

اثر تاریخ‌های کاشت و برداشت بر عملکرد ریشه و برخی خصوصیات کیفی چغندر قند

محمدعلی جواهری^{۱*}

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

* مسئول مکاتبه: Javaheri310@yahoo.com

DOI: 10.22034/CSRAR.2022.336164.1219

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۱۶

چکیده

انتخاب تاریخ کاشت و برداشت مناسب یکی از مهم‌ترین دلایل حصول کیفیت محصول و قند خوب در چغندر قند است. با توجه به این‌که چغندر قند مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی مشخصی مانند غلات ندارد، لذا نمی‌توان تاریخ برداشت و تاریخ رسیدگی ریشه چغندر را به صورت دقیق بر اساس ظاهر مزرعه تعیین نمود. لذا به منظور بررسی اثر تاریخ‌های کاشت و برداشت بر عملکرد ریشه و برخی خصوصیات کیفی چغندر قند در منطقه بردسیر استان کرمان، آزمایشی بصورت اسپلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی تاریخ کاشت بود که در دو سطح اعمال گردید. تاریخ کاشت اول در یکم اردیبهشت‌ماه و تاریخ کاشت دوم در ۱۵ خردادماه صورت گرفت. فاکتور فرعی نیز تاریخ برداشت بود که از اول شهریورماه و طی ۹ مرحله با فاصله حدود ۱۵ روز به صورت تصادفی از کرت‌های مربوطه انجام شد. نتایج نشان داد که تاریخ برداشت‌های ششم، هفتم، هشتم و نهم در تاریخ کاشت اول بیشترین عملکرد ریشه را با بیش از ۵۰ تن داشتند. تاریخ برداشت‌های اول و دوم در تاریخ کاشت دوم بیشترین میزان قند ملاس ریشه را به خود اختصاص دادند. همچنین تاریخ برداشت‌های ششم، هفتم، هشتم و نهم در تاریخ کاشت اول بیشترین میزان عملکرد شکر سفید را با بیش از ۸ تن در هکتار به خود اختصاص دادند. لذا با توجه به خطر یخبندان پاییزه و از طرفی برنامه‌ریزی جهت حمل محصول به کارخانه قند، تاریخ کاشت اول اردیبهشت و تاریخ برداشت ۱۵ آبان‌ماه برای چغندرکاران این منطقه قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بردسیر، عملکرد شکر سفید، قند ملاس، قند ناخالص

مقدمه

تاریخ کاشت را می‌توان یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده عملکرد و کیفیت چغندر قند دانست (Feller and Fink, 2004; Jalilian and Najafi, 2017). بنابراین یکی از اثرات بارز تأخیر در کاشت، کاهش عملکرد چغندر قند در شرایط مختلف محیطی است (Durrant et al., 1993; Freckleton et al., 1999). تاریخ کاشت به دلیل تأثیر بر طول دوره رشد گیاه و به عبارتی میزان درجه روز رشد دریافتی توسط گیاه اثر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد محصول می‌گذارد و یکی از عوامل مهم و تعیین‌کننده موفقیت در تولید محصولات کشاورزی به‌شمار می‌رود (Khajeh Poor, 2011). چند آزمایش (Hull et al., 1970; Lee et al., 1987) نشان دادند اثر کاهنده تأخیر در کاشت را نمی‌توان با تأخیر در برداشت جبران کرد. سدیم ریشه جزء ناخالصی‌هایی است که باعث افزایش درصد قند ملاس در چغندر قند می‌گردد (Ashraf Mansori and Sharifi, 2013). بطور کلی در صنعت تولید قند و شکر، کیفیت چغندر با اندازه‌گیری ترکیبات نیتروژن کل، سدیم، پتاسیم و البته ساکارز

چغندر قند با نام علمی *Beta vulgaris* گیاهی دوساله از تیره اسفنجیان است که در تولید شکر، بصورت گیاهی یک‌ساله کشت می‌شود (Karimi, 2020). این گیاه در تغذیه جامعه بشری جایگاه ویژه‌ای دارد. از ریشه چغندر قند در تهیه شکر سفید استفاده می‌شود (Akyüz and Ersus, 2021). ضمن آن‌که ترکیباتی هم‌چون ملاس، تفاله و الکل، محصولات جانبی این گیاه هستند که در فرآیند تولید شکر سفید به دست می‌آیند و در صنایع مختلف به کار گرفته می‌شوند (Tomaszewska et al., 2018). برگ چغندر قند دارای میزان پروتئین بالایی بوده و حاوی اسیدهای آمینه ضروری هم‌چون لوسین، والین، فنیل آلانین، لیزین، ترئونین، ایزولوسین و متیونین است (Kiskini et al., 2016). این ویژگی‌های منحصر به فرد، سبب تولید بیش از ۴/۲ میلیون تن چغندر قند در سال در کشور شده‌اند (Anonymous, 2020).

ارزیابی می‌شود و دو فاکتور زمان کاشت و برداشت محصول، بر روی این صفات بطور ویژه تأثیرگذارند (Alami *et al.*, 2021). در کاشت چغندر قند پاییزه احتمال وقوع رویداد بولتینگ و بروز پدیده ساقه‌روی ناشی از دماهای پایین، اهمیت تاریخ کاشت را برای این محصول مضاعف کرده است (Khajeh Poor, 2011). ضمن آن‌که تداخل بین تاریخ کاشت چغندر قند با کاشت سایر گیاهان بهاره و یا هم‌زمانی کاشت آن، با انتهای دوره رشد غلات و لزوم آبیاری غلات در اواخر فصل رشد (مرحله پر شده دانه) و وجود محدودیت در تأمین آب آبیاری برای کشاورزان و بالا بودن توقع چغندر قند از نظر نیاز آبی، همگی عواملی هستند که اهمیت تاریخ کاشت را برای گیاه چغندر قند نشان می‌دهند (Sadreghaen *et al.*, 2009; Hosseinian *et al.*, 2014). در همین ارتباط، محققین طی بررسی اثر دو تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت و ۱۵ خرداد بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند تحت دو روش کاشت مستقیم و نشائی در منطقه شیروان گزارش کردند که بیشترین عملکرد ریشه و بالاترین میزان شکر، در روش کشت نشائی و در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت ماه بدست آمد (Bagheri Shirvan *et al.*, 2020). این پژوهش‌گران، برتری تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت در عملکرد ریشه و شکر سفید را به بیشتر بودن طول دوره رشد گیاه در این تاریخ کاشت نسبت دادند.

یکی دیگر از عوامل مؤثر در عملکرد ریشه و درصد قند چغندر قند، تاریخ برداشت است. در محصول چغندر قند نسبت به سایر گیاهان زراعی، طول تاریخ برداشت، طولانی‌تر بوده و بدلیل اینکه چغندر قند مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی مشخصی مانند غلات ندارد لذا تعیین تاریخ برداشت مناسب از اهمیت خاصی در این گیاه برخوردار است (Mobaser and Piri, 2008). البته زمان برداشت چغندر قند در هر منطقه بستگی به شرایط آب و هوایی آن منطقه و حصول عملکرد شکر سفید قابل قبول دارد (Koocheki, 2009). ضمن آن‌که ظرفیت کارخانه‌های قند موجود در منطقه برای برنامه‌ریزی شروع برداشت چغندر قند از اهمیت خاصی برخوردار است. عمل ذخیره قند از زمان شروع تشکیل غده صورت می‌گیرد. افزایش وزن ریشه و ثابت ماندن وزن اندام‌های هوایی در اثر خنک شدن هوا و کاهش میزان نیتروژن موجود در خاک بصورت توأم انجام شده و زمان رسیدن چغندر را تسریع می‌نماید. زمان برداشت تا هنگامی که نیتروژن موجود در چغندر به حداقل برسد باید به تأخیر بيفتد (Karimi, 2020; Koocheki *et al.*, 2009).

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان کرمان منطقه بردسیر به اجرا در آمد. آزمایش بصورت اسپلنت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در شهرستان بردسیر (استان کرمان) در سال ۱۳۹۰ انجام شد. فاکتور اصلی

برگ، دمبرگ و قسمت سر (قسمتی از ریشه که در زمان برداشت دمبرگ سبز و زنده به آن متصل است) و پس از تمیز کردن توزین گردیدند. سپس نمونه‌ها به عیار سنجی کارخانه قند حمل شده و از قسمت‌های مختلف ریشه‌ها توسط دستگاه خمیرگیری به طور تصادفی نمونه خمیر ریشه تهیه و پس از مخلوط نمودن بلافاصله در ظروف مخصوص قرار داده شد و در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. خمیر ریشه حاصله از نمونه‌های برداشت شده در اولین فرصت به آزمایشگاه تکنولوژی چغندر قند در کرج منتقل و در آنجا تجزیه‌های مورد نظر شامل اندازه‌گیری درصد قند ملاس به روش برانشوئیک (Buchholz et al., 1995)، درصد قندهای خالص و ناخالص به روش پلاریمتری (ICUMSA, 2007) غلظت ناخالصی‌های پتاسیم و سدیم به روش فلیم فتومتری و نیتروژن مضره به روش عدد آبی (Kubadinow and Weininger, 1972) انجام گردید. از حاصل ضرب عملکرد ریشه در قند خالص نیز عملکرد شکر سفید بدست آمد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسات میانگین نیز به روش دانکن و در سطح احتمال پنج درصد صورت پذیرفت.

تاریخ کاشت بود که در دو سطح اعمال گردید. بدین‌صورت که تاریخ کاشت اول در یکم اردیبهشت‌ماه و تاریخ کاشت دوم با فاصله یک ماه و نیم بعد از تاریخ کاشت اول (تقریباً معادل زمان قطع آب غلات) در ۱۵ خردادماه صورت گرفت. فاکتور فرعی نیز تاریخ برداشت بود که از اول شهریورماه و طی ۹ مرحله با فاصله حدود ۱۵ روز به‌صورت تصادفی از کرت‌های مربوطه انجام گرفت. بافت خاک محل آزمایش نیز از نوع لومی شنی بود (جدول ۱). تعداد خطوط کاشت ۱۵ عدد، طول خطوط کاشت ده متر و فاصله خطوط کاشت در هر کرت ۵۰ سانتی‌متر بود. بین کرت‌های فرعی مجاور یک خط نکاشت و بین کرت‌های اصلی چهار خط نکاشت در نظر گرفته شد. در طول فصل رشد، مراقبت‌های زراعی (اعم از آبیاری، کوددهی، سم‌پاشی و غیره) به گونه‌ای انجام شدند که مزرعه عاری از آفات، امراض و علف‌های هرز بود و بوته‌ها از وضعیت رشد نرمالی برخوردار بودند. برداشت محصول با فاصله هر ۱۵ روز یک‌بار انجام شد. جهت نمونه‌برداری تخریبی در هر برداشت از هر کرت یک نمونه ۵۰ تایی شامل دو ردیف مجاور به طول ۵ متر برداشت گردید. از این ۵۰ بوته پس از برداشت و حذف

جدول ۱- نتایج آزمون خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1- Result of soil analysis of experimental site

بافت خاک	سدیم	فسفر	پتاسیم	کلسیم+منیزیم	هدایت الکتریکی
Soil texture	Na (mg kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	Ca+Mg (mg kg ⁻¹)	Electrical conductivity (dS m ⁻¹)
لومی شنی	27.5	5	220	6.8	3.1
Loamy sand					

تاریخ کاشت دوم بطور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۳)؛ بنابراین به نظر می‌رسد که کاشت زود هنگام چغندر قند و تا حدی، تأخیر در برداشت، عملکرد ریشه را بطور چشم‌گیری افزایش می‌دهد. این موضوع می‌تواند ناشی از افزایش طول دوره رشد و استفاده بهتر گیاه از شرایط محیطی باشد. علاوه بر این، به نظر می‌رسد که تأخیر در برداشت چغندر قند نمی‌تواند تأخیر در کاشت آن را جبران نماید. در همین راستا محققین گزارش کردند که با تأخیر در برداشت چغندر قند از تاریخ بیستم مهر به دهم آبان‌ماه، عملکرد ریشه از ۶۰ تن در هکتار به ۷۳ تن در هکتار افزایش معنی‌داری یافت (Vahidi et al., 2018; Khajeh Poor, 2011). پژوهش‌گران دیگر نیز افزایش عملکرد ریشه چغندر را همراه با افزایش طول دوره رشد گیاه (بواسطه کشت زودتر یا برداشت دیرتر)

نتایج و بحث

عملکرد ریشه

بر اساس نتایج اثر متقابل تاریخ کاشت در برداشت بر عملکرد ریشه چغندر قند معنی‌دار گردید (جدول ۲). تاریخ برداشت‌های ششم، هفتم، هشتم و نهم در تاریخ کاشت اول بیشترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص دادند و تنها در این چهار تیمار بود که عملکرد ریشه به بیش از ۵۰ تن در هکتار رسید (جدول ۳). از طرف دیگر، تاریخ کاشت دوم در برداشت اول کمترین عملکرد ریشه را از خود نشان داد بطوری‌که عملکرد ریشه در این تیمار، کمتر از ۱۰ تن در هکتار گردید (جدول ۳). بطور کلی عملکرد ریشه در تاریخ‌های برداشت مختلف در تاریخ کاشت اول، نسبت به سطوح مشابه همان تاریخ‌های برداشت در

و کمترین میزان سدیم ریشه در تیمار آخرین برداشت در تاریخ کاشت اول به میزان ۰/۹۱ میلی‌اکی‌والانت در ۱۰۰ گرم عصاره مشاهده شد (جدول ۳). در تاریخ کاشت دوم و در برداشت‌های دوم، سوم، چهارم و پنجم نسبت به زمان‌های مشابه برداشت در تاریخ کاشت اول، میزان سدیم ریشه بطور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۳). اما در برداشت‌های ششم تا نهم، بین دو تاریخ کاشت از نظر میزان سدیم ریشه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). لذا به‌نظر می‌رسد که در اواخر دوره رشد، میزان سدیم تقریباً روند ثابتی پیدا می‌کند. از طرف دیگر، چنان‌چه سدیم به عنوان یک شاخص رسیدگی در نظر گرفته شود، می‌توان زمانی که میزان سدیم به کمتر از ۲ میلی‌اکی‌والانت در ۱۰۰ گرم عصاره چغندر قند می‌رسد را به عنوان زمان مناسب برداشت چغندر قند در نظر گرفت. بطور کلی افزایش سدیم ریشه با تأخیر در کاشت در کشت بهاره چغندر قند توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است. در یک پژوهش مشخص گردید که به تعویق انداختن تاریخ کاشت از ۱۵ اردیبهشت به ۱۵ خرداد، سبب افزایش معنی‌دار ۲۱ درصدی در میزان سدیم ریشه گردید (Bagheri Shirvan *et al.*, 2020; Alami *et al.*, 2021).

گزارش کردند (Feller and Fink, 2004). مقایسه کشت بهاره (دهه سوم فروردین) و تابستانه (دهه اول تیر) نشان داد که به‌ازای هر روز به‌تعویق انداختن تاریخ کاشت در منطقه کرج، عملکرد ریشه معادل ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت (Sadeghzade Hemayati *et al.*, 2006). در پژوهش‌های مشابه در هلند گزارش گردید ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ازای هر روز تأخیر عملکرد کاهش یافته است (Smit, 1993). در ترکیه این مقدار ۱۶۲-۱۳۴ کیلوگرم در هکتار گزارش گردید (Cakmakci and Oral, 2002). این نتایج یافته‌های تحقیق حاضر را تأیید می‌نماید.

میزان سدیم ریشه

اثر متقابل تاریخ کاشت در برداشت بر میزان سدیم ریشه چغندر قند معنی‌دار گردید (جدول ۲). اولین برداشت در هر دو تاریخ کاشت و هم‌چنین تاریخ برداشت‌های دوم، سوم و چهارم در تاریخ کاشت دوم بیشترین میزان سدیم ریشه را به خود اختصاص دادند و در این تیمارها میزان سدیم ریشه به بیش از ۳/۴۷ میلی‌اکی‌والانت در ۱۰۰ گرم عصاره رسید (جدول ۳). در هر دو تاریخ کاشت، با تأخیر در برداشت، از میزان سدیم ریشه کاسته شد

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تاریخ‌های کاشت و برداشت بر عملکرد ریشه و برخی خصوصیات کیفی چغندر قند

Table 2- Analysis of variance of effect of sowing and harvesting dates on root yield and some quality characteristics of sugar beet

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	عملکرد ریشه Root yield	پتاسیم K ⁺	سدیم Na ⁺	ازت N	قند ملاس Molasses sugar	قند ناخالص Sugar content	قند خالص Sugar	عملکرد شکر سفید White sugar yield
تکرار Replication	3	105 ^{ns}	0.669 ^{ns}	0.482 ^{ns}	0.542 ^{ns}	0.222 ^{ns}	3.31 ^{**}	2.87 ^{ns}	1.13 ^{ns}
تاریخ کاشت Sowing date (S)	1	7877 ^{**}	50.9 ^{**}	8.92 [*]	0.025 ^{ns}	10.4 ^{**}	344 ^{**}	468 ^{**}	247 ^{**}
خطای الف Error (a)	3	38.2	0.506	0.835	0.628	0.169	0.138	0.392	0.815
تاریخ برداشت Harvesting date (H)	8	1016 ^{**}	27.5 ^{**}	6.83 ^{**}	1.64 ^{**}	4.97 ^{**}	56.75 ^{**}	89.7 ^{**}	35.5 ^{**}
تاریخ کاشت * تاریخ برداشت S * H	8	30.2 ^{**}	9.08 ^{**}	1.78 ^{**}	3.47 ^{**}	1.69 ^{**}	9.55 ^{**}	15.9 ^{**}	1.51 ^{**}
خطای ب Error (b)	48	10.2	1.39	0.343	0.573	0.260	1.35	1.73	0.351
CV(%)	-	15.35	9.45	8.01	11.5	12.87	6.89	7.22	16.84

ns, * و **: به ترتیب، غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

ns, * and **: non-significant, significant in 5% and 1% level, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ‌های کاشت و برداشت بر عملکرد و خصوصیات کیفی چغندر قند

Table 3- Mean comparisons of the interaction of sowing and harvesting dates on yield and quality characteristics of sugar beet

تاریخ کاشت	تاریخ برداشت	عملکرد ریشه	سدیم Na ⁺	پتاسیم K ⁺	ازت N	قند ملاس Molasses	قند ناخالص Sugar content	قند خالص Sugar	عملکرد شکر سفید White sugar yield
Sowing date	Harvesting date	Root yield (ton ha ⁻¹)	(mmol/100 g sugar juice)	(mmol/100 g sugar juice)	(mmol/100 g sugar juice)	sugar (%)	Sugar content (%)	Sugar (%)	(ton ha ⁻¹)
1	1	28.0 e	4.18 a	8.32 de	4.38 ab	4.39 bc	12.3 e	7.9 h	2.23 f
	2	35.0 d	1.60 de	9.42 cd	4.12 ab	3.86 de	14.4 cd	10.5 efg	3.70 e
	3	40.9 c	1.81 cde	6.85 efgh	3.88 abc	3.03 efgh	14.7 cd	11.7 def	4.80 de
	4	43.2 c	2.00 cd	6.34 fgh	3.40 bcde	2.87 fgh	17.1 b	14.2 abc	6.15 c
	5	48.7 b	1.63 de	6.86 efgh	2.79 cde	2.86 fgh	18.2 a	15.3 ab	7.48 b
	6	52.8 ab	1.51 de	6.32 fgh	2.74 cd	2.63 gh	18.1 a	15.5 ab	8.18 ab
	7	54.4 a	1.76 de	6.28 fgh	2.84 cde	2.71 fgh	18.1 a	15.4 ab	8.36 ab
	8	55.1 a	1.73 de	5.42 h	2.28 e	2.36 h	18.3 a	15.9 a	8.78 a
	9	56.8 a	0.91 e	5.89 gh	2.38 e	2.25 h	18.2 a	15.3 a	8.74 a
2	1	6.73 h	4.22 a	13.91 a	2.17 e	6.11 a	7.6 f	1.5 j	0.100 g
	2	11.4 g	3.68 a	13.71 a	2.49 de	5.89 a	8.4 f	2.5 ij	0.290 g
	3	15.3 g	3.53 ab	10.86 bc	2.27 e	4.84 b	9.0 f	3.5 ij	0.530 g
	4	20.0 f	3.48 ab	11.23 b	3.14 cde	4.53 bc	9.9 f	5.4 i	1.09 fg
	5	25.5 f	2.66 bc	7.51 efg	3.92 abc	3.55 def	13.8 de	9.6 gh	2.47 f
	6	29.9 e	1.47 de	7.13 efgh	3.86 abc	3.00 efgh	14.2 cd	11.1 g	3.34 e
	7	35.8 d	1.46 de	7.99 def	4.82 a	3.39 defg	14.0 de	11.1 g	3.60 e
	8	40.3 c	1.22 de	5.58 gh	3.03 cde	2.31 h	15.1 bc	12.2 def	4.90 cd
	9	41.7 c	1.73 de	5.94 gh	2.78 cde	2.58 gh	15.7 bc	12.6 cde	5.26 c

میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن با یکدیگر ندارند.

Means that have a same letter, have not significantly different together at 5% based on Duncan test.

میزان پتاسیم ریشه

ثابتی است. پتاسیم ریشه نیز همانند سدیم، جزء ناخالصی‌هایی است که باعث افزایش درصد قند ملاس می‌گردد (Ashraf Mansori and Sharifi, 2013). بر اساس یافته‌های این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که زمان مناسب برای برداشت چغندر قند زمانی است که میزان پتاسیم ریشه به کمتر از ۵/۵ میلی‌اکی‌والانت در ۱۰۰ گرم عصاره چغندر قند برسد. نتایج پژوهش حاضر با گزارشات تحقیقات دیگر (Bagheri Shirvan et al., 2020) که عنوان کردند در کشت بهاره چغندر قند میزان پتاسیم ریشه با تأخیر در کاشت افزایش و با تأخیر در برداشت کاهش می‌یابد، مطابقت دارد.

میزان ازت ریشه

اثر متقابل تاریخ کاشت در برداشت بر میزان ازت ریشه چغندر قند معنی‌دار گردید (جدول ۲). تیمارهای سه تاریخ برداشت اول، دوم و سوم در تاریخ کاشت اول و سه تاریخ برداشت پنجم، ششم و هفتم در تاریخ برداشت دوم، بیشترین میزان ازت ریشه را از خود نشان دادند و همگی در یک گروه

اثر متقابل تاریخ کاشت در برداشت بر میزان پتاسیم ریشه چغندر قند معنی‌دار گردید (جدول ۲). بر اساس نتایج به‌دست آمده تاریخ برداشت‌های اول و دوم در تاریخ کاشت دوم بیشترین میزان پتاسیم ریشه را به خود اختصاص دادند و در این تیمارها میزان پتاسیم ریشه به بیش از ۱۳/۷ میلی‌اکی‌والانت در ۱۰۰ گرم عصاره رسید (جدول ۳). در هر دو تاریخ کاشت، با تأخیر در برداشت، از میزان پتاسیم ریشه کاسته شد و کمترین میزان پتاسیم ریشه در دو برداشت آخر در هر دو تاریخ کاشت مشاهده شد و میزان پتاسیم در این چهار تیمار، کمتر از شش میلی‌اکی‌والانت در ۱۰۰ گرم عصاره بود (جدول ۳). در تاریخ کاشت دوم و در برداشت‌های اول تا چهارم نسبت به زمان‌های مشابه برداشت در تاریخ کاشت اول، میزان پتاسیم ریشه بطور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۳). اما در برداشت‌های پنجم تا نهم، بین دو تاریخ کاشت از نظر میزان پتاسیم ریشه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). از این‌رو، چنین به نظر می‌رسد که در اواخر دوره رشد، میزان پتاسیم تقریباً دارای مقدار

اواخر دوره رشد، میزان قند ملاس تقریباً دارای مقدار ثابتی است و به نظر می‌رسد که هنگامی که درصد قند ملاس به کمتر از ۲/۸۴ درصد می‌رسد می‌تواند به عنوان یکی از شاخص‌های رسیدگی برداشت چغندر قند در نظر گرفته شود. بطور کلی از آنجایی که تغییرات قند ملاس، متأثر از تغییرات ناخالصی‌های ریشه است (Bagheri Shirvan *et al.*, 2020)، پیروی تغییرات قند ملاس از روند تغییرات ناخالصی‌های ریشه (خصوصاً سدیم و پتاسیم) دور از انتظار نبود. گزارشات محققین دیگر نیز مؤید افزایش میزان ناخالصی‌ها و قند ملاس در نتیجه تأخیر در کاشت چغندر قند است (Alami *et al.*, 2021).

میزان قند ناخالص

اثر متقابل تاریخ کاشت در برداشت بر میزان قند ناخالص چغندر قند معنی‌دار شد (جدول ۲). تاریخ برداشت‌های پنجم، ششم، هفتم، هشتم و نهم در تاریخ کاشت اول بیشترین میزان قند ناخالص را به خود اختصاص دادند و تنها در این پنج تیمار بود که میزان قند ناخالص به بیش از ۱۸ درصد رسید. پس از این تیمار، تیمار تاریخ برداشت چهارم در تاریخ کاشت اول، با میزان قند ناخالص ۱۷/۱ درصد در رتبه بعدی قرار گرفت (جدول ۳). از طرف دیگر، تاریخ کاشت دوم در برداشت‌های اول، دوم، سوم و چهارم کمترین میزان قند ناخالص را از خود نشان دادند، بطوری که قند ناخالص در این تیمارها، حتی به ۱۰ درصد هم نرسید (جدول ۳). بطور کلی میزان قند ناخالص در تاریخ‌های برداشت مختلف در تاریخ کاشت اول، نسبت به سطوح مشابه همان تاریخ‌های برداشت در تاریخ کاشت دوم، بطور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۳)؛ بنابراین به نظر می‌رسد که کاشت زود هنگام چغندر قند و تأخیر در برداشت آن، میزان قند ناخالص را بطور چشم‌گیری افزایش می‌دهد. با این وجود، بر اساس نتایج تحقیق حاضر، روند افزایشی درصد قند ناخالص در تاریخ کاشت اول، از تاریخ برداشت اول تا برداشت پنجم ادامه داشت و پس از آن افزایش معنی‌داری پیدا نکرد. ولی در تاریخ کاشت دوم بدلیل تأخیر در کاشت، ظاهراً دوره رشد چغندر قند کامل نشد و روند افزایشی درصد قند ناخالص تا دو برداشت آخر ادامه یافت. هر چند که مقدار آن هیچ‌گاه به اندازه سطح مشابه در تاریخ کاشت اول نرسید (جدول ۳). بنابراین از نظر درصد قند ناخالص می‌توان زمان

آماری قرار گرفتند (جدول ۳). در تاریخ کاشت اول، با تأخیر در برداشت، از میزان ازت ریشه کاسته شد و در این تاریخ کاشت، کمترین میزان ازت ریشه در دو تاریخ برداشت آخر مشاهده شد (جدول ۳). اما در تاریخ کاشت دوم (۱۵ خرداد) میزان ازت ریشه در تاریخ برداشت‌های پنجم، ششم و هفتم افزایش یافت و سپس در دو تاریخ برداشت آخر، سیر نزولی به خود گرفت و به کمتر از ۳/۱ میلی‌اکی‌والانت در ۱۰۰ گرم عصاره رسید (جدول ۳). علاوه بر این، سطوح مشابه تاریخ برداشت در دو تاریخ کاشت مورد بررسی، از نظر میزان ازت دارای نوسان بودند. این نتایج نشان می‌دهند که میزان ازت ریشه ممکن است تغییرات غیرمنتظره‌ای داشته باشد. لذا به نظر می‌رسد که نمی‌توان این فاکتور را به عنوان یکی از شاخص‌های رسیدگی برای تعیین زمان مناسب برداشت چغندر قند در نظر گرفت. در همین راستا، پژوهش‌گران گزارش کردند که محتوای ساکارز و دو عنصر مهم تشکیل‌دهنده ملاس (پتاسیم و سدیم)، کاملاً تحت تأثیر تاریخ‌های کاشت و برداشت هستند. درحالی‌که میزان نیتروژن (جزء دیگر تشکیل‌دهنده ملاس) تغییرات کمتری را در برابر تغییرات زمان کاشت و برداشت محصول نشان می‌دهد (Alami *et al.*, 2021). محقق دیگری نیز گزارش کرد که تاریخ کاشت، تأثیر چندانی بر تغییرات ازت ریشه ندارد (Gheybi, 1995).

میزان قند ملاس

اثر متقابل تاریخ کاشت در برداشت بر میزان قند ملاس ریشه چغندر قند معنی‌دار گردید (جدول ۲). تاریخ برداشت‌های اول و دوم در تاریخ کاشت دوم بیشترین میزان قند ملاس ریشه را به خود اختصاص دادند و در این تیمارها میزان قند ملاس ریشه به بیش از ۵/۸ درصد رسید (جدول ۳). در هر دو تاریخ کاشت، با تأخیر در برداشت، از میزان قند ملاس ریشه کاسته شد و کمترین میزان قند ملاس ریشه در دو برداشت آخر در هر دو تاریخ کاشت مشاهده شد و میزان قند ملاس در این چهار تیمار، کمتر از ۲/۶ درصد بود (جدول ۳). در تاریخ کاشت دوم و در برداشت‌های اول تا چهارم نسبت به زمان‌های مشابه برداشت در تاریخ کاشت اول، میزان قند ملاس ریشه بطور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۳). اما در برداشت‌های پنجم تا نهم، بین دو تاریخ کاشت از نظر میزان قند ملاس ریشه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). بر این اساس، چنین تفسیر می‌گردد که در

مشابه در تاریخ کاشت اول نرسید (جدول ۳). در همین ارتباط در پژوهشی، وجود رابطه مثبت بین طول دوره رشد و میزان قند خالص و وجود رابطه معکوس بین تأخیر در تاریخ کاشت و میزان قند خالص گزارش گردید (Petkeviciene, 2009). در تحقیقی دیگر، مشخص گردید که افزایش تعداد روز بین تاریخ کاشت تا برداشت چغندر قند در کشت بهاره، سبب افزایش معنی‌دار قند خالص می‌گردد (Bagheri Shirvan *et al.*, 2020). در مطالعه دیگری، اثر شش تاریخ برداشت اول، دهم، بیستم و سی‌ام مهرماه و دهم و بیستم آبان‌ماه بر روی خصوصیات کیفی چغندر قند مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش مشخص گردید که با تأخیر در برداشت محصول، میزان قند ریشه نیز افزایش یافت و بیشترین میزان قند سفید، در دو برداشت آخر بدست آمد و این دو تاریخ برداشت، نسبت به چهار تاریخ برداشت دیگر، برتری معنی‌داری داشتند (Ebrahimi Lolayee, 2002).

عملکرد شکر سفید

بر اساس نتایج به‌دست آمده اثر متقابل تاریخ کاشت در برداشت بر عملکرد شکر سفید چغندر قند معنی‌دار شد (جدول ۲). تاریخ برداشت‌های ششم، هفتم، هشتم و نهم در تاریخ کاشت اول بیشترین میزان عملکرد شکر سفید را به خود اختصاص دادند و تنها در این چهار تیمار بود که میزان عملکرد شکر سفید به بیش از هشت تن در هکتار رسید. پس از این تیمار، تیمار تاریخ برداشت پنجم در تاریخ کاشت اول، با عملکرد شکر سفید ۷/۴۸ تن در هکتار در رتبه بعدی قرار گرفت (جدول ۳). از طرف دیگر، تاریخ کاشت دوم در برداشت‌های اول، دوم و سوم کمترین میزان عملکرد شکر سفید را از خود نشان دادند، بطوری‌که عملکرد شکر سفید در این تیمارها، حتی به یک تن در هکتار هم نرسید (جدول ۳). اثر تاریخ برداشت نیز بر عملکرد شکر سفید معنی‌دار گردید بطوری‌که با تأخیر در برداشت تا برداشت هشتم افزایش عملکرد شکر سفید را شاهد هستیم. این افزایش تقریباً بصورت خطی بوده هر چند که در برداشت‌های اول میزان افزایش عملکرد شکر سفید بیشتر و در اواخر فصل کمتر بوده است. ولی بطور متوسط به ازای هر روز عقب انداختن برداشت تقریباً ۵۰ کیلوگرم در هکتار به شکر سفید اضافه شده است. این نتایج منطبق بر نتایج سایر محققین می‌باشد (Lee *et al.*, 1987). بطور کلی میزان عملکرد شکر سفید در تاریخ‌های برداشت

برداشت چغندر قند را در صورت کاشت در ابتدای اردیبهشت‌ماه، پانزدهم آبان‌ماه در نظر گرفت. در خصوص تأثیر تاریخ کاشت بر میزان قند ناخالص چغندر قند، گزارش‌های متفاوتی موجود است؛ بطوری‌که اثر افزایشی تأخیر در کاشت بر میزان قند ناخالص در کشت بهاره (Özturk *et al.*, 2008)، اثر افزایشی کاشت زودهنگام بر میزان قند ناخالص در کشت بهاره (Bagheri Shirvan *et al.*, 2020) و عدم اثربخشی تیمار تاریخ کاشت بر میزان قند ناخالص در کشت بهاره (Vahidi *et al.*, 2018) توسط محققین مختلف گزارش شده است. اما در مورد اثر تاریخ برداشت، اتفاق نظر بیشتری بین محققین وجود دارد و اکثر پژوهش‌گران، اثر افزایشی تأخیر در برداشت (البته تا حدی) را بر میزان قند ناخالص در کشت بهاره چغندر قند گزارش کرده‌اند (Vahidi *et al.*, 2018; Cakmakci and Tingir, 2001).

میزان قند خالص

اثر متقابل تاریخ کاشت در برداشت بر میزان قند خالص چغندر قند معنی‌دار شد (جدول ۲). تاریخ برداشت‌های چهارم، پنجم، ششم، هفتم، هشتم و نهم در تاریخ کاشت اول بیشترین میزان قند خالص را به خود اختصاص دادند و در این شش تیمار، میزان قند خالص به بیش از ۱۴ درصد رسید (جدول ۳). از طرف دیگر، تاریخ کاشت دوم در برداشت‌های اول، دوم، سوم و چهارم کمترین میزان قند خالص را از خود نشان دادند، بطوری‌که قند ناخالص در این تیمارها، حتی به شش درصد هم نرسید (جدول ۳). بررسی نتایج مقایسات میانگین نشان داد که میزان قند خالص در تاریخ‌های برداشت مختلف در تاریخ کاشت اول، نسبت به سطوح مشابه همان تاریخ‌های برداشت در تاریخ کاشت دوم، بطور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۳)؛ بنابراین به نظر می‌رسد که کاشت زود هنگام چغندر قند و تأخیر در برداشت آن، میزان قند خالص را مشابه قند ناخالص بطور قابل توجهی افزایش می‌دهد. بنابراین، روند افزایشی درصد قند خالص در تاریخ کاشت اول، از تاریخ برداشت اول تا برداشت چهارم ادامه داشت و پس از آن افزایش معنی‌داری پیدا نکرد. ولی در تاریخ کاشت دوم بدلیل تأخیر در کاشت و عدم تکمیل دوره رشد چغندر قند و به دنبال آن، عدم فراهمی شرایط مناسب برای قندسازی، روند افزایشی درصد قند ناخالص تا دو برداشت آخر ادامه یافت. هر چند که مقدار آن از ۱۳ درصد تجاوز نکرد و به اندازه سطح

همین دلیل در این تاریخ کاشت بدلیل توقف رشد، افزایش عملکرد و افزایش عملکرد شکر سفید را پس از برداشت هشتم شاهد نیستیم. این نتیجه اهمیت کاشت بموقع را در زراعت چغندر قند به وضوح نشان می‌دهد. کاهش عملکرد شکر سفید در تاریخ کاشت‌های دیر توسط سایر محققین گزارش شده است (Al-Sayed *et al.*, 2012). می‌توان نتیجه‌گیری کرد که چون تاریخ کاشت زود باعث افزایش طول دوره رشد در گیاه می‌شود، گیاه ضمن استفاده بهتر از شرایط محیطی و زراعی مؤثر در رشد با انجام فتوسنتز بیشتر توانسته است وزن اندام ذخیره‌ای خود را افزایش دهد. نتایج این تحقیق، با یافته‌های سایر محققان تطابق دارد (Bagheri Shirvan *et al.*, 2020; Draycott *et al.*, 1974; Hull *et al.*, 1974).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، تأخیر در کاشت چغندر قند، ناخالصی‌های ریشه را افزایش و عملکرد و درصد قند ریشه را کاهش داد. هم‌چنین در هر دو تاریخ کاشت، با تأخیر در برداشت، ناخالصی‌های ریشه کاهش و درصد قند ناخالص افزایش پیدا کرد و این موضوع سبب افزایش اختلاف قند ملاس و قند ناخالص و نهایتاً افزایش قند خالص گردید. با این وجود، در تاریخ کاشت اول، از تاریخ برداشت ۱۵ آبان به بعد، بین سطوح عملکرد ریشه و از تاریخ برداشت اول آبان به بعد، بین سطوح قندهای خالص و ناخالص اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و این موضوع بر روی عملکرد شکر سفید نیز تأثیرگذار بود. از این‌رو، به نظر می‌رسد که می‌توان در شرایط آزمایش حاضر تاریخ کاشت اول اردیبهشت و تاریخ برداشت ۱۵ آبان‌ماه را به چغندرکاران منطقه بردسیر استان کرمان توصیه کرد.

مختلف در تاریخ کاشت اول، نسبت به سطوح مشابه همان تاریخ‌های برداشت در تاریخ کاشت دوم، بطور چشم‌گیر و معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۳). با توجه به اینکه عملکرد شکر سفید، تابعی از عملکرد ریشه و میزان قند خالص بوده و چنین روندی در این دو صفت نیز دیده می‌شود، حصول این نتایج برای صفت عملکرد شکر سفید، منطقی بوده و چنین به نظر می‌رسد که کاشت زود هنگام چغندر قند و تأخیر در برداشت آن، میزان عملکرد شکر سفید را بطور قابل توجهی افزایش می‌دهد. با این وجود، بر اساس نتایج این تحقیق، روند افزایشی عملکرد شکر سفید در تاریخ کاشت اول، از تاریخ برداشت اول تا برداشت ششم ادامه داشت و پس از آن افزایش معنی‌داری پیدا نکرد. ولی در تاریخ کاشت دوم بدلیل تأخیر در کاشت، روند افزایشی عملکرد شکر سفید تا دو برداشت آخر ادامه یافت. اما مقدار آن هیچ‌گاه به اندازه سطوح مشابه در تاریخ کاشت اول نرسید (جدول ۳). در تحقیقی مشخص گردید که افزایش ۱۵ روزه فصل رشد، از طریق کاشت زود هنگام، سبب افزایش ۱/۶۸ تن در هکتار در عملکرد شکر سفید چغندر قند گردید (Pavlu *et al.*, 2017). محققین دیگری طی بررسی اثر سه تاریخ برداشت ۱۸۰، ۱۹۵ و ۲۱۰ روز پس از کاشت بر روی خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند، عنوان کردند که بیشترین میزان عملکرد قند خالص، در آخرین تاریخ برداشت بدست آمد (Al-Sayed *et al.*, 2012).

کاشت بموقع چغندر قند باعث می‌شود گیاه زودتر قابل برداشت بوده و از عملکرد شکر سفید بسیار بالاتری برخوردار باشد. ولی در هر دو تاریخ کاشت بالاترین عملکرد شکر سفید حدوداً پس از ۲۰۰ روز بعد از کاشت حاصل شده است. دلیل آن می‌تواند مربوط به سرمای شدید آخر فصل باشد. زیرا در تاریخ کاشت دوم، برداشت هشتم مصادف است با پانزدهم آذرماه و به

References

- Akyüz, A. and Ersus, S. 2021. Optimization of enzyme assisted extraction of protein from the sugar beet (*Beta vulgaris* L.) leaves for alternative plant protein concentrate production. *Food Chemistry*, 335: 127673.
- Alami, L., Terouzi, W., Otmani, M., Abdelkhalek, O., Salmaoui, S. and Mbarki, M. 2021. Effect of sugar beet harvest date on its technological quality parameters by exploratory analysis. *Journal of Food Quality*, Volume 2021, Article ID 6639612, 8 pages.
- Al-Sayed, H.M., Abd El-Razek, U.A., Sarhan, H.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 (9): 525-529.

- Anonymous.** 2020. Information bank of database and statistic of agricultural Jihad organization. Ministry of Agriculture. (In Persian).
- Ashraf Mansori, Gh.R. and Sharifi, M.** 2013. Effect of planting pattern on quantitative and qualitative characteristics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in cold regions of Fars province. *Journal of Plant Ecophysiology*, 13: 15-26. (In Persian).
- Bagheri Shirvan, M., Asadi, Gh.A. and Koocheeki, A.R.** 2020. Evaluation of quantity and quality characteristics of sugar beet varieties in different sowing date of direct sowing and transplanting in Shirvan and Mashhad. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 17(4): 555-565. (In Persian).
- Buchholz, K., Marlander, B., Puke, H., Glatkowski, H. and Thielecke, K.** 1995. Reassessment of the technical value of sugar beets. *Sugar Industry*, 120: 113-121.
- Çakmakçi, R. and Tingir, N.** 2001. The effect of the length of the vegetation period on the growth, yield and quality of sugar beet. *Journal of Atatürk University in Faculty of Agriculture*, 32: 41-49.
- Cakmakci, R. and Oral, E.** 2002. Root yield and quality of sugar beet in relation to sowing date, plant population and harvesting date interactions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26(3): 133-139.
- Carter, J.N. and Traveller, D.J.** 1999. Effect of time and amount of nitrogen uptake on sugarbeet growth and yield. *Agronomy Journal*, 73: 665-671.
- Draycott, A.P., Durrant, M.J. and Webb, D.J.** 1974. Effects of plant density, irrigation and potassium and sodium fertilizers on sugar beet. *Journal of Agricultural Science*, 82: 251-259.
- Durrant, M.J., Marsh, S.J. and Jaggard, K.W.** 1993. Effects of seed advancement and sowing date on establishment, bolting and yield of sugar beet. *Journal of Agricultural Science*, 121: 333-341.
- Ebrahimi Lolayee, H.** 2002. Determination of favorite harvesting date of three sugar beet varieties in Hamedan. *Sugar Beet*, 18(2): 131-142. (In Persian).
- Feller, C. and Fink, M.** 2004. Nitrate content, soluble solids content, and yield of table beet as affected by cultivar, sowing date and nitrogen supply. *Horticultural Sciences*, 39(6): 1255-1259.
- Freckleton, R.P., Watkinson, A.R., Webb, D.J. and Thomas, T.H.** 1999. Yield of sugar beet in relation to weather and nutrients. *Agricultural and Forest Meteorology*, 93(1): 39-51.
- Gheybi, M.** 1995. Investigation of the effect of planting and harvest time and planting arrangement on tuber yield and sugar content of sugar beet. Master Thesis, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology. (In Persian).
- Hemayati, S.S., Shirzadi, M.H., Aghaezadeh, M., Taleghani, D.F., Javaheri, M.A. and Aliashari, A.** 2012. Evaluation of sowing and harvesting date effects on yield and quality of five sugar beet cultivars in Jiroft region (autumn planting). *Sugar Beet*, 28(1): 13-21. (In Persian).
- Hosseini, S.H., Abdollahian Noghabi, M. and Majnoon Hosseini, N.** 2014. Effect of bolting on the yield and quality of two sugar beet varieties in autumn sowing area in Dezful region of Iran. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 16(4): 265-277. (In Persian).
- Hull, R. and Webb, D.J.** 1970. The effect of sowing date and harvesting date on the yield of sugarbeet. *The Journal of Agricultural Science*, 75: 223-229.
- ICUMSA.** 2007. The determination of the polarization of sugar beet by the macerator or cold aqueous digestion method using aluminum sulphate as clarifying agent official in A. Bartens, K.G. eds. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis. Methods Book, Berlin.
- Jalilian, A. and Najafi, R.** 2017. Estimation of best sowing of sugar beet using climate parameters in different areas of Kermanshah province. *Journal of Sugar Beet*, 33(2): 121-133. (In Persian).
- Karimi, M.** 2020. Management of reducing water consumption in sugar beet. Agricultural Education Publications. (In Persian).
- Khajeh Poor, M.R.** 2011. Industrial crops. Jihad Daneshgahi Publications of Esfahan. (In Persian).

- Kiskini, A., Vissers, A., Vincken, J.P., Gruppen, H. and Wierenga, P.A.** 2016. Effect of plant age on the quantity and quality of proteins extracted from sugar beet (*Beta vulgaris* L.) leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(44): 8305-8314.
- Koochecki, A.R.** 2008. Agriculture in arid areas. Mashhad University Jihad of Publications. (In Persian).
- Koochecki, A.R., Hoseini, M. and Nasiri Mahallati, M.** 1997. Relationship between water and soil in crops. Mashhad University Jihad of Publications. (In Persian).
- Kubadinow, N. and Wieninger, L.** 1972. Determination of alpha-amino nitrogen in sugar beets and juices from sugar production. *Sugar*, 25: 43-47.
- Lee, G.S., Dunn, G. and Schmehl, W.R.** 1987. Effect of date of planting and nitrogen fertilization on growth components of sugarbeet. *Journal of Sugar Beet Research*, 24: 81-99.
- Mobaser, A. and Piri, A.** 2008. Cultivation of industrial and forage plants. Payame Noor University Publications. (In Persian).
- Öztürk, O., Topal, A., Akinerdem, F. and Akgun, N.** 2008. Effects of sowing and harvesting dates on yield and some quality characteristics of crops in sugar beet cereal rotation system. *Journal of Sciences of Food and Agriculture*, 88(10): 141-150.
- Pavlu, K., Chochola, J., Pulkrabek, J. and Urban, J.** 2017. Influence of sowing and harvest dates on production of two different cultivars of sugar beet. *Plant, Soil and Environment*, 63(2): 76-81.
- Petkeviciene, B.** 2009. The effects of climate factors on sugar beet early sowing timing. *Agronomy Research*, 7(1): 436-443.
- Sadeghzadeh-hemayati, S., Shirzadi, M.H., Aghayizadeh, M., Taleghani, D., Javaheri, M.A. and Asgari, A.** 2012. Effect of sowing and harvesting dates on yield and quality of five sugar beet varieties in autumn cultivation in Jiroft. *Journal of Sugar Beet*, 28(1): 25-42. (In Persian).
- Sadreghaen, S.H., Zarei, G. and Haghayeghei Moghaddam, A.G.** 2009. Effect of sprinkler and furrow irrigation on quantity, quality and water use efficiency of sugar beet. *Journal of Water and Soil*, 23(1): 173-183. (In Persian).
- Tomaszewska, J., Bieliński, D., Binczarski, M., Berłowska, J., Dziugan, P., Piotrowski, J., Stanishevsky, A. and Witońska, I.** 2018. Products of sugar beet processing as raw materials for chemicals and biodegradable polymers. *RSC Advances*, 8(6): 3161-3177.
- Vahidi, H., Mirshekari, B., Sadeghzadeh Hemayati, S., Rajabi, A. and Yarnia, M.** 2018. Response of quantitative and qualitative characteristics of sugar beet genotypes to different sowing and harvesting dates. *Sugar Beet*, 34(1): 1-15. (In Persian).

Effect of sowing and harvesting dates on root yield and some quality characteristics of sugar beet

Mohammad Ali Javaheri¹

¹ Seed and Plant Improvement Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran

*Corresponding Author: Javaheri310@yahoo.com

Received: 5 April 2022

Accepted: 5 June 2022

DOI: 10.22034/CSRAR.2022.336164.1219

Abstract

Introduction: Planting date is one of the most influential factors in determining sugar beet yield and quality. Due to its effect on the length of plant growth period, i.e. the number of growth days received by the plant, planting date has a significant impact on crop yield and is one of the most influential and decisive factors in agricultural production. The selection of the harvest date is one of the pillars of vintage quality and sugar yield in sugar beets. However, it is difficult to define the harvest date and, more precisely, the maturity date of beet roots in a precise and absolute manner. Indeed, there are various stages and degrees of maturity based on environmental and climatic conditions such as temperature, precipitation, latitude, and others. Because sugar beet lacks a distinct physiological ripening stage, similar to cereals. Due to the effect of farm management, particularly the application of planting and harvesting dates, on the yield and quality of sugar beet, it is necessary to plan carefully in order to determine the optimal planting and harvesting dates for this crop in each region. Due to the risk of autumn frost and the necessity of transport planning to the sugar factory, farm management is crucial. On the basis of this information, the first harvest date should be determined, which has a suitable and acceptable yield of white sugar, and the product should be harvested and transported to the sugar factory as soon as possible.

Materials and Methods: To determine the effect of planting and harvesting dates on root yield and certain quality characteristics of sugar beet in the Bardsir region of Kerman province, a split -plot randomized complete block experiment with four replications was conducted. The main factor was the sowing date, which was applied at two levels: The first sowing date was April 21 and the second was June 5. The sub-factor was the harvesting date, which began on August 23 and occurred in nine stages with a 15-day interval in the relevant plots.

Results and Discussion: The results revealed that the sixth, seventh, eighth, and ninth harvesting dates in the first sowing date produced the highest root yield, and only in these four treatments the root yield reached more than 50 tons per hectare. The treatments of three first, second, and third harvest dates on the first sowing date and three fifth, sixth, and seventh harvest dates on the second sowing date produced the most nitrogen in the roots. The greatest amount of root molasses sugar was found in the first and second harvest dates on the second sowing date; in these treatments, the amount of root molasses sugar exceeded 5.8%. Also, the greatest amount of gross sugar was assigned to the fifth, sixth, seventh, eighth, and ninth harvests on the date of first sowing, and the amount of gross sugar in these five treatments exceeded 18%. In addition, the sixth, seventh, eighth, and ninth harvest dates had the highest white sugar yield on the first planting date. Due to the risk of autumn frosts and, on the other hand, transport planning to the sugar factory and farm management, it is necessary to harvest immediately if the desired white sugar yield is achieved.

Conclusion: According to the findings of this study, delay in planting sugar beet increased root impurities and decreased root sugar yield and percentage. Also, with the delay in harvesting for both planting dates, root impurities decreased and the proportion of crude sugar increased, resulting in a greater disparity between molasses and crude sugar and an increase in pure sugar. Due to the risk of autumn frosts and the need to transport the crop to the sugar factory, it is recommended that beet growers in this region plant on May 1 and harvest on November 15.

Keywords: Bardsir, Molasses sugar, Sugar content, White sugar yield