Crop Science Research in Arid Regions

homepage: https://cropscience.uoz.ac.ir/

Research Article
Volume 7, Issue 3, 2025, P. 575-591

Investigating the possibility of determining the appropriate date of sugar beet harvest using some quantitative and qualitative root traits in the field

Mohammad Ali Javaheri [*a]

[a] Agricultural and Horticultural 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: 9 October 2024 Accepted: 10 March 2025 **DOI: 10.22034/CSRAR.2025.410824.1367**

How to cite this article:
Javaheri, M.A., 2025. Investigating the possibility of determining the appropriate date of sugar beet harvest using some quantitative and qualitative root traits in the field. *Crop Science Research in Arid Regions, 7*(3), 575-591. https://doi.org/10.22034/csrar.2025.410824.1367

Abstract

Introduction: Like cereals, sugar beet does not have a certain physiological maturation and maturity, and the best time to harvest it is when the sugar percentage and root performance are at their optimum. Considering that it is difficult to determine this date, it is better to use farm invoices. The aim of this study is to investigate the traits that may be estimated based on their measurement in the field, the optimal agricultural and technological ripening time of sugar beet. For this purpose, the effect of planting date on the trend of some agronomic and laboratory traits was carried out in the research farm of the agricultural research station of Kerman province in Bardsir region on the sweet commercial variety of sugar beet.

Materials and Methods: In order to investigate the effect of planting date on the trend of some agricultural and laboratory traits, an experiment was carried out on the commercial sweet sugar beet variety in the research farm of Kerman Agricultural Research Station in the Bardsir region. The experiment was performed on two planting dates. The first planting date was on the 21st of April and the second planting date was on the 5th of June. The studied traits include white sugar yield, mark value, shoot dry weight, root length, root diameter, and the number of live and dead leaves per plant, changes in purity, leaf chlorophyll, and petiole nitrate, and root fresh and dry weight traits and the trend of changes in their amount during four months (nine harvests) was measured.

Results and Discussion: The trend of harvesting sugar beet for root fresh and dry yield traits showed that the cultivation of sugar beet on the first planting date (21st April) causes the amount of yield traits to be higher than on the second planting date. Although the amount of root dry weight is almost constant in the last harvests. The amount of white sugar yield in both planting dates increased with the high harvesting time. The highest amount of white sugar yield was observed in the last four harvests for the first planting date and in the last two harvests for the second planting date. The results showed that on the first planting date, the dry weight of aerial parts, root length, root diameter, number of dead leaves (dried), and degree of purity were higher than on the second planting date. The amount of petiole nitrogen for both planting dates had a decreasing trend. The trend of changes in the degree of purity between the two planting dates in the first harvests differed, but they approached each other from the fourth harvest onwards. The first planting date with a maximum purity of 80% was superior

©2024 The author(s). This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

to the second planting date with a maximum purity of 76%. The amount of marks in all harvest dates was higher on the second planting date than on the first planting date. This state can be related to the smallness of the roots on the date of the second planting. The trend of leaf chlorophyll is almost similar for both planting dates and the amount of leaf chlorophyll has decreased sharply after an increasing trend. The decrease in the amount of chlorophyll in the last two harvests can be attributed to the cold weather at the end of the season. Considering that the plant regularly produces new leaves during the season and leaf number 5 is always young, therefore, instead of measuring this index, it is suggested in the next of research to use the color change obtained in the field by using the appropriate method, including accurate and standard photography.

Conclusion: In general, the results of this study showed that the trend changes of traits in sugar beet are different based on the date of different crops. In the Bardsir region, the cultivation of sugar beet on the sowing 21th April can finally produce more yield for the farmers. Also, the harvest date of 6th November is the best harvest time for sugar beet in this region. It is possible to use the indicators of root dry weight, root length, and degree of purity for the agricultural and technological maturity of sugar beet.

Keywords: Degree of purity, Dry root weight, Number of dead leaves, Root length

تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد هفتم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۴، ص ۵۹۱-۵۷۵

مقاله پژوهشی

بررسی امکان تعیین تاریخ مناسب برداشت چغندرقند با استفاده از برخی صفات کمی و کیفی ریشه در مزرعه

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۰ **DOI: 10.22034/CSRAR.2025.410824.1367**

چکیده

چغندرقند مانند غلات رسیدگی و بلوغ فیزیولوژیکی مشخص نداشته و بهترین زمان برداشت آن زمانی است که درصد قند و عملکرد ریشه در مقدار بهینه خود باشند. بنابراین در این تحقیق پس از تعیین روند تغییرات عملکرد شکر سفید در هکتار، منحنی روند تغییر سایر پارامترها را با این عامل بررسی کرده تا مشخص گردد بر اساس کدام فاکتور مزرعه‌ای می‌توان تاریخ برداشت مناسب چغندرقند را تخمین زد. به این منظور پروژه تحقیقاتی دوساله در ایستگاه تحقیقات کشاورزی استان کرمان در منطقه بردسیر و در دو تاریخ کاشت اول اردیبهشت‌ماه و تاریخ کاشت ۱۵ خردادماه انجام گرفت. روند تغییرات صفات مورد مطالعه در طی چهار ماه (۹ برداشت) اندازه‌گیری گردید. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد شکر سفید، مقدار مارک، وزن خشک اندام هوایی، طول و قطر ریشه و تعداد برگ‌های مرده در هر بوته، تغییرات درجه خلوص، کلروفیل برگ و نیتروژن دمبرگ و وزن تر و خشک ریشه بود. نتایج نشان داد در تاریخ کاشت اول عملکرد شکر سفید، وزن تر و خشک ریشه، قطر و طول ریشه برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به تاریخ کاشت دوم داشته و مقدار نیتروژن دمبرگ با تاخیر در برداشت برای هر دو تاریخ کاشت دارای روند کاهشی است. همچنین نتایج نشان داد که می‌توان از روند تغییرات وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، طول ریشه، قطر ریشه و درجه خلوص شربت خام به عنوان شاخص‌هایی جهت تخمین زمان رسیدگی زراعی و تکنولوژیکی چغندرقند در هر دو تاریخ کاشت استفاده نمود. از طرفی برخی از شاخص‌ها نمی‌تواند شاخص‌های مناسبی برای تخمین تعیین زمان برداشت باشند.

واژه‌های کلیدی: تعداد برگ مرده، درجه خلوص، طول ریشه، وزن خشک ریشه

مقدمه

چغندرقند با نام علمی *Beta vulgaris* یکی از محصولات زراعی عمده و راهبردی در صنعت کشاورزی است که تقریباً ۲۰ درصد از تولید جهانی شکر را تأمین می‌کند (Puglisi *et al.*, 2020). چغندرقند گیاهی است دو ساله از تیره اسفناجیان که در حرفه زراعت، به‌صورت گیاهی یک ساله کشت می‌شود (Karimi, 2020). فرآیند تولید شکر در سال اول انجام می‌شود. در این مدت ذخایر قند به حداکثر می‌رسد و قند تولید شده در برگ در اثر فتوسنتز به شکل ساکارز در ریشه ذخیره می‌گردد (Alami *et al.*, 2021). ضمن آنکه ترکیباتی همچون ملاس، تفاله و الکل، محصولات جانبی این گیاه هستند که در طول تولید شکر سفید به دست می‌آیند و در صنایع مختلف به کار گرفته می‌شوند (Tomaszewska *et al.*, 2018). برگ چغندرقند 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 منحصربه‌فرد، سبب تولید بیش از ۴/۲ میلیون تن چغندرقند در سال در کشور شده‌اند (Anonymous, 2020). در ایران حدود ۷۰ درصد تولید داخلی شکر از چغندرقند می‌باشد که اهمیت اقتصادی این محصول را به‌خوبی نشان می‌دهد. یکی از موثرترین عوامل بر مقدار عملکرد و سایر صفات گیاهی چغندرقند تاریخ کاشت بهینه می‌باشد (Gobarah *et al.*, 2019). تاریخ برداشت چغندر بر اساس مرحله‌ای از بلوغ فیزیولوژیکی تعریف نمی‌شود، بلکه این محصول زمانی برداشت می‌شود که تولید قند آن بهینه باشد (Rasovsky *et al.*, 2022). علی‌رغم اهمیت اقتصادی این محصول استراتژیک ولی اطلاعات کافی در رابطه با روند خصوصیات زراعی و آزمایشگاهی برای مشخص کردن تاثیر تاریخ کاشت و برداشت بهینه در این گیاه وجود ندارد (Rasovsky *et al.*, 2022).

امروزه با ظهور کشاورزی مدرن، شناخت عوامل مختلف مؤثر بر رشد و عملکرد گیاهان از قبیل عوامل محیطی و

غیرمحیطی و نیز نحوه تأثیر آنها بر خصوصیات کمی و کیفی محصول از حیاتی‌ترین اصول کشاورزی محسوب می‌شود (Khan *et al.*, 2018). تاریخ کاشت مطلوب محصولات کشاورزی با توجه به شرایط آب‌وهوایی منطقه، فراهم بودن زمین، رقم مورد نظر، زمان محتمل برای شیوع آفات و بیماری‌ها و تاریخ برداشت مناسب بر اساس زمان رسیدگی، تناوب زراعی و کیفیت محصول مورد نظر مشخص می‌شود (Khan *et al.*, 2002). از مهم‌ترین فاکتورهای اثرگذار بر عملکرد محصولات کشاورزی، تاریخ کاشت مناسب است. تاریخ کاشت با تاثیر بر طول دوره رشد و نمو گیاه و نیز میزان درجه روز رشد دریافتی می‌تواند اثر تعیین‌کننده‌ای بر عملکرد محصول و سایر خصوصیات زراعی و آزمایشگاهی گیاه داشته باشد (Khajeh Poor, 2011). تعیین تاریخ کاشت مناسب تحت شرایط محیطی منطقه مورد کشت یکی از مهم‌ترین الزامات برنامه‌ریزی کشاورزی برای دستیابی به حداکثر عملکرد به همراه کیفیت مطلوب است (Nikpanah *et al.*, 2010). انتخاب تاریخ کشت و برداشت مناسب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین متغیرهای تولید، همواره یک راهکار زراعی برای ترکیب مناسب فتوپریود، درجه حرارت و نور جهت رشد بهینه و تکمیل چرخه زندگی گیاه است (Rezaei *et al.*, 2019). همچنین تاریخ کاشت بر طول دوره رویشی و زایشی گیاه تاثیرگذار است و بین آنها و سایر عوامل تولید تعادل ایجاد می‌کند و منجر به تاثیر بر کیفیت و عملکرد محصول می‌شود (Rezaei and Fasahat, 2022). اگرچه زمان کشت به‌طور ژنتیکی در یک گیاه به دلیل شرایط تکاملی مشخص است ولی مطالعات مربوط به انتخاب بهترین زمان کشت و برداشت می‌تواند در گذار از شرایط نامطلوب اقلیمی منطقه و رسیدن به بیشترین مقدار عملکرد کمک‌کننده باشد (Basso and Liu, 2019).

زمان رسیدن چغندرقند تابع عوامل زیادی است که مهم‌ترین آن‌ها نوع رقم، درجه حرارت محیط، تاریخ کاشت، طول دوره رشد، میزان آبیاری، کود نیتروژن و عملیات داشت می‌باشد (Wegener, 2004). به استثنای خوزستان که کشت چغندرقند به صورت پاییزه صورت می‌گیرد، در بقیه نقاط کشورمان با توجه به تاریخ کاشت و عوامل موثر دیگر زمان رسیدگی تکنولوژیکی چغندرقند از اواسط مهر تا اواخر آبان متغیر می‌باشد. بدیهی است مادامی که درجه حرارت افزایش می‌یابد، افزایش وزن چغندر قند نیز ادامه خواهد داشت (Kolivand, 1988). به‌عنوان یک قاعده کلی اگر چغندرقند در ماه‌های شهریور و مهر به‌طور فعال رشد داشته باشد، درصد قند آن نیز حدود ۰/۱ درصد در روز افزایش خواهد یافت (Wilson *et al.*, 2001).

سرعت اضمحلال برگ نسبت به سرعت ظهور برگ اثرات بیشتری بر عملکرد قند داشته و بیشترین اثر آن در مراحل میانی رشد و رسیدگی چغندرقند است (Mohammadian *et al.*, 2014). علائم ظاهری رسیدن چغندرقند با زرد شدن برگ‌های مسن، کند شدن رشد برگ‌های جوان داخل بوته و به‌طورکلی بطئی شدن رشد اندام‌های هوائی نمایان می‌شود. در شرایط اقلیمی استان کرمانشاه وزن برگ از اواسط مرداد ماه رو به کاهش گذاشته و این روند تا زمان رسیدن تکنولوژیکی چغندرقند ادامه داشته و آهنگ این کاهش در ماه‌های شهریور و مهر سریع‌تر می‌شود. عکس این عمل برای ریشه اتفاق می‌افتد و با آهنگی تقریبا یکنواخت وزن ریشه افزایش می‌یابد (Kolivand, 1988).

به تاخیر انداختن برداشت چغندرقند تا اواخر پاییز باعث کاهش عملکرد ریشه و قند می‌شود (Hull and Webb, 1970). در آزمایشی با سه تاریخ برداشت به فواصل یک ماه از همدیگر در طول فصل پاییز مشاهده شد. عملکرد قند در برداشت اول که مصادف با اواسط مهرماه بود نسبت به سایر برداشت‌ها بیشتر بود (Draycott *et al.*, 1973). نتایج تحقیقی نشان داد به تاخیر انداختن برداشت سبب کاهش غلظت قند و ماده خشک می‌شود زیرا چغندری که در معرض یخبندان و رطوبت زیاد خاک قرار گیرد معمولا درصد بیشتری آب خواهد داشت که این امر منجربه کاهش درصد ساکاروز و غلظت ماده خشک می‌گردد (Carter and Traveller, 1981). در یک آزمایش پنج ساله با چهار تاریخ برداشت اعلام شد که تاخیر در برداشت در هر پنج سال منجر به افزایش عملکرد قند و ریشه شده است (Hull and Webb, 1970). در پژوهش دیگری با سه تاریخ برداشت به فواصل یک ماه از همدیگر در طول فصل پاییز مشاهده شد، آخرین تاریخ برداشت که مصادف با اوایل آذرماه بود، بیشترین عملکرد ریشه و قند و بالاترین درجه خلوص شربت را به جا گذاشته است. اما درصد قند نسبت به برداشت‌های اول و دوم پایین‌تر بود (Draycott *et al.*, 1973).

همزمان با افزایش وزن ریشه و افزایش درصد قند، غلظت ناخالصی‌های پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره موجود در ریشه تا زمان رسیدن چغندرقند رو به کاهش می‌گذارد (Winner, 1982). لذا تعیین روند تغییرات غلظت ناخالصی‌های پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره همزمان با تغییرات درصد قند طی فصل رشد در هر منطقه می‌تواند به عنوان شاخصی از رسیدگی تکنولوژیکی چغندرقند مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعه‌ای گزارش شد که افزایش وزن اندام‌های هوایی در اواسط فصل، آهنگ ملایم‌تری پیدا می‌کند و به مرور که به اواخر فصل می‌رسد به حد ثابتی رسیده و این پدیده تا مدتی ثابت می‌ماند. در این حالت وزن ریشه افزایش داشته و میزان قند ذخیره شده بالا خواهد رفت (Hadir *et al.*, 2020).

با توجه به اینکه چغندرقند تاریخ رسیدگی فیزیولوژیکی مشخصی ندارد همواره کارخانه‌های قند و کشاورزان در پی تعیین بهترین زمان برداشت می‌باشند. از طرفی خرید محصول چغندرقند از کشاورزان بر اساس درصد قند ناخالص و عملکرد انجام می‌شود. تعیین درصد قند بایستی در آزمایشگاه صورت پذیرد که هزینه داشته و نیاز به امکانات آزمایشگاهی دارد. بنابراین در این تحقیق پس از تعیین روند تغییرات درصد قند خالص در هکتار (با استفاده از امکانات آزمایشگاهی)، منحنی روند تغییر سایر پارامترها را با این عامل بررسی کرده تا مشخص گردد بر اساس کدام فاکتور مزرعه‌ای می‌توان تاریخ برداشت مناسب چغندرقند را بدون نیاز به امکانات آزمایشگاهی تعیین نمود. بنابراین در این پژوهش شاخص‌هایی که بر اساس آن می‌توان رسیدگی زراعی و تکنولوژیکی چغندرقند را در مزرعه برآورد کرد مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. در نهایت مهم‌ترین شاخص‌هایی که به راحتی در مزرعه و یا آزمایشگاه در اواخر دوره رشد گیاه قابل اندازه‌گیری می‌باشند، تعیین خواهد گردید. نتایج این پژوهش می‌تواند مورد استفاده کشاورزان قرارگیرد تا با تعیین تاریخ برداشت مطلوب در مزرعه (تعیین تاریخی که درصد قند ناخالص و عملکرد در حالت بهینه خود باشند) به درآمد و سود بیشتر دست یابند. همچنین کارخانه‌های قند کشور می‌توانند از نتایج این تحقیق در برنامه‌ریزی برداشت و مصرف چغندرقند، بر اساس تخمین زمان صحیح رسیدگی تکنولوژیکی این گیاه در مزرعه اقدام نمایند.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مزرعه تحقیقاتی شهرستان بردسیر در ۵۵ کیلومتری شهر کرمان در عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۹۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۰۴۷ متر از سطح دریا انجام شد. خاک این منطقه لومی‌رسی (pH=7.2) و با جرم مخصوص ظاهری ۱/۳۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب، هدایت الکتریکی ۱/۴ دسی‌زیمنس بر متر و با عمق ۸۰ سانتی‌متر بود. جهت اجرای این طرح در دو تاریخ کاشت، هر کدام در یک قطعه زمین حدود ۵۰۰ متر مربع با استفاده از رقم تجاری شیرین کشت چغندرقند انجام شد. شهرستان بردسیر دارای میانگین ارتفاع ۲۱۰۰ متر از سطح دریا و آب‌وهوای معتدل کوهستانی است. همچنین دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های ملایم بوده و در بسیاری مواقع بادهای موسمی و فصلی دارد. میانگین درجه حرارت سالانهٔ آن ۱۴/۶ درجه سانتی‌گراد و همچنین میانگین درجه حرارت حداقل مطلق آن نیز ۱۵/۵- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه آن نیز ۱۶۰ میلی‌متر گزارش شده است.

تاریخ کاشت اول در اول اردیبهشت ماه صورت گرفت، و تاریخ کاشت دوم در کنار قطعه اول و با فاصله حدود یک ماه و نیم (تقریبا معادل زمان قطع آب از غلات) در ۱۵ خرداد ماه انجام شد. در پاییز جهت تهیه بستر کاشت، نسبت به انجام شخم عمیق اقدام گردید. عملیات آماده‌سازی زمین در بهار شامل اجرای شخم سطحی، دیسک و تسطیح و تهیه ردیف کاشت و توزیع کود انجام شد. ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره طی سه مرحله کاشت، دو تا چهار برگی و شش تا هشت برگی به مزرعه افزوده شد. همچنین، به‌ترتیب ۱۳۵ کود سوپرفسفات تریپل و ۱۱۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم نیز همزمان با شخم پاییزه به خاک اضافه شد. مراقبت‌های زراعی در همه مراحل رشد به گونه‌ای انجام شد که مزرعه عاری از آفات و امراض و علف‌های هرز بوده و بوته‌ها دارای وضعیت رشد نرمال بودند. در انتهای فصل رشد، برداشت‌ها از اول شهریور ماه و طی ۹ مرحله با فاصله حدود ۱۵ روز یک بار (به مدت چهار ماه) به‌صورت تصادفی از هر قطعه صورت گرفت. روش نمونه‌برداری به این صورت بود که در مرحله اول چهار نقطه از مزرعه مورد نظر به‌طور تصادفی و به شکل Z انتخاب و علامت‌گذاری شده و

حاشیه حدود ۵ متر از طرفین مزرعه رعایت گردید. از هر نقطه یک نمونه ۵۰ تایی شامل دو ردیف مجاور به طول ۵ متر برداشت شد. از این ۵۰ بوته، در ۱۰ بوته اندام‌هوایی و زمینی به‌طور هم‌زمان مورد بررسی و ۴۰ بوته دیگر پس از برداشت و حذف برگ، دمبرگ و قسمت سر (قسمتی از ریشه که در زمان برداشت دمبرگ سبز و زنده به آن متصل است) توزین شده و از آنها نمونه خمیر تهیه شد. صفات اندازه‌گیری شده برای هر تاریخ کاشت شامل گروهی از صفات زراعی و آزمایشگاهی بود. صفات شامل وزن تر و خشک ریشه، طول و قطر ریشه، وزن تر اندام هوایی و تعداد برگ زنده و مرده در بوته، مقدار مارک، درجه خلوص، محتوای کلروفیل و نیتروژن دمبرگ برای هر تاریخ کاشت و در هر برداشت در طی چهار ماه اندازه‌گیری شد.

پس از هر بار برداشت مقدار وزن تر ریشه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم برای هر بوته اندازه‌گیری شد، سپس برای تعیین وزن خشک ریشه از هر ریشه مقدار ۱۰۰ گرم نمونه تهیه شد و وزن خشک هر نمونه با قرار دادن آب در آون با دمای ۱۰۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت اندازه‌گیری شد. پس از هر بار برداشت، اندام هوایی جدا شد و در داخل آون با دمای ۱۰۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت و وزن خشک لندام هوایی با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم برای هر بوته اندازه‌گیری شد. در هر بار برداشت مقدار قطر و طول ریشه‌ها با خط‌کش مدرج و بر اساس واحد سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. تعداد برگ‌های زنده و مرده (خشک شده) در یک گیاه طی دوره‌ی دو هفته از طریق علامت‌گذاری و شمارش برگ‌ها در بوته‌ها ثبت شد.

عملکرد شکر سفید از حاصل‌ضرب عملکرد ریشه در قند خالص بر اساس واحد تن در هکتار به‌دست آمد. برای اندازه‌گیری درجه خلوص ابتدا خمیر ریشه حاصله از نمونه ۴۰ تایی پس از انجماد در ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و به آزمایشگاه تکنولوژی چغندرقند در کرج منتقل شده و میزان بریکس عصاره با استفاده از دستگاه رفراکتومتر اندازه‌گیری و درجه خلوص شربت خام بر حسب درصد محاسبه شد. معیار رسیدگی تکنولوژیکی چغندرقند در مزرعه عیار و درجه خلوص می‌باشد. به این صورت که ابتدا تمام نمونه‌ها بر اساس عیار از بالا به پایین مرتب شد و سپس در بین نمونه‌های با عیار بالا، آنهایی که دارای درجه خلوص بالا بودند به عنوان نمونه‌های دارای رسیدگی تکنولوژیکی برتر در نظر گرفته شدند. همچنین مقدار مارک نیز مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری محتوای کلروفیل برگ از دستگاه کلروفیل‌متر مدل SPAD-502 ساخت شرکت MINOLTA ژاپن استفاده شد. برای این منظور از هر کرت سه بوته به‌طور تصادفی انتخاب و از نقطه بالا، وسط و پایین برگ شماره پنج محتوای کلروفیل قرائت شد (SPAD Value) و سپس مقدار میانگین عدد SPAD برای برگ پنجم محاسبه شد (Noshad *et al.*, 2001).

مقدار مارک عبارت است از مواد جامدی (سلولز، پکتین و لیگنین) که در آب حل نمی‌شود و مقدار عددی آن به‌طور متوسط حدود چهار تا پنج درصد وزن چغندرقند است. مقدار مارک در هر مرحله برای دو تاریخ کاشت برای برگ پنجم در هر بوته اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن دمبرگ، برگ شماره پنج برای هر بوته در هر تاریخ کاشت و برداشت معین انتخاب و بلافاصله جدا شده و در پلاستیک قرار داده شد و به آزمایشگاه حمل گردید. نمونه‌ای از دمبرگ‌های جدا شده به‌صورت تصادفی پس از شستشو جهت خشک شدن در آون فن دار و در دمای ۱۰۴ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. نمونه‌های خشک شده سپس در آسیاب پودر شده و شماره‌گذاری گردیدند. سپس طبق دستورالعمل موجود نیتروژن دمبرگ به روش کجلدال برای هر نمونه قرائت گردید (Bremner and Mulvaney, 1982).

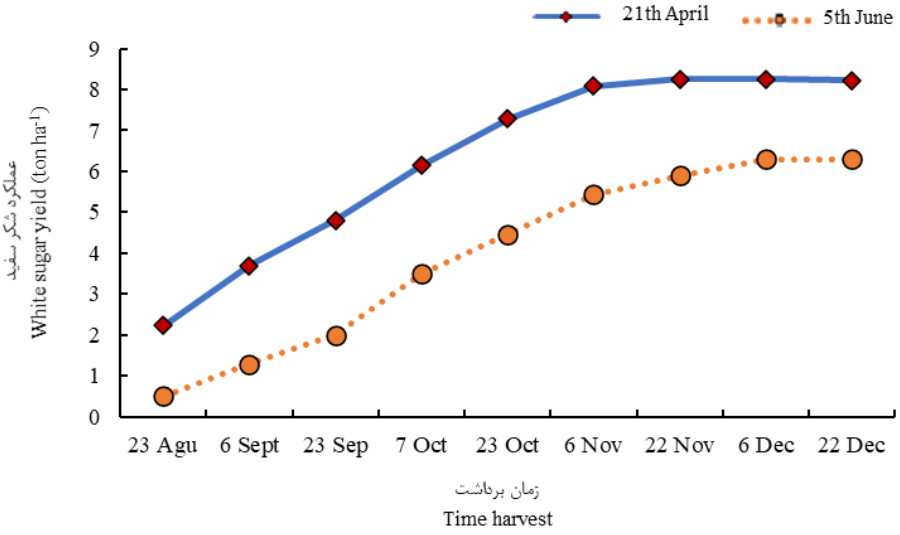
پس از جمع‌آوری و جمع‌بندی نتایج، مناسب‌ترین صفاتی که با رسیدگی تکنولوژیکی و زراعی چغندرقند ارتباط نزدیک داشتند برای منطقه بردسیر تعیین گردید. صفاتی که با رسیدگی زراعی چغندرقند ارتباط داشتند نیز توسط نرم‌افزار Excel-2019 منحنی روند تغییرات آنها رسم گردید.

نتایج و بحث

عملکرد شکر سفید

شکل ۱ نشان‌دهنده روند تغییرات عملکرد شکر سفید برای دو تاریخ کاشت (اول اردیبهشت ماه و پانزدهم خرداد ماه) در طی نه تاریخ برداشت مختلف می‌باشد. این صفت برای تاریخ

کاشت اول در همه تاریخ‌های برداشت بیشتر از تاریخ برداشت دوم بوده است. به‌طوری که بیشترین مقدار شکر سفید در تاریخ کاشت اول در برداشت اول آذر ماه به‌دست آمد، ولی در کاشت دوم در پانزدهم آذر حاصل گردید. در تاریخ کاشت اول تاخیر در برداشت پس از اول آذر ماه تفاوت معنی‌داری در عملکرد شکر سفید نداشت ولی در تاریخ کاشت دوم به دلیل تکمیل نشدن رشد فیزیولوژیکی ریشه چغندرقند این افزایش تا برداشت هشتم ادامه یافت. روند تغییرات مقدار عملکرد شکر سفید نشان داد بهترین زمان کاشت برای منطقه بردسیر استان کرمان اول اردیبهشت ماه و بهترین زمان برداشت این محصول اول آذر ماه می‌باشد. به‌دلیل اینکه مقدار عملکرد شکر سفید پس از اول آذر ماه در تاریخ کاشت اول افزایش نمی‌یابد، بنابراین با توجه به خطر یخزدگی خاک و ریشه در آذر ماه برای جلوگیری از اتلاف وقت بهتر است در این زمان اقدام به برداشت مزرعه چغندرقند نمود. از طرفی عدم جبران عقب‌ماندگی عملکرد شکر سفید در تاریخ کاشت دوم نشان می‌دهد این تاریخ کاشت مناسب منطقه نمی‌باشد. در مطالعه‌ای بر روی تاریخ کشت و برداشت‌های مختلف گزارش شد که عملکرد شکر سفید در منطقه بردسیر با افزایش زمان برداشت بیشتر می‌شود ولی پس از اول آذر ماه این مقدار برای تاریخ کاشت اول اردیبهشت ماه تقریبا تثبیت می‌شود (Javaheri, 2022).



شکل ۱- روند تغییرات عملکرد شکر سفید در دو تاریخ کاشت (اول اردیبهشت ماه و پانزدهم خرداد ماه)

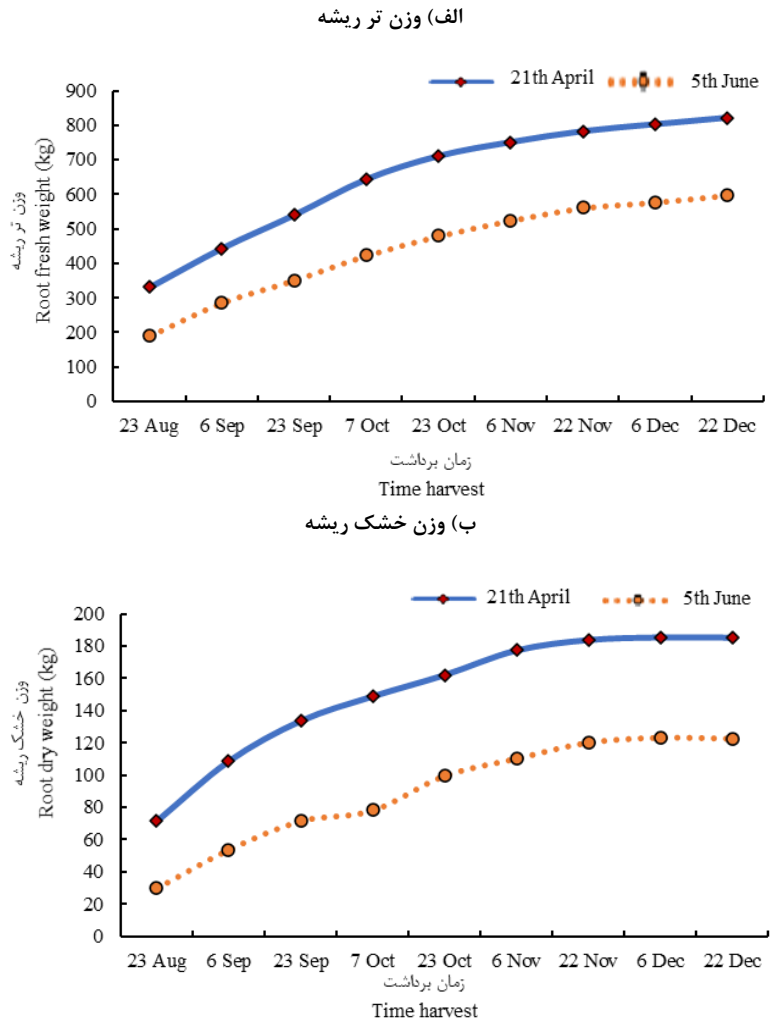
Figure 1-Trend of changes in white sugar yield on two planting dates (21th April and 5th June)

وزن تر و خشک ریشه

نتایج مربوط به روند تغییرات عملکرد تر و خشک ریشه برای دو تاریخ کاشت شامل پانزدهم خرداد ماه و اول اردیبهشت ماه در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج شکل ۲ نشان داد که مقدار عملکرد تر و خشک ریشه برای تاریخ کاشت اول (اول اردیبهشت ماه) به‌طور کلی بیشتر از مقدار تاریخ کاشت ۱۵ خرداد ماه بود. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش زمان برداشت، مقدار شیب عملکرد تر ریشه نسبت به عملکرد خشک ریشه برای هر دو تاریخ کاشت بیشتر می‌باشد.

روند وزن تر ریشه برای تاریخ کاشت پانزدهم خردادماه نشان داد که مقدار عملکرد از ۱۹۰/۸ گرم به ۵۹۷/۷ گرم رسیده است ولی مقدار عملکرد کاشت اول اردیبهشت ماه از ۳۳۰/۹ گرم به ۸۲۱/۲ گرم رسیده است. هر چند که مقدار درصد افزایش عملکرد برای تاریخ کاشت پانزدهم خرداد ماه بیشتر از مقدار تاریخ کاشت اول اردیبهشت ماه بود ولی به دلیل عملکرد بیشتر تاریخ کاشت اول اردیبهشت ماه می‌توان نتیجه گرفت زمان مناسب برای کاشت چغندرقند در منطقه بردسیر از نظر عملکرد ریشه، تاریخ اول اردیبهشت ماه می‌باشد (شکل ۲). این نتایج نشان داد که زود کاشتن چغندرقند و برداشت در زمان مناسب عملکرد ریشه را در حد بسیار زیادی افزایش می‌دهد.

به‌طور کلی کاشت به‌موقع موجب استفاده بهتر از شرایط محیطی می‌شود (Lee *et al.*, 1987; Lee and Schmehl, 1988; Harris *et al.*, 1956; Despo and Sficas, 1987). نتایج وزن خشک ریشه (شکل ۲) نشان داد که دارای روندی مشابه با وزن تر می‌باشد، با این تفاوت که روند تغییرات عملکرد خشک ریشه برای هر دو تاریخ کاشت پس از اول آبان ماه تقریبا یکنواخت می‌شود و دیگر شیب تند افزایش عملکرد اولیه را نخواهد داشت. همانطور که ملاحظه می‌شود تاخیر در کاشت در همه زمان‌های برداشت سبب کاهش عملکرد گردیده است که نشان‌دهنده این موضوع است که با تاخیر در برداشت نمی‌توان تاخیر در کاشت را جبران نمود. می‌توان نتیجه گرفت بر اساس مقدار عملکرد خشک ریشه اقدام به برداشت در تاریخ ۱۵ آبان ماه برای کاشت اول اردیبهشت ماه نمود. همچنین برداشت در تاریخ ۱۵ آذر ماه برای کاشت دوم نیز زمان مناسبی برای برداشت ریشه‌های چغندرقند از مزرعه می‌باشد، به‌دلیل اینکه بیشترین مقدار عملکرد شکر سفید را تولید نموده است. در مطالعه‌ای گزارش شد که در ۱۵۵ روز پس از کاشت مقدار عملکرد در ۷ رقم چغندرقند به طور معناداری بیشتر از ۱۳۵ روز پس از کاشت بود (Paul *et al.*, 2019). در این مطالعه تاریخ‌های برداشت تاثیر خود را بر پارامترهای عملکردی چغندرقند ثابت کرد. نتایج سایر مطالعات نیز این مطلب را تائید می‌کند (Draycott *et al.*, 1973; Falvay and Vukov, 1977; Lee *et al.*, 1987; Curcic *et al.*, 2018). در صورت کاشت به‌موقع طول دوره رویش ۲۱۰ روز برای حصول عملکرد ریشه مناسب در منطقه بردسیر کافی می‌باشد.



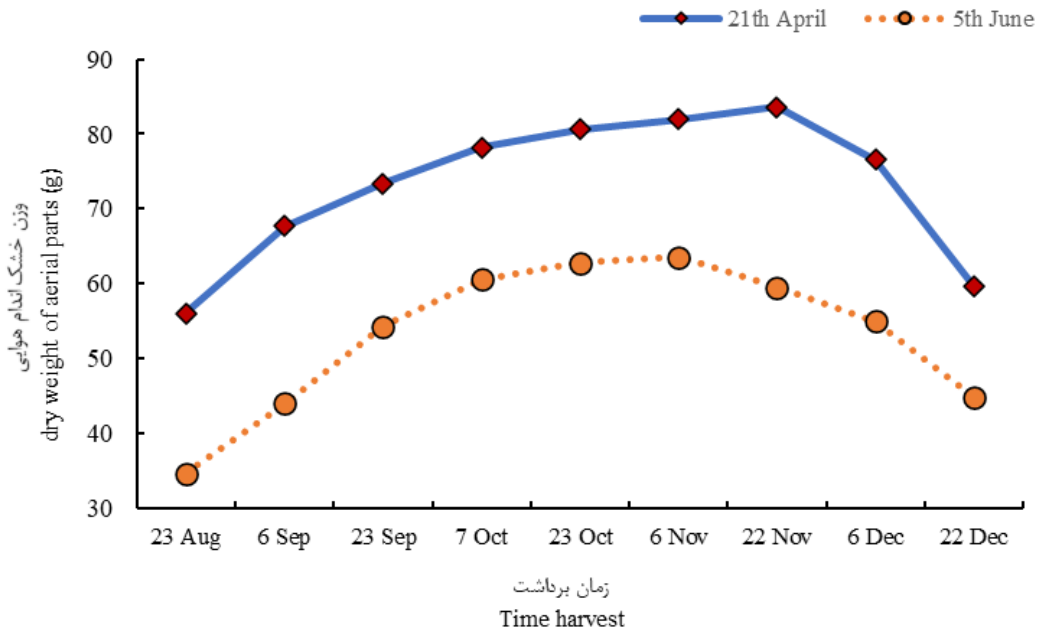
شکل ۲- روند تغییرات عملکرد تر و خشک ریشه در دو تاریخ کاشت (اول اردیبهشت ماه و پانزدهم خرداد ماه)

Figure 2-Trend of changes in wet and dry root yield on two planting dates (21th April and 5th June)

روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی

روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی برای دو تاریخ کاشت اول اردیبهشت ماه و پانزدهم خردادماه برای نه تاریخ برداشت در شکل ۳ نشان داده شده است. مقدار وزن خشک اندام هوایی برای همه تاریخ‌های برداشت برای کاشت اول بیشتر از کاشت دوم بود. در تاریخ کاشت اول دوره رشد گیاه در اواخر فصل تکمیل گردیده و گیاه برگ‌های خود را در آخر فصل از دست داده است. بالا بودن وزن تر اندام هوایی در چند برداشت اول باعث افزایش ماده‌سازی و افزایش عملکرد ریشه شده است.

به‌طور کلی در هر دو تاریخ کاشت وزن خشک اندام هوایی پس از رسیدن به یک حداکثر به تدریج کاهش یافته است. این کاهش مربوط به کاهش شاخص سطح برگ پس از رسیدن به یک حداکثر می‌باشد. نتایج شکل ۳ نشان داد که بر اساس روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی در هر دو تاریخ کاشت نمی‌توان بیشترین مقدار عملکرد شکر سفید را تخمین زد، بنابراین این شاخص مناسبی برای رسیدگی زراعی و تکنولوژیکی چغندرقند در مزرعه نمی‌باشد.



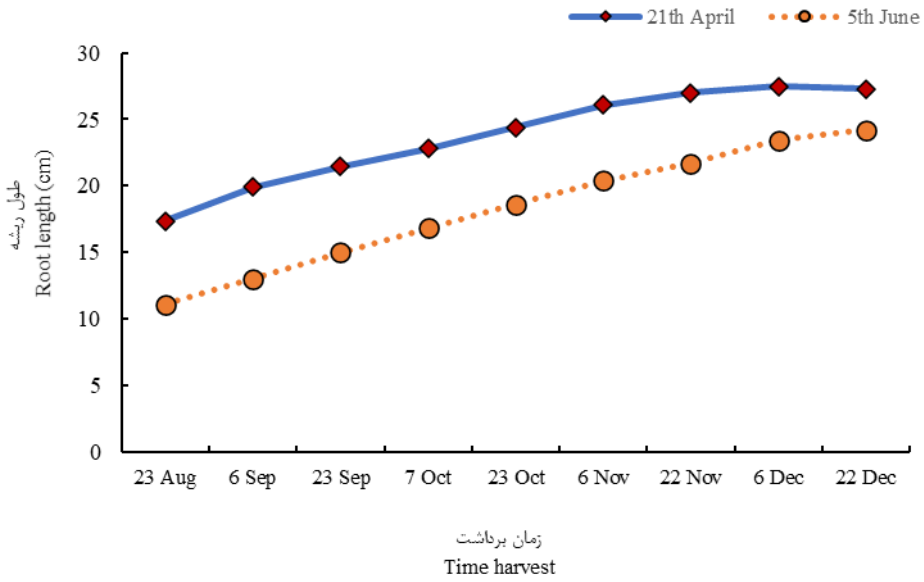
شکل ۳- روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی در دو تاریخ کاشت (اول اردیبهشت ماه و پانزدهم خرداد ماه)

Figure 3-Trend of changes in dry weight of aerial parts on two planting dates (21th April and 5th June)

روند تغییرات طول ریشه

روند تغییرات طول ریشه در هر دو تاریخ کاشت به صورت افزایشی بود ولی همواره طول ریشه در تاریخ کاشت اول بیش از تاریخ کاشت دوم بوده است (شکل ۴). هرچند در برداشت‌های آخر این تفاوت کمتر شده است.

بیشترین طول ریشه به اندازه ۲۷/۵ سانتی‌متر در تاریخ کاشت اول در برداشت هشتم و بیشترین طول ریشه به اندازه ۲۴/۲ سانتی‌متر در تاریخ کاشت دوم در برداشت نهم حاصل شده است (شکل ۴). روند افزایشی طول ریشه در تاریخ کاشت اول پس از برداشت هفتم (اول آذرماه) پس از ۲۲۰ روز پس از کاشت تا برداشت نهم تغییر چندانی نداشته است. در تاریخ کاشت دوم نیز طول ریشه بعد از ۱۵ آذر افزایش نیافته است. این روند مشابه روند عملکرد شکر سفید در هکتار است. می‌توان نتیجه گرفت زمانی که رشد طولی ریشه متوقف می‌شود برای برداشت چغندرقند مناسب بوده و می‌توان از این شاخص برای تخمین رسیدگی زراعی و تکنولوژیکی چغندرقند استفاده کرد.



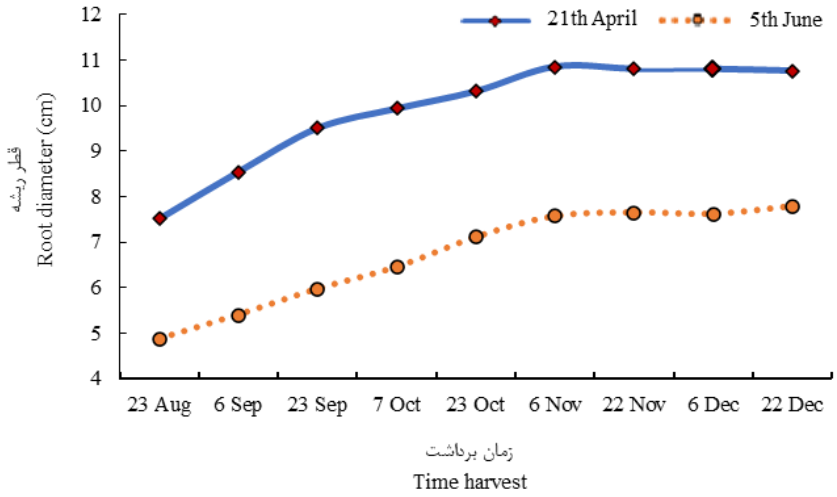
شکل ۴- روند تغییرات طول ریشه در دو تاریخ کاشت (اول اردیبهشت ماه و پانزدهم خرداد ماه)

Figure 4-Trend of changes in root length on two planting dates (21th April and 5th June)

روند تغییرات قطر ریشه

روند تغییرات قطر ریشه نیز همانند طول ریشه بوده است (شکل ۵). به‌طوری که روند تغییرات قطر ریشه در هر دو تاریخ کاشت افزایشی بوده ولی همواره قطر ریشه در تاریخ کاشت اول بیش از تاریخ کاشت دوم بوده است. هرچند در برداشت آخر این تفاوت کمتر شده است (شکل ۵).

بیشترین قطر ریشه به اندازه ۱۰/۸۹ سانتی‌متر در تاریخ کاشت اول در برداشت هشتم حاصل شده است، ولی در تاریخ کاشت دوم افزایش قطر ریشه تا برداشت آخر ادامه داشته است. هرچند که در دو برداشت آخر این افزایش بسیار جزئی است. روند تغییرات قطر و طول ریشه تقریباً منطبق بر روند تغییرات وزن تر ریشه می‌باشند. در مطالعه‌ای بر روی تاریخ برداشت‌های مختلف عنوان گردید که قطر و عرض ریشه چغندرقند دارای همبستگی بالایی با یکدیگر می‌باشند و با افزایش تاریخ برداشت مقدار عملکرد، قطر و عرض ریشه نیز بیشتر می‌شود (Hoffmann, 2017).



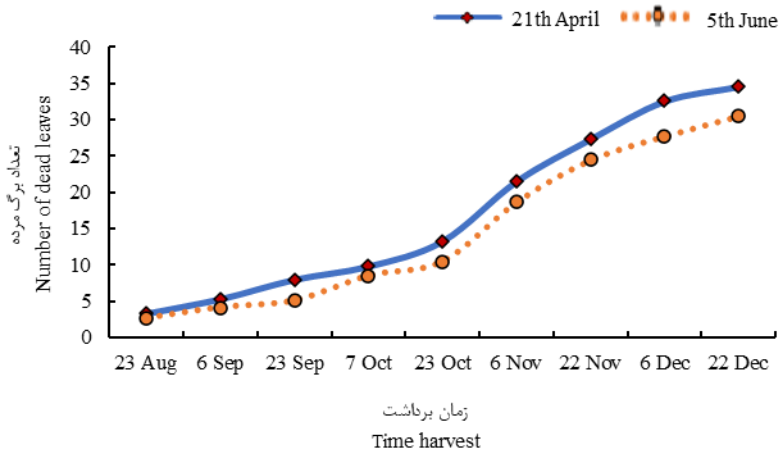
شکل ۵- روند تغییرات قطر ریشه در دو تاریخ کاشت (اول اردیبهشت ماه و پانزدهم خرداد ماه)

Figure 5-Trend of changes in root diameter on two planting dates (21th April and 5th June)

تعداد برگ‌های زنده و مرده (خشک شده) در هر بوته

روند تغییرات تعداد برگ‌های زنده و مرده در هر بوته برای دو تاریخ کاشت (پانزدهم خرداد ماه و اول اردیبهشت ماه) در طی نه عملیات برداشت در شکل ۶ نشان داده شده است. روند برگ‌های زنده نشان داد که تا برداشت ششم، تعداد برگ‌های زنده تاریخ کاشت اول بیشتر از تعداد برگ‌های زنده تاریخ کاشت دوم است ولی پس از آن تعداد برگ‌های زنده تاریخ کاشت دوم بیشتر می‌شود. به‌ترتیب، بیشترین تعداد برگ زنده در تاریخ کاشت اول و دوم مربوط به برداشت‌های ۱۵ مهرماه و اول آبان ماه است. در هر دو تاریخ کاشت در برداشت‌های آخر تعداد برگ‌های زنده در هر بوته کاهش یافته است (شکل ۶-الف). ولی این کاهش در تاریخ کاشت اول شدیدتر می‌باشد. زیرا در تاریخ کاشت اول به‌دلیل اینکه رسیدگی فیزیولوژیکی صورت پذیرفته است، تعداد برگ‌های زنده از تاریخ برداشت چهارم به بعد روند کاهشی داشته است. ولی در تاریخ کاشت دوم این روند کاهشی از تاریخ برداشت ششم به بعد صورت پذیرفته است ولی شیب آن در اواخر فصل کمتر از تاریخ کاشت اول می‌باشد (شکل ۶-الف).

روند تغییرات تعداد برگ‌های مرده (خشک شده) برای هر دو تاریخ کاشت به صورت پلکانی و افزایشی بود هرچند که در تمام تاریخ‌های برداشت تعداد برگ‌های مرده (خشک شده) در تاریخ کاشت اول بیش از تاریخ کاشت دوم بوده است (شکل ۶-ب). تعداد برگ‌های مرده (خشک شده) در سه برداشت آخر روند صعودی زیادی داشتند (شکل ۶). نمودار شکل ۶ نشان داد که این شاخص به دلیل تغییرات زیاد نمی‌تواند به عنوان شاخصی مناسب برای رسیدگی زراعی و تکنولوژیکی چغندرقند محسوب شود.



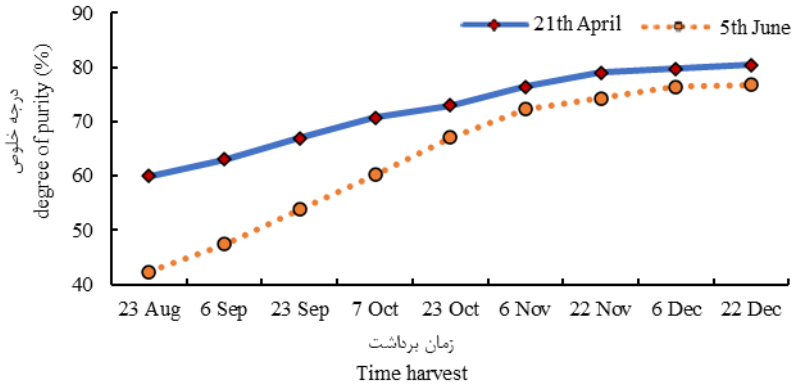
شکل ۶- روند تغییرات تعداد برگ‌های مرده (خشک شده) در دو تاریخ کاشت (اول اردیبهشت ماه و پانزدهم خرداد ماه)

Figure 6-Trend of changes in number of dead leaves on two planting dates (21th April and 5th June)

روند تغییرات درجه خلوص

درجه خلوص عبارت است از درصد قند ناخالص (مقدار عیار) تقسیم بر میزان بریکس و بر حسب درصد بیان می‌شود. روند تغییرات درجه خلوص نیز در برداشت‌های اول بین دو تاریخ کاشت تفاوت داشته ولی از برداشت چهارم به بعد به یکدیگر نزدیک شده است. تاریخ کاشت اول با حداکثر ۸۰ درصد درجه خلوص برتر از تاریخ کاشت دوم با حداکثر ۷۶ درصد درجه خلوص بوده است. همواره درجه خلوص در تاریخ کاشت اول بیشتر از تاریخ کاشت دوم بوده است. این نتیجه نشان می‌دهد که ساکاروز به بریکس در تاریخ کاشت اول بیش از تاریخ کاشت دوم بوده است، به‌عبارت دیگر زود کاشتن باعث افزایش درجه خلوص شده است. همچنین در هر دو تاریخ کاشت پس از حدود ۱۹۰ روز افزایش درجه خلوص متوقف شده است، به عبارت دیگر می‌توان چنین عنوان کرد هنگامی که درجه خلوص به حدود ۷۵ تا ۸۰ درصد برسد زمان مناسب برداشت از نظر رسیدگی تکنولوژی فرا رسیده است (شکل ۷).

همچنین در هر دو تاریخ کاشت با تاخیر در برداشت به‌دلیل کاهش ناخالصی‌های ریشه درجه خلوص تا تاریخ برداشت چهارم روند افزایشی را طی کرده است، و از تاریخ برداشت چهارم به بعد به‌دلیل اینکه ناخالصی‌های ریشه به مقدار ثابتی رسیده است این روند کاهشی متوقف گردیده است (شکل ۷). روند تغییرات درجه خلوص در دو تاریخ کاشت می‌تولند شاخص مناسبی برای مقدار عملکرد شکر سفید محسوب شود، به‌طوری که با رسیدن مقدار درجه خلوص به ۷۶/۳ درصد در تاریخ کاشت اول و دوم (به‌ترتیب ۱۵ آبان ماه و ۱۵ آذر ماه) اقدام به برداشت مزرعه چغندرقند نمود.

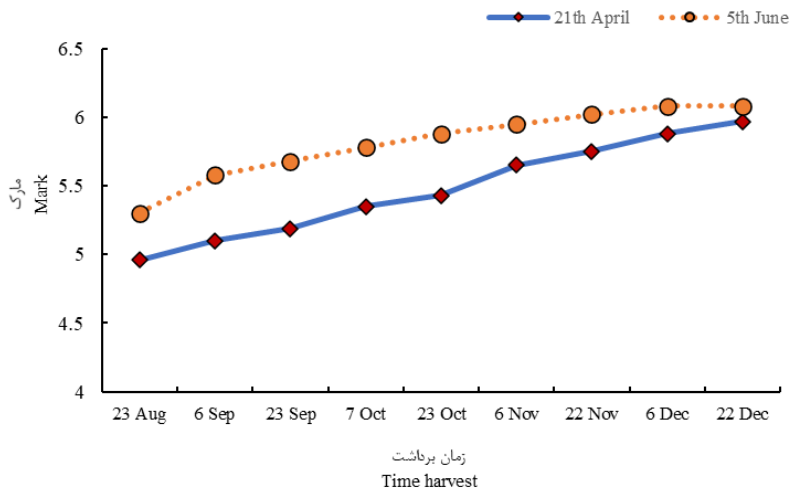


شکل ۷- روند تغییرات درجه خلوص در دو تاریخ کاشت (اول اردیبهشت ماه و پانزدهم خرداد ماه)

Figure 7-Trend of changes in degree of purity on two planting dates (21th April and 5th June)

مقدار مارک

روند تغییرات مقدار مارک در نه تاریخ برداشت در طی چهار ماه در شکل ۸ برای تاریخ کاشت‌های پانزدهم خرداد ماه و اول اردیبهشت ماه آورده شده است. نتایج شکل ۷ نشان‌دهنده مقدار صعودی مارک برای هر دو تاریخ کاشت می‌باشد. مقدار مارک برای تاریخ کاشت اول از ۴/۹۶ به ۵/۹۷ و برای کاشت دوم از ۵/۳۰ به ۶/۰۸ رسیده است (شکل ۸). مقدار مارک در همه تاریخ‌های برداشت در تاریخ کاشت دوم (پانزدهم خردادماه) بیشتر از تاریخ کاشت اول (اول اردیبهشت ماه) بوده است. این حالت را می‌توان به کوچکی ریشه‌ها در تاریخ کاشت دوم ارتباط داد. با توجه به روند تغییرات این صفت و مقایسه آن با شکل ۱ مشخص می‌شود این عامل مناسب تخمین زمان رسیدگی فیزیولوژیکی چغندرقند نمی‌باشد.

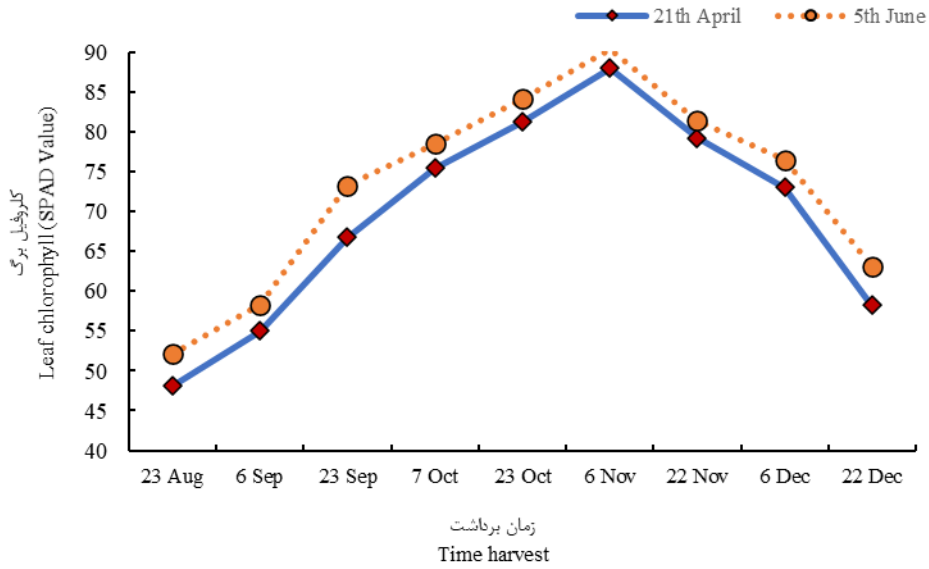


شکل ۸- روند تغییرات مقدار مارک در دو تاریخ کاشت (اول اردیبهشت ماه و پانزدهم خرداد ماه)

Figure 8-Trend of changes in amount of mark on two planting dates (21th April and 5th June)

روند تغییرات کلروفیل برگ

روند تغییرات کلروفیل برگ برای تاریخ کاشت‌های اول اردیبهشت ماه و پانزدهم خرداد ماه در طی چهارماه برای چغندرقند در شکل ۹ نشان داده شده است. نتایج شکل ۹ نشان داد که روند کلروفیل برگ برای هر دو تاریخ کاشت تقریبا مشابه می‌باشد و مقدار کلروفیل برگ پس از یک روند افزایشی، کاهش شدیدی پیدا نموده است. کاهش میزان کلروفیل در دو برداشت آخر را می‌توان به سرمای آخر فصل نسبت داد. زیرا از آنجا که همواره میزان کلروفیل در برگ خاصی (شماره ۵) اندازه‌گیری شده و همچنین گیاه مرتباً برگ جدید آورده است، کاهش کلروفیل برگ را نمی‌توان به پیری و مسن شدن برگ نسبت داد (شکل ۹). در دو برداشت آخر میزان کلروفیل برگ در تاریخ کاشت دوم بیش از تاریخ کاشت اول بوده است (شکل ۹). در برداشت‌های آخر به‌دلیل سرمای زیاد برگ‌ها شدیدا زرد شده و باعث افت شدید کلرفیل شده است. مطالعه‌ای بر روی دو تاریخ ۱۳۵ و ۱۵۵ روز پس از کشت چغندرقند گزارش شد که محتوای کلروفیل در برداشت ۱۳۵ روز به‌طور معنی‌داری بیشتر از برداشت ۱۵۵ روز پس از کشت بود (Paul *et al.*, 2019). نتایج این مطالعه منطبق با مطالعات دیگر می‌باشد (Paul *et al.*, 2018a; Paul *et al.*, 2018b). با توجه به اینکه گیاه مرتباً در طول فصل برگ جدید تولید می‌کند و همواره برگ شماره ۵ جوان می‌باشد، لذا پیشنهاد می‌شود به‌جای اندازه‌گیری این شاخص از تغییر رنگ حاصل شده در محل مزرعه با به‌کارگیری روش مناسب از جمله عکس‌برداری دقیق و استاندارد تحقیقات دیگر استفاده گردد.



شکل ۹- روند تغییرات کلروفیل برگ در دو تاریخ کاشت (اول اردیبهشت ماه و پانزدهم خرداد ماه)

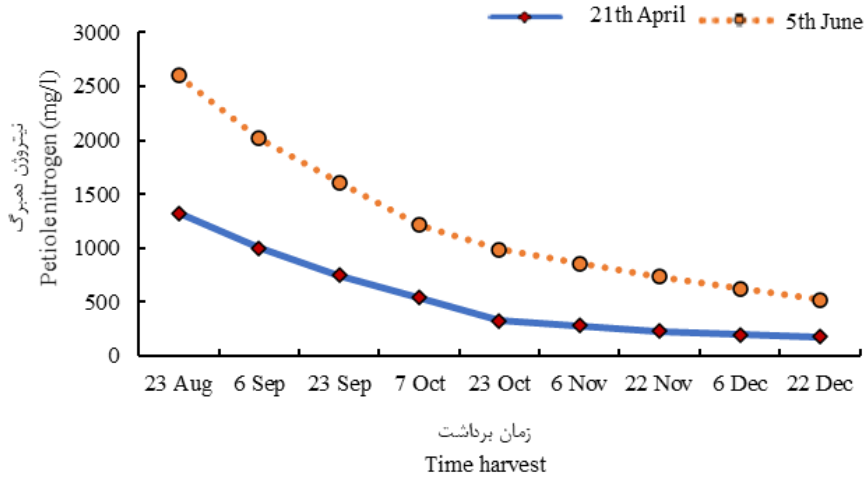
Figure 9-Trend of changes in leaf chlorophyll on two planting dates (21th April and 5th June)

روند تغییرات نیتروژن دمبرگ

روند تغییرات نیترات دمبرگ برای تاریخ کاشت پانزدهم خرداد ماه و اول اردیبهشت ماه در شکل ۱۰ نشان داده شده است. در هر نه تاریخ برداشت مقدار نیتروژن دمبرگ در تاریخ کاشت دوم (پانزدهم خردادماه) بیش از تاریخ کاشت اول (اول اردیبهشت ماه) بود. مقدار نیتروژن دمبرگ مورد مطالعه در هر دو تاریخ کاشت دارای روند نزولی بود ولی شیب روند نزولی مقدار نیتروژن دمبرگ در تاریخ کاشت دوم بیشتر از تاریخ کاشت اول بود.

در تاریخ کاشت اول تا برداشت ۱ آبان ماه مقدار نیتروژن دمبرگ دارای روند کاهشی نسبتا بالایی بود ولی پس از آن مقدار شیب به شدت کاهش یافته و مقدار نیتروژن دمبرگ دارای روند نزولی کمی گردید ولی کاهش شیب روند نیتروژن دمبرگ برای کاشت دوم از تاریخ ۱۵ آبان ماه مشاهده شد

(شـــکل ۱۰). در مطالعه‌ای گزارش شـــد که مقدار نیتروژن چغندرقند در تاریخ های برداشـــت متفاوت کاهش می‌یابد (Islamgulov *et al.*, 2018). این نتیجه نشـــان می‌دهد در صـورت کاشـت به‌موقع رسـیدگی فیزیولوژیکی سـریع‌تر اتفاق می‌افتد. با توجه به مشـکل بودن اندازه‌گیری نیتروژن دمبرگ و تغییرات شـدید آن و روند فقط کاهشـی آن، اسـتفاده از این شـاخص جهت تعیین زمان مناسب برداشت مناسب نمی‌باشد. بنابراین پیشـنهاد می‌شـود از شـاخص‌های دیگر برای تعیین رسیدگی فیزیولوژیکی چغندرقند استفاده گردد.



شکل ۱۰- روند تغییرات نیتروژن دمبرگ در دو تاریخ کاشت (اول اردیبهشت ماه و پانزدهم خرداد ماه)

Figure 10-Trend of changes in petiole nitrate on two planting dates (21th April and 5th June)

نتیجه‌گیری

بر اســـاس نتایج این تحقیق کاشـــت زودتر چغندرقند، در تاریخ کاشت اول (یکم اردیبهشت ماه) باعث می‌شود که مقدار صفات عملکردی بیشتر از کشت دوم گردد. تاریخ برداشت ۱۵ آبان ماه نیز بهترین زمان برداشت برای چغندرقند در این منطقه می‌باشد. هر چند که مقدار وزن خشک ریشه در برداشت‌های آخر تقریبا ثابت می‌شود. نتایج بررسی روند تغییرات صفات در طول زمان نشان داد که در تاریخ کاشت اول صفات وزن خشک اندام هوایی، طول و قطر ریشـــه، تعداد برگ‌های مرده (خشـــک شده) و درجه خلوص نسبت به تاریخ کاشت دوم بیشتر است. اما مقدار نیتروژن دمبرگ با تاخیر در برداشت برای هر دو تاریخ کاشـــت دارای روند کاهشـــی اســـت. همچنین می‌توان از شاخص‌های وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، طول ریشه، قطر ریشـه و درجه خلوص شـربت خام به عنوان شـاخص‌های برای تعیین رسیدگی زراعی و تکنولوژیکی چغندرقند در هر دو تاریخ کاشت اسـتفاده نمود. به‌طوری‌که اسـتفاده از شـاخص‌های وزن خشک ریشـه، طول ریشـه و درجه خلوص می‌تواند نشان‌دهنده رسیدگی زراعی و تکنولوژی چغندرقند در مزرعه باشد. برخی از شـــاخص‌ها ماننـد تغییرات نیتروژن دمبرگ و مقدار مارک نمی‌تواند شاخص‌های مناسبی برای تعیین زمان برداشت باشد. به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشـان داد که با بررسـی برخی از شاخص‌ها و بررسی روند تغییرات صفات زراعی و آزمایشگاهی در چغندرقند می‌توان زمان رسـیدگی تکنولوژیکی چغندرقند را تخمین زد. اسـتفاده از این شـاخص‌ها در مزرعه به کشـاورزان و کارخانه‌های قند کشـور کمک می‌کند تا بر این اسـاس تخمین خوبی از زمان رسـیدگی تکنولوژیکی چغندرقند و زمان برداشت مناسب آن داشته باشند. این اطلاعات کمک می‌کند بهره‌برداران و مدیریت کارخانه قند بتوانند برنامه‌ریزی دقیق و مناسبی برای برنامه برداشت و حمل چغندرقند داشته باشند.

ملاحظات

تحقیق حاضـر صـرفا تلاشـی جهت تخمین زمان رسـیدگی تکنولوژیکی چغندرقند در مزرعه می‌باشـد. با توجه به متغیرهای گوناگون مانند شـرایط اقلیمی متفاوت (در سـال‌های مختلف) و

همچنین عکس‌العمل ارقام مختلف در زودرسی و اندازه ریشه، لازم است تحقیقات بسیار بیشتری در این خصوص صورت گیرد. این مطالعه بهتر است با سایر فاکتورها و تکرار در مکان‌های دیگر اعتبار سنجی گردد.

سپاسگزاری

تجزیه‌های شیمیایی و اجرای تحقیق حاضر بدون همکاری، راهنمایی و مساعدت موسسه اصلاح و تهیه بذر چغندرقند کرج امکان پذیر نبود لذا بر خود لازم می‌دانم از همکاران آن موسسه خصوصا جناب آقای دکتر عبدالهیان تشکر و قدردانی نمایم.

References

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, 2021*(1), 6639612. https://doi.org/10.1155/2021/6639612

Anonymous., 2020. Information bank of database and statistic of agricultural Jihad organization. Ministry of Agriculture. [In Persian].

Basso, B. and Liu, L., 2019. Seasonal crop yield forecast: Methods, applications, and accuracies. *Advances in Agronomy, 154*, pp.201-255. https://doi.org/10.1016/bs.agron.2018.11.002

Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S., 1982. Total Nitrogen. In A. L. Page (Ed.), *Methods of soil analysis. Part II. 2nd Ed.* Monograph No. 9. American Society of Agronomy, pp.595-624. https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c31

Carter, J.N. and Traveller, D.J., 1999. Effect of time and amount of nitrogen uptake on sugarbeet growth and yield. *Agronomy Journal, 73*, pp.665-671. https://doi.org/10.2134/agronj1981.00021962007300040023x

Curcic, Z., Ciric, M., Nagl, N. and Taski-Ajdukovic, K., 2018. Effect of sugar beet genotype, planting and harvesting dates and their interaction on sugar yield. *Frontiers in Plant Science, 9*, 1041. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01041

Despo, P. and Sficas, A.G., 1978. Bolting, fresh root yield and soluble solids of sugarbeet as affected by sowing date and gibberlin treatment. *Journal of American Society of Sugarbeet Technologists, 20*, pp.115-126. https://doi.org/10.5274/jsbr.20.2.115

Draycott, A.P., Webb, D.J. and Wricht, E.M., 1973. The effect of time of sowing and harvesting on growth, yield and N-fertilizer requirement of sugarbeet, 1. Yield and nitrogen uptake at harvest. *Journal of Agricultural Science, Cambridge, 81*, pp.207-275. https://doi.org/10.1017/s0021859600058925

Falvay, A. and Vukov, K., 1977. *Physics and chemistry of sugarbeet in sugar manufacture*. Elsevier Scientific Publishing Company, Hungary, 594 p.

Gobarah, M., Hussein, M., Tawfik, M.M., Aahmed, A. and Mohamed, Manal., 2019. Effect of different sowing dates on quantity and quality of some promising sugar beet (*Beta vulgaris* L.) varieties under north delta, condition. *Egyptian Journal of Agronomy, 41*, pp.343-354. 10.21608/agro.2019.20126.1197.

Hadir, S., Gaiser, T., Huging, H., Athmann, M., Pfarr, D., Kemper, R., Ewert, F. and Seidel, S., 2020. Sugar beet shoot and root phenotypic plasticity to nitrogen, phosphorus, potassium and lime omission. *Agriculture, 11*(1), pp.21-35. https://doi.org/10.3390/agriculture11010021

Harris, L., Allmaras, R.R., Rhoades, H.F. and Pumphrey, F.V., 1956. Influence of pre-emergence irrigation, planting date, and planting method on the production of sugarbeets in western Nebraska. *Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists, 9*(3), pp.227-232. https://doi.org/10.5274/jsbr.9.3.226

Hoffmann, C.M., 2017. Changes in root morphology with yield level of sugar beet. *Sugar Industry, 142*(7), pp.420-425. https://doi.org/10.36961/si18549

Hull, R. and Webb, D.J., 1970. The effect of sowing date and harvesting date on the yield of sugarbeet. *Journal of Agricultural Science, Cambridge, 75*, pp.223-229. https://doi.org/10.1017/s0021859600016889

Islamgulov, D.R., Ismagilov, R.R., Bakirova, A.U., Alimgafarov, R.R., Mukhametshin, A.M., Enikiev, R.I., Akhiyarov, B.G., Ismagilov, K.R., Kamilanov, A.A. and Yagafarov, R.G., 2018. Productivity and technological qualities of sugar beet at different times of harvesting depending on contamination and freezing of root crops. *Journal of Engineering and Applied Sciences, 13*(8), pp.6533-6540. https://doi.org/10.1155/2021/6639612

Javaheri, M.A., 2022. Effect of sowing and harvesting dates on root yield and some quality characteristics of sugar beet. *Journal of Crop Science Research in Arid Regions, 4*(2), pp.321-331. [In Persian]. https://doi.org/10.22034/csrar.2022.336164.1219

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].

Khan, I., Iqbal, M. and Hashim, M.M., 2018. Physicochemical characteristics and yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cv. "California-KWS" influenced with irrigation intervals. *Sarhad Journal of Agriculture, 35*, pp.57-69. https://doi.org/10.17582/journal.sja/2019/35.1.57.69

Khan, N., Qasim, M., Ahmed, F., Khan, R., Khanzada, A. and Khan, B., 2002. Effect of sowing date on yield of maize under agroclimatic condition of Kaghan valley. *Asian Journal of Plant Science, 1*(2), pp.140-147. https://doi.org/10.3923/ajps.2002.146.147

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), pp.8305-8314. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b03095

Kolivand, M., 1988. *Sugar beet cultivation*. Sugar Beet Seed Breeding and Preparation Research Institute. [In Persian].

Lee, G.S. and Schmehl, W.R., 1988. Effect of planting date and nitrogen fertility on appearance and senescence of sugar beet leaves. *Journal of Sugar Beet Research, 25*, pp.28-41. https://doi.org/10.5274/jsbr.25.1.28

Lee, G.S., Dunn, G. and Schmehl, W.R., 1987. Effect of date of planting and N fertilization on growth components of sugarbeet. *Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists, 24*, pp.81-99. https://doi.org/10.5274/jsbr.24.1.80

Mohammadian, R., Ghasemi, H., Bazrafshan, M., Moharamzadeh, M. and Mehdikhani, P., 2014. Identification of morpho-physiological traits affecting white sugar yield in sugar beet. *Journal of Plant Physiology, 4*, pp.23-34

Nikpanah, H., Taleghani, D.F., Noormohammadi, G. and Khodadadi, S., 2010. Study of effects of planting and harvesting dates on quantity and quality of monogerm sugarbeet seed in Firoozkooh, Iran. *Plant Ecophysiology*, *2*, pp.37-45. [In Persian].

Noshad, H., Ronaghi, A.M. and Karimian, N.A., 2001. Improvement of nitrogen fertilizer utility in corn planting with measuring soil NO_3 and leaf chlorophyll. *Agriculture Science and Technology*, *5*(3), pp.65-77. [In Persian].

Paul, S.K., Joni, R.A., Sarkar, M.A.R., Hossain, M.S. and Paul, S.C., 2019. Performance of tropical sugar beet (*Beta vulgaris* L.) as influenced by date of harvesting. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, *4*(1), pp.19-26. https://doi.org/10.26832/24566632.2019.040103

Paul, S.K., Paul, S.C., Sarkar, M.A.R. and Hossain, M.S., 2018b. Influence of integrated nutrient management on the growth, yield and sugar content of tropical sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Pakistan Sugar Journal*, *33*(2), pp.11-22

Paul, S.K., Paul, U., Sarkar, M.A.R. and Hossain, M.S., 2018a. Yield and quality of tropical sugarbeet as influenced by variety, spacing and fertilizer application. *Sugar Tech*, *20*(2), pp.175-181. https://doi.org/10.1007/s12355-017-0545-3

Puglisi, I., Barone, V., Fragalà, F., Stevanato, P., Baglieri, A. and Vitale, A., 2020. Effect of microalgal extracts from Chlorella vulgaris and Scenedesmus quadricauda on germination of *Beta vulgaris* seeds. *Plants*, *9*, 675. https://doi.org/10.3390/plants9060675

Rasovsky, M., Pacuta, V., Ducsay, L. and Lenicka, D., 2022. Quantity and quality changes in sugar beet (*Beta vulgaris* Provar. Altissima Doel) induced by different sources of biostimulants. *Plants*, *11*(17), pp.2222-2239. https://doi.org/10.3390/plants11172222

Rezaei, J. and Fasahat, P., 2022. Autumn-Sown Sugar Beet Cultivation in Semiarid Regions. In *Sugar Beet Cultivation, Management and Processing* (pp.275-290). Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0_14

Rezaei, K., Zare, M.J., Hossein Panahi, F., Bakhshandeh, A. and Hosseinpour, M., 2019. 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. *Journal of Plant Process and Function*, *9*(38), 178-200. [In Persian].

Tomaszewska, J., Bieliński, D., Binczarski, M., Berlowska, 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), pp.3161-3177. https://doi.org/10.1039/c7ra12782k

Wegener, U., 2004. Personal communications. http://www.nordzucker.de

Wilson, R.G., Smith, J.A. and Miller, S.D., 2001. *Sugar beet production guide*. University of Nebraska, 210 p.

Winner, C., 1982. *Zuckerrubenbau*. Frankfurt: DLG-Verlag