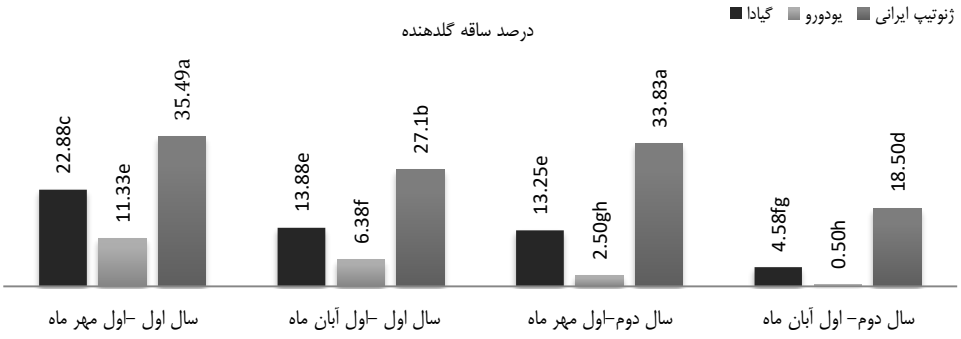
عملکرد ریشه

بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر متقابل تاریخ کاشت در محدودیت رشد در رقم و اثر متقابل تاریخ کاشت در رقم در سال با احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

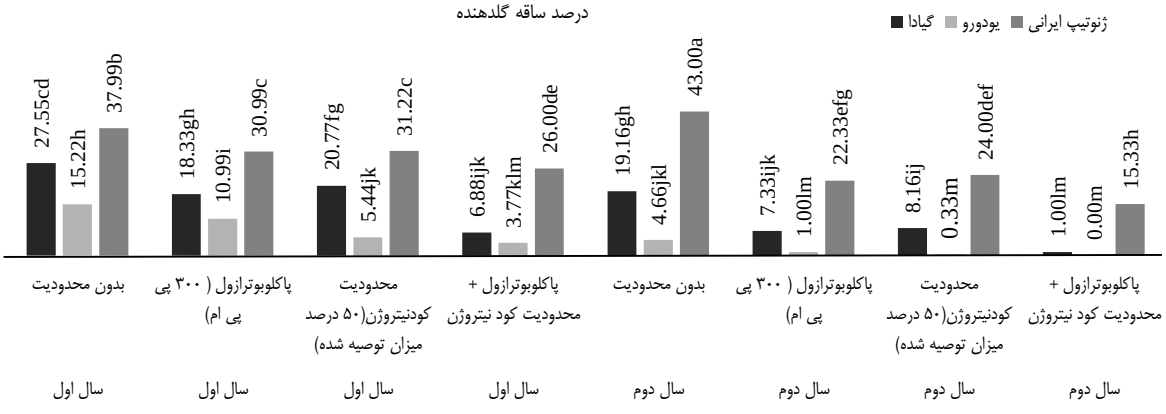
جدول ۳ تجزیه واریانس مرکب صفات مورد ارزیابی در دو سال مورد بررسی در منطقه کرج

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		درصد ساقه‌روی	عملکرد ریشه	عملکرد شکر سفید
سال	۱	۱۹۷۵/۲۰**	۲۱۹۶/۲۵ns	۴/۰۸ns
تکرار (سال)	۴	۵۸/۷۲	۳۶۲/۳۷	۴/۹۸
تاریخ کاشت	۱	۲۲۸۷/۸۶ns	۷۷۷۳/۵۰ns	۷۳/۳۳ns
تاریخ کاشت × سال	۱	۱۷/۳۷ns	۳۰۹/۷۸**	۱/۹۴ns
پاکلوبوترازول و محدودیت کود نیتروژن	۳	۱۵۲۴/۳۶**	۵۳۷۲/۷۸**	۴۳/۴۷**
پاکلوبوترازول و محدودیت کود نیتروژن × سال	۳	۴۴/۹۵ns	۷۸/۱۶*	۰/۷۶ns
تاریخ کاشت × پاکلوبوترازول	۳	۹۳/۴۶ns	۴۲/۴۷ns	۰/۲۴ns
تاریخ کاشت × پاکلوبوترازول × سال	۳	۳۴/۴۱ns	۵/۸۱ns	۱/۵۳ns
تکرار (تاریخ کاشت× پاکلوبوترازول ×سال)	۲۸	۳۹/۶۸	۹۳/۲۵	۴/۰۶
رقم	۲	۶۹۱۰/۶۰**	۱۷۵۸/۲۱*	۹۵/۵۵*
رقم × سال	۲	۵۰/۰۶*	۷۳/۳۷**	۴/۴۳ns
تاریخ کاشت × رقم	۲	۲۰۵/۴۱ns	۷۸۳/۴۹*	۲۶/۵۵*
تاریخ کاشت× سال ×رقم	۲	۸۷/۶۱**	۱۶/۱۴**	۰/۳۳ns
پاکلوبوترازول × رقم	۶	۱۴۱/۴۱ns	۲۸۶/۷۵**	۷/۹۵ns
پاکلوبوترازول × سال× رقم	۶	۸۳/۱۱**	۳/۹۶ns	۲/۶۷ns
تاریخ کاشت ×پاکلوبوترازول × رقم	۶	۵/۶۸ns	۷۵/۷۱**	۱/۹۳ns
سال ×رقم × پاکلوبوترازول ×تاریخ کاشت	۶	۷/۰۹ns	۱/۱۱ns	۱/۴۸ns
خطای آزمایشی	۶۴	۱۲/۸۱	۸۰/۲۷	۳/۱۶
ضریب تغییرات (درصد)	_	۲۲/۵۱	۱۷/۷۱	۲۷/۵۷

ns، **، * به ترتیب عدم‌معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح احتمال یک و پنج درصد

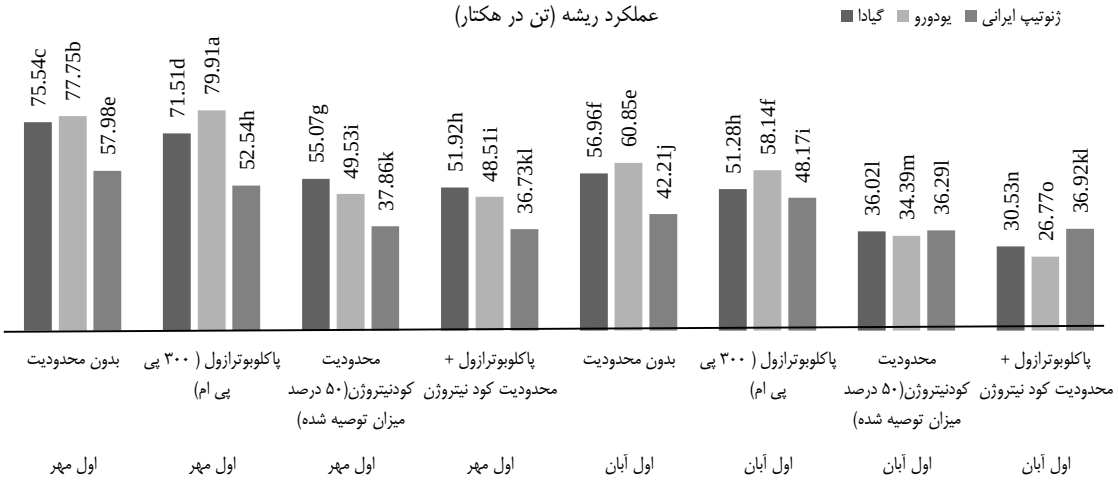


شکل ۱ مقایسه میانگین اثر متقابل سال در تاریخ کاشت در رقم بر درصد ساقه‌روی

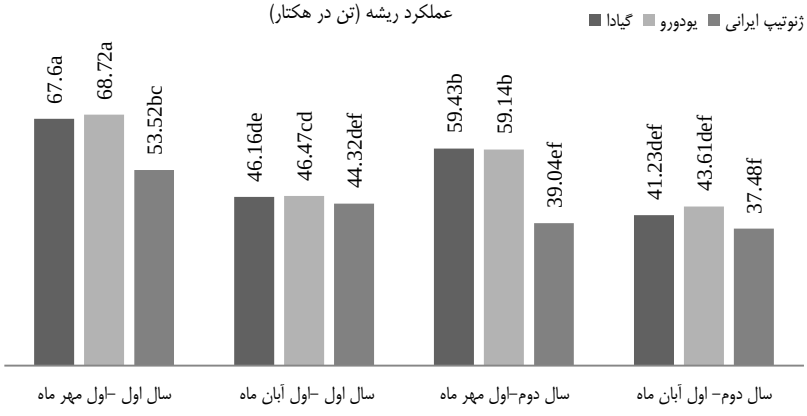


شکل ۲ مقایسه اثر متقابل سال در محدودیت رشد در رقم بر درصد ساقه‌روی

بیشترین عملکرد ریشه ۷۹/۹۱ تن در هکتار مربوط به رقم یودورو کاشته شده در اول مهرماه و تیمارشده با پاکلوبوترازول (۳۰۰ پی‌پی‌ام) بوده و کمترین عملکرد ریشه مربوط به یودورو کشت‌شده در اول آبان ماه و تیمارشده با پاکلوبوترازول—محدودیت کود نیتروژن با میانگین ۲۶/۷۷ تن در هکتار می‌باشد (شکل ۳). در بررسی اثر متقابل سال در تاریخ کاشت در رقم، در سال اول آزمایش و در تاریخ کاشت اول مهرماه رقم گیادا و یودورو بیشترین به ترتیب با میانگین ۶۷/۶۰ و ۶۸/۷۲ تن در هکتار بالاترین و رقم ژنوتیپ ایرانی در سال دوم و تاریخ کاشت اول آبان ماه با ۳۷/۴۸ تن در هکتار کمترین عملکرد ریشه را داشتند (شکل ۴). بررسی ضریب همبستگی نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین درصد ساقه‌روی و عملکرد ریشه وجود ندارد (جدول ۶).



شکل ۳ مقایسه اثر متقابل تاریخ کاشت در محدودیت رشد در رقم بر عملکرد ریشه



شکل ۴ مقایسه اثر متقابل سال در تاریخ کاشت در رقم بر درصد ساقه‌روی

عیار قند

در سال اول آزمایش بین سطوح مختلف محدودیت رشد و ارقام اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد و بین تاریخ‌های کاشت اختلاف معنی‌داری با احتمال خطای پنج درصد وجود داشت (جدول ۴). بالاترین مقدار عیار قند در سطوح مختلف محدودیت رشد مربوط به پاکلوبوترازول- محدودیت کود نیتروژن و محدودیت کود نیتروژن، به ترتیب با میانگین ۱۷/۶۸ و ۱۷/۶۶ درصد که بین آنها اختلافی از نظر آماری وجود ندارد (جدول ۵). پایین‌ترین درصد عیار قند به ترتیب با ۱۵/۴۴ و ۱۵/۵۸ درصد مربوط به بدون محدودیت و پاکلوبوترازول ۳۰۰ پی‌پی‌ام است که بین آنها اختلافی از نظر آماری وجود ندارد (جدول ۵). بین ارقام موجود گیادا و یودورو در یک گروه آماری قرار داشته و بالاترین درصد عیار قند را به ترتیب با میانگین ۱۷/۳۵ و ۱۷/۴۱ درصد داشتند و پایین‌ترین درصد عیار قند با میانگین ۱۵/۰۱ درصد مربوط به رقم ایرانی می‌باشد. تاریخ کاشت اول آبان‌ماه با ۱۷/۲۰ درصد نسبت به تاریخ کاشت اول مهرماه با ۱۵/۹۲ درصد عیار قند بالاتری داشت (جدول ۵). در سال دوم آزمایش بین سطوح مختلف تاریخ کاشت، محدودیت رشد و ارقام اختلاف معنی‌داری با احتمال خطای یک درصد وجود داشت (جدول ۴). بالاترین مقدار عیار قند در سطوح مختلف محدودیت رشد مربوط به پاکلوبوترازول- محدودیت کود نیتروژن و محدودیت کود نیتروژن، به ترتیب با میانگین ۱۹/۱۶ و ۱۸/۸۴ درصد که بین آن‌ها اختلافی از نظر آماری وجود ندارد. پایین‌ترین درصد عیار قند به ترتیب با ۱۷/۳۹ و ۱۷/۸۲ درصد مربوط به بدون محدودیت و پاکلوبوترازول ۳۰۰ پی پی ام است که بین آنها اختلافی از نظر آماری وجود ندارد (جدول ۵). بین ارقام موجود یودورو بالاترین درصد عیار قند را با میانگین ۱۹/۰۴ درصد داشت و پایین‌ترین درصد عیار قند به ترتیب با میانگین ۱۷/۹۹ و ۱۷/۸۸ مربوط به ارقام گیادا و ژنوتیپ ایرانی که در یک گروه آماری قرار گرفتند. در بررسی تاریخ کاشت، بیشترین درصد عیار قند در آبان‌ماه (۱۸/۸۸٪) و کمترین میزان آن در اول مهرماه با میانگین ۱۷/۷۳ درصد بود (جدول ۵). نتایج ضریب همبستگی ارتباط معنی‌دار و منفی با احتمال خطای یک درصد بین درصد ساقه‌روی و عیار قند نشان داد (جدول ۶).

جدول ۴ تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی کمی، کیفی و فیزیولوژیکی سال اول و سال دوم در منطقه کرج

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		سال اول آزمایش		سال دوم آزمایش	
		عیار قند	قند ملاس	عیار قند	قند ملاس
تکرار	۲	۶/۱۶ns	۰/۶۸ns	۴/۱۷ns	۰/۸۵ns
تاریخ کاشت	۱	۳۲/۰۸*	۱/۲۴ns	۲۳/۹۵**	۰/۱۵ns
پاکلوبوترازول و محدودیت کود نیتروژن	۳	۲۸/۰۸**	۲/۰۵ns	۱۲/۵۲**	۱/۰۴ns
تاریخ کاشت × پاکلوبوترازول	۳	۵/۰۹ns	۲/۴۲ns	۰/۹۶ns	۰/۰۸ns
خطای آزمایشی (تاریخ کاشت× پاکلوبوترازول)	۱۴	۴/۶۰	۱/۲۷	۱/۹۱	۰/۳۳
رقم	۲	۴۴/۶۸**	۵/۹۸**	۹/۷۸**	۲/۹۲**
تاریخ کاشت × رقم	۲	۰/۶۶ns	۰/۴۲ns	۰/۹۰ns	۰/۹۹*
پاکلوبوترازول × رقم	۶	۷/۰۱ns	۱/۹۵*	۱/۳۸ns	۰/۵۳ns
رقم × پاکلوبوترازول ×تاریخ کاشت	۶	۶/۲۷ns	۲/۹۲**	۱/۵۱ns	۱/۸۳**
خطای آزمایشی	۳۲	۵/۸۲	۰/۶۳	۱/۰۰۴	۰/۲۶
ضریب تغییرات (درصد)	_	۱۴/۵۴	۱۹/۱۲	۵/۴۷	۱۵/۴۱

ns، **، * به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح احتمال یک و پنج درصد

جدول ۵ مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی کمی، کیفی و فیزیولوژیکی در منطقه کرج سال اول و سال دوم

تیمار	سال اول عیار قند	سال دوم عیار قند
تاریخ کاشت		
اول مهر	۱۵,۹۲b	۱۷,۷۳b
اول آبان	۱۷,۲۰a	۱۸,۸۸a
محدودیت رشد		
بدون محدودیت (شاهد)	۱۵/۴۴b	۱۷,۳۹b
پاکلوبوترازول (۳۰۰ پی پی ام)	۱۵/۵۸b	۱۷/۸۲b
محدودیت کود نیتروژن (۵۰ درصد میزان توصیه‌شده)	۱۷/۶۶a	۱۸/۸۴a
پاکلوبوترازول + محدودیت کود نیتروژن	۱۷/۶۸a	۱۹/۱۶a
رقم		
گیادا	۱۷/۳۵a	۱۷/۹۹b
یودورو	۱۷/۴۱a	۱۹/۰۴a
ژنوتیپ ایرانی	۱۵/۰۱b	۱۷/۸۸b

تیمارهای دارای یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۶ ضرایب همبستگی ساده درصد ساقه‌روی با عیار قند و عملکرد ریشه در تاریخ کشت اول مهرماه و اول آبان ماه

شاخص	تاریخ کاشت	بولت
		۱
عملکرد ریشه	اول مهرماه	۰/۰۰۶ns
عیار قند	اول مهرماه	−۰/۶۵*
عملکرد ریشه	اول آبان ماه	۰/۱۸ns
عیار قند	اول آبان ماه	−۰/۶۱**

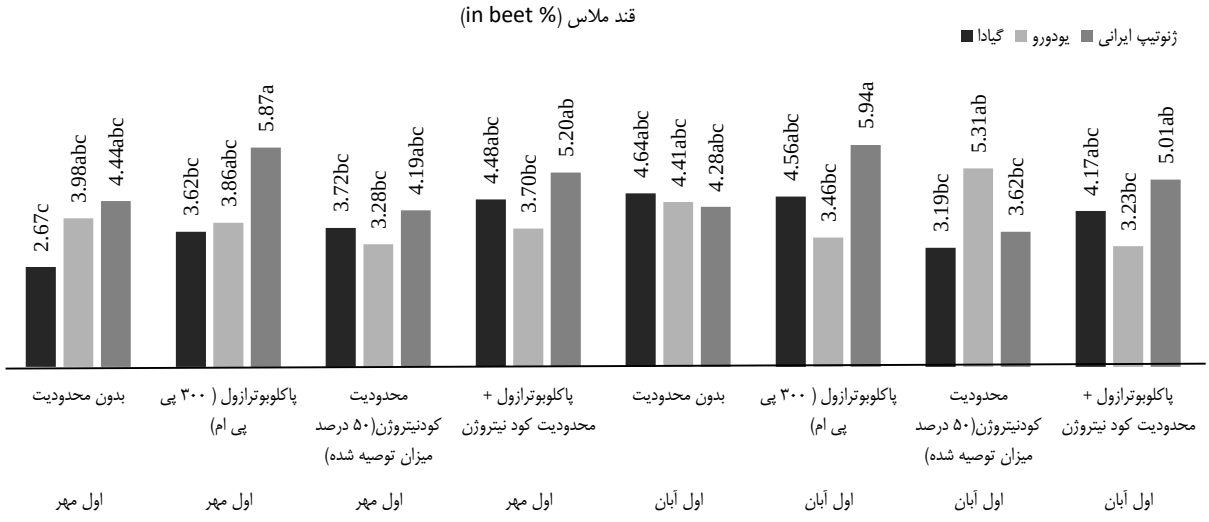
ns، **، * به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح احتمال یک و پنج درصد

قند ملاس

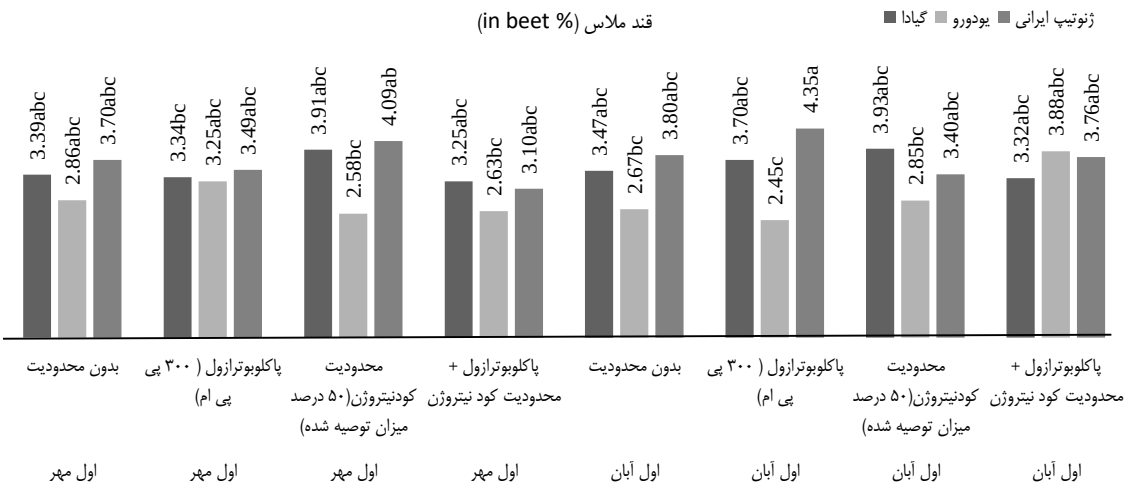
بر اساس جدول (۴) بررسی تجزیه واریانس در سال اول آزمایش، اثر متقابل تاریخ کاشت در محدودیت رشد در رقم با احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود. رقم ایرانی تیمارشده با پاکلوبوترازول ۳۰۰ پی‌پی‌ام و کاشته‌شده در اول مهرماه و اول آبان‌ماه بالاترین درصد قند ملاس به ترتیب با ۵/۸۷ و ۵/۹۴ درصد را داشته و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد. پایین‌ترین درصد قند ملاس ۲,۶۷ مربوط به رقم گیادا بدون محدودیت و کاشته شده در اول مهرماه بود (شکل ۴). در سال دوم آزمایش (جدول ۴) نیز اثر متقابل تاریخ کاشت در محدودیت رشد در رقم با احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود. رقم ژنوتیپ ایرانی تیمارشده با پاکلوبوترازول ۳۰۰ پی پی ام و کاشته شده اول آبان ماه بالاترین درصد قند ملاس با میانگین ۴/۳۵ درصد را داشته و پایین‌ترین درصد قند ملاس ۲/۴۵ مربوط به رقم یودورو تیمارشده با پاکلوبوترازول ۳۰۰ پی‌پی‌ام و کاشته شده در اول آبان ماه بود (نمودار ۶).

عملکرد شکر سفید

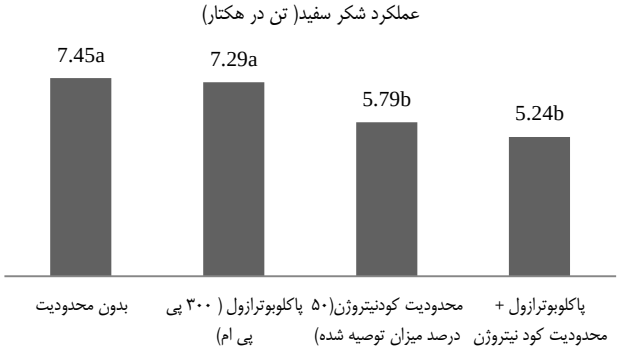
با توجه به جدول ۳، تجزیه واریانس اثر اصلی محدودیت رشد با احتمال خطای یک درصد و اثر متقابل تاریخ کاشت در رقم با احتمال خطای پنج درصد معنی‌دار بودند. در سطوح مختلف محدودیت رشد، تیمار شاهد و پاکلوبوترازول (۳۰۰ پی‌پی‌ام) بالاترین عملکرد شکرسفید به ترتیب با ۷/۴۵ و ۷/۲۹ تن در هکتار را داشته و در یک گروه آماری قرار گرفته بودند. تیمار محدودیت کود نیتروژن و پاکلوبوترازول– محدودیت کود نیتروژن نیز با ۵/۷۹ و ۵/۲۴ تن در هکتار پایین‌ترین عملکرد شکرسفید را داشتند (شکل ۷). رقم ایرانی کاشته‌شده در تاریخ اول مهرماه و اول آبان‌ماه به ترتیب با ۴/۶۹ و ۴/۹۸ تن در هکتار کم‌ترین و ارقام گیادا و یودورو کاشته شده در اول مهرماه با میانگین به ترتیب ۸/۱۵ و ۸/۶۲ تن در هکتار بیشترین عملکرد شکر سفید را داشته و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها نبود (نمودار ۸).



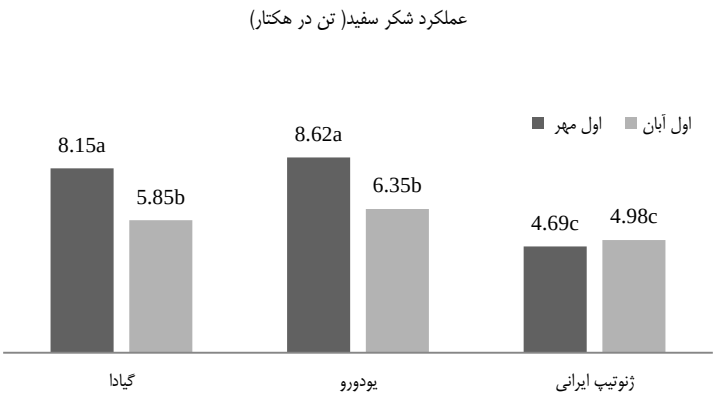
شکل ۵ مقایسه اثر متقابل تاریخ کاشت در محدودیت رشد در رقم بر درصد قند ملاس (سال اول)



شکل ۶ مقایسه اثر متقابل تاریخ کاشت در محدودیت رشد در رقم بر قند ملاس (سال دوم)



شکل ۷ اثر واکنش محدودیت رشد بر عملکرد شکر سفید



نمودار ۸ اثر متقابل تاریخ کاشت در رقم بر عملکرد شکر سفید

بحث

ساقه‌روی

در پژوهشی که به‌منظور بررسی امکان کشت چغندرقند پاییزه در منطقه کرج انجام گرفت، صادقی شعاع و همکاران (Sadeghi Shoae *et al*. 2014) گزارش کردند پایین‌ترین درصد بولت مربوط به رقم یودورو می‌باشد . به نظر می‌رسد رقم یودورو از نظر ژنتیکی دارای تحمل مناسبی نسبت به بولت می‌باشد. در بررسی پتانسیل ارقام تجارتی چغندرقند پاییزه در استان خراسان نتایج نشان داد که بین ارقام، اختلاف بسیار معنی‌داری در عملکرد ریشه، قند سفید و درصد ساقه‌روی وجود داشت. تمام عواملی که سبب افزایش رشد گیاه می‌شوند، افزایش بولتینگ را نیز به دنبال خواهند داشت (Ahmadi and Ceiocemardeh 2012). بر همین اساس، هم‌زمان با افزایش طول روز در فصل بهار کشت دیرهنگام بذر، کاهش میزان مصرف نیتروژن و افزایش تراکم بوته می‌تواند از احتمال بولتینگ بوته‌ها بکاهد (Sadeghazadeh Hemayati *et al*. 2017). یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین ترکیبات گروه تریازول‌ها، پاکلوبوترازول می‌باشد که مانع بیوسنتز اسید جیبرلیک بوده و به‌منظور کاهش رشد رویشی در گیاهان به شیوه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sharma and Singh 2009). هم‌چنین تاریخ‌های مختلف کاشت تأثیر بسزایی در مقدار محصول و درصد بولتینگ دارد که با نتایج این تحقیق مشابه بود (Vahidi *et al*. 2012). استفاده از پاکلوبوترازول و کاهش میزان کود نیتروژن سبب کاهش رشد گیاه شده و در نتیجه از احتمال ساقه‌روی می‌کاهد. به‌طور کلی درصد ساقه‌روی در سال دوم آزمایش کم‌تر از سال اول می‌باشد که شاید به این دلیل است که در سال دوم پس از سرما دما بالا رفته و دورنالیزاسیون (De-vernalization) اتفاق افتاده است؛ بنابراین چغندرقند ورنالیزه شده توانایی آغازش گلدهی و ساقه‌روی را که در طول ورنالیزاسیون موردنیاز بود از دست می‌دهد (جدول ۲) (Sadeghazadeh Hemayati *et al*. 2017). ورنالیزاسیون باعث القای گلدهی می‌شود، اما هیچ ضمانتی در گلدهی بوته‌ها وجود ندارد. به دنبال تجربه یک دوره سرمایش و پیش از شروع تفرق جوانه‌ها، به محرک دیگری (طول روز) نیاز است. بنابراین، چغندرقند به‌عنوان یک گیاه روزبلند ابتدا به سرمادهی و سپس به زمانی با فتوپریود نسبتاً طولانی در دمای نسبتاً بالاتر نیاز دارد. نه‌تنها دمای پایین بلکه دمای متوسط یا دمای بالا نیز می‌تواند بر ساقه‌روی مؤثر باشد. زمان نسبتاً کوتاهی از دمای بالا می‌تواند، تأثیر دماهای ورنالیزکنندهٔ پیشین را خنثی یا تعدیل کند. (Sadeghazadeh Hemayati et al. 2017).

عملکرد ریشه

در تاریخ کاشت اول مهرماه به این دلیل که هوا به‌اندازه کافی گرم است، گیاه سریع‌تر جوانه زده و رشد قابل توجهی تا

شروع فصل سرما دارد. در این آزمایش افزایش عملکرد ریشه در تاریخ کاشت اول مهر شاید به دلیل کاهش درصد ماده خشک برگ و انتقال آن به ریشه باشد، در حالی که با تأخیر در کاشت، گیاه رشد کافی نمی‌کند و در نتیجه عملکرد کاهش می‌یابد که مشابه نتایج (Jahani moghadam *et al*. 2017) می‌باشد. سینچی و کریستا (Sinji and Christa 2008) بیان نمودند که تاریخ‌های مختلف کاشت موجب اختلاف زیادی در عملکرد ریشه چغندرقند می‌شود. طول دورهٔرشد رویشی و توانایی گیاه در دریافت انرژی تشعشعی خورشید که به شاخص سطح برگ بستگی دارد از جمله عوامل اصلی محدودکننده عملکرد ریشه و قند در چغندرقند می‌باشند (Jaggard *et al*. 2009). مدیریت تاریخ کاشت و برداشت نقش مهمی در تعیین عملکرد ریشه و شکر دارد (Lee *et al*. 1987). گزارش‌های زیادی مبنی بر افزایش اندام گیاهان بر اثر استفاده از پاکلوبوترازول وجود داشت، به‌طوری که پاکلوبوترازول باعث افزایش عملکرد غده در سیب‌زمینی و عملکرد پیاز شد (Arvin and Banakar 2002; Tsegaw 2006). در این آزمایش نیز تیمار پاکلوبوترازول ۳۰۰ پی‌پی‌ام بالاترین عملکرد ریشه را داشت و تیمار پاکلوبوترازول— محدودیت کود نیتروژن کم‌ترین عملکرد ریشه را داشت که احتمالاً به دلیل محدودیت در کود نیتروژن می‌باشد.

زراعت پاییزه چغندرقند در اقلیم‌های خشکی مانند کشور ایران در مقایسه با کشت بهاره میزان آب کمتری مصرف نموده و می‌تواند گزینه مناسب‌تری برای بهره‌گیری از بارندگی‌های پاییزه و زمستانه و مقابله با بحران کمبود آب باشد. در دو منطقه آران و بیدگل استان اصفهان و ایذه استان خوزستان از مناطق مجاور دو کارخانه قند چهارمحال بختیاری و اصفهان که دارای استعداد بالقوه تولید چغندرقند پاییزه می‌باشند، مطالعه‌ای برای ارزیابی پتانسیل تولید چغندرقند در این مناطق در سال زراعی ۱۳۸۵–۱۳۸۶ در دو آزمایش جداگانه اجرا شد. در آزمایش ایذه اثرات دو تاریخ کاشت و دو تاریخ برداشت در کشت پاییزه بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم ایرانی و خارجی مورد بررسی قرار گرفت. در منطقه ایذه نسبت به منطقه آران و بیدگل درصد ساقه‌روی کمتری بود که علت آن سرمای کمتر زمستان این منطقه بود. در منطقه ایذه درصد ساقه‌روی رقم ایرانی در تاریخ کاشت اول و برداشت اول یک درصد بود که با تأخیر در کشت و کاهش دوره رشد درصد ساقه‌روی افزایش و به پنج درصد رسید. در منطقه آران و بیدگل رقم ایرانی ۱۵/۳۸ درصد ساقه‌روی، در حالی که در رقم خارجی هیچ‌گونه ساقه‌روی نداشت. در منطقه آران و بیدگل عملکرد ریشه دو رقم تفاوت چشمگیری با یکدیگر نداشت اما درصد قند ناخالص رقم ایرانی احتمالاً به علت ساقه‌روی نسبت به رقم خارجی نزدیک ۲/۵ واحد کاهش یافت، در نتیجه عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال با کاهش بیشتر از یک واحد روبرو شد. به دلیل ساقه‌روی رقم ایرانی ضریب استحصال آن نیز در مقایسه با رقم خارجی کاهش شش درصدی نشان داد. در منطقه ایذه رقم ایرانی مورد مطالعه در هر دو تاریخ کاشت نسبت به رقم خارجی عملکرد ریشه، قند ناخالص و عملکرد قند قابل استحصال بالاتری داشت که معنی‌دار نبود. با افزایش دوره رشد عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال افزایش و با کاهش دوره رشد عملکرد ریشه به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت. این موضوع تأکید بر کشت در اوایل آبان ماه و برداشت حداقل در اواخر خردادماه در منطقه ایذه خوزستان می‌کند (Jahadakbar 2013).

عیار قند

در دنیا مطالعات زیادی در مورد اثر نیتروژن بر رشد چغندرقند و اثر منفی آن بر غلظت قند صورت گرفته است. بر مبنای این مطالعات مقادیر بالای نیتروژن از طریق افزایش ناخالصی‌های شکر موجب کاهش درصد قند خالص می‌شود (Carter and Traveller 1981; Winter 1990). بر طبق مطالعات انجام‌شده، علت کاهش عیار قند با افزایش کاربرد کود نیتروژن، به دلیل نگه‌داری آب بیشتر در ریشه می‌باشد (Weeden 2000). برخی پژوهشگران گزارش کردند که با

کاهش کاربرد نیتروژن، تولید و گسترش برگ نسبت به فتوسنتز کاهش می‌یابد (Kaffka 1996). آورین و بناکار نیز گزارش کردند که پاکلوبوترازول باعث افزایش میزان قند در اندام زیرزمینی می‌گردد (Arvin and Banakar 2002). در نتیجه پاکلوبوترازول- محدودیت کود نیتروژن و محدودیت کود نیتروژن بالاترین عیار قند را در این آزمایش داشتند. با توجه به نتایج تحقیقات جهانی مقدم و همکاران در سال ۲۰۱۷ ، بیشترین درصد قند در رقم موناتونو در تاریخ کاشت دوم (۲۲/۱ درصد) مشاهده شد و کمترین درصد قند در رقم موناتونو در تاریخ کاشت اول مشاهده گردید. با توجه به نتایج می‌توان گفت درصد قند رقم موناتونو به تاریخ کاشت حساس می‌باشد. ال- سید و همکاران (Al-Sayed *et al*. 2012) بیان داشتند بین ارقام مختلف از نظر درصد قند، تفاوت معنی‌داری وجود دارد که بیشترین آن را در رقم Top polyگزارش کردند. در ارقام اسپارتاک، مراک، گیادا و شریف در هر دو تاریخ کاشت از نظر درصد قند اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (Jahani moghadam *et al*. 2017).

قند ملاس

در هر دو سال رقم ایرانی تیمار شده با پاکلوبوترازول ۳۰۰ پی‌پی‌ام بالاترین درصد قند ملاس را داشت. ملاس شیره‌ای است که از آن آخرین محصول قند به دست می‌آید و نمی‌تواند قند بیشتری از آن کریستال نمود. جز عمده ماده خشک ملاس چغندرقند، ساکارز بوده که تقریباً ۵۰٪ آن را تشکیل می‌دهد و همچنین مقدار اندکی قندهای احیایی و رافینوز در ملاس وجود دارد به همین دلیل هر چه قدر مقدار قند ملاس کمتر باشد محصول دارای کیفیت بهتر و قند قابل استحصال بیشتری می‌باشد (Cooke and Scott 2012). هر چه درصد قند ملاس کم باشد کیفیت ریشه بیشتر بوده و ضریب استحصال بالاست (Draycott 2006). رینالدی و ونلا (Rinaldi and Vonella 2006) گزارش کردند که در کشت پاییزه چغندرقند بین ارقام در صفت قند ملاس اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

عملکرد شکرسفید

ژانگ و همکاران (Zheng *et al*. 2012) بیان کردند که استفاده از پاکلوبوترازول موجب افزایش شکر می‌شود . بر طبق گزارش برخی محققین با افزایش کود نیتروژن عملکرد شکر سفید افزایش یافت (El-Gizawy and Shalaby 2014). به همین دلیل با محدودیت کود نیتروژن پایین‌ترین عملکرد شکر سفید حاصل گردید. این ارقام مختلف از نظر میزان عملکرد شکر سفید اختلاف معنی‌داری وجود داشت (Draycott 2008). در تاریخ کاشت اول مهرماه بیشترین عملکرد شکر سفید را وجود داشت که با نتایج جهانی مقدم و همکاران مشابه بود (Jahani moghadam *et al*. 2017). برای افزایش عملکرد گیاه در کشت زودهنگام دلایل مختلفی بیان شده که می‌توان به رابطه خطی موجود بین عملکرد شکر و مقدار تشعشع خورشیدی دریافت شده اشاره کرد (Biscoe *et al. 1978;* Fortune *et al*. 1999).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی چنین استنباط می‌گردد در صورت انتخاب رقم و تاریخ کشت مناسب و هم‌چنین استفاده از محدودیتی مثل پاکلوبوترازول به‌عنوان سوپاپ اطمینان با توجه به درصد ساقه‌روی و عملکرد، شاید به‌توان در منطقه کرج برای کشت چغندرقند پاییزه اقدام نمود. برای کنترل ساقه‌روی رقم نقش مهمی دارد، به‌طوری که در بین ارقام مورد بررسی در این آزمایش، رقم یودورو کم‌ترین درصد ساقه‌روی، بالاترین عیار قند و بالاترین عملکرد شکر سفید را داشت، اما ممکن است در برخی سال‌ها با زمستان سرد و طولانی خطر ساقه‌روی در رقم مقاوم افزایش یابد که محلول‌پاشی پاکلوبوترازول می‌تواند موجب کاهش این خطر گردد. نقش تاریخ کاشت نیز بسیار مهم و تأثیرگذار است، به‌گونه‌ای که در تاریخ کاشت دیرهنگام (اول آبان‌ماه) کمترین درصد بولت و در همین تاریخ کاشت بالاترین عیار قند را در هر دو سال آزمایش وجود داشت، اما ارقام گیادا و یودورو کاشته شده در اول مهرماه با میانگین به ترتیب ۸/۱۵ و

۸/۶۲ تن در هکتار بیشترین عملکرد شکر سفید را داشته و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشت در حالی که عملکرد شکر سفید همین ارقام در تاریخ کاشت اول آبان‌ماه، ۶/۳۵ و ۵/۸۵ تن در هکتار بود. در تاریخ کاشت دیرهنگام (اول آبان‌ماه) کمترین درصد بولت و عملکرد شکر سفید به دست آمد، با توجه به اینکه در مناطق با زمستان‌های سرد و طولانی به دلیل ساقه-روی امکان کشت چغندرقند پاییزه وجود ندارد، این میزان (تقریباً ۲ تن در هکتار) کاهش عملکرد شکر سفید قابل چشم‌پوشی است. پاکلوبوترازول به‌طور کلی درصد بولت را کاهش و درصد عیار قند، عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید را افزایش داد، اما زمانی که با محدودیت کود نیتروژن همراه شد پایین‌ترین درصد بولت، عملکرد ریشه، شکر سفید و بالاترین درصد عیار قند را داشت.

منابع مورد استفاده: References:

Ahmadi A, Ceiocemardeh A. Effect of drought stress on soluble carbohydrate, chlorophyll and Proline in four adopted wheat cultivars with various climate of Iran. Iran. Journal of Agricultural Science. 2004; 35:753-63. (in Persian, abstract in English)

Al-Sayed HM, El-Razek UA, Sarhan HM, Fateh HS. Effect of harvest dates on yield and quality of sugar beet varieties. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2012; 6(9):525-9.

Arvin MJ, Banakar MH. Effects of plant growth regulators on bolting and several traits of onion (Allium cepa) cv. Texas Early Grano. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 2002; 6: 59- 70.

Biscoe PV, Jaggard KW, Farley RF, Messem AB. Radiation interception and sugar production. Rothamsted Exp. Station. Report for. 1978.

Carter JN, Traveller DJ. Effect of Time and Amount of Nitrogen Uptake on Sugarbeet Growth and Yield 1. Agronomy Journal. 1981; 73(4):665-71.

Clover G, Smith H, Jaggard K. The crop under stress. British sugar beet review. 1998; 66:17-9.

Cooke DA, Scott JE. The sugar beet crop. Springer Science & Business Media; 2012. New York. p. 173–219

Davis TD, Curry EA, Steffens GL. Chemical regulation of vegetative growth. Critical reviews in plant sciences. 1991;10(2):151-88.

Draycott AP, editor. Sugar beet. Blackwell Publishing Ltd. 2006; pp. 514.

Draycott AP, editor. Sugar beet. John Wiley & Sons. 2008; pp. 496.

El-Gizawy E, Shalaby G, Mahmoud E. Effects of tea plant compost and mineral nitrogen levels on yield and quality of sugar beet crop. Communications in soil science and plant analysis. 2014;45(9):1181-94.

Fortune RA, Burke JI, Kennedy TF, O'Sullivan E. Effect of early sowing on the growth, yield and quality of sugar beet. Teagasc; 1999.

Grimmer MK, Trybush S, Hanley S, Francis SA, Karp A, Asher MJ. An anchored linkage map for sugar beet based on AFLP, SNP and RAPD markers and QTL mapping of a new source of resistance to Beet necrotic yellow vein virus. Theoretical and applied genetics. 2007;114(7):1151-60.

Hoffmann CM, Huijbregts T, van Swaaij N, Jansen R. Impact of different environments in Europe on yield and quality of sugar beet genotypes. European Journal of Agronomy. 2009;30(1):17-26.

Jaggard KW, Qi A, Ober ES. Capture and use of solar radiation, water, and nitrogen by sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Journal of experimental botany. 2009;60(7):1919-25.

Jahani Moghadam E, Parsa S, Mahmoudi, S, Ahmadi M. Effect of planting date and cultivar on yield and the early flowering in autumn sowing of sugar beet varieties. Agronomy and Plant Breeding. 2017;13(2): 43-57.

Jahadakbar MR, Ebrahimian HR, Taleghani D. Sugar Beet Autumn Planting in Warm Areas of Esfahan Province and Izeh Khozestan. Research Achievments for Field and Horticulture Crops. 2013; 1(2): 189- 201. (in Persian)

Kaffka S. Sugar beet production and the environment. Annual Report of the California Sugar Beet Grower's Assoc. 1996.

Kandil AA, Badawi MA, El-Moursy SA, Abdou UM. Effect of planting dates, nitrogen levels and biofertilization treatments on 1: Growth attributes of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences). 2004; 5(2):227-37.

Kashani A, Sedghi H, Kareh, Farzdaghi HF. Presenting a suitable culture model for combined production of protein and sugar in Khuzestan, Report of Shahid Chamran University of Ahvaz. 1996. (in Persian)

Kishorekumar A. Differential effects of hexaconazole and paclobutrazol on the foliage characteristics of Chinese potato (Solenostemon rotundifolius Poir., JK Morton). Acta Biologica Szegediensis. 2006;50(3-4):127-9.

Lee GS, Dunn G, Schmehl WR. Effect of date of planting and nitrogen fertilization on growth components of sugar beet. Journal of American Soceity Sugar Beet Technology. 1987; 24:80-100.

Leilah AA. Effect of planting dates, plant population and nitrogen fertilization on sugarbeet productivity under the newly reclaimed sandy soils in Egypt. Scientific Journal of King Faisal University. Basic Applied Sciences. 2005; 3:95-110.

Longden PC, Thomas TH. Why not autumn sowing sugar beet. British Sugar Beet Review. 1989;57(3).

Papakosta-Tasopoulou D, Sficas AG. Bolting, fresh root yield, and soluble solids of sugarbeets as affected by sowing date and gibberellin treatment. Journal of American Soceity Sugar Beet Technology. 1978; 20:115-26.

Reinefeld E, Emmerich A, Baumgarten G, Winner C, Beiss U. Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. Zucker. 1974; 27:2-15.

Rinaldi M, Vonella AV. The response of autumn and spring sown sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to irrigation in Southern Italy: water and radiation use efficiency. Field Crops Research. 2006 Feb 15;95(2-3):103-14.

Sadeghi Shoae M, Habibi D, Fallah D, Paknejad F, Kashani A. The effect of paclobutrazol on autumn sugar beet in Karaj region, Journal of Environmental Sciences and Life Sciences. 2014;185-180.

Sadeghzadeh Hemayati S. Areas prone to autumn sugar beet cultivation in Iran, autumn sugar beet cultivation training course, Karaj, Sugar Beet Research Institute 2015; 23 to 25 September; pp 80. (in Persian, abstract in English)

Sadeghzadeh Hemayati S, Taleghani DF, Fasahat P. Effects of drought stress on quantitative and qualitative characteristics, canopy ground cover and wilting score of sugar beet genotypes. Environmental Stresses in Crop Sciences. 2017;10(3):20-34.

Sharma RR, Singh R. Gibberellic acid influences the production of malformed and button berries, and fruit yield and quality in strawberry (Fragaria× ananassa Duch.). Scientia Horticulturae. 2009 Feb 17;119(4):430-3.

Sinji KS, Christa H. Development of leaf area index and light interception of autumn-sown and spring-sown sugar beet. Institute of Sugar Beet Research, Holtenser landstr. 77, d-37079 Gottingen. 2008.

Tsegaw T. Response of potato to paclobutrazol and manipulation of reproductive growth under tropical conditions (Doctoral dissertation, University of Pretoria). 2006

Vahidi H, Rajabi A. The effect of drought stress on some quantitative and qualitative traits of sugar beet.12th Iranian Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding; Karaj, Iran: Islamic Azad University, Karaj Branch. 2012; pp. 5. (in Persian, abstract in English)

Weeden BR. Potential of Sugar Beet on the Atherton Tableland: A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation. RIRDC; 2000.

Winter SR. Sugarbeet response to nitrogen as affected by seasonal irrigation. Agronomy Journal. 1990; 2(5):984-8.

Zheng RR, Wu Y, Xia YP. Chlorocholine chloride and paclobutrazol treatments promote carbohydrate accumulation in bulbs of Lilium Oriental hybrids ‘Sorbonne’. Journal of Zhejiang University Science. 2012;13(2):136-44.

Zhu LH, Van de Peppel A, Li XY, Welander M. Changes of leaf water potential and endogenous cytokinins in young apple trees treated with or without paclobutrazol under drought conditions. Scientia Horticulturae. 2004;