SBSI

# Journal of Sugar Beet

Journal Home Page: https://jsb.areeo.ac.ir

ISCPBS
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

# Studying the effect of different planting and harvesting dates on the quantitative and qualitative yield of sugar beet under transplanting conditions

Heydar Azizi[1],Vali-allah Yousefabadi[2], Elnaz Farajzadeh Memari Tabrizi[3], Afsaneh Yousefpour Dokhaniye[4], Siavash Farajian[3]

(Received: 16 August. 2025 ; Accepted: 24 Jan. 2026)

How to cite this article:
Azizi H, Yousefabadi VA, Farajzadeh Memari Tabrizi E, Yousefpour Dokhaniye A, Farajian S. Studying the effect of different planting and harvesting dates on the quantitative and qualitative yield of sugar beet under transplanting conditions. Journal of Sugar Beet. 2026: (41)2. 251-268. (In Persian with English abstract). **DOI: 10.22092/jsb.2026.370386.1393.**

## Extended Abstract

### Introduction

Sugar beet (*Beta vulgaris*) is one of the main sources of sugar production after sugarcane (*Saccharum officinarum*). The planting date is one of the most important factors affecting the yield and quality of sugarbeet. Achieving appropriate economic yield in sugar beet depends on proper vegetative growth during the early growth season and the correct allocation and distribution of photosynthetic assimilates. Shortening the plant growth period can be achieved under controlled conditions by planting seedlings in a nursery and transplanting them to the main field at the appropriate time, thereby reducing the risks associated with late winter cold and water shortage. Under transplanting conditions, sugar beet root yield has been reported to increase compared with direct seeding at the same sowing date. Another important factor influencing the economic yield of sugar beet is the determination of an appropriate harvesting time. Since sugar beet, unlike cereals, does not have a specific physiological maturity stage, identifying the optimum harvest time plays a vital role in final productivity. The harvesting time of sugar beet in each region depends on climatic conditions and the ability to achieve maximum white sugar yield. Given the importance of sugar beet planting in West Azerbaijan province and the role of planting and harvesting dates in determining final yield, the aim of this study was to investigate the effects of planting and harvesting dates on the quantitative and qualitative characteristics of sugar beet under transplanting and direct seed conditions.

### Materials and Methods

This study was carried out in Miandoab County during the 2023 growing season as a split-plot experiment based on a randomized complete block design with four replications. Three planting dates (Febuary 28, March 20, and March 29) and three harvesting times (Julay 6, August 6, and October 7) were allocated to main plots and sub plots, respectively. The cultivar used in this experiment was Novodoro. For transplanting, seedlings were produced in a nursery prior to the main field planting date. When the average seedling root diameter reached 3.5– 4 cm, the seedlings were irrigated and defoliated. Transplanting to the main field was carried out within less than one day. Planting was carried out manually at 20 day intervals, with a plant spacing of 20 cm. The first irrigation was applied immediately after transplanting. After harvesting, root weight and pulp samples were taken at each harvest date. Quantitative and qualitative traits including root yield (RY), sugar content (SC), white sugar content (WSC), sugar yield (SY), white sugar yield (WSY), sodium (Na), potassium (K) and α-amino nitrogen as root impurities, alcality (Alc), extraction coefficient of sugar (ECS) and molasses sugar (MS) were measured. Data analysis was

1. Sugar Beet Research Department, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education center, Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Urmia, Iran.
2. Sugar Beet Seed Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
3. Department of Agronomy, Ta. C., Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
*Corresponding author: farajzadeh@iau.ac.ir
4. Department of Horticultural Science, Ta. C., Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

CC BY

performed using SAS software (Ver. 9.1) and mean comparisons were conducted using Duncan's multiple range test.

## Results and Discussion

Analysis of variance (ANOVA) showed that the effect of planting date as the main factor was significant for all traits at the 0.01 probability level. The effect of harvest date was significant for molasses sugar content at the 0.05 level and significant for all other triats at the 0.01 level. The interaction between planting date and harvest date was also significant for all traits at the 0.01 probability level, indicating the combined importance of these two factors in determining quantitative and qualitative yield. Mean comparison of the interaction effects showed that planting on March 20 and harvesting on October 7 resulted in the highest root yield (85.57 t $ha^{-1}$). In all planting dates, root yield increases with delayed harvesting. Moreover, across all harvesting dates, the highest root yield was obtained from March 20 planting date. The increase in root yield under early planting and transplanting conditions is likely due to improved vegetative growth, greater leaf area development, enhanced energy absorption, and increased production and translocation of photosynthetic assimilates to the roots. The highest sugar content (16.25%) was observed in plots planted on March 20, and harvested on August 6, whereas the lowest sugar content (7.30%) was recorded in directly seeded plants planted on March 29 and harvested on October 7. Delaying harvest from July 6 to October 7 significantly increased sugar yield at all planting dates. In addition, the highest sugar yield across all harvest dates was obtained from the March 20 planting date.

## Conclusion

Since white sugar yield is the most important economic trait in sugar beet, conclusions were drawn primarily based on this parameter. The maximum white sugar yield was achieved in treatments planted on March 20 under transplanting conditions and harvested on August 6 and October 7. These treatments showed a significant advantage over other planting dates, particularly direct seeding. It can be concluded that these treatments optimally utilized environmental factors such as light and temperature, leading to improved white sugar yield. Finally, the use of an early planting and harvesting system not only resulted in maximum economic yield but also reduced input consumption and provided sufficient time for field preparation for the subsequent crop.

**Keywords:** Correlation, Cultivation system, Growth period length, Sugar content

## References

Akyüz A, Ersus S. Optimization of enzyme assisted extraction of protein from the sugar beet (*Beta vulgaris* L.) leaves for alternative plant protein concentrate production. Food Chemistry. 2021; 335: 127673. **Doi: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127673**

Alami L, Terouzi W, Otmani M, Abdelkhalek O, Salmaoui S, Mbarki M. Effect of sugar beet harvest date on its technological quality parameters by exploratory analysis. Journal of Food Quality. 2021; 8-23. **Doi: https://doi.org/10.1155/2021/6639612**

Sadeghzadeh Hemayati S, Hamdi F, Saremirad A, Hamze H. Genotype by environment interaction and stability analysis for harvest date in sugar beet cultivars. Scientific Reports. 2024; 14:16015. (In Persian with English abstract) .**Doi: https://doi.org/10.1038/s41598-024-67272-7.**

نشریه چغندرقند

Journal Home Page: https://jsb.areeo.ac.ir

# بررسی تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت و برداشت بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند تحت شرایط کشت نشایی†

حیدر عزیزی[۱]، ولی‌اله یوسف‌آبادی[۲]، الناز فرجزاده معماری تبریزی[۳]*، افسانه یوسف‌پور دخانیه[۴]، سیاوش فرجیان [۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۴

نوع مقاله: پژوهشی

**DOI: 10.22092/jsb.2026.370386.1393**

**ح. عزیزی، و. یوسف آبادی، ا. فرجزاده معماری تبریزی، ا. یوسف‌پور دخانیه و س. فرجیان**، ۱۴۰۴. بررسی تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت و برداشت بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند تحت شرایط کشت نشایی. **چغندرقند ۴۱(۲): ۲۵۱- ۲۶۸**

## چکیده

**با هدف بررسی اثر زمان کاشت و برداشت بر خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند در کشت نشائی و مستقیم بذری، آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب- آذربایجان غربی اجرا شد. سه تاریخ کاشت به‌صورت نشائی در نُه و ۲۹ اسفند و نُه فروردین و کاشت به‌صورت مستقیم بذری در نُه فروردین به کرت‌های اصلی و سه زمان برداشت در زمان‌های ۱۵ تیر، ۱۵ مرداد و ۱۵ مهر به کرت‌های فرعی اختصاص داده شدند. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد اگرچه حداکثر عیار قند (۱۶/۲۵ درصد) عملکرد شکر (۱۲/۵۰ تن در هکتار)، درصد استحصال شکر (۸۲/۶۳ درصد) شکر سفید (۱۳/۴۳ درصد) و عملکرد شکر سفید و حداقل محتوی سدیم ریشه (۲/۳۰)، محتوی آلکالیته (۷/۶۹ درصد) و درصد قند ملاس (۲/۲۲ درصد) برای تیمار کشت نشائی در ۲۹ اسفند و برداشت در زمان ۱۵ مرداد ثبت شد، اما اختلاف میان تیمار مذکور با تیمار کاشت در زمان یکسان و برداشت در ۱۵ مهر از نظر عملکرد شکر، محتوی سدیم، آلکالیته، درصد استحصال شکر و عملکرد شکر سفید معنی‌دار نبود. در این بررسی همبستگی عملکرد شکر سفید با عملکرد ریشه، عیار قند، عملکرد شکر، ضریب استحصال شکر و درصد قند سفید مثبت و معنی‌دار بود، همبستگی عملکرد شکر سفید با محتوی سدیم، پتاسیم، آلکالیته و درصد قند ملاس منفی و معنی‌دار بود. در نهایت کشت نشائی در ۲۹ اسفند و برداشت در زمان‌های ۱۵ مرداد و ۱۵ مهر به‌عنوان مناسبت‌ترین زمان و سیستم کاشت جهت دستیابی به بهترین خصوصیات کمی و کیفی قابل توصیه است.**

**واژه‌های کلیدی:** سیستم کشت، عیار قند، همبستگی، طول دوره رشد.

---

†– این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دانشجویی است.

۱. استادیار بخش تحقیقات چغندرقند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

۲ . دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۳. دانشیار گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، تبریز، ایران.

*– نویسنده مسئول: farajzadeh@iau.ac.ir

٤. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، تبریز، ایران.

۵. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ملکان، ملکان، ایران.

## مقدمه

چغندرقند با نام علمی *Beta vulgaris*، گیاهی دوساله از خانواده آمارنتاسه است که یکی از منابع اصلی تولید شکر پس از نیشکر (*Saccharum officinarum*) به شمار می‌آید (Karimi 2020). به‌دلیل استخراج شکر از ریشه چغندرقند، این گیاه نقش مهمی در تغذیه انسان ایفا می‌کند (Akyüz and Ersus 2021). اگرچه شکر محصول ابتدایی چغندرقند است، از این گیاه در فرآیند تولید شکر محصولات جانبی متنوعی مانند ملاس، تفاله و الکل اتیلیک نیز تولید می‌شود (Tomaszewska *et al*. 2018). برگ چغندرقند حاوی مقدار بالایی از پروتئین بوده و شامل اسیدهای آمینه ضروری مانند لوسین، والین، فنیل‌آلانین، لیزین، ترئونین، ایزولوسین و متیونین است که این امر اهمیت غذایی آن را برجسته می‌سازد (Kiskini *et al*. 2016).

تاریخ کاشت را می‌توان یکی از مهمترین عوامل تعیین‌کننده عملکرد و کیفیت چغندرقند دانست. دامنه‌ی تاریخ کشت چغندرقند در استان آذربایجان غربی از ۱۵ اسفند تا ۲۰ اردیبهشت ماه است. رخداد بارندگی‌های پیاپی در اوایل بهار و آماده نشدن زمین برای کشت و نیز رقابت کشت گندم (*Triticum aestivum*) و جو (*Hordeum vulgare*) در اوایل بهار از نظر میزان آب مورد نیاز با آبیاری اول و دوم چغندرقند برای سبز شدن، از دلایل انجام کشت‌های دیرهنگام است لذا اگرچه ممکن است که کشت نیز در فروردین یا اردیبهشت انجام شود اما آبیاری اولیه برای سبز شدن به خرداد ماه موکول شده و کشت دیرهنگام می‌شود. ازآن‌جا که عملکرد اقتصادی مناسب در چغندرقند تابع رشد رویشی مناسب در اویل فصل رشد و تخصیص و توزیع مناسب مواد نورساختی (فتوسنتزی) به ریشه است، لذا کشت به موقع این گیاه اهمیت بسیار زیادی دارد (Sadegh Zadeh Hemayati *et al*. 2012). تشکیل زودهنگام تاج پوشش باعث افزایش جذب نور در ماه‌های خرداد و تیر، زمانی که تابش نور خورشید در بالاترین میزان خود قرار دارد، می‌شود و این امر به نوبه خود، تولید زیست‌توده را بالا می‌برد. به همین دلیل بسته شدن سریع‌تر تاج پوشش همراه با جذب بیشتر نور می‌تواند شرایط مطلوبی را برای افزایش عملکرد شکر فراهم کند (Hoffmann 2005).

جبران کوتاه‌شدن فصل رشد گیاه را می‌توان در شرایط کنترل‌شده با استفاده از کشت در خزانه و انتقال به زمین اصلی در زمانی مناسب، که خطر سرمای دیررس زمستانه و مشکلات کمبود آب برطرف شده باشد، تحقق بخشید. کشت گلدانی چغندرقند برای نخستین‌بار توسط ژاپنی‌ها مورد استفاده قرار گرفت و پس از آن، کشورهایی مانند فنلاند، ایرلند و ترکیه نیز این روش کشت را مورد بررسی قرار دادند (Draycott 2006).

افزایش محصول ریشه چغندرقند در روش کشت نشایی در مقایسه با کشت مستقیم در همان تاریخ کاشت، گزارش شده است. علت این تفاوت، به کاشت زودتر و برداشت دیرتر در روش کشت نشایی و در نتیجه افزایش طول دوره رشد نسبت داده شده است (Heath and Cleal 1992). با توجه به رشد طولانی و بی‌پایان رویشی چغندرقند، کشت زودهنگام علاوه بر افزایش عملکرد و بهره‌گیری از بارندگی‌های بهاری، به کاهش خسارت ناشی از برخی آفات و بیماری‌ها نیز کمک می‌کند (Campbell and Enz 1991). یکی از مهم‌ترین چالش‌های کشت زودهنگام چغندرقند، خطر مواجهه گیاه با سرمای ناگهانی و یخبندان بهاری در مرحله رشد اولیه گیاهچه است. تحقیقات در شرایط کرج نشان داده که حتی یک روز جلو انداختن زمان کشت چغندرقند می‌تواند عملکرد را تا حدود ۸۰۰ کیلوگرم در هر هکتار افزایش دهد (Abdolahian Nogabi 1993). در پژوهشی دیگر نشان داده شده است که تأخیر ۲۰ روزه در کاشت چغندرقند، باعث کاهش عملکرد ریشه به میزان هفت تن در هر هکتار شده است (Stibbe and Marlander 2002). کشت به‌موقع و زودهنگام چغندرقند نه‌تنها باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود بلکه کیفیت ریشه و میزان استخراج قند را نیز به شکل قابل‌توجهی بهبود می‌بخشد (Cooke and Scott 1993).

گزارش‌ها نشان می‌دهد که روش کشت تأثیر قابل توجهی بر عیار قند و عملکرد ریشه چغندرقند داشته است. به‌طوری که بیشترین عملکرد و عیار قند به ترتیب در روش نشاء ریشه پس از برداشت جو و نشاء گلدان پس از برداشت گندم مشاهده شده

است. در مقابل، کمترین عملکرد و عیار قند مربوط به تیمارهای کشت مستقیم بذر هم‌زمان با انتقال نشاء و پس از برداشت جو (شاهد) و نشاء ریشه بعد از برداشت گندم بوده است (Kheir Khah *et al*. 2014). اثبات شده که تاریخ کاشت، زمان برداشت و همچنین تعامل بین تاریخ کاشت با ژنوتیپ و زمان برداشت با ژنوتیپ تأثیر قابل‌توجهی بر درصد قند خالص دارند (Curcic *et al*. 2018). بر پایه‌ی نتایج پژوهشی که در چهار منطقه دارای خاک شور انجام شد، مشخص گردید نشاهای ۴۵ روزه در مقایسه با نشاهای ۳۰ و ۶۰ روزه، از نظر درصد استقرار بوته و همچنین عملکرد محصول، برتری دارند. در این تحقیق، استفاده از نشاهای ۴۵ روزه در مقایسه با کشت مستقیم بذر، موجب افزایش تراکم بوته به میزان ۲۱۲ درصد، عملکرد ریشه ۳۰۰ درصد و عملکرد قند ۲۸۸ درصد شده است (Yosef-Abadi 2014). محققین در بررسی تأثیر دو تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت و ۱۵ خرداد بر ویژگی‌های کمی و کیفی چغندرقند با روش‌های کاشت مستقیم و نشایی در شیروان اعلام کردند که در روش نشایی و تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت بیشترین عملکرد ریشه و میزان شکر تولید شد. (Bagheri *et al*. 2020). در مطالعه کیوانلو و آرمین (Keyvanlo and Armin 2015) بالاترین عملکرد ریشه در تاریخ کشت اول خرداد با کشت نشاء ۶۰ روزه گزارش شد. تأخیر در تاریخ کشت در کشت مستقیم چغندرقند سبب کاهش قابل ملاحظه عملکرد ریشه و قند شد.

یکی از عوامل تأثیرگذار و مهم در بهبود عملکرد اقتصادی چغندرقند، تعیین زمان مناسب برای برداشت آن است. برخلاف بسیاری از گیاهان زراعی دیگر، دوره برداشت چغندرقند مدت بیشتری به طول می‌انجامد. از آن‌جایی که این گیاه، برخلاف غلات، فاقد مرحله فیزیولوژیکی خاصی برای برداشت است، تشخیص و انتخاب زمان مطلوب برای برداشت، نقشی اساسی و حیاتی در بهره‌وری نهایی محصول دارد (Mobaser and Piri 2008). زمان برداشت چغندرقند در هر منطقه به شرایط آب و هوایی آن ناحیه و توانایی دستیابی به عملکرد مطلوب شکر سفید وابسته است (Koocheki 2008). ظرفیت کارخانه‌های قند موجود در هر منطقه نیز نقش مؤثری در برنامه‌ریزی برای برداشت چغندرقند ایفا می‌کند.

زمان برداشت نقش اساسی در تعیین عملکرد و کیفیت محصول چغندرقند ایفا می‌کند (Taleghani *et al*. 2023). گزارش شده که تأخیر به مدت ۲۷ روز باعث افزایش میانگین عملکرد ریشه به میزان ۱۱/۳۵ تن در هر هکتار شده است (Jozefyová *et al*. 2004). علاوه بر این، تاخیر در برداشت منجر به افزایش ۱/۶۹ تن در هکتار در عملکرد شکر سفید شد. انان و همکاران (Enan *et al*. 2011) بیان کردند که بهترین زمان برداشت گیاهان چغندر برای دستیابی به حداکثر محتوای ساکارز، عملکرد ریشه و عملکرد قند، 210 روز پس از کاشت است. نقیب و همکاران (Nagib *et al*. 2018) تأکید کردند که زمان برداشت چغندر قند تأثیر قابل توجهی بر بسیاری از صفات در هر دو فصل دارد. در پژوهش آن‌ها، برداشت در ۲۱۰ روز پس از کاشت به‌جز در مورد قند از دست رفته به ملاس و آلفا آمینونیتروژن، در بیشتر صفات نتایج بهتری را نشان داد. در پژوهش دیگری، حداکثر عملکرد ریشه در زمان برداشت دیرهنگام (آبان) مشاهده شد، در حالی که بالاترین میزان عیار قند، درصد قند سفید و ضریب استخراج قند مربوط به برداشت در مهرماه بود (Sadeghzadeh Hemayati *et al*. 2024).

با توجه به اهمیت چغندرقند در استان آذربایجان غربی و اهمیت تعیین تاریخ کاشت و برداشت در تعیین عملکرد نهایی این محصول تحقیق حاضر با هدف اثر زمان کاشت و برداشت چغندرقند برخصوصیات کمی و کیفی چغندر قند در کشت نشائی و مستقیم بذری طراحی و اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه در شهرستان میاندوآب با مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه و ۶ دقیقه شرقی از نصف‌النهارگرینویچ و در عرض ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی شمالی از خط استوا و با ارتفاع ۱۳۱۴ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ اجرا شد. طرح به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. سه تاریخ کاشت به صورت نشائی در نهم و ۲۹

اسفند، نهم فروردین و کاشت به صورت مستقیم بذری در نهم فروردین به کرت‌های اصلی و سه زمان برداشت در زمان‌های ۱۵ تیر، ۱۵ مرداد و ۱۵ مهر به کرت‌های فرعی اختصاص داده شدند. رقم مورد استفاده در این آزمایش، نوودورو (Novodoro) بود. این رقم مقاوم به بیماری‌های ریزومانیا و ریزوکتونیا و متعلق به شرکت سینجنتا است که در سال ۱۳۸۹ بصورت رسمی در لیست ارقام گیاهان زراعی به ثبت رسیده است و هم‌اکنون نیز توسط چغندرکاران مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## تهیه زمین خزانه و کاشت بذر

به منظور تهیه نشاء و انتقال به موقع به زمین اصلی در تاریخ‌های پیش‌بینی شده کاشت اقدام به تهیه خزانه تولید نشاء شد. بر اساس سطح خزانه ۵۰۰ متر مربع و ۱/۵ کیلوگرم بذر برای تولید نشاء یک هکتار، اقدام به انتخاب سطح و میزان بذر خزانه گردید. زمین خزانه شخم و سپس تسطیح و کرت‌بندی شد. به‌منظور تقویت زمین مقدار کودهای شیمیایی فسفره، پتاسه و نیتروژنه (بر اساس ۱۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم، ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) تهیه و تمام کود فسفره و پتاسه و نصف کود ازته با خاک مخلوط شد.

برای مبارزه با آفت طوقه بر آگروتیس (*Agrotis segeum*) از طعمه مسموم بر اساس ۱۰۰ کیلو سبوس گندم و ۱یک لیتر سم کلرپیریفوس (دروسبان) در هکتار استفاده گردید. برای مبارزه با آفت شته از سم استامی پراید (موسپیلان) به نسبت ۱ در هزار و برای مبارزه با آفت کارادرینا *(Spodoptera exigua)* و سایر برگخوارها از سم دلتامترین یا دسیس (به نسبت ۱ در هزار) استفاده شد و جین علف‌های هرز با دست انجام گردید.

هنگامی که متوسط قطر نشاها به ۴–۳/۵ سانتی‌متر رسیدند با محاسبه درجه روز رشد، ابتدا آبیاری و سپس برگ‌زنی انجام شد. برگ‌ها طوری قطع گردیدند که یک سوم دمبرگ روی نشاء باقی بماند. نشاها از خزانه برداشت و آماده کشت در زمین اصلی شدند. برای حفظ حداقل ۱۵ سانتی‌متر طول هر نشاء برداشت با شخم عمیق انجام شد. انتقال نشاء به زمین اصلی در فواصل زمانی کمتر از یک روز انجام شد. با استفاده از نشاهای تولیدی و بذر تهیه شده بر اساس تاریخ‌های کاشت تعیین شده (نهم اسفند، ۲۹ اسفند و نهم فروردین ماه) با فواصل زمانی هر ۲۰ روز اقدام به کاشت دستی توسط کارگر گردید. فواصل هر دو نشاء ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری اول بلافاصله بعد از انتقال انجام شد.

## تهیه زمین اصلی

در پاییز جهت تهیه بستر کاشت، نسبت به انجام شخم عمیق اقدام گردید. عملیات آماده‌سازی زمین در بهار شامل اجرای شخم سطحی، دیسک، تسطیح، خط‌کشی و تهیه ردیف کاشت (با استفاده از شیپر) و توزیع کود مورد نیاز براساس نتایج تجزیه خاک انجام شد (جدول ۱). بر این اساس ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره طی سه مرحله کاشت، دو تا چهار برگی و شش تا هشت برگی به مزرعه افزوده شد. علاوه بر این به ترتیب ۱۳۵ و ۱۱۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم نیز هم زمان با شخم پاییزه به خاک اضافه شد. در هر کرت پنج ردیف کاشت به طول هشت متر و فاصله ردیف‌های کاشت و فاصله بوته‌ها روی ردیف به ترتیب ۵۰ و ۲۰ سانتی‌متر با تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار در نظر گرفته شد. بذور از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند کرج تهیه شدند. تمام کرت‌ها به طور هم زمان بلافاصله بعد از کاشت آبیاری شدند. پس از استقرار بوته‌ها، در مرحله چهار تا شش برگی، بوته‌ها به فاصله ۲۰ سانتی‌متر در کشت به صورت مستقیم بذری از یکدیگر تنک گردیدند. کلیه عملیات داشت مربوط به هر یک از واحدهای آزمایشی شامل آبیاری (هر ۱۵ روز یکبار)، کنترل علف‌های هرز، سله‌شکنی و دفع آفات (کارادرینا و طوقه‌بر) و بیماری‌های بر اساس روش‌های معمول و به‌طور هم زمان انجام پذیرفت.

بعد از عملیات داشت دو هفته قبل از برداشت آبیاری مزرعه قطع و در زمان های مشخص برای هر تیمار محصول هر کرت برداشت شد. جهت حذف اثر حاشیه هنگام برداشت، از هر کرت، دو ردیف کناری حذف و دو ردیف در هر واحد آزمایشی، برداشت شدند. کلیه ریشه‌های هر کرت پس از سرزنی و تمیز نمودن،

شمارش و توزین شدند و بر اساس آنها عملکرد برای هر کرت محاسبه شد.

در هنگام برداشت، ریشه‌های برداشت شـده از هر تیمار توزین و خمیر ریـشه‌هـا تهیـه و جهـت تجزیـه شیمیایی (تعیین میزان درصد قنـد ناخـالص، سـدیم، پتاسـیم، نیتروژن مضره) به آزمایشگاه تکنولوژی قند ارسال گردید.

برای ارزیابی این صفات عملکرد ریشه در هر کرت به درصد قند ناخالص و درصد قندخالص مربوط به همان کرت ضرب و سپس ارقام به‌دست آمده به صورت عملکرد قند ناخالص و قند خالص در هکتار بر اساس روابط (۱)، (۲) و (۳) ثبت گردید. همچنین بر اساس روابط (۴)، (۵) و (۶) به ترتیب ضریب استحصال شکر، ضریب قلیاییت و میزان قند ملاس اندازه‌گیری گردید.

رابطه ۱ (درصد قند ملاس − درصد قند ناخالص) = درصد قند خالص

رابطه ۲ (درصد قند خالص × عملکرد ریشه) = عملکرد قند خالص

رابطه ۳ (درصد قند ناخالص × عملکرد ریشه) = عملکرد قند ناخالص

رابطه ۴ $(\frac{\text{درصد قند قابل استحصال}}{\text{درصد قند ناخالص}}) \times ۱۰۰$ = ضریب استحصال شکر

رابطه ۵ $(\frac{\text{سدیم+پتاسیم}}{\text{نیتروژن مضره}})$ = ضریب آلکالیته یا قلیاییت

رابطه ۶ ۰/۳۱ − {(نیتروژن مضره ×۰/۰۹۴)} + {(سدیم + پتاسیم) ×۰/۳۴} = ملاس

## محاسبات آماری

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ استفاده شد. همچنین مقایسه میانگین پارامترهای مورد بررسی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (LSR) انجام شد.

**جدول ۱** خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

**Table 1** Physical and chemical properties of the soil at the experimental site

| هدایت الکتریکی EC (ds m$^{-1}$) | اسیدیته pH | کربن آلی Organic Carbon % | شن Sand % | سیلت Silt % | رس Clay % | کلسیم Calcium (ppm) | فسفر Phosphorus (ppm) | پتاسیم Potassium (ppm) | بافت خاک Texture |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.36 | 7.36 | 0.92 | 64 | 20 | 16 | 0.09 | 18.5 | 490 | loam |

## نتایج و بحث

### عملکرد ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر فاکتور زمان کاشت به‌عنوان فاکتور اصلی بر کلیه صفات مورد ارزیابی در سطح احتمال یک درصد ($P\leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بود. اثر فاکتور تاریخ برداشت به‌عنوان فاکتور فرعی بر صفت درصد قند ملاس در سطح احتمال پنج درصد ($P\leq ۰/۰۵$) و بر سایر صفات در سطح احتمال یک درصد ($P\leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بود. همچنین بر اساس نتایج به‌دست آمده، اثر متقابل دو فاکتور مذکور بر کلیه صفات در سطح احتمال یک درصد ($P\leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بود (جدول ۲) که حاکی از تأثیرپذیری این دو فاکتور از هم و نقش مهم و همزمان آنها در دستیابی به عملکرد کمی و کیفی بهینه است.

مقایسه میانگین تیمارهای برهم‌کنش زمان کاشت با زمان برداشت (جدول ۳) نشان داد کاشت در ۲۹ اسفند و برداشت در زمان ۱۵ مهر با متوسط ۸۵/۵۷ تن در هکتار بالاترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص دادند، کمترین عملکرد ریشه نیز با متوسط ۴/۷۵ و ۷/۲۷ تن در هکتار به زمان کاشت نه فروردین به صورت مستقیم بذری و برداشت در زمان ۱۵ تیر و ۱۵ مرداد اختصاص داشت، در این آزمایش در هر چهار زمان کشت با تأخیر در زمان برداشت بر عملکرد ریشه افزوده شد. همچنین در هر سه زمان برداشت بالاترین عملکرد ریشه به زمان کاشت ۲۹ اسفند اختصاص داشت. نکته مهم دیگری که باید به ان اشاره داشت این است که عملکرد ریشه در کشت به صورت مستقیم بذری از عملکرد در زمان مشابه و سیستم کشت نشائی و دیگر زمان‌های دیگر به صورت معنی‌داری کمتر بود (جدول ۳).

بهبود عملکرد ریشه در کشت نشایی و زودهنگام چغندرقند به احتمال زیاد ناشی از این است که گیاه در شرایط محیطی مطلوب، سطح برگ خود را به بهترین میزان ممکن می‌رساند، بیشترین انرژی را جذب کرده و حداکثر مواد فتوسنتزی را تولید و به ریشه‌ها منتقل می‌کند. در مقابل، در کشت مستقیم و دیرهنگام،

به دلیل کوتاه بودن دوره رشد، انرژی جذب‌شده بیشتر صرف رشد و توسعه برگ‌ها می‌شود و گیاه هنوز به سطح مطلوب شاخص سطح برگ و تعداد برگ مناسب برای تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به ریشه‌ها دست نیافته است. مطالعات نشان داده‌اند که کشت نشایی می‌تواند عملکرد ریشه را به طور قابل توجهی نسبت به کشت مستقیم افزایش دهد.(Kaziminhah 2006).

در تحقیقی، تأثیر زمان و روش‌های مختلف کشت بر عملکرد ریشه چغندر قند بررسی شد. بیشترین عملکرد با ۶۹/۲ تن در هکتار در کشت نشائی و تاریخ کشت اول (اول بهمن) و کمترین عملکرد با ۳۴/۵ تن در هکتار در کشت نشائی و تاریخ کشت دوم (۲۰ بهمن) ثبت شد (Habibi *et al*. 2010). رشد طولانی‌تر در کاشت ۲۹ اسفند و برداشت ۱۵ مهر، با بهره‌گیری بهتر از نور، دما و رطوبت و هم‌خوانی مراحل رشد با شرایط محیطی، عملکرد بیشتر این تیمار را توضیح می‌دهد. تاریخ کاشت بر توسعه سایه‌انداز گیاهی از طریق تعداد، اندازه و سن برگ‌ها تأثیر گذاشته و میزان جذب نور طی دوره رشد را تعیین می‌کند (Rinaldi and Vonella 2006).

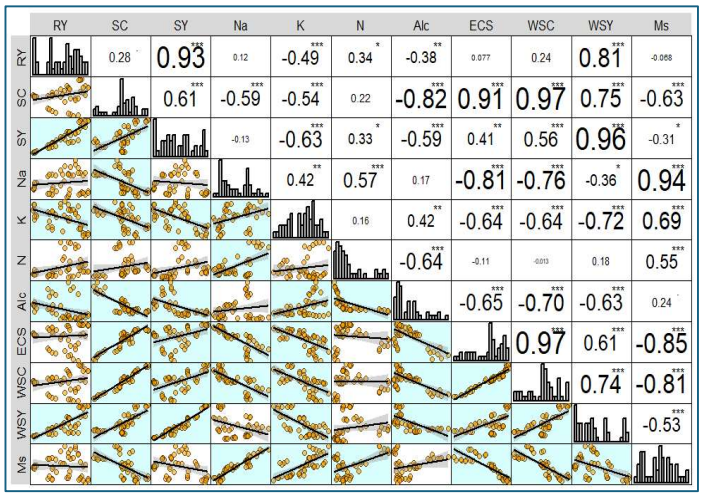
در پژوهش‌هایی که به بررسی تأثیر زمان کاشت چغندرقند در مناطق مختلف ایران پرداخته‌اند، نشان داده شده است که هرچه کاشت این محصول زودتر انجام شود، عملکرد ریشه افزایش می‌یابد. در مقابل، تأخیر در کاشت منجر به کاهش جذب تابش خورشیدی و در نتیجه کاهش عملکرد چغندرقند می‌شود (Sadeghzadeh Hemayati *et al*. 2009).

گزارش‌ها حاکی از آن است بیشترین عملکرد ریشه از تیمار زمان انتقال نشا اول خرداد با ۷۷/۲۲ تن در هکتار و کمترین عملکرد ریشه ۶۴/۵۰ تن در هکتار از زمان انتقال نشا اول تیرماه به دست آمد (Keyvanlo and Armin 2015). در پژوهشی دیگر، بیشترین میزان عملکرد ریشه با میانگین ۶۲/۵۸ تن در هکتار مربوط به کشت نشایی انجام‌شده در تاریخ ۱۰ فروردین بود. در مقابل، کمترین عملکرد ریشه در این بررسی به کشت مستقیم در تاریخ‌های ۲۰ و ۳۰ فروردین و همچنین کشت نشایی در تاریخ ۳۰ فروردین اختصاص یافت (Pahlavanian Miandoab *et al*. 2020).

## عیار قند

در این آزمایش عیارقند به صورت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ تحت تأثیر زمان کاشت، زمان برداشت و اثر متقابل دو تیمار بود (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین تیمارها نشان داد بالاترین عیار قند با متوسط ۱۶/۲۵ درصد به پلات های کشت شده در زمان ۲۹ اسفند و برداشت شده در زمان ۱۵ مرداد اختصاص داشت، درحالی‌که گیاهان کشت شده به‌صورت مستقیم بذری در ۹ فروردین و برداشت شده در ۱۵ مهر با متوسط ۷/۳۰ درصد کمترین عیار قند را تولید کردند.

مطالعات نشان داده است که کوتاه بودن طول دوره رشد باعث کاهش عیار قند و به دنبال آن کاهش عملکرد قند خالص و ناخالص می‌شود (Leilah *et al*. 2005; Tahisin and Hali 2004). در مطالعه جهاداکبر و همکاران (Jihad Akbar *et al*. 2013) بین دو زمان کشت ۲۹ و ۱۵ فروردین از نظر درصد قند ناخالص اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در مطالعه بذرافشان و همکاران (Bazrafshan *et al*. 2008) نیز کاشت دیر هنگام چغندرقند (پنجم تیر ماه) با متوسط ۱۷/۹۸ درصد در مقایسه با کاشت زود هنگام (۳۱ اردیبهشت ماه) با متوسط ۱۴/۹۸ درصد از درصد قند ریشه بالاتری برخوردار بود. در این آزمایش همبستگی عیار قند با عملکرد ریشه در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد مثبت و معنی‌دار بود (شکل ۱).




**شکل ۱** ضرایب همبستگی بین صفات کمی و کیفی مورد مطالعه در چغندرقند تحت تأثیر تیمارهای کاشت و برداشت

**Fig 1** Correlation coefficients between the studied quantitative and qualitative traits in sugar beet under the effects of planting date and harvest date treatments

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, * and **: non-significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively

RY- عملکرد ریشه، SC- عیارقند، RY-عملکرد شکر، Na- سدیم، K- پتاسیم، N- نیتروزن مضره، Alc- آلکالیته، ESC، درصد استحصال قند، WSC-درصد شکر سفید، WSY- عملکرد شکر سفید، Ms- درصد قند ملاس

## عملکرد شکر

عملکرد شکر به صورت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ تحت تأثیر زمان کاشت، زمان برداشت و اثر متقابل دو تیمار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسات میانگین ترکیبات تیماری زمان کاشت و زمان برداشت، کاشت در زمان ۲۹ اسفند همراه با برداشت در زمان های ۱۵ مرداد و ۱۵ مهر به ترتیب با متوسط ۱۲/۵۰ و ۱۲/۲۴ تن در هکتار حداکثر عملکرد شکر را به خود اختصاص دادند، کمترین عملکرد شکر با متوسط ۰/۵۷ و ۰/۸۶ تن در هکتار به ترتیب با تیمارهای کشت در ۹ فروردین به صورت مستقیم بذری همراه با زمان برداشت ۱۵ تیر و ۱۵ مرداد اختصاص داشت. در این آزمایش با تأخیر در زمان برداشت از ۱۵ تیر به ۱۵ مهر عملکرد شکر به صورت قابل توجهی در کلیه زمان‌های کاشت افزایش یافت، همچنین بالاترین عملکرد شکر در کلیه زمان‌های براشت به زمان کاشت ۲۹ اسفند اختصاص داشت (جدول ۳).

دلایل متعددی برای افزایش عملکرد گیاه در کشت زودهنگام عنوان شده است که از جمله آنها به رابطه خطی بین عملکرد شکر و مقدار تشعشع خورشیدی دریافت شده اشاره کرد (Fortune *et al*. 1999).

مطالعات نشان داده است که کوتاه بودن طول دوره رشد باعث کاهش عملکرد ریشه، عیار قند و عملکرد قند خالص و ناخالص شده است (Stibbe and Marlander 2002). گزارش شده است که تاریخ کاشت و برداشت اثر معنی‌داری بر عملکرد شکر سفید نشان داد، به‌نحوی که کاهش طول دوره رشد به مدت دو ماه (ناشی از تأخیر در تاریخ کاشت) موجب کاهش عملکرد شکر سفید به میزان ۷۲/۵ درصد شد (SadeghZadeh Hamati *et al*. 2012).

**جدول ۲** جدول تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده مرتبط با عملکرد کمی و کیفی

**Table 2** Analysis of variance (ANOVA) for assessed quantitative and qualitative yield-related traits

| منابع تغییر SOV | درجه آزادی Df | MS میانگین مربعات | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد ریشه Root yield | عیار قند Sugar Content | عملکرد شکر Sugar yield | سدیم ریشه Root sodium (Na) | پتاسیم Root potassium (K) | نیتروژن مضره α amino N | آلکالیته Alkalinity | درصد استحصال شکر Extraction coefficient of sugar | درصد شکر سفید white sugar content | عملکرد شکر سفید white sugar yield | قند ملاس Molasses sugar |
| Replicationتکرار | 3 | 58.46 | 0.57 | 0.51 | 0.64 | 0.11 | 0.01 | 2.81 | 30.82 | 1.03 | 0.19 | 0.11 |
| Planting date زمان کاشت (PD) | 3 | 8201.15** | 47.30** | 210.72** | 53.60** | 6.10** | 4.33** | 594.61** | 1443.05** | 82.66** | 151.26** | 10.09** |
| Error Aخطای اول | 9 | 33.43 | 0.15 | 0.63 | 0.29 | 0.15 | 0.01 | 3.16 | 12.21 | 0.35 | 0.27 | 0.08 |
| Harvest date زمان برداشت (HD) | 2 | 2716.66** | 26.22** | 18.59** | 10.16** | 3.19** | 0.68** | 301.38** | 821.36** | 30.92** | 6.47** | 0.35* |
| زمان کاشت× زمان برداشت PD ×HD | 6 | 234.96** | 11.00** | 5.93** | 7.90** | 3.08** | 0.17** | 74.96** | 825.11** | 22.57** | 7.84** | 2.50** |
| Experimental خطا آزمایشی Error | 24 | 33.80 | 0.26 | 0.51 | 0.29 | 0.11 | 0.02 | 4.89 | 14.49 | 0.52 | 0.36 | 0.08 |
| CV ضریب تغییرات (%) | - | 11.88 | 4.25 | 11.68 | 11.78 | 5.85 | 17.78 | 15.71 | 5.89 | 8.88 | 14.34 | `8.55 |

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

ns, * and **: non-significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

**جدول ۳** مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای زمان کاشت و زمان برداشت بر صفات مورد مطالعه چغندر قند

**Table 3** Mean comparison of the effects of planting date and harvest date treatments on the studied traits in sugar beet

| زمان کاشت Planting date | زمان برداشت Harvest date | عملکرد ریشه Root yield | عیار قند Sugar Content % | عملکرد شکر Sugar yield ($t.ha^{-1}$) | سدیم ریشه Root sodium (Na) (mM per 100g beet) | پتاسیم Root potassium (Na) (mM per 100g beet) | نیتروژن مضره α amino N (mM per 100g beet) | آلکالیته Alkalinity % | درصد استحصال شکر Extraction coefficient of sugar | درصد شکر سفید White sugar content | عملکرد شکر سفید White sugar yield ($t.ha^{-1}$) | قند ملاس Molasses sugar % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۹ اسفند Febuary 28, 2023 | ۱۵ تیر July 06, 2023 | 51.92f | 12.77c | 6.62d | 6.87b | 7.04a | 2.07a | 6.80e | 58.04d | 7.51e | 3.89c | 4.65ab |
| | ۱۵ مرداد August 06, 2023 | 68.27cd | 11.33f | 7.74c | 8.58a | 6.36bc | 2.17a | 6.91e | 50.35e | 5.71f | 3.90c | 5.02a |
| | ۱۵ مهر October 07, 2023 | 73.07bc | 12.71cd | 9.30b | 6.64b | 4.33fg | 1.24b | 8.87e | 67.16c | 8.54cd | 6.25b | 3.57d |
| ۲۹ اسفند March 20, 2023 | ۱۵ تیر July 06, 2023 | 58.40ef | 14.15b | 8.25bc | 2.09e | 5.71d | 0.92c | 8.65e | 78.35ab | 11.09b | 6.47b | 2.45e |
| | ۱۵ مرداد August 06, 2023 | 76.92b | 16.25a | 12.50a | 2.30e | 4.82ef | 0.93c | 7.69e | 82.63a | 13.43a | 10.33a | 2.22ef |
| | ۱۵ مهر October 07, 2023 | 85.57a | 14.31b | 12.24a | 2.42e | 3.93g | 0.70cd | 9.06e | 82.25ab | 11.77b | 10.07a | 1.94f |
| ۹ فروردین March 29, 2023 | ۱۵ تیر July 06, 2023 | 38.46g | 12.48cde | 4.79e | 3.44d | 6.62ab | 0.70cd | 14.74cd | 69.38c | 8.68cd | 3.31cd | 3.20d |
| | ۱۵ مرداد August 06, 2023 | 30.28g | 12.10cde | 3.66fg | 2.16e | 4.94e | 0.51de | 13.87d | 77.03b | 9.32c | 2.82d | 2.17ef |
| | ۱۵ مهر October 07, 2023 | 64.42de | 7.30h | 4.69ef | 6.48b | 6.81ab | 0.43e | 31.12a | 32.92g | 2.41h | 1.53e | 4.29bc |
| ۹ فروردین (کشت مستقیم بذر) March 29, 2023 | ۱۵ تیر July 06, 2023 | 4.75h | 12.06de | 0.57h | 3.32d | 7.04a | 0.59de | 17.57c | 67.64c | 8.16de | 0.38f | 3.30d |
| | ۱۵ مرداد August 06, 2023 | 7.27h | 11.90ef | 0.86h | 4.49c | 5.99cd | 0.65de | 16.44cd | 66.79c | 7.95de | 0.57f | 3.35d |
| | ۱۵ مهر October 07, 2023 | 31.73g | 8.33g | 2.62g | 6.38b | 6.39bc | 0.47de | 27.26b | 43.22f | 3.61g | 1.12ef | 4.12c |

میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ هستند.

Means in each column followed by the same letter(s) are not significantly different at the 5% probability level.

در تحقیقی بین دو تاریخ کاشت از نظر عملکرد قند خالص اختلاف معنی‌دار گزارش شد و کشت در زمان ۲۹ اسفند با متوسط ۵/۴۱ تن در هکتار در مقایسه با تاریخ کشت ۱۵ فروردین با متوسط ۳/۸۱ تن در هکتار به صورت معنی‌دار از عملکرد قند خالص بالاتری برخوردار بود (Jihad Akbar *et al*. 2012). اظهار شده است که عملکرد بیشینه ریشه، شکر ناخالص و شکر خالص به‌ترتیب با متوسط ۳۲/۸، ۵/۴ و ۴/۲ تن در هکتار به سسیتم کشت نشائی و عملکرد کمینه به‌ترتیب با متوسط ۹/۸، ۱/۵ و ۱/۲ تن در هکتار به کشت مستقیم بذر اختصاص داشت (Kazeminkhah 2006).

عملکرد شکر با عملکرد ریشه و عیار قند همبستگی مثبت و معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ داشت. با توجه به اینکه عیار قند و عملکرد ریشه دو جزء تشکیل دهنده عملکرد شکر هستند وجود چنین ارتباطی دور از انتظار نبود.

## ناخالصی‌های ریشه

### محتوی سدیم

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد اثر زمان کاشت، زمان برداشت و اثر متقابل دو تیمار در سطح احتمال یک درصد بر محتوی سدیم ریشه معنی‌دار بود (جدول ۱). در این آزمایش کاشت در نه اسفند و برداشت در زمان ۱۵ مرداد با متوسط ۸/۵۸ میلی اکی‌والان در ۱۰۰ گرم بالاترین محتوی سدیم ریشه را کسب کرد. کمترین محتوی سدیم ریشه به ترتیب با متوسط ۲/۰۹، ۲/۳۰ و ۲/۴۲ میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم به کاشت در زمان ۲۹ اسفند و برداشت در زمان های ۱۵ تیر، ۱۵ مرداد و ۱۵ مهر اختصاص داشت، اختلاف بین تیمارهای مذکور با تیمار کاشت در نه فروردین (به‌صورت نشائی) و برداشت در زمان ۱۵ مرداد معنی‌دار نبود (جدول ۳). محتوی سدیم ریشه با عیار قند همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ نشان داد.

### محتوی پتاسیم

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده ها اختلاف بین زمان‌های کاشت، زمان های برداشت و اثر متقابل دو تیمار بر محتوی پتاسیم ریشه در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود (جدول ۲). در بین تیمارهای برهم‌کنش زمان کاشت با زمان برداشت حداکثر محتوی پتاسیم ریشه با متوسط ۷/۰۴ میلی اکی‌والان در ۱۰۰ گرم برای زمان کاشت نه اسفند و زمان برداشت ۱۵ تیر و کاشت در نه فروردین به صورت مستقیم بذری و برداشت در ۱۵ تیر ثبت شد، اختلاف بین تیمارهای مذکور با کشت در نه فروردین به صورت نشائی و برداشت در ۱۵ مهر قابل توجه نبود. در این آزمایش کمترین محتوی پتاسیم ریشه نیز با متوسط ۳/۹۳ و ۴/۳۳ میلی اکی‌والان در ۱۰۰ گرم به کاشت در ۲۹ و نه اسفند و برداشت در ۱۵ مهر اختصاص یافت (جدول ۳).

باقری شیروان و همکاران (Bagheri Shirvan *et al*. 2020) که عنوان کردند در کشت بهاره چغندرقند میزان پتاسیم ریشه با تأخیر در کاشت افزایش و با تأخیر در برداشت کاهش می‌یابد، مطابقت دارد. در این آزمایش همبستگی محتوی پتاسیم با محتوی سدیم در سطح احتمال یک درصد مثبت و با عملکرد ریشه، عیار قند و عملکرد شکر در سطح احتمال ۰/۰۱ منفی و معنی‌دار بود (شکل ۱).

### نیتروژن مضره

نتایج نشان داد محتوی نیتروژن مضره به صورت معنی داری در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر زمان کاشت، زمان برداشت و اثر متقابل دو تیمار قرار داشت (جدول ۲). در بین تیمارهای برهم‌کنش کاشت در نه اسفند و برداشت در زمان‌های ۱۵ تیر و ۱۵ مرداد به ترتیب با متوسط ۲/۱۷ و ۲/۰۷ میلی اکی‌والان در ۱۰۰ گرم بالاترین محتوی نیتروژن مضره را کسب کرد، کاشت در زمان نه فرودین و برداشت در زمان ۱۵ مهر با متوسط ۰/۴۳ واحد کمترین محتوی نیتروژن مضره را کسب کرد، اختلاف بین تیمار مذکور با تیمارهای کشت به صورت مستقیم بذری در نه فروردین و برداشت در زمان های ۱۵ تیر، ۱۵ مرداد و ۱۵ مهر و

کاشت در نه فروردین به صورت نشائی و برداشت در ۱۵ مرداد معنی‌دار نبود (جدول ۳).

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 تشکیل -دهنده ملاس) تغییرات کمتری را در برابر تغییرات زمان کاشت و برداشت محصول نشان می‌دهد (Alami *et al*., 2021).

نتایج نشان داد همبستگی نیتروژن مضره با محتوی سدیم در سطح احتمال یک درصد و با عملکرد ریشه و عملکرد شکر در سطح احتمال ۰/۰۵ مثبت و معنی‌دار بود (شکل ۱). در تحقیق حاضر سیستم کشت نشائی و همچنین کشت زودهنگام و برداشت دیر هنگام از مقدار ناخالصی‌های ریشه کاست وجه مشترک هر دو تیمار افزایش دادن طول دوره رشد گیاه و افزایش میزان ذخایر ریشه چغندر قند است با افزایش حجم ریشه با افزایش طول دوره رشد نسبت ناخاصی‌های آن در مقایسه با دیگر ترکیبات ریشه کاشته خواهد شد. اما کاهش طور دوره رشد موجب کاهش وزن ریشه و در نتیجه افزایش مقدار ناخالصی‌ها در مقایشه با دیگر ترکیبات ریشه خواهد شد.

مطالعه صادق‌زاده حمایتی و همکاران (Sadeghzadeh Hemayati *et al*. 2024) اظهار داشتند که به‌تأخیر افتادن زمان کاشت به ترتیب موجب افزایش و کاهش معنی‌دار میزان پتاسیم و نیتروژن مضره ریشه شد. تأثیر معنی‌دار تاریخ کشت روی میزان نیتروژن مضره توسط سوگوت و آروگلو (Sögüt and Aroglu 2004) نیز گزارش شده است برخی پژوهشگران (Ashraf-Mansouri 2000) نشان داده‌اند که تأخیر در کاشت با کاهش میزان نیتروژن مضره در ریشه چغندر قند همراه است. در مطالعه جهاد اکبر و همکاران (Jihad Akbar *et al*. 2013) بین دو زمان کشت از نظر مقدار پتاسیم ریشه اختلاف معنی‌دار مشاهد کرد و اظهار داشتند کاشت در زمان ۱۵ فروردین با متوسط ۳/۳۸ ppm در مقایسه با تاریخ کشت ۲۹ اسفند با متوسط ۶/۳۴ppm از مقدار پتاسیم بالاتری برخوردار بود در مطالعه آنها بین تاریخ‌های کشت از نظر مقدار نیتروژن و سدیم ریشه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد.

**آلکالیته**

اثر زمان کاشت، زمان برداشت و اثر متقابل دو تیمار بر محتوی آلکالیته ریشه در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد کاشت در نُه فرودین به صورت نشائی و برداشت در زمان ۱۵ مهر با متوسط ۳۱/۱۲ درصد حداکثر محتوی آلکالیته ریشه را داشت. کمترین محتوی آلکالیته ریشه با متوسط ۶/۸۰ درصد به زمان کاشت نه اسفند و برداشت در زمان ۱۵ تیر اختصاص یافت، لازم به ذکر است که اختلاف بین تیمار مذکور با تیمارهای کاشت در نُه و ۲۹ اسفند همراه با هر سه زمان برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۳).

بر اساس نتایج شکل همبستگی بین صفات همبستگی محتوی آلکالیته با محتوی پتاسیم ۰/۰۱ مثبت و معنی دار و با عملکرد ریشه، عیار قند، عملکرد شکر و محتوی پتاسیم در سطح احتمال ۰/۰۱ مثبت و معنی‌دار بود. و جود چنین ارتباطی دور از انتظار نیست به‌دلیل این‌که در رابطه ریاضی که بین صفات آلکالیته ریشه و مقدار ناخالصی های نیتروژن مضره، سدیم و پتاسیم وجود دارد. ارتباط بین سدیم و پتاسیم با آلکالیته در این رابطه مستقیم و با مقدار نیتروژن مضره عکس است.

**درصد استحصال شکر**

در این آزمایش اختلاف بین زمان‌های کشت، زمان های برداشت و اثر متقابل دو تیمار بر درصد استحصال شکر معنی‌دار بود (جدول ۲). کیفیت در چغندرقند توسط معیارهایی تعیین می‌شود که مهمترین آنها عبارتند از: درصد قند ناخالص، درصد قند قابل استحصال، خلوص شربت، ناخالصی‌ها (میزان عناصر نیتروژن، سدیم، پتاسیم)، قند ملاس و آلکالیته، درصد قند ناخالص ریشه گرچه یک معیار کیفی مهم به حساب می‌آید اما کامل نیست. استخراج‌پذیری قند به مواد غیرقندی به‌ویژه ترکیبات نیتروژنه، سدیم و پتاسیم بستگی دارد(Kheir Khah *et al*. 2014). افزایش کیفیت محصول چغندرقند از طریق بالا بردن درصد قند

و کاهش مواد غیر قندی به‌ویژه نیتروژن، سدیم و پتاسیم انجام می‌گیرد زیرا افزایش این ناخالصی‌ها با جلوگیری از کریستاله شدن ساکارز قابلیت استحصال قند را کاهش داده و موجب افزایش میزان ملاس تولیدی می‌گردد (Lee *et al*. 1987)

نتایج مطالعه حاضر نشان داد کاشت در زمان ۲۹ اسفند و برداشت در زمان های ۱۵ تیر، ۱۵ مرداد و ۱۵ مهر به ترتیب با متوسط ۷۸/۳۵، ۸۲/۲۵ و ۸۲/۶۳ درصد بالاترین درصد استحصال قند را به خود اختصاص داد، کمترین درصد استحصال شکر با متوسط ۳۲/۹۲ درصد برای کاشت در زمان نه فروردین به صورت نشائی و برداشت در زمان ۱۵ مرداد ثبت شد (جدول ۲).

در این آزمایش همبستگی ضریب استحصال شکر با عیار قند و عملکرد ریشه در سطح احتمال ۰/۰۱ مثبت و معنی‌دار و با محتوی سدیم، پتاسیم و آلکالیته در سطح احتمال ۰/۰۱ منفی و معنی‌دار بود (شکل ۱).

**درصد شکر سفید**

نتایج آنالیز واریانس داده ها نشان داد اثر زمان کاشت، زمان برداشت و اثر متقابل دو تیمار بر درصد شکر سفید معنی‌دار بود (جدول ۲)،

بر اساس نتایج مقایسات میانگین تیمارهای برهم‌کنش کاشت در زمان ۲۹ اسفند و برداشت در زمان پانزدهم مرداد با متوسط ۱۳/۴۳درصد حداکثر و کاشت به صورت نشائی در زمان نُه فروردین و برداشت در زمان ۱۵ مهر با متوسط ۲/۴۱ درصد حداقل درصد شکر سفید را به خود اختصاص دادند. لازم به ذکر است که در هر سه زمان برداشت، بالاترین درصد شکر سفید به زمان کاشت ۲۹ اسفند اختصاص داشت (جدول ۳).

در مطالعه نبی الیاکی و همکاران (Ilkaee *et al*. 2016) اثر زمان کشت بر درصد قند ریشه معنی‌دار بود. آنها مشاهده کردند تیمار کشت دیر هنگام چغندر قند با متوسط ۱۵/۱۶ درصد در مقایسه با کاشت زود هنگام با متوسط ۱۴/۰۳ درصد، از درصد قند ریشه بالاتری برخوردار بود.

درصد شکر سفید با عیار قند، عملکرد شکر و ضریب استحصال شکر همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. در حالی‌که همبستگی این صفت با محتوی سدیم، پتاسیم و آلکالیته منفی و معنی‌دار بود (شکل ۱).

**عملکرد شکر سفید**

در این آزمایش عملکرد شکر سفید به صورت معنی‌داری تحت تأثیر زمان کاشت، زمان برداشت و اثر متقابل دو تیمار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد حداکثر عملکرد شکر سفید به ترتیب با متوسط ۱۰/۳۳ و ۱۰/۰۷ تن در هکتار به تیمارهای کشت در ۲۹ اسفند و برداشت در زمان‌های ۱۵ مرداد و ۱۵ مهر اختصاص داشت. کاشت به صورت مستقیم بذری در زمان نه فروردین و برداشت در زمان های ۱۵ تیر، ۱۵ مرداد و ۱۵ مهر به ترتیب با متوسط ۰/۳۸، ۰/۵۷ و ۱/۱۲ تن در هکتار کمترین عملکرد شکر سفید را به خود اختصاص دادند. نتایج همچنین حاکی از آن بود که کاشت در زمان ۲۹ فروردین در هر سه زمان برداشت بالاترین عملکرد شکر سفید را کسب کرد، همچنین در بین زمان‌های برداشت زمان‌های برداشت ۱۵ مرداد و ۱۵ مهر از عملکرد شکر بالاتری در مقایسه با برداشت در زمان ۱۵ تیر برخوردار بود (جدول ۳).

همبستگی عملکرد شکر سفید با عملکرد ریشه، عیار قند، عملکرد شکر، ضریب استحصال شکر و درصد قند سفید مثبت و معنی‌دار بود، همبستگی عملکرد شکر سفید با محتوی سدیم، پتاسیم و آلکالیته منفی و معنی‌دار بود (شکل ۱).

**درصد قند ملاس**

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اختلاف بین زمان‌های کاشت در سطح احتمال ۰/۰۱، زمان‌های برداشت در سطح احتمال پنج و اثر متقابل دو تیمار در سطح احتمال یک درصد بر درصد قند ملاس معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارهای برهم‌کنش از نظر درصد قند ملاس نشان داد، کاشت در زمان نُه اسفند و برداشت در زمان های ۱۵ تیر و ۱۵ مرداد به

ترتیب با متوسط ۴/۶۵ و ۵/۰۲ درصد بالاترین درصد قند ملاس را کسب کردند، کمترین مقدار صفت مذکور با متوسط ۱/۹۴ درصد برای تیمار کاشت در ۲۹ اسفند و برداشت در ۱۵ مهر ثبت در این آزمایش درصد قند ملاس با محتوی سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره و آلکالیته مثبت و معنی‌دار و با عیار قند، عملکرد شکر، ضریب استحصال قند، درصد شکر سفید، عملکرد شکر سفید منفی و معنی‌دار بود شکل (۱).

## نتیجه‌گیری

با توجه به‌این‌که عملکرد شکر سفید مهمترین و اقتصادی‌ترین صفت در چغندرقند است نتیجه‌گیری بر اساس این صفت انجام می‌شود. در این آزمایش حداکثر عملکرد شکر سفید به تیمارهای کشت در ۲۹ اسفند به صورت نشائی و برداشت در زمان‌های ۱۵ مرداد و ۱۵ مهر اختصاص داشت. تیمار مذکور برتری قابل توجهی به سایر زمان‌های کاشت به خصوص کاشت به صورت مستقیم بذری داشت. می‌توان نتیجه گرفت تیمارهای مذکور با استفاده بهینه از شرایط محیطی نظیر نور و دما می‌توانند منجر به بهبودی خصوصیات مربوط به عملکرد شکر سفید گردند. در شد، اختلاف بین تیمار مذکور با تیمار کاشت در زمان‌های ۲۹ اسفند و نُه فروردین به‌صورت نشائی و برداشت در ۱۵ مرداد معنی‌دار نبود (جدول ۳).

نهایت با استفاده از سیستم کشت نشائی و برداشت زودهنگام علاوه بر کسب حداکثر عملکرد اقتصادی می‌توان در مصرف نهاده‌ها صرفه‌جویی کرد و زمان کافی برای آماده‌سازی زمین جهت کشت محصول بعدی داشت.

## تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

## سپاسگزاری

بدین‌وسیله از تمامی حمایت‌ها و مساعدت‌های دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان و همچنین ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب جهت فراهم نمودن امکانات مورد نیاز برای اجرای این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را داریم.

## References

## منابع مورد استفاده

Abdolahian Nogabi M. The investigation of quantity and quality parameters of sugar beet growth in various planting date. (MSc. thesis) Tarbiat Modares University. 1993. (In Persian)

Akyüz A, Ersus S. Optimization of enzyme assisted extraction of protein from the sugar beet (*Beta vulgaris* L.) leaves for alternative plant protein concentrate production. Food Chemistry. 2021; 335: 127673. **Doi: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127673**

Alami L, Terouzi W, Otmani M, Abdelkhalek O, Salmaoui S, Mbarki M. Effect of sugar beet harvest date on its technological quality parameters by exploratory analysis. Journal of Food Quality. 2021; 8-23. **Doi: https://doi.org/10.1155/2021/6639612**

Ashraf-Mansouri Gh. Effect of sowing date and plant population on root and sugar yield of two sugar beet varieties in Darab region. Fars Agricultural and Natural Resources Research Center. 2000.

Bagheri Shirvan M, Asadi Gh, Kuchaki A. Evaluation of quality and quantity characteristics of sugarbeet varieties in different sowing date of direct sowing and transplanting in Shirvan and Mashhad. Iranian Journal of Field Crops Research. 2020; 551-565 (In Persian). **Doi: https://doi.org/10.22067/GSC.V17I4.76512**

Bazrafshan M, Taleghani DF, Sharifi H, Ghaemi A, Baghaee Kia M. Determine the best planting and harvesting date of new varieties of sugar beet monogerm hybrid. The final report of the research project. Sugar Beet Seed Improvement Institute. 2008.

Campbell LG, Enz JW. Temperature effects on sugar beet seedling emergence. Journal of Sugar Beet Research. 1991; 28: 129-140. **Doi: https://doi.org/10.5274/jsbr.28.3.129**

Cooke DA, Scott RK. The sugar beet crop: science to practice. Chapman and Hall, London. 1993; pp. 678

Curcic Z, Ciric M, Nagl N, Taski-Ajdukovic K. effect of sugar beet genotype, planting and harvesting dates and Their Interaction on Sugar Yield. Frontiers in Plant Science. 2018; 4: 3. 1-9. **Doi: 10.3389/fpls.2018.01041**

Draycott AP. Sugar beet. Blackwell Publishing LTD. 2006; pp. 473. **Doi: 10.1017/S002185960600671X**

Enan S, Shalaby N. Yield and quality of some sugar beet varieties as affected by sowing date and harvest age. Fayoum Journal of Agricultural Research and Development. 2011; 25: 51-66. **Doi: https://doi.org/10.21608/fjard.2011.195503**

Fortune RA, Burke JI, Kennedy TO, Sullivan E. Effect of early sowing on the growth, yield and quality of sugar beet. Crops Research. Centre, Oak Park. 1999; pp.25.

Habibi P, Kashani A, Mamghani R, Mesgharbashi M. Feasibility study of spring culture of three sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars by paper pot and direct sowing methods in Ahvaz. Journal of Plant Production (Scientific Journal of Agriculture). 2010; 33(2): 42-54. (In Persian)

Heath MC, Cleal RA. Transplanting date and pot length for sugar beet. Transplanting in UK. Aspects of Applied Biology. 1992; 32: 135-140.

Hoffmann CM. Changes in N composition of sugar beet varieties in response to increasing N supply. Agronomy and Crop Science. 2005; 191: 138-145. **Doi: https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2004.00149.x.**

Ilkaee M.N, Babaei Z, Baghdadi A, Golzardi F. Effect of different planting dates and defoliation on the properties of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 2016; 4(1): 52-58. **DOI: https://doi.org/10.18006/2015.4(1).52.58**

Jihad Akbar MD, Babaei B, Basati J, Abbasi Z. Effect of different methods of cultivation in saline lands on sugar beet quality and quantity. Journal of Sugar Beet. 2013; 29(2): 189-199. (In Persian with English abstract) . **Doi: https://doi.org/10.22092/JSB.2014.2490**

Jozefyová L, Pulkrabek J, Urban J. Effect of harvest time on sugar beet fertilised with increased nitrogen. Journal of Food, Agriculture and Environment. 2004; 2: 232-237**. Doi: https://doi.org/10.1234/4.2004.128**

Karimi M. Management of reducing water consumption in sugar beet. Agricultural Education Publications. 2020. (In Persian)

Kazeminkhah K. Effect of transplanting time on quality and quantity of sugar beet in saline lands of East Azarbaijan province. Quarterly Journal of Agricultural Science. 2006; 16(1): 203-212. (In Persian)

Kheir Khah M, Yousef Abadi F, Hariri Moghadam. Comparison of root yield and sugar content in two methods of root seedling and paper pots after wheat and barley harvesting. Second National Conference and Applied Research in Agricultural Sciences. Iran Tehran. 2014. (In Persian)

Koochecki AR, Hoseini M, Nasiri Mahallati M. Relationship between water and soil in crops. Mashhad University Jihad of Publications. 1997. (In Persian)

Koochecki AR. Agriculture in arid areas. Mashhad University Jihad of Publications. 2008. (In Persian)

Kucharik CJ. A multi-decadal trend of earlier corn planting in the central USA. Agronomy Journal. 2006; 98: 1544-1550. **Doi: https://doi.org/10.2134/agronj2006.0156.**

Laura D, Zolatan B, Tomas H, Tamas A, Tamas S. Crop planting date matters: Estimation methods and effect on future yields. Agricultural and Forest Meteorology. 2003; 223: 103-115. **Doi: https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.03.023**

Lee GS, Dunn G, Schmehl WR. Effect of date of planting and N-fertilization on growth components of sugar beet. Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists. 1987; 24: 81-99.

Leilah AA, Badawi MA, Said EM, Ghonema MH, Abdou MAE. Effect of planting dates, plant population and nitrogen fertilization on sugar beet productivity under the newly reclaimed sandy soils in Egypt. Scientific Journal of King Faisal University. 2005; 6(1): 95-110.

Mobaser A, Piri A. Cultivation of industrial and forage plants. Payame Noor University Publications. 2008. (In Persian)

Nagib S, El-Azez A, Ali A. Evaluation of some new sugar beet varieties as affected by different harvest ages under conditions of Minia Governorate. International Journal of Plant Production. 2018; 9: 1175-1180. **Doi: https://doi.org/10.21608/jpp.2018.36646.**

Pahlavanian Miandoab S, Dadashi MR, Mir Mahmoudi T, Shahrooghbi A, Adjam Norouzi H. Study qualitative and quantitative traits of sugar beet cultivars at different planting times in transplanting and seedling cultivation system in West Azarbaijan area. Journal of Crop Production. 2020; 13(3): 23-40. **Doi: https://doi.org/10.22069/EJCP.2020.16517.2232.**

Rinaldi M, Vonella AV. The response of autumn and spring sown sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to irrigation in Southern Italy: water and radiation use efficiency. Field Crops Research. 2006; 95: 103-114. **Doi: https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.12.004.**

Sadegh Zadeh Hamati S, Shirzadi MH, Aghaei Zadeh M, Fatollah Taleghani D, Javaheri A, Asgari A. Evaluation of sowing and harvesting date effects on yield and quality of five sugar beet cultivars in Jiroft region (autumn planting). Journal of Sugar Beet. 2012; 28(1): 25-42. (In Persian with English abstract). **Doi: https://doi.org/10.22092/JSB.2012.659**

Sadeghzadeh Hemayati S, Fathollah Taleghani D, Kashani A, Siadat AS, Normouhamadi G. Effect of sowing date, planting density and cultivar on solar radiation interception indices in sugar beet. II Radiation use efficiency. Journal of Sugar Beet. 2009; 25(1): 53-69. **Doi: https://doi.org/10.22092/JSB.2009.975.**

Sadeghzadeh Hemayati S, Hamdi F, Saremirad A, Hamze H. Genotype by environment interaction and stability analysis for harvest date in sugar beet cultivars. Scientific Reports. 2024; 14:16015. (In Persian with English abstract) .**Doi: https://doi.org/10.1038/s41598-024-67272-7.**

Shibles RM, Webers CR. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. Crop Science. 1996; 6: 55-59. **Doi: https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010017x**

Sögüt T, Aroglu H. Plant density and sowing date effects on sugar beet yield and quality. Journal of Agronomy. 2004; 3(3): 215-218. **Doi: https://doi.org/10.3923/ja.2004.215.218.**

Stibbe C, Marlander B. Field emergence dynamics significance to intraspecific competition and growth efficiency in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). European Journal of Agronomy. 2002; 17: 161-171.**Doi: https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00005-9.**

Tahisin S, Hali A. Plant density and sowing date effects on sugar beet yield and quality. Agronomy Journal. 2004; 3(3): 215-218. **Doi: https://doi.org/10.3923/ja.2004.215.218.**

Taleghani D, Habibi FD, Abadi V, Ghohari J, Jegini MA, Gasem BM. Determination of optimum plant density and sowing arrangement of sugar beet at sprinkler irrigation system. Abstracts of 6th Iranian Agronomy and Plant Breeding Congress. Babolsar. Mazandaran University. 2004; 456 pp.

Taleghani D, Hosseinpour M, Nemati R, Saremirad A. Study of the possibility of winter sowing of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) early cultivars in Moghan region, Iran. Iranian Society of Crops and Plant Breeding Sciences. 2023; 24: 319-334. **Doi: https://doi.org/20.1001.1.15625540.1401.24.4.1.8.**

Tomaszewska J, Bieliński D, Binczarski M, Berlowska J, Dziugan P, Piotrowski J, Stanishevsky A, Witońska I. Products of sugar beet processing as raw materials for chemicals and biodegradable polymers. RSC Advances. 2018; 8(6): 3161-3177. **Doi: https://doi.org/ 10.1039/C7RA12782K**

Yosef-Abadi V. Effect of seedling size (transplanting) and the date of its transfer to the field of sugar beet root yield and quality in small pieces. Sugar Beet Seed Institute. 2015. (In Persian)