مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر طول دوره رشد بر عملکرد کمّی و کیفی چغندرقند (*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 حسین‌پور[٤]

[۱] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، [۲] گروه زراعت واصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان،

[۳] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رامین اهواز

[٤] مؤسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه بذر چغندرقند کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۲۰، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۲/۱٤)

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 چغندرقند 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 خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار طی سال زراعی ۱۳۹٤-۱۳۹۵ 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 ۲٤۰ روز) در مقایسه با کشت آن در آبان‌ماه و تاریخ برداشت اوایل خردادماه (۱۹۲ روز) به میزان۷۳ درصد افزایش یافته است. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده نقش چشمگیر طول دوره رشد بر افزایش عملکرد شکر سفید چغندرقند پاییزه به‌دنبال افزایش عملکرد ریشه (٦۹٪)، 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 چغندرقند تحت شرایط کشت پاییزه می‌تواند نقش کلیدی در افزایش شکر چغندری در این مناطق داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، دوره رشد، عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید

مقدمه

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 خواهد نمود. از آن جایی‌که چغندرقند (*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

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: mzare9385@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.8.5]

منظور راهکارهای متعددی از جمله آرایش کاشت مناسب (بهمنش و نورجو، ۱۳۹۵)، مدیریت آبیاری (حسین‌پور و همکاران، ۱۳۹٦)، 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 صدرقاین، ۱۳۹۱)، استفاده از ارقام مقاوم به خشکی (محمدیان و خیامیم، ۱۳۹۳)، کشت نشایی (لطفی و آرمین، ۱۳۹٦) پیشنهاد شده است. در این رهگذر تغییر فصل کشت از بهار به پاییز به‌منظور استفاده از آب سبز (بارندگی‌های پاییز و زمستان) جایگاه ویژه‌ای دارد.

کشت پاییزه چغندرقند علاوه بر مصرف آب آبیاری کمتر به‌دلیل بارندگی تجمعی بیشتر و بالابودن کارایی مصرف آب، دارای مزایای قابل‌توجه دیگری از جمله جذب تابش تجمعی، آسیمیلاسیون ناخالص تجمعی و درنتیجه عملکرد ریشه و شکر بیشتر، کاهش تبخیر و تعرق تجمعی و تنفس تجمعی کمتر به‌دلیل میانگین دمای کمتر در طول فصل رشد است (دیهیم فرد و رحیمی مقدم، ۱۳۹٤). در صورت استفاده از ارقام مقاوم به بولتینگ، کشت چغندرقند در پاییز منجر به افزایش ۲٦ درصدی عملکرد نسبت به کشت بهاره خواهد شد (Hoffmann and Kluge-Severin, 2010). در مناطق جنوبی ایتالیا ضمن تأکید بر استفاده بهتر چغندرقند پاییزه از نور، گزارش شده است که کشت پاییزه موجب صرفه‌جویی در آب آبیاری حدود ۱۰۰ میلی‌متر و افزایش ٤۰ درصدی عملکرد قند به‌دلیل تولید عملکرد ریشه بیشتر (٥٤ تن در هکتار) و عیار قند (۱٤/٦ درصد) در مقایسه با چغندرقند بهاره (عملکرد ریشه ٤۸/۸ 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) به‌دلیل سبزشدن سریع و کوتاه‌شدن مرحله رشدی حساس بوته‌ها به حمله حشرات، آفات و بیماری‌ها مطلوب‌تر است زیرا بوته‌هایی که در مرداد و شهریور کشت‌شده به سرعت به ۹۰ درصد سبزشدن می‌رسند درحالی‌که در بوته‌های چغندرقند بهاره به علت دمای کم فقط ٦۰ درصد سبزشدن در بهار انجام می‌گیرد (Hoffmann and Kluge-Severin, 2011). نبود پوشش کانوپی کافی در اوایل دوره رشد چغندرقند بهاره به‌علت درجه حررات پایین، منجر به عدم‌بهره‌برداری حدود ٤۰ درصدی از تابش سالیانه می‌شود (Jaggard *et al.*, 2009)، در چنین شرایطی تغییر الگوی کاشت به پاییز به‌دلیل 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 امریکا نیز عملکرد بالقوه بیشتری حدود ۲۰ تا ٤۰ درصدی کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره چغندرقند گزارش شده است (Webster *et al.*, 2016). در ایران علاوه بر استان خوزستان که کشت پاییزه چغندرقند در آن بیش از ٥۰ سال سابقه دارد، براساس تحقیقات مناطق دیگری در کشور مستعد کشت پاییزه هستند (جواهری و همکاران، ۱۳۹٥).

با تکیه بر موارد ذکرشده، در حال حاضر یکی از اولویت‌های اساسی که در دستور کار بخش کشاورزی قرار دارد توسعه کشت پاییزه چغندرقند است. در این راستا لازم است که به اجرای برنامه‌های تحقیقاتی پایه از جمله تعیین دوره رشد مناسب به‌منظور دستیابی به عملکرد مطلوب در هر منطقه توجه خاصی شود. انتخاب تاریخ کشت و برداشت (دوره رشد) مناسب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین متغیرهای تولید، همواره یک راهکار زراعی برای ترکیب مناسب درجه حررات، 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 ۱٥ خردادماه (احمدی و همکاران، ۱۳۹٦)، در ایذه کشت در اوایل آبان‌ماه و برداشت حداقل در اواخر خردادماه (جهاد اکبر و همکاران، ۱۳۹۱)، در مغان تاریخ کاشت نیمه‌دوم 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) به‌عنوان بهترین تاریخ کاشت و برداشت چغندرقند پاییزه پیشنهاد شده است. با

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.8.5]

تکیه بر مطالب فوق و نیز همسو با سیاست وزارت کشاورزی مبنی بر توسعه چغندرقند پاییزه در جنوب غرب کشور این پژوهش با هدف تعیین دوره رشد مناسب چغندرقند پاییزه در شهرستان دره‌شهر از توابع استان ایلام برای اولین‌بار انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر طول دوره رشد بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند پاییزه این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹٤ در شهرستان دره‌شهر واقع در شرق استان ایلام با مشخصات جغرافیایی ۳۳ درجه و ۹ دقیقه عرض شمالی و در ٤۷ درجه و ۲٤ دقیقه طول شرقی و ۱۱۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. شهرستان دره‌شهر دارای آب و هوای معتدل نیمه‌مرطوب با زمستانی ملایم و مرطوب و تابستانی نه چندان گرم اما خشک است (جدول ۱). آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده 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 به‌ترتیب 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 موردنظر 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 به‌صورت سرک در حدود یک‌سوم در مرحله ٤ تا ٦ 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 چغندرقند، در اجرای این پژوهش از رقم مقاوم به ساقه‌روی استفاده شد که ویژگی‌های آنها در (جدول ۳) ارائه گردیده است. کشت بذور چغندرقند به‌صورت 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 به‌صورت 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. به‌دلیل عدم‌سابقه کشت چغندرقند در منطقه سایر آفات و بیماری‌های معمول در مزرعه مشاهده نگردید. با توجه به تراکم مناسب در کشت پاییزه چغندرقند 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 چغندرقند یک خط کاشت به طول ٦ 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 چغندرقند ارسال گردید. میزان عیار قند به روش پلاریمتری، ناخالصی‌ها شامل سدیم و پتاسیم ریشه به روش فلیم فتومتری و نیتروژن مضره به روش رنگ‌سنجی معروف به‌روش 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، ۱۳۸٤).

درصد قند خالص × عملکرد ریشه = عملکرد شکر سفید

(۰/٦ + قند ملاس) – درصد قند ناخالص = درصد قند خالص

(ازت مضره)۰/۰۹٤+ (سدیم+پتاسیم)۰/۳٤۳= درصد قند ملاس – ۰/۳۱

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.8.5]

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش طی سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹٤

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	۱٦/٤	۱۵/۱	۱٦/۲	۲۱/۷	۲۲/۸	۳۳	۳۸/۲
میزان بارش	Mm	۲٤/۹	۲۲۷	۱٤۰/۷	۷۰/۲	۳۰/۹	۷۸/٤	۲۱۰/۲	۲۳/۱	۰
روزهای یخبندان	Day	۰	۰	۱	۱	٦	۰	۰	۰	۰
میانگین تابش خورشیدی	$MJ\ m^{-2}d^{-1}$	۱٦/۷۳	۱۱/۹۹	۱۰/٤۸	۱۰/۳۹	۱۲/۸٦	۱۵/۹۹	۱۹/۰٤	۲۲/۱۷	۲۵/۳۵

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه آزمایشی

بافت خاک	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	کربن آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی	اوره	سوپرفسفات تریپل	سولفات پتاسیم
	$(mg.kg^{-1})$		(٪)			$(dS.m^{-1})$	توصیه‌های کودی (Kg/ha^{-1})		
ماسه	٤۰۵	۱۰	۰/۰۷	۰/۷۲	۷/٤۱	۳/۳۲	۳۰۰	۱۰۰	–

جدول ۳- مشخصات رقم کشت‌شده در آزمایش طی سال ۱۳۹۵-۱۳۹٤

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

تجزیه داده‌های ثبت‌شده در آزمایش با استفاده از نرم‌افزار 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 معنی‌دار بود (جدول ٤). بیشترین عملکرد ریشه مربوط به تاریخ کاشت ۱۳ مهرماه بود که در مقایسه با دو تاریخ کاشت ۲۷ مهرماه و ۲۵ آبان‌ماه به‌ترتیب ۵ و ٥٦ درصد افزایش عملکرد نشان داد، هرچند اختلاف آن با تاریخ کشت ۲۷ مهرماه معنی‌دار نبود (جدول ۵). همچنین تاریخ برداشت ۲۸ خردادماه منجر به افزایش ۳۱ درصدی عملکرد ریشه در مقایسه با تاریخ برداشت ۸ خردادماه گردید (جدول۵). بنابراین در این منطقه مشابه نتایج (احمدی و همکاران، ۱۳۹٦) 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 چغندرقند پاییزه به‌مدت یک‌ماه (برداشت ۱۵ فروردین و ۱۵ اردیبهشت‌ماه) بر عملکرد ریشه معادل تأثیر ۱۳ روز تعجیل در کاشت (کاشت ۱۵ شهریور و ۱۵ مهرماه) بوده است اما به تأخیرافتادن زمان برداشت تا ۱۵ خردادماه تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ریشه به‌دنبال نداشته است (صادق‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). در خوزستان یک‌ماه برداشت زودتر (۲۳ اردیبهشت‌ماه و ۲٤ خردادماه) حدود ۷۸ درصد منجر به کاهش عملکرد ریشه گردیده است (جهاداکبر و همکاران، ۱۳۹۱).

پژوهشگران مختلف دلایل برتری تاریخ کاشت‌های زود و برداشت‌های دیرهنگام در چغندرقند پاییزه را شروع سریع‌تر رشد بوته و برگ‌ها جهت جذب حداکثر نور در مراحل اولیه رشد (Freckleton *et al.*, 1999)، هم‌زمانی حداکثر شاخص

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.8.5]

جدول ٤- تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های کمی و کیفی چغندرقند پاییزه طی سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹٤

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد ریشه	عیار قند	قند ملاس	ناخالصی‌ها			قند قابل استحصال	عملکرد شکر سفید
					پتاسیم	سدیم	نیتروژن مضره		
تکرار	۲	۱۳۹/۷۰ ns	۰/٦٦ ns	۰/۰۸ ns	۰/۲۱ ns	۰/۰۲	۰/۰۲*	۱/۱۱ ns	۱/۹٦ ns
تاریخ کاشت (A)	۲	٦۰۷/۱٤ **	۰/۲۱ ns	۰/۷٦**	۲/۰۲**	۰/۲٦ **	۰/۱۰**	۱/٤۸*	۱٤/۳٤**
خطای اصلی	٤	۱۳٥/۳۹	۰/۲۸	۰/۱٤	۰/۲٥	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/٥۲	۲/٤۹
تاریخ برداشت (B)	۱	٦۸۸/٥۰**	۰/۳۱*	۱/٤۰**	۱۲/۷۹**	۰/۸۷**	۰/۱٤**	۲/۹۳**	۱۹/۰٤**
(B) × (A)	۲	۳٥/۹۸ ns	۰/۱۹ ns	۰/۱۷*	۰/٤۳**	۰/۲٤**	۰/۰۳ **	۰/٤٦ns	۱/۲٤ *
خطای کل		٤۲/٥۰	۰/٦٥۷۷	۰/۰۳۹٤	۰/۰۸۰٦	۰/۰۱٦۳	۰/۰۰٥	۰/٤۲۹	۰/۷٥۳۰

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال آماری پنج و یک درصد

جدول ٥- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی چغندرقند در تاریخ کاشت و تاریخ برداشت‌های مختلف طی سال زراعی ۱۳۹٥-۱۳۹٤

فاکتور		قند قابل استحصال	قند ناخالص	عملکرد شکر سفید	عملکرد ریشه
		(٪)		($t.ha^{-1}$)	
تاریخ کاشت	۱۳۹٤/۷/۱۳	۱٤/٥۱ a	۱۷/٥۷ a	٤/٦۹ a	۳۲/۱۲ a
	۱۳۹٤/۷/۲۷	۱٤/۳۰ a	۱۷/٤۱ a	٤/۳۹ a	۳۰/٦۳ a
	۱۳۹٤/۸/۲٥	۱۳/٤٤ b	۱۷/۱٥ a	۱/۹۰ b	۱٤/۰۸ b
تاریخ برداشت	۱۳۹٥/۳/۸	۱۳/٦۱ b	۱۷/۱٥ b	۲/۸۲ b	۲۰/۷٥ b
	۱۳۹٥/۳/۲۸	۱٤/٥٦ a	۱۷/٦۱ a	٤/٥۰ a	۳۰/٤۷ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح آماری پنج درصد فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

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 (دیهیم فرد و رحیمی مقدم، ۱۳۹٤) عنوان نمودند. پژوهشگران پیش‌نیازهای اساسی تشکیل عملکرد ریشه را بسته‌شدن کانوپی، تابش خورشیدی ماکزیمم و فراهمی آسیمیلات‌ها عنوان نمودند (Kenter and hoffman, 2006). پژوهشگران دیگری علت برتری عملکرد ریشه در تاریخ کاشت‌های دیرتر (۲۲ مهر و ۹ آبان‌ماه) نسبت به ٥ مهرماه را عدم‌انطباق 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 گزارش نموده‌اند (حسین‌پور، ۱۳۸٥).

در بررسی رشد چغندرقند پاییزه طی آزمایشی چهار ساله گزارش شده است که وزن تر ریشه تا آخرین تاریخ برداشت یعنی دوره رشد ۸٥۹ روزه به‌طور مداوم افزایش یافته (Schnepel and Hoffmann, 2015) و فرضیه رشد نامحدودبودن چغندرقند 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 (۰/۷٥**) طول دوره رشد (GDD) و عملکرد ریشه دلالت دارد (جدول ۸).

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

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.8.5]

al., 2016) بوته‌هایی که در اوایل دسامبر (آذر) کشت شده بودند به‌دلیل 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 ٦٥ روز اول بعد از کاشت چغندرقند (مرحله رشد اولیه) تجمع ماده خشک ریشه و برگ به‌شدت رابطه مثبت با میانگین درجه حررات روزانه و میزان تابش خورشید دارد (Kenter and hoffman, 2006). براساس این موارد و اطلاعات هواشناسی منطقه (جدول ۱) به‌دلیل 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 نماید و عملکرد ریشه آنها نسبت به تاریخ کاشت‌های ۱۳ و ۲۷ مهرماه به نصف (١٤/٠٨ 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 ٢٥٤ و ٢٤٠ روز (به‌ترتیب ۳۵۲۷ و ۳۲۲۹ درجه روز رشد) بیشترین عملکرد ریشه را تولید نمودند (جدول ٤) که با نتایج به‌دست آمده در جنوب استان خراسان رضوی مبنی بر تولید بیشترین عملکرد ریشه از بوته‌هایی با طول دوره ٢٥٦روز (احمدی و همکاران، ١٣٩٦) 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 به‌دست آمده است (صادق‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). گزارش شده است دوره رشد چغندرقند پاییزه بعد از ٢٤٠ روز کامل گردیده و پس از آن CGR به‌علت ریزش برگ‌های مسن و درجه حرارت بالای خردادماه به صفر نزدیک می‌شود (جواهری و همکاران، ۱۳۸۵). همچنین در کاشت زود هنگام خطر ساقه‌دهی افزایش یافته و در کشت دیرتر نیز بوته‌های جوان‌تر به‌علت افزایش دما در بهار و دورنالیزاسیون، ساقه گل‌دهنده کمتری تولید 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 (جواهری 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 به‌صورت معنی‌داری تغییر دهد (جدول ۵ و ٤). عیار قند نسبت به تاریخ کاشت حساسیت نشان نداده است (جدول ٤) 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 ٤). بوته‌ها در کشت زودتر (۱۳ مهرماه) از درصد قند خالص بیشتری (١٤/٥١ درصد) در مقایسه با تاریخ کاشت ۲۷ مهرماه (١٤/٣٠ درصد) و ۲۵ آبان (١٣/٤٤ درصد) برخوردار بودند که با نتایج (اشرف منصوری و همکاران، ۱۳۹۲) مطابقت دارد. درصد قند خالص حدود ٦/٥ 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 قابل‌استحصال در کشت پاییزه چغندرقند را طولانی‌ترشدن دوره رشد گزارش نموده‌اند (عبادالهی، ۱۳۹۲).

با توجه به اینکه ۷۵ درصد ماده خشک ریشه را ساکارز تشکیل می‌دهد (Tognetti *et al.*, 2003) پژوهشگران بیشتربودن عیار قند و قند ناخالص در کشت‌های زود (حسین‌پور، ۱۳۸۵) و برداشت‌های دیرتر چغندرقند پاییزه (جواهری و همکاران، ۱۳۸۵) را بالاتربودن درصد ماده خشک ریشه گزارش نمودند زیرا افزایش ماده خشک ریشه افزایش درصد قند را به‌دنبال دارد. گزارش شده است که در GDD حدود ۳٤۰۰ تا ۵۰۰۰ روز درجه معادل دوره رشد ٣٦٥ روز تا ٤٨٧ روز، هم‌راستا با افزایش درصد ماده خشک ریشه (نزدیک به ٢٤ درصد) عیار قند به مقدار مطلوب حدود ۱۸ درصد رسیده و سپس با افزایش طول دوره رشد تا ۸۵۹ روز به حدود

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.8.5]

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 قابل‌توجهی نموده و تا اواخر خردادماه تداوم یافته و احتمالاً درنتیجه افزایش ماده خشک ریشه، میزان عیار قند و درصد قند ناخالص افزایش یافته است که با نتایج کشت پاییزه چغندرقند در ایذه و افزایش عیارقند تا ٢٤ خردادماه مطابقت داشت (جهاد اکبر و همکاران، ۱۳۹۱). با این وجود در بررسی دوره‌های رشد مختلف چغندرقند 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، درحالی‌که در سال دوم عکس این حالت نشان داده شده است. پژوهشگران متفاوت‌بودن 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 به‌دلیل ثابت‌بودن تعداد رینگ‌های کامبیومی در طول دوره رشد به‌علت 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 به‌دلیل تشکیل مداوم سلول‌ها در فاصله بین رینگ‌ها (Milford, 1973) و تغییر ترکیب و ساختار سلول‌ها درنتیجه 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 درنتیجه طویل‌شدن دوره رشد (Gemtos *et al*., 2000)، افزایش مقدار تنفس بعد از رسیدن به یک زمان خاص عنوان شده است (Demmers-Derks *et al*., 1998).

عیار قند با طول دوره رشد (**۰/٤٥) و درصد قند خالص (**۰/۷۵) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار و با مقدار پتاسیم (**۰/۳۷-) و قند ملاس ریشه (**۰/۳۷-) دارای رابطه منفی معنی‌دار بود. با مقدار نیتروژن آمینی و مقدار سدیم ریشه با وجود رابطه منفی، همبستگی معنی‌دار نشان نداده است (جدول ۸). همبستگی بین عیار قند و عملکرد ریشه با وجود مثبت‌بودن رابطه معنی‌دار نشد (ns۰/۱۸). در ارقام جدید چغندرقند به‌دلیل 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 (**۰/٦٨) و عیار قند (**۰/۸۷) و همبستگی منفی با قند ملاس ریشه (**۰/۷۲-) 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 به‌دلیل 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 معنی‌داربودن اثر برهمکنش تاریخ کاشت و برداشت بر میزان قند ملاس بود (جدول ٤). برش‌دهی این اثر برهمکنش نشان داد که در هر سه تاریخ کاشت، بوته‌هایی که دیرتر برداشت شده‌اند قند ملاس کمتری داشتند (جدول ٦ 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 ۲٤۰ روز (۳۲۲۹ درجه روز رشد) کمترین میزان قند ملاس (۱/۷۸ درصد) تولید نمودند. این نتایج با یافته‌های پژوهشگران مبنی بر افزایش قند ملاس چغندرقند پاییزه با تأخیر در کاشت تا ۱۵ آبان و کاهش آن با تأخیر در برداشت تا ۳۰ خردادماه (اشرف‌منصوری و همکاران،

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.8.5]

جدول ٦- تجزیه واریانس برش‌دهی اثرات برهمکنش فاکتورها مربوط به برخی از صفات

تاریخ کاشت	درجه آزادی	قند ملاس	عملکرد شکر سفید
۱۳۹٤/۷/۱۳	۱	۰/۱۸۷٦۹۳ *	۱٤/۲۹٥۲٥۷ **
۱۳۹٤/۷/۲۷	۱	۱/۹٤٥۹٤٦ **	۱۲/۷۰۷۹۷۲ **
۱۳۹٤/۸/۲٥	۱	۰/٤۹۳٥۸۰ **	۱/۷۸۷۱٦۱ **

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار 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	عملکرد شکر سفید	نیتروژن	سدیم	پتاسیم	قند ملاس (٪)
				(t.ha^{-1})		meq.100 g^{-1} beet pulp			
۱۳۹٤/۷/۱۳	۱۳۹٥/۳/۸	۲۳٤	۳۰۲۰/۳٥	۲٦ b	۳/۷۱ b	۰/۳۷ c	۱/۲۱ bc	٦/۲۰ b	۲/٥۳ b
	۱۳۹٥/۳/۲۸	۲٥٤	۳٥۲۷/۷٥	۳۸/۲۳ a	٥/۹۲ a	۰/٦٦ b	۱ c	٤/۸۹ cd	۱/۹۸ c
۱۳۹٤/۷/۲۷	۱۳۹٥/۳/۸	۲۲۰	۲۷۲۱/۸۰	۲٤/۷٤ bc	۳/٤۳ bc	۰/٥۱ bc	۱/۷۲ a	٦/۲۷ b	۲/٦٤ b
	۱۳۹٥/۳/۲۸	۲٤۰	۳۲۲۹/۲۰	۳٦/٥۳ a	٥/٥۳ a	۰/٦۰ b	۰/۹۸ c	٤/٤۰ d	۱/۷۸ c
۱۳۹٤/۸/۲٥	۱۳۹٥/۳/۸	۱۹۲	۲۲۹۱/۰٥	۱۱/٥۱ d	۱/٥٥ d	۰/٦۰ b	۱/٤٦ ab	۷/ ٤٤ a	۲/۹۸ a
	۱۳۹٥/۳/۲۸	۲۱۲	۲۷۹۸/٤٥	۱٦/٦٦ cd	۲/۳۲ cd	۰/۹۹ a	۱/۲٤ bc	٥/۳۹ c	۲/۱۰ c

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح آماری پنج درصد فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

جدول ۸- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مختلف چغندرقند

صفات	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
۱. عملکرد ریشه	۱								
۲. قند ناخالص	۰/۱۸ ns	۱							
۳. قند ملاس	-۰/٥۸ **	-۰/۳۷ **	۱						
٤. سدیم	-۰/۳۳ *	-۰/۲۹ ns	۰/۸۱ **	۱					
٥. پتاسیم	-۰/٦۰ **	-۰/۳۷ **	۰/۹۸ **	۰/٦۹ **	۱				
٦. نیتروژن	-۰/۱۹ ns	۰/۱۱ ns	۰/۰٥ ns	۰/۰۰۹ ns	۰/۰۱ ns	۱			
۷. قند قابل‌استحصال	۰/٤۲ **	۰/۸۷ **	-۰/۷۷ **	-۰/٦۲ **	-۰/۷٦ **	-۰/۰٥ ns	۱		
۸. عملکرد شکر سفید	۰/۹۹ **	۰/۲۸ ns	-۰/٦٤ **	-۰/۳۹ ns	-۰/٦٦ **	-۰/۱٥ ns	۰/٥۲ **	۱	
۹. طول دوره رشد	۰/۷٥ **	۰/٤٥ **	-۰/۷۲ **	-۰/٥۳ **	-۰/۷۳ **	۰/۱۷ ns	۰/٦۸ **	۰/۷٥ **	۱

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال آماری پنج و یک درصد

۱۳۹۲) مطابقت داشته و با نتایج (صادق‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱) مبنی بر افزایش آن در برداشت ۱۵ خردادماه در مقایسه با فروردین و اردیبهشت‌ماه در تضاد است. درصد قند ملاس به‌طور مستقیم از روی ناخالصی‌های ریشه محاسبه می‌شود. در یک آزمایش چهار ساله گزارش شده که مقدار سدیم تا GDD حدود ۵۰۰۰ روز درجه و مقدار پتاسیم تا حدود GDD ۹۰۰۰

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.8.5]

روز درجه روند کاهشی و سپس تا آخرین تاریخ برداشت یعنی دوره رشد ۸۵۹ روزه معادل (۱٤۲٤۲ 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 (به‌ترتیب **۰/۷۲ و **۰/۹۸) 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 چغندرقند 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 ۲۸٦ روز (جواهری و همکاران، ۱۳۸۵) و در خراسان رضوی نیز بوته‌هایی با بیشترین طول دوره رشد (۲۵٦ و ۲٤۱ روز) بیشترین میزان قند ملاس را تولید نمودند (احمدی و همکاران، ۱۳۹٦). با این وجود در ایذه نیز بوته‌هایی با کمترین طول دوره رشد ۱۵٦ 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 ٦) می‌توان گفت که کوتاه‌بودن دوره رشد احتمالاً به‌واسطه فرصت کمتر برای مصرف عناصر مختلف توسط بوته و درنتیجه 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 تغییرات مربوط به این پارامترها را به‌علت تأثیر زیاد مکان و اثر متقابل مکان در سال توجیه می‌کند (Hoffmann *et al.*, 2009).

عملکرد شکر سفید: عملکرد شکر سفید مقدار سود اقتصادی چغندرقند 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 ٤). 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 به‌ترتیب ۵/۷۸ و ۵/٤۲ تن در هکتار از بوته‌هایی که در تاریخ ۱۳ و ۲۷ مهرماه کشت و در تاریخ ۲۸ خردادماه برداشت شده بودند به‌ترتیب با طول دوره رشد ۲۵٤ و ۲٤۰ روز معادل ۳۵۲۷/۷۵ و ۳۲۲۹/۲ درجه روز رشد به‌دست آمده است که با نتایج کشت پاییزه چغندرقند 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 ۲۵٦ روز (احمدی و همکاران، ۱۳۹٦) و عملکرد شکر سفید ۱۳/۷۱ تن در هکتار از کاشت زودهنگام (۱۵ شهریورماه) و برداشت دیرتر در ۱۵ اردیبهشت با طول دوره رشد ۲٤۰ 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 به‌دست 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 ۲٤۰ تا ۲۷۰ روز را جهت دستیابی به عملکرد شکر مطلوب چغندرقند پاییزه در شهرستان ایذه گزارش نموده‌اند (شریفی و همکاران، ۱۳۷۲). در کالیفرنیا برداشت چغندرقند 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 طویل‌شدن دوره

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.8.5]

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 چغندرقند 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 چغندرقند پاییزه نسبت به بهاره 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 نموده اند.

زیرا عملکرد ریشه با طویل‌شدن 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 درنتیجه افزایش طول دوره رشد در کشت پاییزه چغندرقند مطلوب‌بودن گزینه‌هایی از جمله شرایط آب و هوایی طی پاییز و زمستان و مقاومت بوته‌ها به سرمای زمستان و بولتینگ (Reinsdorf *et al*., 2013)، افزایش مقاومت به آفات، حشرات و پاتوژن‌های گیاهی به‌دلیل افزایش دما و رطوبت نسبی در بهار (Panella and Kaffka, 2010)، تأمین آب آبیاری به‌دلیل رابطه خطی عملکرد شکر با افزایش آب و دور آبیاری (Kenter and Hoffmann, 2006)، افزایش هزینه‌های تولید به‌دلیل مصرف بیشتر کودها و قارچ‌کش‌ها با وجود جبران این هزینه‌ها با سود حاصل از ۴۰ -۲۰ درصدی عملکرد بالقوه شکر چغندرقند پاییزه نسبت به کشت بهاره (Webster *et al*., 2016) را می‌طلبد. گزارش شده است که در مناطقی که محدودیت دمایی برای برداشت پاییزه چغندرقند وجود ندارد، به‌دلیل محدودیت زمانی کار کارخانه‌های قند و همچنین نیاز به زمان کافی برای انجام کشت دوم، تاریخ برداشت نباید از ۱۵ تیر بیشتر در نظر گرفته شود (جواهری و همکاران، ۱۳۹۵).

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 چغندرقند، نشان می‌دهد تاریخ کاشت تا اواخر مهرماه و تاریخ برداشت تا اواخر خردادماه با در نظرداشتن جنبه‌های کمی و کیفی، مناسب‌ترین تقویم زراعی برای کشت چغندرقند 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 ذکرشده در سند ملی راهبردی تحقیقات چغندرقند یعنی افزایش عملکرد ریشه چغندرقند پاییزه به بیش از ۵۷ تن در هکتار، به‌نظر می‌رسد بذل توجه بیشتر به مدیریت‌های به‌زراعی تولید چغندرقند تحت شرایط کشت پاییزه می‌تواند نقش کلیدی در افزایش شکر چغندری در این مناطق داشته باشد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.8.5]

منابع

احمدی، م.، طالقانی، د. و شهبازی، ه. (۱۳۹٦) بررسی کشت پاییزه چغندرقند در مناطق جنوبی استان خراسان رضوی. مجله چغندرقند ۳۳: ٤٦-۳۳.

اشرف منصوری، غ.، شریفی، م. و حمدی، ح. (۱۳۹۲) بررسی کشت پاییزه چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) در استان فارس. مجله چغندرقند ۲۹: ۸٤-۷۱.

بهمنش، ج. و نورجو، ا. (۱۳۹۵) بررسی تأثیر فشردگی خاک بستر جویچه و آرایش کاشت بر بهره‌وری آب در زراعت چغندرقند. مجله چغندرقند ۳۲: ٦۲-۵۱.

بساطی، ج.، کولیوند، م. و نعمتی، ا. (۱۳۸۱) بررسی کشت پاییزه چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) در مناطق گرم کرمانشاه. مجله چغندرقند ۱۸: ۱۳۰-۱۱۹.

لطفی کیوانلو، ع. و آرمین، م. (۱۳۹٦) تأثیر سن و تاریخ انتقال نشا بر ویژگی‌های کمی و کیفی چغندرقند. مجله علوم گیاهان زراعی ایران ٤۸: ۳۰۱-۲۹۱.

جواهری، م. ع.، رمرودی، م.، اصغرپور، م. ر.، دهمرده، م. و قائمی، ا. (۱۳۹۵) پهنه‌بندی اقلیمی- زراعی جهت امکان‌سنجی کشت پاییزه چغندرقند در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی. مجله چغندرقند ۱: ۳۱-۱۷.

جواهری، م. ع.، نجفی‌نژاد، ح. و آزادشهرکی، ف. (۱۳۸۵) بررسی کشت پاییزه چغندرقند در ارزوئیه کرمان. فصلنامه علمی پژوهشی جهاد کشاورزی ۷۱: ۹۳-۸۵.

جهاداکبر، م. ر.، ابراهیمیان، ح. ر. و فتح‌اله طالقانی، د. (۱۳۹۱) کشت پاییزه چغندرقند در مناطق گرم استان اصفهان و شهرستان ایذه. مجله یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۱: ۲۰۱-۱۸۹.

حسین‌پور، م. (۱۳۸۵) بررسی کارایی مصرف آب و نور چغندرقند پاییزه تحت مدیریت نیتروژن، آبیاری و طول دوره رشد. پایان‌نامه دکترا، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

حسین‌پور، م.، حسینیان، س. ح. و یوسف‌آبادی، و. (۱۳۹٦) تأثیر مدیریت آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند پاییزه. مجله چغندرقند ۳۳: ۲۳۵-۲۲۱.

دیهیم‌فرد، ر. و رحیمی‌مقدم، س. (۱۳۹٤) مقایسه عملکرد چغندرقند پاییزه و بهاره (*Beta vulgaris* L.) درشهر مشهد و نیشابور با استفاده از مدلسازی. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی ۲۲: ۱۸۰-۱۵۷.

سالمی، ح. ر.، جهاداکبر، م. ر. و نیکویی، ع (۱۳۹۲) ارزیابی روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری و جویچه‌ای در مزارع چغندرقند. مجله چغندرقند ۲۹: ۱۸۸-۱۷۵.

شریفی، ح.، اوراضی‌زاده، م. ر. و گوهری، ج. (۱۳۷۲) امکان‌سنجی رشد چغندرقند 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 چغندرقند تحت شرایط آب و هوایی جیرفت. مجله چغندرقند ٤۲:۲۸-۲۵.

عبادالهی، ج. (۱۳۹۲) ارزیابی صفات کمی و کیفی واریته‌های تجاری چغندرقند در کشت پاییزه در منطقه مغان. مجموعه مقالات اولین سمپوزیوم علمی بین‌المللی در زمینه کشاورزی، صنعت و دامپروری ۲۰-۱.

عبدالهیان نوقابی، م.، شیخ‌الاسلامی، ر. و بابایی، ب. (۱۳۸٤) اصطلاحات و تعاریف کمیت و کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند. مجله چغندرقند ۲۱: ۱۰٤-۱۰۱.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.8.5]

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

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

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

میرزایی، م. ر. و الدین رضوانی، س. م. (۱۳۹۱) اثر سطوح کم آبیاری در مراحل چهارگانه رشد بر عملکرد و کیفیت چغندرقند. مجله علوم زراعی ایران ١٤: ١٠٧-٩٤.

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 varierties. 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 CO_2 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) Marc concentration of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in relation to sucrose storage. Journal SciencesFood Agricultre 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-

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.8.5]

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.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.8.5]

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 Rezaei[1], Mohammad Javad Zare[1], Farzad Hosseinpanahi[2], Abdolmahdi Bakhshandeh[3] and Mostafa Hosseinpour[4]

[1]Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Ilam
[2]Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Kurdistan
[3]Department 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 swoing 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

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.8.5]