

بررسی تأثیر طول دوره رشد بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند (*Beta Vulgaris L.*) تحت شرایط کشت پاییزه در استان ایلام

کلثوم رضایی^۱، محمد جواد زارع^{۱*}، فرزاد حسین پناهی^۲، عبدالمهدی بخشنده^۳ و مصطفی حسین پور^۴
^۱ گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ^۲ گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان،
^۳ گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رامین اهواز
^۴ مؤسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه بذر چغندر قند کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۲۰، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۲/۱۴)

چکیده

تغییر فصل کشت از بهار به پاییز در جهت استفاده از آب سبز، یک راهکار به‌زراعی سازگار با تغییرات اقلیم است. بدین منظور و نیز در راستای توسعه کشت چغندر قند پاییزه به‌عنوان یک گیاه زراعی راهبردی در افزایش خوداتکایی شکر، اجرای برنامه‌های پژوهشی پایه از جمله تعیین دوره رشد مناسب جهت دستیابی به عملکرد مطلوب امری ضروری است. بدین جهت آزمایشی در شهرستان دره‌شهر از توابع استان ایلام در قالب کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار طی سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵ انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل سه تاریخ کاشت (۱۳، ۲۷ مهرماه و ۲۵ آبان‌ماه) و دو تاریخ برداشت (۸ و ۲۸ خردادماه) بودند که به‌ترتیب در کرت‌های اصلی و فرعی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد شکر سفید در محدوده کاشت از اوایل تا اواخر مهرماه و برداشت در اواخر خردادماه (دوره رشد ۲۵۵ و ۲۴۰ روز) در مقایسه با کشت آن در آبان‌ماه و تاریخ برداشت اوایل خردادماه (۱۹۲ روز) به میزان ۷۳ درصد افزایش یافته است. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده نقش چشمگیر طول دوره رشد بر افزایش عملکرد شکر سفید چغندر قند پاییزه به‌دنبال افزایش عملکرد ریشه (۶۹٪)، درصد قند خالص (۲۳٪)، عیار قند (۱۲٪) و نیز کاهش قند ملاس (۳۷٪) است. براساس نتایج حاصل از این آزمایش توجه بیشتر به مدیریت‌های به‌زراعی تولید چغندر قند تحت شرایط کشت پاییزه می‌تواند نقش کلیدی در افزایش شکر چغندری در این مناطق داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، دوره رشد، عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید

مقدمه

خواهد نمود. از آن جایی‌که چغندر قند (*Beta Vulgaris L.*) جز گیاهان راهبردی کشور به‌شمار می‌رود و در مقایسه با اکثر گیاهان زراعی نیاز آبی نسبتاً بیشتری دارد، ارائه این راهکارها در تولید آن و نیز در راستای افزایش ضریب خوداتکایی تولید شکر در کشور از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار است. بدین

یکی از اساسی‌ترین چالش‌ها در کشور، بهبود مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی است. بنابراین هر راهکاری که باعث کاهش مصرف آب و یا افزایش کارایی مصرف آب در این بخش گردد، کمک شایان توجهی به تولید پایدار در کشور

علت دمای کم فقط ۶۰ درصد سبزشدن در بهار انجام می‌گیرد (Hoffmann and Kluge-Severin, 2011). نبود پوشش کانوبی کافی در اوایل دوره رشد چغندر قند بهاره به علت درجه حرارت پایین، منجر به عدم بهره‌برداری حدود ۴۰ درصدی از تابش سالیانه می‌شود (Jaggard *et al.*, 2009)، در چنین شرایطی تغییر الگوی کاشت به پاییز به دلیل تسریع حدود سه الی چهار هفته‌ای در تولید شاخص سطح برگ وضعیتی را ایجاد می‌کند که بتواند نور بیشتری دریافت و عملکرد بیشتری تولید نماید (Hoffmann and Kluge-Severin, 2010). در جنوب شرق آمریکا نیز عملکرد بالقوه بیشتری حدود ۲۰ تا ۴۰ درصدی کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره چغندر قند گزارش شده است (Webster *et al.*, 2016). در ایران علاوه بر استان خوزستان که کشت پاییزه چغندر قند در آن بیش از ۵۰ سال سابقه دارد، براساس تحقیقات مناطق دیگری در کشور مستعد کشت پاییزه هستند (جوهری و همکاران، ۱۳۹۵).

با تکیه بر موارد ذکر شده، در حال حاضر یکی از اولویت‌های اساسی که در دستور کار بخش کشاورزی قرار دارد توسعه کشت پاییزه چغندر قند است. در این راستا لازم است که به اجرای برنامه‌های تحقیقاتی پایه از جمله تعیین دوره رشد مناسب به منظور دستیابی به عملکرد مطلوب در هر منطقه توجه خاصی شود. انتخاب تاریخ کشت و برداشت (دوره رشد) مناسب به عنوان یکی از مهم‌ترین متغیرهای تولید، همواره یک راهکار زراعی برای ترکیب مناسب درجه حرارت، فتوپریود و نور جهت رشد و تکمیل چرخه زندگی گیاه است (Arduini *et al.*, 2009). در راستای تعیین دوره رشد مناسب در خراسان رضوی تاریخ کاشت اول مهر و برداشت ۱۵ خردادماه (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶)، در ایذه کشت در اوایل آبان‌ماه و برداشت حداقل در اواخر خردادماه (جهاد اکبر و همکاران، ۱۳۹۱)، در مغان تاریخ کاشت نیمه دوم مهرماه و برداشت اوایل تیرماه (فتح‌الله طالقانی و همکاران، ۱۳۹۰) و در مناطق گرمسیر کرمانشاه کاشت تا بیستم شهریورماه و برداشت در اردیبهشت‌ماه (بساطی و همکاران، ۱۳۸۱) به عنوان بهترین تاریخ کاشت و برداشت چغندر قند پاییزه پیشنهاد شده است. با

منظور راهکارهای متعددی از جمله آرایش کاشت مناسب (بهمنش و نوریجو، ۱۳۹۵)، مدیریت آبیاری (حسین‌پور و همکاران، ۱۳۹۶)، کم‌آبیاری در برخی مراحل رشد (میرزایی و رضوانی، ۱۳۹۱)، قطع آبیاری در اواخر فصل رشد (محمدیان و خیامیم، ۱۳۹۳)، استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت فشار (سالمی و همکاران، ۱۳۹۲)، آبیاری موجی (محمدیان و صدراقین، ۱۳۹۱)، استفاده از ارقام مقاوم به خشکی (محمدیان و خیامیم، ۱۳۹۳)، کشت نشایی (لطفی و آرمین، ۱۳۹۶) پیشنهاد شده است. در این رهگذر تغییر فصل کشت از بهار به پاییز به منظور استفاده از آب سبز (بارندگی‌های پاییز و زمستان) جایگاه ویژه‌ای دارد.

کشت پاییزه چغندر قند علاوه بر مصرف آب آبیاری کمتر به دلیل بارندگی تجمعی بیشتر و بالابودن کارایی مصرف آب، دارای مزایای قابل توجه دیگری از جمله جذب تابش تجمعی، آسمیلاسیون ناخالص تجمعی و در نتیجه عملکرد ریشه و شکر بیشتر، کاهش تبخیر و تعرق تجمعی و تنفس تجمعی کمتر به دلیل میانگین دمای کمتر در طول فصل رشد است (دیهیم فرد و رحیمی مقدم، ۱۳۹۴). در صورت استفاده از ارقام مقاوم به بولتینگ، کشت چغندر قند در پاییز منجر به افزایش ۲۶ درصدی عملکرد نسبت به کشت بهاره خواهد شد (Hoffmann and Kluge-Severin, 2010). در مناطق جنوبی ایتالیا ضمن تأکید بر استفاده بهتر چغندر قند پاییزه از نور، گزارش شده است که کشت پاییزه موجب صرفه‌جویی در آب آبیاری حدود ۱۰۰ میلی‌متر و افزایش ۴۰ درصدی عملکرد قند به دلیل تولید عملکرد ریشه بیشتر (۵۴ تن در هکتار) و عیار قند (۱۴/۶ درصد) در مقایسه با چغندر قند بهاره (عملکرد ریشه ۴۸/۸ تن در هکتار و عیار قند ۹/۸ درصد) می‌گردد (Rinaldi and Vonella, 2006). گزارش شده است که کشت در پاییز در مقایسه با کشت در فوریه و مارس (بهار) به دلیل سبزشدن سریع و کوتاه‌شدن مرحله رشدی حساس بوته‌ها به حمله حشرات، آفات و بیماری‌ها مطلوب‌تر است زیرا بوته‌هایی که در مرداد و شهریور کشت شده به سرعت به ۹۰ درصد سبزشدن می‌رسند در حالی که در بوته‌های چغندر قند بهاره به

تکیه بر مطالب فوق و نیز همسو با سیاست وزارت کشاورزی مبنی بر توسعه چغندر قند پاییزه در جنوب غرب کشور این پژوهش با هدف تعیین دوره رشد مناسب چغندر قند پاییزه در شهرستان دره شهر از توابع استان ایلام برای اولین بار انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر طول دوره رشد بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند پاییزه این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ در شهرستان دره شهر واقع در شرق استان ایلام با مشخصات جغرافیایی ۳۳ درجه و ۹ دقیقه عرض شمالی و در ۴۷ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی و ۱۱۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. شهرستان دره شهر دارای آب و هوای معتدل نیمه مرطوب با زمستانی ملایم و مرطوب و تابستانی نه چندان گرم اما خشک است (جدول ۱). آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی شامل دو فاکتور و در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل سه سطح تاریخ کاشت (۱۳ مهرماه، ۲۷ مهرماه و ۲۵ آبان‌ماه) و دو تاریخ برداشت (۸ خرداد و ۲۸ خردادماه) بودند که به ترتیب در کرت‌های اصلی و فرعی قرار گرفتند.

زمین آزمایش با رعایت اصول فنی از جمله دسترسی به منبع آب و یکنواختی سطح مزرعه انتخاب و سپس زمین شخم، دیسک و لولر زده شد. کشت سال قبل در مزرعه مورد نظر گندم بوده و تابستان نیز زمین آیش بود. قبل از کشت خصوصیات شیمیایی و فیزیکی مربوط به خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر خاک تعیین گردید و سپس براساس تجزیه نمونه خاک مزرعه و توصیه کودی آزمایشگاه (جدول ۲) کودهای سوپرفسفات تریپل و یک‌سوم کود اوره قبل از کشت به‌طور یکنواخت در زمین پخش گردید و پس از آن دیسک زده شد و سپس اقدام به ایجاد جوی و پشته به‌وسیله دستگاه فاروئر گردید. باقیمانده کود اوره به صورت سرک در حدود یک‌سوم در مرحله ۴ تا ۶ برگی و یک‌سوم باقیمانده دیگر، یک ماه پس از این مرحله استفاده شد. هر

کرت فرعی شامل ۵ خط کشت به طول ۸ متر و فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی هر خط ۲۰ سانتی‌متر و عمق کشت حدود ۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. با توجه به تأکید بر استفاده از ارقام مقاوم به ساقه‌روی در کشت پاییزه چغندر قند، در اجرای این پژوهش از رقم مقاوم به ساقه‌روی استفاده شد که ویژگی‌های آنها در (جدول ۳) ارائه گردیده است. کشت بذور چغندر قند به صورت دستی و به روش خشکه‌کاری انجام شد. در تمام تیمارها در مرحله دو تا چهار برگی تنک و وجین اول و در محدوده بهمن‌ماه وجین دوم به صورت دستی صورت گرفت. در طول دوره رشد آب مورد نیاز مزرعه از آب آبیاری (روش نشتی) و باران تأمین شد. در اواخر دوره رشد جهت مبارزه با آفت شته، سم‌پاشی با دیازینون انجام گردید. به دلیل عدم سابقه کشت چغندر قند در منطقه سایر آفات و بیماری‌های معمول در مزرعه مشاهده نگردید. با توجه به تراکم مناسب در کشت پاییزه چغندر قند یعنی حدود ۸ تا ۱۲ بوته در مترمربع دو بار تنک انجام شد. در زمان برداشت با حذف بوته‌های یک متر از بالا و پایین خطوط به‌عنوان حاشیه، ریشه‌های چغندر قند یک خط کاشت به طول ۶ متر معادل سه مترمربع از زمین خارج، سرزنی و پس از شمارش، شستشو و توزین جهت تعیین عملکرد ریشه، به مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول جهت تهیه خمیر ارسال گردیدند. نمونه‌های خمیر برای انجام تجزیه کیفی به آزمایشگاه تکنولوژی قند مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند ارسال گردید. میزان عیار قند به روش پلاریمتری، ناخالصی‌ها شامل سدیم و پتاسیم ریشه به روش فلیم فتومتر و نیتروژن مضره به روش رنگ‌سنجی معروف به روش عدد آبی اندازه‌گیری شدند. میزان قند ملاس با فرمول (Reinefeld *et al.*, 1974) و سایر صفات با استفاده از روابط تجربی زیر محاسبه گردید (عبدالهیان نوقابی و همکاران، ۱۳۸۴).

درصد قند خالص = عملکرد ریشه = عملکرد شکر سفید
 (۰/۶ + قند ملاس) - درصد قند ناخالص = درصد قند خالص
 (ازت مضره) ۰/۰۹۴ + (سدیم + پتاسیم) ۰/۳۴۳ = درصد قند ملاس
 - ۰/۳۱

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش طی سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴

| پارامتر | واحد | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند | فروردین | اردیبهشت | خرداد |
|----------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|----------|-------|
| دمای حداقل | °C | ۱۹/۲ | ۱۱/۸ | ۳/۷ | ۳/۸ | ۲/۹ | ۷/۸ | ۸/۳ | ۱۵/۵ | ۲۰/۸ |
| دمای حداکثر | °C | ۳۵/۷ | ۲۲/۱ | ۱۶/۴ | ۱۵/۱ | ۱۶/۲ | ۲۱/۷ | ۲۲/۸ | ۳۳ | ۳۸/۲ |
| میزان بارش | Mm | ۲۴/۹ | ۲۲۷ | ۱۴۰/۷ | ۷۰/۲ | ۳۰/۹ | ۷۸/۴ | ۲۱۰/۲ | ۲۳/۱ | ۰ |
| روزهای یخبندان | Day | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۶ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| میانگین تابش خورشیدی | MJ m ⁻² d ⁻¹ | ۱۶/۷۳ | ۱۱/۹۹ | ۱۰/۴۸ | ۱۰/۳۹ | ۱۲/۸۶ | ۱۵/۹۹ | ۱۹/۰۴ | ۲۲/۱۷ | ۲۵/۳۵ |

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه آزمایشی

| بافت خاک | پتاسیم | فسفر | نیترژن | کربن آلی | اسیدیته | هدایت الکتریکی | اوره | سوپرفسفات | سولفات پتاسیم |
|----------|------------------------|------|--------|----------|-----------------------|---------------------------------------|-------|-----------|---------------|
| | (mg.kg ⁻¹) | | (%) | | (dS.m ⁻¹) | توصیه‌های کودی (Kg/ha ⁻¹) | تریپل | | |
| ماسه | ۴۰۵ | ۱۰ | ۰/۰۷ | ۰/۷۲ | ۷/۴۱ | ۳/۳۲ | ۳۰۰ | ۱۰۰ | - |

جدول ۳- مشخصات رقم کشت شده در آزمایش طی سال ۱۳۹۵-۱۳۹۴

| نام ژنوتیپ | پلوئیدی | ژرمیته | خصوصیات |
|------------|----------|--------|---|
| ویکو | دیپلوئید | منوژرم | هیبرید، مقاوم به بولتینگ، سرکسپوریا، ریزومانیا و ریزوکتونیا |

تجزیه داده‌های ثبت شده در آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین تیمارها از طریق روش آماری دانکن در سطح آماری پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد ریشه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تاریخ کاشت و برداشت بر میزان عملکرد ریشه در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد ریشه مربوط به تاریخ کاشت ۱۳ مهرماه بود که در مقایسه با دو تاریخ کاشت ۲۷ مهرماه و ۲۵ آبان ماه به ترتیب ۵ و ۵۶ درصد افزایش عملکرد نشان داد، هرچند اختلاف آن با تاریخ کشت ۲۷ مهرماه معنی دار نبود (جدول ۵). همچنین تاریخ برداشت ۲۸ خردادماه منجر به افزایش ۳۱ درصدی عملکرد ریشه در مقایسه با تاریخ برداشت ۸ خردادماه گردید (جدول ۵). بنابراین در این منطقه مشابه نتایج (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶) علاوه بر تسریع در کشت، تأخیر در برداشت نیز توانسته است

موجب افزایش عملکرد ریشه گردد. با این وجود در پژوهش حاضر تأثیر تاریخ کاشت زودتر بر عملکرد ریشه مشابه تأثیر برداشت دیرتر بر عملکرد ریشه نبوده است. تحت شرایط آب و هوایی کرمان نیز تأثیر تأخیر در برداشت چغندر قند پاییزه به مدت یک ماه (برداشت ۱۵ فروردین و ۱۵ اردیبهشت ماه) بر عملکرد ریشه معادل تأثیر ۱۳ روز تعجیل در کاشت (کاشت ۱۵ شهریور و ۱۵ مهرماه) بوده است اما به تأخیر افتادن زمان برداشت تا ۱۵ خردادماه تأثیر معنی داری بر عملکرد ریشه به دنبال نداشته است (صادق زاده و همکاران، ۱۳۹۱). در خوزستان یک ماه برداشت زودتر (۲۳ اردیبهشت ماه و ۲۴ خردادماه) حدود ۷۸ درصد منجر به کاهش عملکرد ریشه گردیده است (جهاد اکبر و همکاران، ۱۳۹۱).

پژوهشگران مختلف دلایل برتری تاریخ کاشت های زود و برداشت های دیر هنگام در چغندر قند پاییزه را شروع سریع تر رشد بوته و برگ ها جهت جذب حداکثر نور در مراحل اولیه رشد (Freckleton et al., 1999)، هم زمانی حداکثر شاخص

جدول ۴- تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های کمی و کیفی چغندر قند پاییزه طی سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴

| منابع تغییرات | درجه آزادی | عملکرد ریشه | ناخالصی‌ها | | | | | | |
|------------------|------------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | | | قند ملاس | پتاسیم | سدیم | نیتروژن مضره | قند قابل استحصال | | |
| تکرار | ۲ | ۱۳۹/۷۰ ^{ns} | ۰/۶۶ ^{ns} | ۰/۰۸ ^{ns} | ۰/۲۱ ^{ns} | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ [*] | ۱/۱۱ ^{ns} | ۱/۹۶ ^{ns} |
| تاریخ کاشت (A) | ۲ | ۶۰۷/۱۴ ^{**} | ۰/۲۱ ^{ns} | ۰/۷۶ ^{**} | ۲/۰۲ ^{**} | ۰/۲۶ ^{**} | ۰/۱۰ ^{**} | ۱/۴۸ [*] | ۱۴/۳۴ ^{**} |
| خطای اصلی | ۴ | ۱۳۵/۳۹ | ۰/۲۸ | ۰/۱۴ | ۰/۲۵ | ۰/۱۱ | ۰/۰۱ | ۰/۵۲ | ۲/۴۹ |
| تاریخ برداشت (B) | ۱ | ۶۸۸/۵۰ ^{**} | ۰/۳۱ [*] | ۱/۴۰ ^{**} | ۱۲/۷۹ ^{**} | ۰/۸۷ ^{**} | ۰/۱۴ ^{**} | ۲/۹۳ ^{**} | ۱۹/۰۴ ^{**} |
| (B) × (A) | ۲ | ۳۵/۹۸ ^{ns} | ۰/۱۹ ^{ns} | ۰/۱۷ [*] | ۰/۴۳ ^{**} | ۰/۲۴ ^{**} | ۰/۰۳ ^{**} | ۰/۴۶ ^{ns} | ۱/۲۴ [*] |
| خطای کل | | ۴۲/۵۰ | ۰/۶۵۷۷ | ۰/۳۹۴ | ۰/۰۸۰۶ | ۰/۱۶۳ | ۰/۰۰۵ | ۰/۴۲۹ | ۰/۷۵۳۰ |

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال آماری پنج و یک درصد

جدول ۵- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی چغندر قند در تاریخ کاشت و تاریخ برداشت‌های مختلف طی سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴

| فاکتور | قند قابل استحصال | | قند ناخالص | | عملکرد شکر سفید | عملکرد ریشه |
|--------------|------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| | (%) | (t.ha ⁻¹) | (%) | (t.ha ⁻¹) | | |
| تاریخ کاشت | ۱۳۹۴/۷/۱۳ | ۱۴/۵۱ ^a | ۱۷/۵۷ ^a | ۴/۶۹ ^a | ۳۲/۱۲ ^a | |
| | ۱۳۹۴/۷/۲۷ | ۱۴/۳۰ ^a | ۱۷/۴۱ ^a | ۴/۳۹ ^a | ۳۰/۶۳ ^a | |
| | ۱۳۹۴/۸/۲۵ | ۱۳/۴۴ ^b | ۱۷/۱۵ ^a | ۱/۹۰ ^b | ۱۴/۰۸ ^b | |
| تاریخ برداشت | ۱۳۹۵/۳/۸ | ۱۳/۶۱ ^b | ۱۷/۱۵ ^b | ۲/۸۲ ^b | ۲۰/۷۵ ^b | |
| | ۱۳۹۵/۳/۲۸ | ۱۴/۵۶ ^a | ۱۷/۶۱ ^a | ۴/۵۰ ^a | ۳۰/۴۷ ^a | |

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

گزارش نموده‌اند (حسین‌پور، ۱۳۸۵).

در بررسی رشد چغندر قند پاییزه طی آزمایشی چهار ساله گزارش شده است که وزن تر ریشه تا آخرین تاریخ برداشت یعنی دوره رشد ۸۵۹ روزه به‌طور مداوم افزایش یافته (Schnepel and Hoffmann, 2015) و فرضیه رشد نامحدود بودن چغندر قند و افزایش عملکرد ریشه آن در طول زمان را تأیید نموده است (Ulrich, 1952). در پژوهش حاضر نیز ضریب همبستگی نیز بر رابطه مثبت و افزایشی (**۰/۷۵) طول دوره رشد (GDD) و عملکرد ریشه دلالت دارد (جدول ۸).

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که یک عامل محدودکننده رشد چغندر قند پاییزه دمای یخبندان در زمستان و پاییز است (Loel and Hoffmann, 2014) به‌گونه‌ای که در پژوهش (Webster et

سطح برگ با حداکثر تابش خورشیدی جهت فتوسنتز بیشتر (Fortune et al., 1999) همراه با حداکثر رشد ریشه (Rinaldi and Vonella, 2006)، دوام بیشتر شاخص سطح برگ (دیپیم فرد و رحیمی مقدم، ۱۳۹۴) عنوان نمودند. پژوهشگران پیش‌نیازهای اساسی تشکیل عملکرد ریشه را بسته‌شدن کانوبی، تابش خورشیدی ماکزیمم و فراهمی آسمیلات‌ها عنوان نمودند (Kenter and hoffman, 2006). پژوهشگران دیگری علت برتری عملکرد ریشه در تاریخ کاشت‌های دیرتر (۲۲ مهر و ۹ آبان‌ماه) نسبت به ۵ مهرماه را عدم انطباق زمانی حداکثر شاخص سطح برگ با حداکثر تشعشع خورشیدی و کاهش سطح برگ این بوته‌ها در اسفندماه (افزایش دما و تشعشع به عنوان دو فاکتور مؤثر بر رشد) و در واقع استفاده مؤثرتر بوته‌های تاریخ کاشت ۲۲ مهر و ۹ آبان از شرایط آب هوایی

می‌نمایند با این وجود اگر تاریخ کاشت بیش از حد دیر شود عملکرد ریشه کاهش خواهد یافت. بنابراین توازن ظریفی که بین این دو اصل متناقض وجود دارد که بایستی حفظ گردد (جوهری و همکاران، ۱۳۹۵).

درصد قند خالص و عیار قند: نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که تنها تغییر تاریخ برداشت از ۸ به ۲۸ خردادماه توانسته است عیار قند ریشه‌ها را به صورت معنی‌داری تغییر دهد (جدول ۵ و ۴). عیار قند نسبت به تاریخ کاشت حساسیت نشان نداده است (جدول ۴) که با یافته‌های (Webster et al., 2016) منطبق است.

نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار تاریخ کاشت و برداشت در سطح احتمال آماری یک درصد بر قند قابل استحصال بود (جدول ۴). بوته‌ها در کشت زودتر (۱۳ مهرماه) از درصد قند خالص بیشتری (۱۴/۵۱ درصد) در مقایسه با تاریخ کاشت ۲۷ مهرماه (۱۴/۳۰ درصد) و ۲۵ آبان (۱۳/۴۴ درصد) برخوردار بودند که با نتایج (اشرف منصوری و همکاران، ۱۳۹۲) مطابقت دارد. درصد قند خالص حدود ۶/۵ درصد و عیار قند حدود سه درصد در ریشه بوته‌هایی که در تاریخ ۲۸ خردادماه برداشت شده بودند بیشتر بود. راهکار مناسب جهت بهبود عیار قند و قند قابل استحصال در کشت پاییزه چغندر قند را طولانی‌تر شدن دوره رشد گزارش نموده‌اند (عبادالهی، ۱۳۹۲).

با توجه به اینکه ۷۵ درصد ماده خشک ریشه را ساکارز تشکیل می‌دهد (Tognetti et al., 2003) پژوهشگران بیشتر بودن عیار قند و قند ناخالص در کشت‌های زود (حسین‌پور، ۱۳۸۵) و برداشت‌های دیرتر چغندر قند پاییزه (جوهری و همکاران، ۱۳۸۵) را بالاتر بودن درصد ماده خشک ریشه گزارش نمودند زیرا افزایش ماده خشک ریشه افزایش درصد قند را به دنبال دارد. گزارش شده است که در GDD حدود ۳۴۰۰ تا ۵۰۰۰ روز درجه معادل دوره رشد ۳۶۵ روز تا ۴۸۷ روز، هم‌راستا با افزایش درصد ماده خشک ریشه (نزدیک به ۲۴ درصد) عیار قند به مقدار مطلوب حدود ۱۸ درصد رسیده و سپس با افزایش طول دوره رشد تا ۸۵۹ روز به حدود

(al., 2016) بوته‌هایی که در اوایل دسامبر (آذر) کشت شده بودند به دلیل برخورد مرحله یک تا چهار برگی به دمای ۹- درجه، ۱۰۰ درصد از بین رفته و رشد بوته‌های تاریخ کاشت‌های دیگر نیز در این دما کم شد. همچنین در ۶۵ روز اول بعد از کاشت چغندر قند (مرحله رشد اولیه) تجمع ماده خشک ریشه و برگ به شدت رابطه مثبت با میانگین درجه حرارت روزانه و میزان تابش خورشید دارد (Kenter and hoffman, 2006). براساس این موارد و اطلاعات هواشناسی منطقه (جدول ۱) به دلیل دماهای کم آذر، دی و اسفندماه توأم با کاهش تابش خورشیدی، رشد اولیه بوته‌های مربوط به تاریخ کاشت ۲۵ آبان با شرایط نامناسب‌تری مواجه شده و با وجود افزایش دما و تابش خورشیدی در بهار و رشد مجدد این بوته‌ها نتوانسته‌اند عقب‌افتادگی رشد ناشی از تأثیر این دو پارامتر را جبران نمایند و عملکرد ریشه آنها نسبت به تاریخ کاشت‌های ۱۳ و ۲۷ مهرماه به نصف (۱۴/۰۸ تن در هکتار) کاهش یافته است.

اثر برهمکنش تاریخ کاشت و برداشت بر عملکرد ریشه معنی‌دار نشد، با این وجود بوته‌هایی با طول دوره رشد ۲۵۴ و ۲۴۰ روز (به ترتیب ۳۵۲۷ و ۳۲۲۹ درجه روز رشد) بیشترین عملکرد ریشه را تولید نمودند (جدول ۴) که با نتایج به دست آمده در جنوب استان خراسان رضوی مبنی بر تولید بیشترین عملکرد ریشه از بوته‌هایی با طول دوره ۲۵۶ روز (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶) و در کرمانشاه از بوته‌هایی با طول دوره رشد ۲۵۵ روز (بساطی و همکاران، ۱۳۸۱) مطابقت می‌کند. در پژوهش دیگری بیشترین عملکرد ریشه از بوته‌هایی با طول دوره رشد طولانی‌تر (۲۷۰ روز) نیز به دست آمده است (صادق‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). گزارش شده است دوره رشد چغندر قند پاییزه بعد از ۲۴۰ روز کامل گردیده و پس از آن CGR به علت ریزش برگ‌های مسن و درجه حرارت بالای خردادماه به صفر نزدیک می‌شود (جوهری و همکاران، ۱۳۸۵). همچنین در کاشت زود هنگام خطر ساقه‌دهی افزایش یافته و در کشت دیرتر نیز بوته‌های جوان‌تر به علت افزایش دما در بهار و دورنالی‌زیسیون، ساقه گل‌دهنده کمتری تولید

افزایش مقدار تنفس بعد از رسیدن به یک زمان خاص عنوان شده است (Demmers-Derks *et al.*, 1998).

عیار قند با طول دوره رشد (** $0/45$) و درصد قند خالص (** $0/75$) دارای همبستگی مثبت و معنی دار و با مقدار پتاسیم (** $0/37$) و قند ملاس ریشه (** $0/37$) دارای رابطه منفی معنی دار بود. با مقدار نیتروژن آمینی و مقدار سدیم ریشه با وجود رابطه منفی، همبستگی معنی دار نشان نداده است (جدول ۸). همبستگی بین عیار قند و عملکرد ریشه با وجود مثبت بودن رابطه معنی دار نشد ($0/18^{ns}$). در ارقام جدید چغندر قند به دلیل افزایش اندازه سلول‌های پارانشیمی، دارای ظرفیت ذخیره قند بیشتر بوده بنابراین رابطه معکوس این دو کم‌رنگ شده است (Hoffmann *et al.*, 2005). با توجه به همبستگی‌های مثبت دوره رشد با درصد قند خالص (** $0/68$) و عیار قند (** $0/87$) و همبستگی منفی با قند ملاس ریشه (** $0/72$) می‌توان چنین استنباط نمود که بوته‌های مربوط به تاریخ کاشت دیرتر (۲۵ آبان‌ماه) در مقایسه با ۱۳ و ۲۷ مهرماه و برداشت زودتر (۸ خرداد) در مقایسه با ۲۸ خرداد به دلیل عیار قند کمتر و ملاس بیشتر ناشی از کوتاه‌بودن دوره رشد، دارای درصد قند سفید کمتری هستند (جدول ۵).

قند ملاس و ناخالصی‌های ریشه (ازت مضره، پتاسیم و

سدیم): نتیجه تجزیه واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر برهمکنش تاریخ کاشت و برداشت بر میزان قند ملاس بود (جدول ۴). برش‌دهی این اثر برهمکنش نشان داد که در هر سه تاریخ کاشت، بوته‌هایی که دیرتر برداشت شده‌اند قند ملاس کمتری داشتند (جدول ۶ و ۷). مقایسه میانگین نشان داد بوته‌های مربوط به تاریخ کاشت ۲۵ آبان‌ماه که در تاریخ ۸ خردادماه با طول دوره ۱۹۲ روز ۲۲۹۱ معادل درجه روز رشد) برداشت شده بودند بیشترین میزان قند ملاس (۲/۹۸ درصد) و بوته‌هایی با دوره رشد ۲۴۰ روز (۳۲۲۹ درجه روز رشد) کمترین میزان قند ملاس (۱/۷۸ درصد) تولید نمودند. این نتایج با یافته‌های پژوهشگران مبنی بر افزایش قند ملاس چغندر قند پاییزه با تأخیر در کاشت تا ۱۵ آبان و کاهش آن با تأخیر در برداشت تا ۳۰ خردادماه (اشرف‌منصوری و همکاران،

۱۳ درصد کاهش یافته است (Schnepel and Hoffmann, 2015).

در پژوهش حاضر انتظار می‌رفت با افزایش میانگین دمای خردادماه در این منطقه (جدول ۱) و احتمالاً بالارفتن تنفس بوته‌ها، عیار قند و درصد قند خالص کاهش یابد. ولی برخلاف این انتظار شاهد افزایش این دو پارامتر تا ۲۸ خردادماه بودیم. از اسفندماه با افزایش دما و تابش خورشیدی (جدول ۱) بوته‌ها رشد قابل توجهی نموده و تا اواخر خردادماه تداوم یافته و احتمالاً در نتیجه افزایش ماده خشک ریشه، میزان عیار قند و درصد قند ناخالص افزایش یافته است که با نتایج کشت پاییزه چغندر قند در ایزه و افزایش عیار قند تا ۲۴ خردادماه مطابقت داشت (جهاد اکبر و همکاران، ۱۳۹۱). با این وجود در بررسی دوره‌های رشد مختلف چغندر قند پاییزه (بعد از ۲۱۹ روز و بعد از ۲۳۵ روز) در دزفول طی دو سال، در سال اول با تأخیر در برداشت از ۲۱۹ به ۲۳۵ روز عیار قند و درصد قند سفید افزایش یافته، در حالی که در سال دوم عکس این حالت نشان داده شده است. پژوهشگران متفاوت بودن الگوی دمایی و افزایش دما در بهار سال دوم را عامل کاهش عیار قند و درصد قند سفید در شرایط برداشت دیرتر گزارش نموده‌اند (حسین‌پور، ۱۳۸۵).

در زمینه افزایش عیار قند و درصد قند خالص در برداشت دیرتر محدودیت‌هایی از جمله ظرفیت ریشه ذخیره‌ای به دلیل ثابت بودن تعداد رینگ‌های کامبیومی در طول دوره رشد به علت تعیین ژنتیکی تعداد رینگ‌ها (Hoffmann and Kluge, Severin, 2011)، بزرگ‌شدن اندازه سلول‌ها بیش از یک حد مطلوب و ذخیره مقدار بیشتر آب و مواد غیرقندی مثل پتاسیم و سدیم (Kenter and Hoffmann, 2006)، افزایش میزان مارک به دلیل تشکیل مداوم سلول‌ها در فاصله بین رینگ‌ها (Milford, 1973) و تغییر ترکیب و ساختار سلول‌ها در نتیجه پیری ریشه از جمله تجزیه لیگنین (Hoppe, 2006)، رابطه منفی بین عیار قند و مارک در ماده خشک ریشه (Hoffmann *et al.*, 2005)، افزایش تقاضای ریشه برای آسیمیلات‌ها جهت فشار به خاک در نتیجه طولیل شدن دوره رشد (Gemtos *et al.*, 2000)،

جدول ۶- تجزیه واریانس برش دهی اثرات برهمکنش فاکتورها مربوط به برخی از صفات

| تاریخ کاشت | درجه آزادی | قند ملاس | عملکرد شکر سفید |
|------------|------------|------------|-----------------|
| ۱۳۹۴/۷/۱۳ | ۱ | ۰/۱۸۷۶۹۳* | ۱۴/۲۹۵۲۵۷** |
| ۱۳۹۴/۷/۲۷ | ۱ | ۱/۹۴۵۹۴۶** | ۱۲/۷۰۷۹۷۲** |
| ۱۳۹۴/۸/۲۵ | ۱ | ۰/۴۹۳۵۸۰** | ۱/۷۸۷۱۶۱** |

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال آماری پنج و یک درصد

جدول ۷- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری تاریخ کاشت و برداشت برای برخی صفات

| تاریخ کاشت | تاریخ برداشت | دوره رشد (روز) | GDD درجه (°Cd) روز رشد | عملکرد ریشه (t.ha ⁻¹) | عملکرد شکر سفید (t.ha ⁻¹) | نیترژن | سدیم | پتاسیم | قند ملاس (%) |
|------------|--------------|----------------|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| ۱۳۹۴/۷/۱۳ | ۱۳۹۵/۳/۸ | ۲۳۴ | ۳۰۲۰/۳۵ | ۲۶ ^b | ۳/۷۱ ^b | ۰/۳۷ ^c | ۱/۲۱ ^{bc} | ۶/۲۰ ^b | ۲/۵۳ ^b |
| ۱۳۹۴/۷/۲۷ | ۱۳۹۵/۳/۲۸ | ۲۵۴ | ۳۵۲۷/۷۵ | ۳۸/۲۳ ^a | ۵/۹۲ ^a | ۰/۶۶ ^b | ۱ ^c | ۴/۸۹ ^{cd} | ۱/۹۸ ^c |
| ۱۳۹۴/۷/۲۷ | ۱۳۹۵/۳/۸ | ۲۲۰ | ۲۷۲۱/۸۰ | ۲۴/۷۴ ^{bc} | ۳/۴۳ ^{bc} | ۰/۵۱ ^{bc} | ۱/۷۲ ^a | ۶/۲۷ ^b | ۲/۶۴ ^b |
| ۱۳۹۴/۷/۲۷ | ۱۳۹۵/۳/۲۸ | ۲۴۰ | ۳۲۲۹/۲۰ | ۳۶/۵۳ ^a | ۵/۵۳ ^a | ۰/۶۰ ^b | ۰/۹۸ ^c | ۴/۴۰ ^d | ۱/۷۸ ^c |
| ۱۳۹۴/۸/۲۵ | ۱۳۹۵/۳/۸ | ۱۹۲ | ۲۲۹۱/۰۵ | ۱۱/۵۱ ^d | ۱/۵۵ ^d | ۰/۶۰ ^b | ۱/۴۶ ^{ab} | ۷/۴۴ ^a | ۲/۹۸ ^a |
| ۱۳۹۴/۸/۲۵ | ۱۳۹۵/۳/۲۸ | ۲۱۲ | ۲۷۹۸/۴۵ | ۱۶/۶۶ ^{cd} | ۲/۳۲ ^{cd} | ۰/۹۹ ^a | ۱/۲۴ ^{bc} | ۵/۳۹ ^c | ۲/۱۰ ^c |

میانگین های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح آماری پنج درصد فاقد تفاوت معنی دار هستند.

جدول ۸- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مختلف چغندر قند

| صفات | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---|
| ۱. عملکرد ریشه | ۱ | | | | | | | | |
| ۲. قند ناخالص | ۰/۱۸ ^{ns} | ۱ | | | | | | | |
| ۳. قند ملاس | -۰/۵۸ ^{**} | -۰/۳۷ ^{**} | ۱ | | | | | | |
| ۴. سدیم | -۰/۳۳ [*] | -۰/۲۹ ^{ns} | ۰/۸۱ ^{**} | ۱ | | | | | |
| ۵. پتاسیم | -۰/۶۰ ^{**} | -۰/۳۷ ^{**} | ۰/۹۸ ^{**} | ۰/۶۹ ^{**} | ۱ | | | | |
| ۶. نیترژن | -۰/۱۹ ^{ns} | ۰/۱۱ ^{ns} | ۰/۰۵ ^{ns} | ۰/۰۰۹ ^{ns} | ۰/۰۱ ^{ns} | ۱ | | | |
| ۷. قند قابل استحصال | ۰/۴۲ ^{**} | ۰/۸۷ ^{**} | -۰/۷۷ ^{**} | -۰/۶۲ ^{**} | -۰/۷۶ ^{**} | -۰/۰۵ ^{ns} | ۱ | | |
| ۸. عملکرد شکر سفید | ۰/۹۹ ^{**} | ۰/۲۸ ^{ns} | -۰/۶۴ ^{**} | -۰/۳۹ ^{ns} | -۰/۶۶ ^{**} | -۰/۱۵ ^{ns} | ۰/۵۲ ^{**} | ۱ | |
| ۹. طول دوره رشد | ۰/۷۵ ^{**} | ۰/۴۵ ^{**} | -۰/۷۲ ^{**} | -۰/۵۳ ^{**} | -۰/۷۳ ^{**} | ۰/۱۷ ^{ns} | ۰/۶۸ ^{**} | ۰/۷۵ ^{**} | ۱ |

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال آماری پنج و یک درصد

به طور مستقیم از روی ناخالصی های ریشه محاسبه می شود. در یک آزمایش چهار ساله گزارش شده که مقدار سدیم تا GDD ۹۰۰۰ حدود ۵۰۰۰ روز درجه و مقدار پتاسیم تا حدود GDD

۱۳۹۲) مطابقت داشته و با نتایج (صادق زاده و همکاران، ۱۳۹۱) مبنی بر افزایش آن در برداشت ۱۵ خردادماه در مقایسه با فروردین و اردیبهشت ماه در تضاد است. درصد قند ملاس

تغییرات مربوط به این پارامترها را به علت تأثیر زیاد مکان و اثر متقابل مکان در سال توجیه می‌کند (Hoffmann et al., 2009).

عملکرد شکر سفید: عملکرد شکر سفید مقدار سود اقتصادی چغندر قند را برای کشاورزان تعیین می‌کند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر برهمکنش تاریخ کاشت و برداشت بر میزان عملکرد شکر سفید در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۴). نتایج برش‌دهی نشان داد که در هر سه تاریخ کاشت مورد بررسی تأخیر در زمان برداشت منجر به افزایش عملکرد شکر سفید شده و بیشترین عملکرد شکر سفید به ترتیب ۵/۷۸ و ۵/۴۲ تن در هکتار از بوته‌هایی که در تاریخ ۱۳ و ۲۷ مهرماه کشت و در تاریخ ۲۸ خردادماه برداشت شده بودند به ترتیب با طول دوره رشد ۲۴۰ و ۳۲۲۹/۲ روز معادل ۳۵۲۷/۷۵ و ۳۲۲۹/۲ درجه روز رشد به دست آمده است که با نتایج کشت پاییزه چغندر قند در سایر مناطق و دستیابی بیشترین عملکرد شکر خالص (۵/۱۲) تن در هکتار) در شرایط کشت زودتر (اول مهرماه) و برداشت دیرتر (۱۵ خردادماه) با طول دوره رشد ۲۵۶ روز (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶) و عملکرد شکر سفید ۱۳/۷۱ تن در هکتار از کاشت زودهنگام (۱۵ شهریورماه) و برداشت دیرتر در اردیبهشت با طول دوره رشد ۲۴۰ روز (صادق‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱) همخوانی دارد. کمترین عملکرد شکر سفید (۱/۵۱) تن در هکتار) از بوته‌هایی با طول دوره رشد ۱۹۲ روز (۲۲۹۱ درجه روز رشد) متعلق به تاریخ کاشت ۲۵ آبان و برداشت در ۸ خردادماه به دست آمد. در انگلستان گزارش شده است که عملکرد شکر به میانگین دما در آوریل (فروردین‌ماه) و به طول دوره بین کاشت تا برداشت وابسته است (Freckleton et al., 1999). پژوهشگران دوره رشد ۲۴۰ تا ۲۷۰ روز را جهت دستیابی به عملکرد شکر مطلوب چغندر قند پاییزه در شهرستان ایزه گزارش نموده‌اند (شریفی و همکاران، ۱۳۷۲). در کالیفرنیا برداشت چغندر قند از ۲۱۰ روز آغاز و تا ۳۰۰ روز می‌تواند هم ادامه داشته باشد (Panella and Kaffka, 2010).

عملکرد شکر سفید ترکیبی از عملکرد ریشه و کیفیت تکنولوژیکی آن است. با تکیه بر تأثیر افزایشی طول‌شدن دوره

روز درجه روند کاهشی و سپس تا آخرین تاریخ برداشت یعنی دوره رشد ۸۵۹ روزه معادل (۱۴۲۴۲ روز درجه) این دو روند افزایشی می‌یابند و برخلاف سدیم و پتاسیم، مقدار نیتروژن رابطه زیادی ($r^2 = ns$) با GDD نشان نمی‌دهد (Schnepel and Hoffmann, 2015). در توافق با این نتایج، در پژوهش حاضر ضرایب همبستگی قند ملاس و ناخالصی‌های سدیم و پتاسیم ریشه (به ترتیب 0.72^{**} و 0.98^{**}) نیز نشان دادند که تغییرات قند ملاس بیشتر تابع میزان سدیم و پتاسیم بوده و با افزایش میزان ناخالصی‌های ریشه قند ملاس نیز افزایش یافته است. تأثیر ازت مضره بر قند ملاس معنی‌دار نبوده (جدول ۸) و از طرفی ضریب همبستگی مربوط به ازت مضره و طول دوره رشد نیز معنی‌دار نبوده است (جدول ۸).

در خصوص تأثیر طول دوره رشد بر میزان قند ملاس چغندر قند در دزفول اثر برهمکنش تاریخ کاشت و برداشت تأثیر معنی‌داری بر مقدار سدیم، پتاسیم و نیتروژن نداشته و بوته‌ها با طول دوره ۲۱۹ و ۲۳۵ روز از لحاظ قند ملاس تفاوت معنی‌دار نداشته است (حسین‌پور، ۱۳۸۵). در ارزوئیه بوته‌هایی با بیشترین طول دوره رشد یعنی ۲۸۶ روز (جوهری و همکاران، ۱۳۸۵) و در خراسان رضوی نیز بوته‌هایی با بیشترین طول دوره رشد (۲۵۶ و ۲۴۱ روز) بیشترین میزان قند ملاس را تولید نمودند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶). با این وجود در ایزه نیز بوته‌هایی با کمترین طول دوره رشد ۱۵۶ روز بیشترین مقدار قند ملاس را تولید نمودند (جهاداکبر و همکاران، ۱۳۹۱). در مصر مقدار ناخالصی‌های سدیم، پتاسیم و نیتروژن با تأخیر در برداشت از ۱۸۰ روز به ۲۱۰ روز افزایش یافته است (Al-Sayed et al., 2012). با تکیه بر نتایج برش‌دهی اثر متقابل تاریخ کاشت و برداشت بر مقدار قند ملاس (جدول ۶) می‌توان گفت که کوتاه‌بودن دوره رشد احتمالاً به واسطه فرصت کمتر برای مصرف عناصر مختلف توسط بوته و در نتیجه تجمع بیشتر در ریشه، منجر به افزایش قند ملاس در بوته‌هایی با دوره رشد ۱۹۲ روز شده است. با این وجود در اروپا گزارش نمودند که برای پارامترهای کیفی از جمله مقدار سدیم، پتاسیم و ازت مضره محیط ۸۰ درصد از

رشد بر عملکرد شکر سفید (جدول ۵) و تلفیق آن با نتایج مربوط به ضرایب همبستگی بین صفات مختلف (جدول ۸) می‌توان گفت افزایش طول دوره رشد تا ۲۵۶ روز از طریق افزایش عملکرد ریشه (**۰/۷۵)، درصد قند خالص (**۰/۶۸)، عیار قند (**۰/۴۵) و نیز کاهش میزان پتاسیم (**۰/۷۳-)، قند ملاس (**۰/۷۲-)، سدیم (**۰/۵۳-) افزایش عملکرد قند سفید (**۰/۸۵) را موجب شده است. در دزفول، افزایش دوره رشد از ۲۱۹ به ۲۳۵ روز در هر سه تاریخ کاشت (۵، ۲۲ مهرماه و ۹ آبان‌ماه) عملکرد شکر چغندر قند پاییزه را افزایش داده و میانگین این افزایش در حدود ۰/۸ تن در هکتار بوده است (حسین‌پور، ۱۳۸۵). اگر هیچ محدودیت رطوبتی، تغذیه‌ای، آفات و بیماری وجود نداشته باشد بیوماس نهایی به طول دوره رشد، تابش خورشیدی، شاخص سطح برگ، کارایی استفاده از نور و شاخص برداشت وابسته است (Richards, 2000). اهمیت دوره رشد در تشکیل عملکرد شکر سفید به‌گونه‌ای است که پژوهشگران تحقق تئوری افزایش ۲۶ درصدی عملکرد شکر چغندر قند پاییزه نسبت به بهار را منوط به جذب نور بیشتر در اردیبهشت و خرداد و یک دوره رشد رویشی طولانی تا حدود ۳۶۵ روز می‌دانند (Hoffmann and Kluge-Severin, 2010). پژوهشگران دیگری به یک دوره رشد بین ۳۶۵ روز تا ۴۸۷ روز (معادل ۳۶۲۶-۲۵۷۷ درجه روز رشد) اشاره نموده‌اند.

زیرا عملکرد ریشه با طول‌شدن دوره رشد تا ۸۵۹ روز (معادل ۱۴۲۴۲ درجه روز رشد) همچنان افزایش و عیار قند حدود ۳۴۰۰ تا ۵۰۰۰ درجه روز رشد افزایش (۱۸ درصد) و سپس روند کاهشی (۱۳ درصد) داشته بنابراین در این زمان هم عملکرد ریشه و هم عیار قند هنوز در حال افزایش است (Schnepel and Hoffmann, 2015).

با این وجود افزایش عملکرد شکر سفید در نتیجه افزایش طول دوره رشد در کشت پاییزه چغندر قند مطلوب‌بودن گزینه‌هایی از جمله شرایط آب و هوایی طی پاییز و زمستان و مقاومت بوته‌ها به سرمای زمستان و بولتینگ (Reinsdorf et

نتیجه‌گیری

این پژوهش ضمن تأکید بر بهره‌گیری از یک دوره رشد ۲۴۰ تا ۲۵۵ روزه (معادل مجموع حررات ۳۲۰۰-۳۵۰۰ درجه روز رشد) در تبیین عملکرد شکر سفید در شرایط کشت پاییزه چغندر قند، نشان می‌دهد تاریخ کاشت تا اواخر مهرماه و تاریخ برداشت تا اواخر خردادماه با در نظر داشتن جنبه‌های کمی و کیفی، مناسب‌ترین تقویم زراعی برای کشت چغندر قند پاییزه در شهرستان دره‌شهر است. با توجه به میانگین عملکرد ریشه (۵۳ تن در هکتار) طی سال زراعی ۹۵-۹۴ در کشور و مقایسه آن با بیشترین عملکرد ریشه (۳۸/۲۳ و ۳۶/۵۳ تن در هکتار) تولیدشده در این شهرستان و با تأکید بر اهداف ذکر شده در سند ملی راهبردی تحقیقات چغندر قند یعنی افزایش عملکرد ریشه چغندر قند پاییزه به بیش از ۵۷ تن در هکتار، به نظر می‌رسد بذل توجه بیشتر به مدیریت‌های به‌زراعی تولید چغندر قند تحت شرایط کشت پاییزه می‌تواند نقش کلیدی در افزایش شکر چغندری در این مناطق داشته باشد.

منابع

- احمدی، م.، طالقانی، د. و شهبازی، ه. (۱۳۹۶) بررسی کشت پاییزه چغندر قند در مناطق جنوبی استان خراسان رضوی. مجله چغندر قند ۳۳: ۳۳-۴۶.
- اشرف منصوری، غ.، شریفی، م. و حمدی، ح. (۱۳۹۲) بررسی کشت پاییزه چغندر قند (*Beta vulgaris L.*) در استان فارس. مجله چغندر قند ۲۹: ۷۱-۸۴.
- بهمنش، ج. و نورجو، ا. (۱۳۹۵) بررسی تأثیر فشردگی خاک بستر جویچه و آرایش کاشت بر بهره‌وری آب در زراعت چغندر قند. مجله چغندر قند ۳۲: ۵۱-۶۲.
- بساطی، ج.، کولیوند، م. و نعمتی، ا. (۱۳۸۱) بررسی کشت پاییزه چغندر قند (*Beta vulgaris L.*) در مناطق گرم کرمانشاه. مجله چغندر قند ۱۸: ۱۱۹-۱۳۰.
- لطفی کیوانلو، ع. و آرمین، م. (۱۳۹۶) تأثیر سن و تاریخ انتقال نشا بر ویژگی‌های کمی و کیفی چغندر قند. مجله علوم گیاهان زراعی ایران ۴۸: ۲۹۱-۳۰۱.
- جواهری، م. ع.، رمودی، م.، اصغرپور، م. ر.، دهمرده، م. و قائمی، ا. (۱۳۹۵) پهنه‌بندی اقلیمی- زراعی جهت امکان‌سنجی کشت پاییزه چغندر قند در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی. مجله چغندر قند ۱: ۱۷-۳۱.
- جواهری، م. ع.، نجفی‌نژاد، ح. و آزادشهرکی، ف. (۱۳۸۵) بررسی کشت پاییزه چغندر قند در ارزوئیه کرمان. فصلنامه علمی پژوهشی جهاد کشاورزی ۷۱: ۸۵-۹۳.
- جهاداکبر، م. ر.، ابراهیمیان، ح. ر. و فتح‌اله طالقانی، د. (۱۳۹۱) کشت پاییزه چغندر قند در مناطق گرم استان اصفهان و شهرستان ایذه. مجله یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۱: ۱۸۹-۲۰۱.
- حسین‌پور، م. (۱۳۸۵) بررسی کارایی مصرف آب و نور چغندر قند پاییزه تحت مدیریت نیتروژن، آبیاری و طول دوره رشد. پایان‌نامه دکترا، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- حسین‌پور، م.، حسینیان، س. ح. و یوسف‌آبادی، و. (۱۳۹۶) تأثیر مدیریت آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند پاییزه. مجله چغندر قند ۳۳: ۲۲۱-۲۳۵.
- دیهیم‌فرد، ر. و رحیمی‌مقدم، س. (۱۳۹۴) مقایسه عملکرد چغندر قند پاییزه و بهاره (*Beta vulgaris L.*) در شهر مشهد و نیشابور با استفاده از مدل‌سازی. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی ۲۲: ۱۵۷-۱۸۰.
- سالمی، ح. ر.، جهاداکبر، م. ر. و نیکویی، ع. (۱۳۹۲) ارزیابی روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری و جویچه‌ای در مزارع چغندر قند. مجله چغندر قند ۲۹: ۱۷۵-۱۸۸.
- شریفی، ح.، اوراضی‌زاده، م. ر. و گوهری، ج. (۱۳۷۲) امکان‌سنجی رشد چغندر قند کشت پاییزه در ایذه خوزستان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول، خوزستان، ایران.
- صادق‌زاده حمایتی، س.، شیرزادی، م. ح.، آقایی‌زاده، م.، فتح‌الله طالقانی، د.، جواهری، م. و عسکری، ا. (۱۳۹۱) تأثیر تاریخ کاشت و برداشت بر خصوصیات کمی و کیفی پنج واریته چغندر قند تحت شرایط آب و هوایی جیرفت. مجله چغندر قند ۲۸: ۲۵-۴۲.
- عبادالهی، ج. (۱۳۹۲) ارزیابی صفات کمی و کیفی واریته‌های تجاری چغندر قند در کشت پاییزه در منطقه مغان. مجموعه مقالات اولین سمپوزیوم علمی بین‌المللی در زمینه کشاورزی، صنعت و دامپروری ۲۰-۱.
- عبدالهیان نوبابی، م.، شیخ‌الاسلامی، ر. و بابایی، ب. (۱۳۸۴) اصطلاحات و تعاریف کمیت و کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند. مجله چغندر قند ۲۱: ۱۰۱-۱۰۴.

فتح‌الله طالقانی، د.، محرم‌زاده، م.، صادق‌زاده حمایتی، س.، محمدیان، ر. و فرهمند، ر. (۱۳۹۰) بررسی تأثیر تاریخ کاشت و برداشت بر عملکرد چغندر قند پاییزه در منطقه مغان. مجله تولید نهال و بذر ۲۷: ۳۷۱-۳۵۵.

محمدیان، ر. و صدرقاین، ح. (۱۳۹۱) تعیین مناسب‌ترین آرایش کاشت چغندر قند تحت شرایط آبیاری نواری-قطره‌ای. مجله چغندر قند ۲۸: ۱۲۲-۱۰۷.

محمدیان، ر. و خیامیم، س. (۱۳۹۳) مراحل حساس به تنش کم‌آبی در زراعت چغندر قند. نشریه ترویجی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند کرج، ایران.

میرزایی، م. ر. و الدین رضوانی، س. م. (۱۳۹۱) اثر سطوح کم آبیاری در مراحل چهارگانه رشد بر عملکرد و کیفیت چغندر قند. مجله علوم زراعی ایران ۱۴: ۱۰۷-۹۴.

- Al-Sayed, H. M., El-Razek, U. A. A., Sarhan, M. and Fateh, H. S. (2012) Effect of harvest dates on yield and quality of sugar beet varieties. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 6: 525-529.
- Arduini, I., Ercoli, L., Mariotti, M. and Masoni, A. (2009) Sowing date affect spikelet number and grain yield of durum wheat. *Cereal Research Communications* 37: 469-478.
- Demmers-Derks, H., Mitchell, R. A. C., Mitchell, V. J. and Lawlor, D. W. (1998) Response of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield and biochemical composition to elevated CO₂ and temperature at two nitrogen applications. *Plant, Cell Environment* 21: 829-836.
- Fortune, R. A., Burke, J. I., Kennedy, T. and Sullivan, E. (1999) Effect of early sowing on the growth, yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Crops Research Centre Oak Park* 20-25.
- Freckleton, R. P., Watkinson, A. R., Webb, D. J. and Thomas, T. H. (1999) Yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in relation to weather and nutrients. *Agricultural and Forest Meteorology* 93: 39-51.
- Gemtos, T. A., Goulas, C. and Lellis, T. (2000) Sugar beet genotype response to soil compaction stress. *European Journal of Agronomy* 12: 201-209.
- Hoffmann, C. M. and Kluge-Severin, S. (2010) Light absorption and radiation use efficiency of autumn and spring sown sugar beet. *Field Crops Research* 119: 238-244.
- Hoffmann, C. M. and Kluge-Severin, S. (2011) Growth analysis of autumn and spring sown sugar beet. *European Journal of Agronomy* 34: 1-9.
- Hoffmann, C. M., Kenter, C. and Bloch, D. (2005) Sucrose concentration of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in relation to sucrose storage. *Journal of Food Science* 85: 459-465.
- Hoffmann, C. M., Huijbregts, T., Swaaij, N. and Jansen, R. (2009) Impact of different environments in Europe on yield and quality of sugar beet genotypes. *European Journal of Agronomy* 30: 17-26.
- Hoppe, J. R. (2006) Botanik morphologiy, anatomiy und systematic der pflanzen: <http://www.biologie.uni-ulm.de/lehre/botanik/morphologie/achse>. Accessed 20 April 2015.
- Jaggard, K. W., Qi, A. and Ober, E. S. (2009) Capture and use of solar radiation, water, and nitrogen by sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Experimental Botany* 60: 1919-1925.
- Kenter, C. and Hoffmann, C. M. (2006) Impact of weather on yield formation of sugar beet in Germany. *Advances in Sugar Beet Research*, 5. Institut International de Recherches Betteravieres 19-32.
- Loel, J. and Hoffmann, C. M. (2014) Importance of growth stage and weather conditions for the winter hardiness of autumn sown sugar beet. *Field Crops Research* 162: 70-76.
- Milford, G. F. J. (1973) The growth and development of the storage root of sugar beet. *Annals of Applied Biology* 75: 427-438.
- Panella, L. and Kaffka, S. R. (2010) Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) as a biofuel feedstock in the United States. *ACS Symposium Series* 1058: 163-175.
- Reinefeld, E., Emmerich, A., Baumgarten, G., Winner, C. and Beib, U. (1974) Zur voraussage des melasse zuckers aus Rubenanalysen. *Zucker* 27: 2-15.
- Reinsdorf, E., Koch, H. J. and Marlander, B. (2013) Phenotype related differences in frost tolerance of winter sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Field Crops Research* 151: 27-34.
- Richards, R. A. (2000) Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *Journal of Experimental Botany* 51: 447-458.
- Rinaldi, M. and Vonella, A. V. (2006) 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* 95: 103-114.
- Schnepel, K. and Hoffmann, C. M. (2015) Effect of extending the growing period on yield formation of sugar beet. *Journal of Agronomy and Crop Science*. ISSN 0931-2250
- Tognetti, R., Palladino, M., minnocci, A., Delfine, S. and Alvino, A. (2003) The response of sugar beet to drip and low-

pressure sprinkler irrigation in southern Italy. *Agricultural Water Management* 60: 135-155.

Ulrich, A. (1952) The influence of temperature and light factors on the growth and development of sugar beets in controlled climatic environments. *Journal of Agricultural Science* 44: 66-73.

Webster, T., Grey, T., Scully, B., Johnson, C., Davis, R. and Brenneman, T. (2016) Yield potential of spring-harvested sugar beet (*Beta vulgaris*) depends on autumn planting time. *Industrial Crops and Products* 83: 55-60.

Investigation of the effect of growth period duration on quality and quantity yield of sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) under autumn cultivation in Ilam province

Kolsum Rezaei¹, Mohammad Javad Zare¹, Farzad Hosseinpanahi², Abdolmahdi Bakhshandeh³ and Mostafa Hosseinpour⁴

¹Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Ilam

²Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Kurdistan

³Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Agriculture and Natural Resources University of Ramin, Ahwaz

⁴ Sugar Beet Seed Institute Karaj Sugar Beet Seed Institute Karaj

(Received: 11/08/2019, Accepted: 03/05/2020)

Abstract

Modification of planting season from spring to autumn in order to use green water, has been introduced as an effective and consistent agronomic strategy with respect to climate change. For this purpose and in order to increase the cultivation of autumn sugar beet as a strategic crops in increasing the self-sufficiency of sugar in the country, it is necessary to implement research programs including determination of the appropriate growth period duration, which paves the way to achieve optimal yield. Therefore, an experiment was conducted as split plot based on randomized complete block design (RCBD) with three replications at Darreh shahr, Ilam, Iran, in 2015-2016 growing seasons. Investigated factors included three planting dates (5 October, 19 October, 16 November) and two harvest dates (8 May and 17 June) in main plots and sub plots respectively. Results of the study showed that white sugar yield in the range of early- to late October and harvested in late June (Growth period 255 and 240 days) showed increase about %73 compared with cultivation in November and harvest in early June (Growth period duration 192 days). Results of this research were indicative of the dramatic role of duration growth elongation in improving white sugar yield of autumn sugar beet followed by increasing root yield increase (%69), pure sugar percent (%23), sugar content (%12) and reduction of molasses (%37). More attention to crop management in sugar beet production under autumn sowing can play a key role in increasing sugar beet production in these areas.

Keywords: Growth period duration, Root yield, Sugar beet, White sugar yield

Corresponding author, Email: mzare9385@gmail.com