

## Investigating the Feasibility of the Autumn Cultivation of Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Marvdasht

Ali Mojab Ghasroddashti<sup>1</sup>, Alireza Koocheki<sup>1</sup>, Mehdi Nasiri Mahallati<sup>2</sup>

1 and 2- PhD student and professor respectively, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

(\* - Corresponding author's Email: [akooch@um.ac.ir](mailto:akooch@um.ac.ir))

Received: 23-06-2021  
Revised: 26-01-2022  
Accepted: 26-01-2022  
Available Online: 21-05-2025

### How to cite this article:

Mojab Ghasroddashti, A., Koocheki, A. R., & Nasiri Mahallati, M. (2025). Investigating the feasibility of the autumn cultivation of Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Marvdasht. *Journal of Agroecology*, 17(1), 1-14. (In Persian with English abstract)  
<https://doi.org/10.22067/agry.2022.67871.1004>

### Introduction

Drought, as well as water scarcity, are the main limiting factors in the arid and semi-arid regions of the world, such as Iran (Deihimfard & Rahimi Moghadam, 2015). Autumn cultivation can be a solution provided that the upcoming long and cold temperatures do not limit the sugar beet development. One of the limitations of autumn sugar beet cultivation is dealing with low temperatures in winter, which results in vernalization and flowering of sugar beet in the first year. The bolting will reduce economic yield by reducing root weight as well as reducing sugar content (Taleghani et al., 2015). Considering the long period from sugar beet sowing to harvest, this study aimed to: (i) detect the interactions between planting dates and cultivars for three harvest dates; and (ii) recommend the best sugar beet cultivar with the best performance for increasing the sugar yield in Marvdasht region.

### Materials and Methods

A split-split-plot field experiment with the randomized complete block design (RCBD) in three replicates was conducted in two agronomic years (2016-17 and 2017-18) in Marvdasht. Three sowing dates (16 September, 7 October, and 27 October) were assigned to the main plots, and two varieties (Giada and Levante) consisted of the sub-plots. Three harvest dates (1 May, 26 May, and 20 June) were also assigned to the sub-sub-plots. Basic plot size was 15 m<sup>2</sup>, with five rows, 6 m long, and row spacing of 0.5 m. The root yield (RY) was determined by measuring the weight of roots from three middle rows and recalculating it as ton/ha. Root samples were analyzed in the laboratory for sugar beet root quality testing at Sugar Beet Research Institute in Karaj. Sugar content (SC) was measured according to the polarimetric method. Sugar yield (SY) was calculated following the equation:  $SY = RY \times SC$ .

### Results and Discussion

The statistical analysis showed that the two-factor interaction of sowing and harvest dates was significant on the root yield ( $\alpha < 0.01$ ). The mean comparisons of the treatments showed that the lowest yield was obtained at the sowing date of 27th October and the harvest date of 1st May (32.95 ton/ha). On the other side, the highest



©2023 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

<https://doi.org/10.22067/agry.2022.67871.1004>

yield (75.75 ton/ha) was acquired with the interaction of the 16th September sowing date and 20 June harvest date. Bolting did not occur with the second and third sowing dates while it happened with the first sowing date. Bolting percentage at the first sowing date was also affected by delays in harvesting dates. The interaction of sowing date  $\times$  cultivar  $\times$  harvesting date was significant on sugar content. The highest sugar content belonged to the sowing date of 7th October and harvesting date of 26th May in the Giada cultivar, and the lowest sugar content belonged to the Levante cultivar in the sowing date of 7th October and harvesting date of 1st May. In other words, sugar content is strongly affected by sowing and harvesting dates, so early planting and delaying harvesting until July will increase the sugar content significantly. Also, higher sugar content can be achieved by adjusting the planting and harvesting dates to minimize bolting (Taleghani et al., 2011).

### Conclusion

Delayed sowing and early harvesting led to reductions in root yield, sugar content, and white sugar yield. The treatment with a sowing date of September 16 and a harvesting date of June 20 resulted in the highest root yield. Although this treatment also had a high bolting rate, the increased yield compensated for the reduction in sugar percentage, resulting in the highest overall sugar yield. However, considering both economic factors and final product outcomes, and given that sugar yield was not significantly different between the second and third harvesting dates, the sowing date of September 16, combined with a harvesting date of May 26, was identified as the most effective treatment for sugar production in Marvdasht.

**Keywords:** Autumn cultivation, Bolting, Harvest date, Sowing date, Sugar beet cultivar

مقاله پژوهشی

جلد ۱۷، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴، ص ۱۴-۱

بررسی امکان کشت پاییزه چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) در منطقه مرودشت

علی مجاب قصرالدشتی<sup>۱</sup>، علیرضا کوچکی<sup>۲\*</sup> و مهدی نصیری محلاتی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۶

چکیده

خشکی و کم آبی مهم ترین عوامل محدود کننده تولید چغندر قند در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا از جمله ایران است. توسعه کشت پاییزه در مناطق مستعد یکی از راهکارهای مورد توجه برای رفع این مشکل می باشد. به همین منظور، این تحقیق با هدف بررسی امکان کشت پاییزه چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) در مناطق معتدله استان فارس به صورت آزمایش کرت های دو بار خرده شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ و ۱۳۹۵-۱۳۹۶ در منطقه مرودشت اجرا گردید، تیمارهای آزمایش شامل سه تاریخ کاشت، ۲۶ شهریور، ۱۵ مهر و ۵ آبان در کرت اصلی، دو رقم چغندر قند مونوزرم گیادا و لوانته در کرت فرعی و سه زمان برداشت ۱۰ اردیبهشت، ۵ و ۳۰ خرداد در کرت های فرعی قرار داشت. یافته ها نشان داد که برهم کنش دو گانه تاریخ کاشت و تاریخ برداشت در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد ریشه معنی دار شد. کمترین میزان عملکرد ریشه در تاریخ کاشت ۵ آبان و تاریخ برداشت ۱۰ اردیبهشت (۳۲/۹۵ تن در هکتار) و بیشترین میزان عملکرد در تاریخ کاشت ۲۶ شهریور و تاریخ برداشت ۳۰ خرداد (۷۵/۷۵ تن در هکتار) به دست آمد. هیچ یک از تاریخ های کشت دوم و سوم، ساقه روی نشان ندادند، ولی در تاریخ کاشت اول هر دو رقم به ساقه رفتند و با تأخیر در برداشت، درصد آن افزایش داشت، به طوری که بیشترین درصد ساقه روی در تاریخ برداشت سوم و در سال دوم مشاهده شد (۲۵/۸۲ درصد). نتایج همچنین نشان داد که برهم کنش سه طرفه هم بر عیار قند و عملکرد قند قابل استحصال معنی دار شد. به طور کلی، یافته های این آزمایش حاکی از آن است که امکان کشت پاییزه چغندر قند در منطقه مرودشت وجود دارد. تاریخ کاشت ۲۶ شهریور و برداشت ۵ خرداد قابل توصیه می باشد.

واژه های کلیدی: ارقام، تاریخ برداشت، تاریخ کاشت، چغندر قند پاییزه، ساقه روی، مرودشت

مقدمه

است، اما با توجه به آمار، در دهه ۷۰ با شروع خشکسالی ها و کاهش بارش، سطح زیر کشت چغندر قند رو به کاهش گذاشت (FAO, 2017).

کشت پاییزه چغندر قند علاوه بر استفاده بهینه از نزولات آسمانی در طول دوره رشد، دارای مزایای دیگری از جمله کاهش میزان تنفس گیاه، افزایش کارایی مصرف آب، تعداد دفعات آبیاری کمتر، افزایش عملکرد، کاهش مصرف علف کش (به دلیل پایین بودن جمعیت علف های هرز در پاییز) و افزایش دوره بهره برداری کارخانه های قند می باشد (Sharifi et al., 2000). تاکنون مطالعات زیادی روی جنبه های مختلف زراعی، کمی و کیفی چغندر پاییزه انجام گرفته است. با معرفی ارقام مقاوم به ساقه روی می توان به توسعه کشت

خشکی و کم آبی مهم ترین عوامل محدود کننده تولید چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا از جمله ایران است (Deihimfard & Rahimi Moghadam, 2015). جایگزینی کشت پاییزه چغندر قند با کشت بهاره آن یکی از راهکارهای سازش با شرایط خشکی است. بین سال های ۱۳۴۰ تا ۱۳۷۱، سطح زیر کشت چغندر قند در ایران از ۴۹ هزار تا ۲۰۴ هزار هکتار متغیر بوده

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد، گروه آگرو تکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

(\*)- نویسنده مسئول:  
(Email: [akooch@um.ac.ir](mailto:akooch@um.ac.ir))  
<https://doi.org/10.22067/agry.2022.67871.1004>

چغندر قند پاییزه در مناطق معتدله مانند مناطق جنوبی استان خراسان، شمال فارس، گلستان و دشت مغان نیز امیدوار بود (Sharifi et al., 2000).

یکی از محدودیت‌های کشت چغندر قند پاییزه، مصادف شدن دوره رشد آن با دمای پایین و طولانی در فصل زمستان می‌باشد، به‌طوری که به مدت طولانی در معرض دمای بهاره شدن (۸-۶ درجه سانتی‌گراد) یا کمتر از آن قرار گرفته که در نتیجه، منجر به پدیده بهاره شدن و بروز ساقه‌روی در سال اول خواهد شد. ساقه‌روی باعث کاهش عملکرد اقتصادی از طریق کاهش وزن ریشه و همچنین کاهش عیار قند خواهد شد (Taleghani et al., 2015). به‌طور کلی، تنها راه مقابله با ساقه‌رفتن و اثرات مخرب آن، استفاده از ارقام مقاوم می‌باشد. هر چند در مناطق یا سال‌هایی که دوره سرما خیلی طولانی باشد، ممکن است ارقام مقاوم نیز دچار ساقه‌روی شوند (Fathullah, 2015).

هدف از تعیین تاریخ کاشت، یافتن زمان کاشت رقم یا گروهی از ارقام مشابه یک گیاه است، به‌طوری که مجموعه عوامل محیطی حادث در آن زمان، برای سبز شدن، استقرار و بقا گیاهچه مناسب باشد و حتی امکان گیاه با شرایط نامساعد محیطی برخورد نکند. مقایسه سه تاریخ کاشت (اکتبر=مهر، نوامبر=آبان و دسامبر=آذر)، دو تراکم ۸۰ و ۱۰۰ هزار بوته در هکتار و سه رقم (مونوتا<sup>۱</sup>، موناتونو<sup>۲</sup>، و کاوین تربولی<sup>۳</sup>) در کشت پاییزه در منطقه جنوب اسپانیا نشان داد که رشد فعال چغندر قند بعد از ۱۶۰ روز از زمان کاشت و با شاخص سطح برگ ۳/۹ تا ۵ به دست آمد (Garcia, 1986). در آزمایشی دیگر که در شهرستان فسا انجام شد، تأثیر تاریخ کاشت (۵ مهر، ۲۵ مهر ۱۵ آبان) و تاریخ برداشت (۱۰ اردیبهشت، ۵ خرداد و ۳۰ خرداد) روی دو رقم چغندر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این آزمایش نشان داد که تیمارهای تاریخ کاشت، درصد ساقه‌روی را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار دادند، به‌طوری که تاریخ کاشت ۵ مهر بیشترین و ۱۵ آبان، کمترین درصد ساقه‌روی را به ترتیب معادل ۱۸/۴۰۹ و ۲/۸۷۰ نشان دادند. ارقام BRI و رسول که در این آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفتند، از لحاظ درصد ساقه‌روی، عملکرد ریشه، درصد قند خالص و عملکرد شکر سفید تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. بیشترین

عملکرد ریشه نیز مربوط به تاریخ کاشت ۵ مهر و تاریخ برداشت ۳۰ خرداد بود (Ashraf Mansouri et al., 2013). نتایج مقایسه چهار رقم چغندر قند (Suprema و Spartak، Giada، Azaba) در دو تاریخ کاشت ۱۶ مهر و ۲۲ آبان در منطقه زرقان استان فارس نشان داد که تاریخ کاشت دوم (در هر چهار رقم) فاقد ساقه‌روی بود. بیشترین درصد ساقه‌روی در رقم اسپارتاک در تاریخ کاشت اول مشاهده شد. تغییر تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ریشه چغندر قند داشت، به‌طوری که با تأخیر در کاشت (تاخیر ۳۶ روزه)، عملکرد ریشه از ۳۲۵۷۹ کیلوگرم در هکتار به ۲۷۳۲۱ کیلوگرم در هکتار رسید (Adibifard et al., 2017). علاوه بر این، نتایج آن‌ها نشان داد که تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر میزان قند داشت، ارقام مورد مطالعه نیز تأثیر معنی‌داری بر درصد قند ناخالص داشتند و رقم Suprema حداکثر درصد قند ناخالص (۱۷/۶۳ درصد) را در تاریخ کاشت اول تولید کرد. همچنین گزارش شده است که به تعویق انداختن تاریخ کاشت چغندر قند، از مهر به آبان، باعث کاهش عملکرد ریشه از ۶۷/۲ به ۴۸/۴ تن در هکتار و افزایش درصد قند ناخالص از ۱۰/۹ به ۱۳ درصد شده است (Stibbe & Marlander, 2002).

نتایج تحقیقات دیگر نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ارقام مختلف چغندر قند (Pamella، H poly 1 و Top poly) وجود داشت و برداشت دیر هنگام (۲۱۰ روز پس از تاریخ کاشت) منجر به بیشترین عملکرد ریشه و درصد قند نسبت به برداشت‌های دیگر شد (Al-Sayed, 2012). در آزمایشی دیگر در آلمان، بالاترین عملکرد قند ناخالص حدود ۲۳ تن در هکتار ثبت شده است. اگرچه در شهربور و مهر، میزان تابش کم بوده، ولی میانگین بالای دمای روزانه و افزایش<sup>۴</sup> GDD باعث افزایش عملکرد شده است (Hoffmann, 2019). برخی محققان، تأخیر در زمان بستن شدن تاج‌پوشش را عامل عملکرد نهایی پایین‌تر در بعضی سال‌ها ذکر کردند (Hoffmann, 2019).

در حال حاضر، کشت پاییزه چغندر قند در استان فارس منحصر به مناطق گرم و جنوبی استان می‌باشد و بررسی امکان کشت پاییزه چغندر قند در مناطق معتدله استان نظیر مرودشت، با توجه به محدود شدن کشت بهاره چغندر قند در این مناطق در نتیجه کم‌آبی، می‌تواند به تولید شکر و ادامه فعالیت کارخانه‌های این مناطق کمک نماید. از این‌رو، تحقیق حاضر به همین منظور انجام گردید.

- 1- Monauta
- 2- Monattonno
- 3- Kaweinterpoly

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در حوزه فعالیت کارخانه قند مرودشت در روستای میان‌قلعه شهرستان مرودشت (طول جغرافیایی  $45^{\circ} 52'$  و عرض جغرافیایی  $3^{\circ} 30'$  با ارتفاع ۱۶۲۰ متر از سطح دریا) به مدت دو سال از شهریور سال ۱۳۹۵ به صورت آزمایش کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل‌های آزمایش شامل سه تاریخ کاشت (۲۶ شهریور، ۱۵ مهر و ۵ آبان) به عنوان عامل اصلی، دو رقم پاییزه گیادا (Giada) و لوانته (Levante) به عنوان عامل فرعی و سه تاریخ برداشت (۱۱

اردیبهشت، ۵ خرداد و ۳۰ خرداد) به عنوان عامل فرعی انتخاب شدند. رقم گیادا از شرکت KWS آلمان و رقم لوانته از شرکت SESVanderhave تهیه شدند. بذور هر دو رقم مونوژرم، پلیت نشده و با سموم قارچ‌کش و حشره‌کش ضد عفونی شده بودند و از خصوصیات مهم آن‌ها، مقاومت بالا به ساقه‌روی است. قبل از کاشت، از خاک نقاط مختلف مزرعه از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر نمونه‌هایی به صورت تصادفی برداشت شده و بعد از اختلاط جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، یک نمونه مرکب به آزمایشگاه تجزیه خاک ارسال شد (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه برخی صفات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر در دو سال آزمایش

Table 1- Soil physicochemical characteristics at depth of 0-30 cm in two years of experiment

| سال<br>Year | بافت<br>Texture      | واکنش<br>pH | هدایت الکتریکی<br>EC<br>(dS.m <sup>-1</sup> ) | کربن آلی<br>Organic C (%) | نیتروژن کل<br>N (%) | فسفر قابل جذب<br>(mg.kg <sup>-1</sup> )P | پتاسیم قابل جذب<br>K (mg.kg <sup>-1</sup> ) |
|-------------|----------------------|-------------|-----------------------------------------------|---------------------------|---------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 2016-2017   | لوم رسی<br>Clay loam | 7.52        | 0.32                                          | 1.56                      | 0.036               | 3.40                                     | 218                                         |
| 2017-2018   | لوم رسی<br>Clay loam | 7.26        | 0.39                                          | 1.36                      | 0.033               | 5.42                                     | 230                                         |

کنار هر ردیف کاشت انجام شد. در هر دو سال آزمایش، دفعات آبیاری و حجم آب مصرفی (به وسیله کنتور) در هر دو سال به طور دقیق ثبت شد (جدول ۲). با توجه به تراکم ۱۰ بوته در مترمربع، دو بار تنک و وجین علف‌های هرز (در مرحله دو تا چهار برگی و در محدوده بهمن ماه) با رعایت فاصله روی ردیف معادل ۲۰ سانتی‌متر به صورت دستی انجام شد. در این آزمایش، آفات و بیماری خاصی مشاهده نشد که نیاز به مهار داشته باشد. همچنین در طی دو سال آزمایش، قبل از وقوع سرما (۱ آذر)، تعداد بوته‌های مستقر شده در تیمارهای مختلف دقیقاً شمارش و یادداشت شد و بعد از رفع دوره سرما (۱ اسفند) نیز تعداد بوته‌ها مجدداً شمارش و یادداشت‌برداری شد، ولی در هیچ کدام از تیمارها، خطر سرمازدگی و یخ‌زدگی که به حذف بوته‌ها منجر شود، وجود نداشت و هیچ بوته‌ای از بین نرفت. اطلاعات هواشناسی مورد نیاز از ایستگاه هواشناسی کوشک که نزدیک‌ترین ایستگاه به مزرعه محل آزمایش بود، اخذ شد (شکل ۱).

برداشت پس از حذف نیم متر از بالا و پایین کرت و از سه خط وسط کرت انجام پذیرفت و پس از شمارش تعداد ریشه و توزین آن‌ها، نمونه خمیر ریشه هر تیمار برای تعیین درصد قند به آزمایشگاه تکنولوژی قند مؤسسه تحقیقات چغندر قند ارسال شد. با توجه به اندازه

جهت آماده‌سازی زمین، در اوایل شهریور هر سال ابتدا عملیات شخم با گاوآهن برگردان‌دار انجام شد و جهت خرد کردن کلوخه‌ها از دیسک و جهت تسطیح زمین از لولر استفاده شد. براساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱)، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به خاک اضافه شد. تمام کود فسفره و پتاسه و یک سوم کود نیتروژن قبل از کاشت به خاک اضافه شد. همچنین یک سوم کود اوره در مرحله ۲-۴ برگی و یک سوم باقی‌مانده در اول اسفند هر سال به صورت محلول در تانک کود به سیستم آبیاری تزریق شد. سیستم آبیاری به صورت قطره‌ای (نوار تیپ) بود. مساحت هر کرت ۱۵ متر مربع، شامل شش خط کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و به طول پنج متر بود. همچنین فاصله بوته‌ها روی ردیف هم ۲۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌های فرعی یک متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. کشت براساس تقویم زمانی به صورت دستی و به روش خشکه کاری و آبیاری هم در همان روز و بلافاصله بعد از کشت انجام شد. در طول دوره رشد، آب مورد نیاز مزرعه از آب آبیاری و آب باران تأمین شد. آبیاری گیاهان به روش قطره‌ای (نوار تیپ) با استفاده از نوار تیپ‌های ۲۰ سانتی‌متری با دبی سه لیتر در ساعت در

برهم‌کنش تاریخ کاشت و برداشت در سطح احتمال خطای یک درصد بر عملکرد ریشه معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و برداشت نشان داد که کمترین میزان عملکرد ریشه مربوط به تاریخ کاشت ۵ آبان و تاریخ برداشت ۱۰ اردیبهشت بود (۳۲/۹۵ تن در هکتار) و بیشترین میزان عملکرد ریشه مربوط به تاریخ کاشت ۲۶ شهریور و تاریخ برداشت ۳۰ خرداد (۷۵/۷۵ تن در هکتار) بود (شکل ۲).

با تأخیر در برداشت از ۱۰ اردیبهشت تا ۳۰ خرداد و همچنین تعجیل در کاشت از ۵ آبان تا ۲۶ شهریور، دوره رشد گیاه افزایش یافته و همین امر تأثیر مثبتی بر عملکرد ریشه داشت که با یافته‌های سایر محققین هم‌خوانی دارد (Ashraf Basati et al., 2002; Mansouri et al., 2013). همچنین با توجه به رابطه رگرسیونی بین درجه روز رشد تجمعی (GDD) و عملکرد ریشه در دو سال مختلف (شکل ۳) مشخص شد که با افزایش درجه روز رشد تجمعی می‌توان به عملکرد ریشه بیشتری دست یافت، به‌طوری‌که با افزایش درجه روز رشد تا بیش از ۳۰۰۰، عملکرد ریشه افزایش یافت و فقط شیب این افزایش، اندکی کاهش یافت.

گیری‌های انجام شده، عملکرد شکر سفید محاسبه شد. با استفاده از دستگاه بتالایزر، درصد قند و توسط دستگاه فلیم فتومتر، سدیم و پتاسیم اندازه‌گیری شد (Asadi, 2007).

با استفاده از آمار دمای روزانه از کاشت تا برداشت هر تیمار در هر سال آزمایش، میزان درجه-روز-رشد تجمعی دوره تمامی تیمارها، با استفاده از معادله ۱ محاسبه گردید:

$$H_i = \sum ((T_{min} + T_{max}) / 2) - T_b \quad (1)$$

که در آن،  $H_i$ : درجه-روز-رشد (GDD)،  $T_{min}$ : کمینه درجه حرارت روزانه هوا،  $T_{max}$ : بیشینه درجه حرارت هوا و  $T_b$ : درجه حرارت پایه چغندر قند است که معادل سه درجه سانتی‌گراد منظور شد (Hoffmann, 2019).

آزمون بارتلت برای اطمینان از یکنواختی خطاهای آزمایش در دو سال انجام و سپس تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

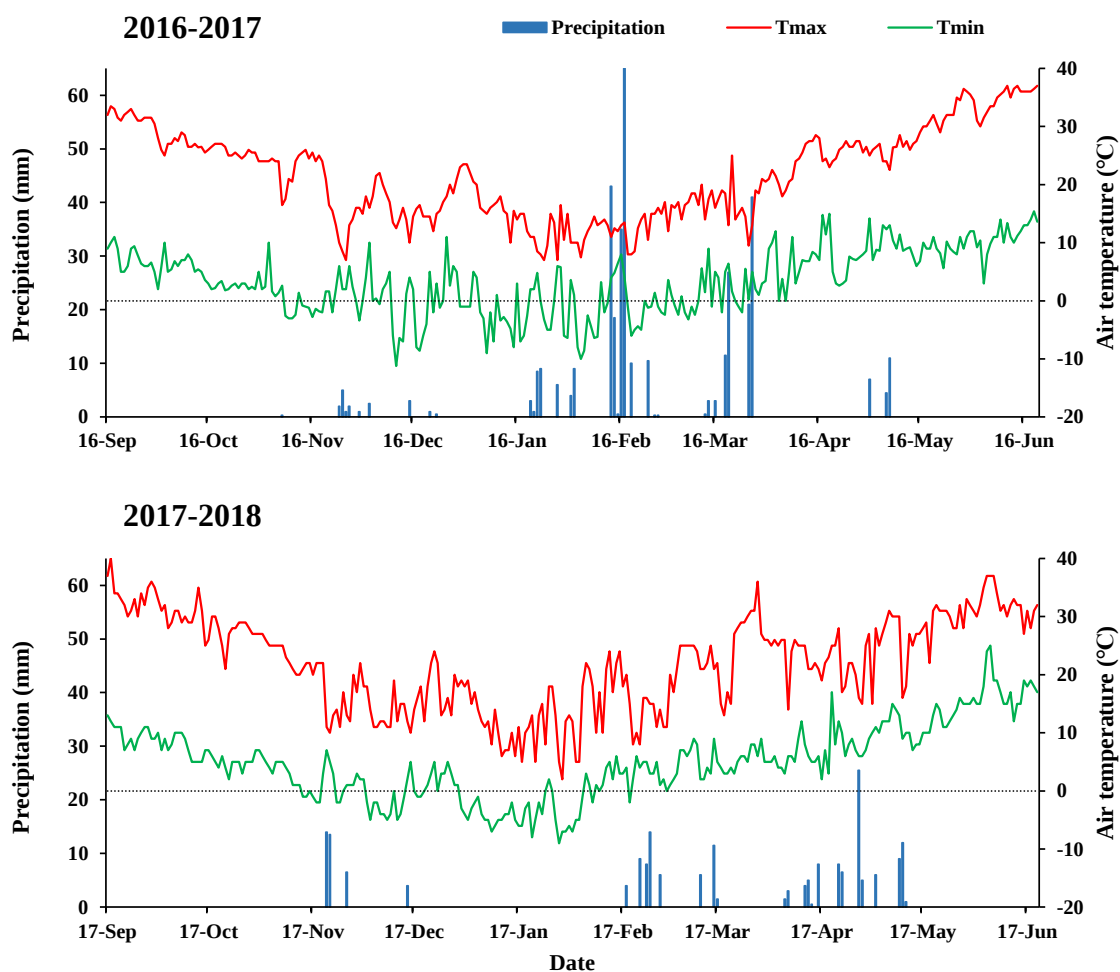
## نتایج و بحث

### عملکرد ریشه

جدول ۲- تعداد دفعات و عمق آب آبیاری در تیمارهای مختلف در دو سال زراعی

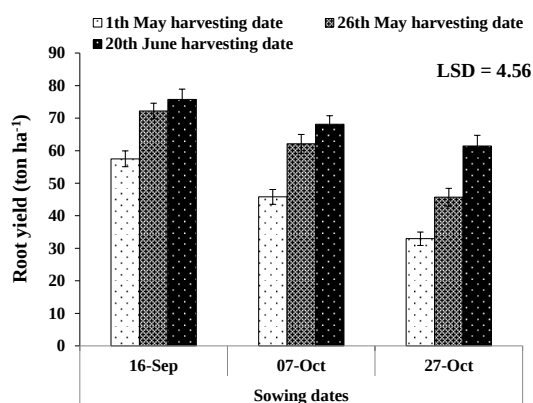
Table 2- Number and depth of irrigation in different treatments in two cropping seasons.

| تاریخ کاشت<br>Sowing date | تاریخ برداشت<br>Harvesting date | تعداد دفعات آبیاری<br>Number of irrigations |           | عمق کل آب آبیاری<br>Depth of irrigation (mm) |           | بارندگی<br>Precipitation (mm) |           |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
|                           |                                 | 2016-2017                                   | 2017-2018 | 2016-2017                                    | 2017-2018 | 2016-2017                     | 2017-2018 |
| ۲۶ شهریور<br>16 Sep.      | ۱۰ اردیبهشت<br>1 May            | 13                                          | 12        | 508                                          | 529       | 349                           | 165       |
|                           | ۵ خرداد<br>26 May               | 16                                          | 14        | 610                                          | 614       | 371                           | 193       |
|                           | ۳۰ خرداد<br>20 June             | 20                                          | 18        | 779                                          | 798       | 371                           | 193       |
| ۱۵ مهر<br>7 Oct.          | ۱۰ اردیبهشت<br>1 May            | 9                                           | 9         | 362                                          | 429       | 349                           | 165       |
|                           | ۵ خرداد<br>26 May               | 12                                          | 11        | 464                                          | 514       | 371                           | 193       |
|                           | ۳۰ خرداد<br>20 June             | 16                                          | 15        | 633                                          | 698       | 371                           | 193       |
| ۵ آبان<br>27 Oct.         | ۳۰ خرداد<br>20 June             | 7                                           | 7         | 275                                          | 332       | 349                           | 165       |
|                           | ۱۰ اردیبهشت<br>1 May            | 10                                          | 9         | 377                                          | 417       | 371                           | 193       |
|                           | ۵ خرداد<br>26 May               | 14                                          | 13        | 546                                          | 601       | 371                           | 193       |



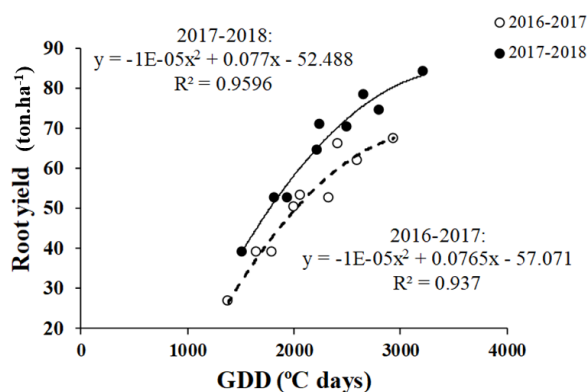
شکل ۱- دمای کمینه، بیشینه و میزان بارندگی در طول فصل کاشت در دو سال آزمایش

Fig. 1- Minimum, and maximum temperature and rainfall during the growing season in two years of experiment



شکل ۲- مقایسه میانگین برهم کنش تاریخ کاشت در تاریخ برداشت برای عملکرد ریشه چغندر قند

Fig. 2- Mean comparison of interaction between sowing date, and harvesting date for root yield of sugar beet



شکل ۳- رابطه رگرسیونی بین درجه روز رشد تجمعی (برای سه تاریخ کاشت در سه تاریخ برداشت) و عملکرد ریشه (میانگین دو رقم) در دو سال مختلف در چغندر قند

Fig. 3- Relation of root yield (mean of two cultivars) and accumulative GDD (for three sowing dates in three harvest dates) in sugar beet

جدول ۳- میانگین مربعات تجزیه واریانس مرکب عملکرد ریشه و برخی صفات کیفی چغندر قند در دو سال آزمایش  
Table 3- Mean squares of combined analysis of variance for root yield, and some qualitative traits of sugar beet in the experimental years.

| منابع تغییرات<br>S.O.V               | درجه آزادی<br>df | عملکرد ریشه<br>Root yield | ساقه‌روی<br>Bolting | قند ناخالص<br>Sugar content | عملکرد شکر سفید<br>White sugar yield |
|--------------------------------------|------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| سال<br>Year (Y)                      | 1                | 5719**                    | 54.82**             | 33.39**                     | 125.04**                             |
| تکرار (سال)<br>Replication (R)       | 4                | 13.48                     | 0.567               | 0.64                        | 0.339                                |
| تاریخ کاشت<br>Sowing date (SD)       | 2                | 4284.9**                  | 1301.31**           | 31.65**                     | 109.64**                             |
| Y × SD                               | 2                | 0.122 <sup>ns</sup>       | 54.82**             | 0.137 <sup>ns</sup>         | 0.57 <sup>ns</sup>                   |
| R (Y × SD)                           | 8                | 56.82                     | 0.56                | 1.69                        | 2.33                                 |
| رقم<br>Cultivar (C)                  | 1                | 10.25 <sup>ns</sup>       | 1.30 <sup>ns</sup>  | 0.29 <sup>ns</sup>          | 0.24 <sup>ns</sup>                   |
| Y × C                                | 1                | *129.45                   | 0.02 <sup>ns</sup>  | 0.0002 <sup>ns</sup>        | 1.29 <sup>ns</sup>                   |
| SD × C                               | 2                | 11.19 <sup>ns</sup>       | 1.30 <sup>ns</sup>  | 8.14**                      | 2.78*                                |
| Y × SD × C                           | 2                | 19.12 <sup>ns</sup>       | 0.3 <sup>ns</sup>   | 0.043 <sup>ns</sup>         | 0.58 <sup>ns</sup>                   |
| R (Y × SD × C)                       | 12               | 22.16                     | 0.87                | 0.423                       | 0.65                                 |
| تاریخ برداشت<br>Harvesting date (HD) | 2                | 48.85**                   | 453.9**             | 67.62**                     | 158.94**                             |
| SD × HD                              | 4                | 142.5**                   | 453.9**             | 8.37**                      | 6.94**                               |
| SD × HD                              | 2                | 46.97 <sup>ns</sup>       | 0.36 <sup>ns</sup>  | 9.80**                      | 9.22**                               |
| SD × C × HD                          | 4                | 20.09 <sup>ns</sup>       | 0.36 <sup>ns</sup>  | 3.75**                      | 0.866 <sup>ns</sup>                  |
| Y × HD                               | 2                | 13.43 <sup>ns</sup>       | 6.99**              | 0.335 <sup>ns</sup>         | 2.80 <sup>ns</sup>                   |
| Y × SD × HD                          | 4                | 26.60 <sup>ns</sup>       | 6.99**              | 0.053 <sup>ns</sup>         | 0.853 <sup>ns</sup>                  |
| Y × C × HD                           | 2                | 20.38 <sup>ns</sup>       | 0.76 <sup>ns</sup>  | 0.058 <sup>ns</sup>         | 0.902 <sup>ns</sup>                  |
| Y × SD × C × HD                      | 4                | 3.40 <sup>ns</sup>        | 0.76 <sup>ns</sup>  | 0.013 <sup>ns</sup>         | 0.010 <sup>ns</sup>                  |
| خطا<br>Error                         | 48               | 30.88                     | 0.53                | 0.999                       | 1.66                                 |
| ضریب تغییرات<br>CV (%)               |                  | 9.54                      | 20.84               | 6.61                        | 18.85                                |

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد؛ <sup>ns</sup>: غیر معنی‌دار

\* and \*\*: are significant at the 5 and 1% probability levels, respectively and ns is non-significant

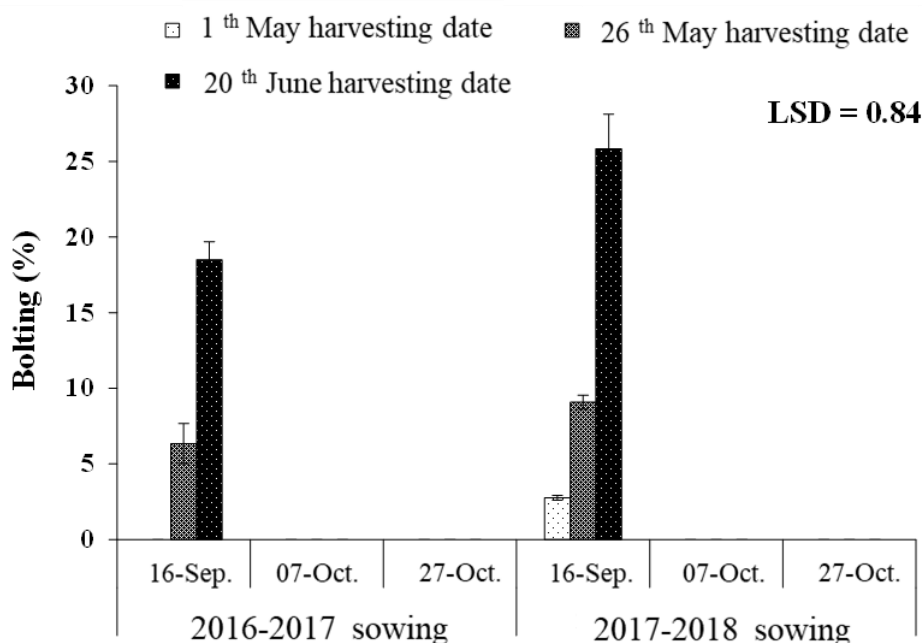
این نتیجه رسیدند که در همه تیمارها با افزایش دوره رشد و تأخیر در برداشت و تاریخ کاشت‌های زودهنگام، عملکرد ریشه افزایش می‌یابد که دلیل این امر، افزایش درجه روز رشد به واسطه افزایش طول دوره رشد است. تاریخ کاشت زود (مهرماه) از طریق تعداد، سن و اندازه برگ‌های گیاه می‌تواند تاج‌پوشش را تحت تأثیر قرار دهد و در نهایت، بر میزان جذب نور تأثیر بگذارد (Rinaldi & Vonella, 2004). در مقابل، تأخیر در کاشت باعث تأخیر در ظهور گیاهچه و در نتیجه، کاهش تجمع ماده خشک گردید و این تفاوت تا پایان باقی خواهد ماند (Stibbe & Marlander, 2002). در مطالعه حسین و همکاران (Hossain et al., 2015) برای تعیین تاریخ کاشت بهینه چغندر قند در بنگلادش گزارش کردند که بیشترین عملکرد ریشه در تاریخ کاشت اول نوامبر (۱۰ آبان) به‌دست آمد و با تأخیر در کاشت از اول نوامبر به بعد، عملکرد ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

همچنین با مقایسه درجه روز رشد در دو سال مختلف می‌توان مشاهده کرد که به علت شرایط دمایی متفاوت در دو سال و بالاتر بودن کمینه و بیشینه دما در سال دوم، مقدار درجه روز رشد تجمعی سال دوم نسبت به سال اول بالاتر بوده و همین امر و ارتباط مستقیم GDD دریافتی و تجمع ماده خشک می‌تواند عملکرد بالاتر ریشه در سال دوم را توجیه کند (Hoffmann & Kluge-Severin, 2011). به‌طور کلی، عملکرد ریشه چغندر قند پاییزه به‌شدت به تاریخ کاشت وابسته بوده، چغندر قندی که زودتر کاشته شده، همیشه به بازده بالاتری دست می‌یابد (Illkaee et al., Kenter et al., 2006; Hoffmann & Kluge-Severin, 2016). هافمن و کلاگ سورین (Hoffmann & Kluge-Severin, 2011) تاریخ‌های کشت پاییزه (۲۴ مرداد، ۲۴ شهریور و ۱۰ مهر) و تاریخ‌های کشت بهاره (۲۵ بهمن، ۲۵ اسفند و ۲۵ فروردین) چغندر قند را در تاریخ‌های مختلف کاشت و برداشت مورد مقایسه قرار دادند و به

امکان دارد که در موارد محدود به خصوص در مناطق گرم، با تأخیر در برداشت، عملکرد کاهش یابد، به طوری که در آزمایش بساطی و همکاران (Basati et al., 2002) در مناطق گرم کرمانشاه، با تأخیر در برداشت از ۱۵ اردیبهشت تا ۱۵ خرداد عملکرد به طور معنی داری کاهش یافت که دلیل آن، افزایش دمای هوا در خرداد و همچنین افزایش تنفس در شب ذکر شده است.

#### ساقه روی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهم کنش دوگانه تاریخ کاشت و رقم و تاریخ کاشت و تاریخ برداشت بر میزان ساقه روی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بودند (جدول ۳). با توجه به نتایج به دست آمده (شکل ۴) مشاهده می شود که تاریخ های کشت دوم و سوم ساقه روی نشان ندادند، ولی در تاریخ کاشت اول، هر دو رقم به ساقه رفتند و با تأخیر در برداشت، درصد آن افزایش داشت (جدول ۴).



شکل ۴- مقایسه میانگین برهم کنش سال در تاریخ کاشت در تاریخ برداشت برای درصد ساقه روی چغندر قند  
Fig. 4- Mean comparison of interaction among year, sowing date, and harvesting date for bolting rate of sugar beet

سال در منطقه مغان مورد مطالعه قرار گرفت که اثر سال، زمان کاشت و زمان برداشت تأثیر معنی داری بر درصد ساقه روی نداشت، اما درصد ساقه روی در سطح پنج درصد تحت تأثیر رقم قرار گرفت. می توان

در آزمایشی دیگر، اثر سه زمان کاشت (اوایل مهر، نیمه مهر و اوایل آبان) و چهار تاریخ برداشت (اوایل خرداد، تیر، مرداد و شهریور) روی سه رقم (مقاوم، نیمه مقاوم و حساس به پدیده ساقه رفتن) در دو

بیان کرد که با انتخاب رقم مناسب و سازگار با شرایط اقلیمی هر منطقه می‌توان تا حدود بسیار زیادی از به ساقه‌رفتن و کاهش کیفیت و عملکرد ریشه چغندر قند کاست (Taleghani et al., 2011). در آزمایش ادیبی فرد و همکاران (Adibifard et al., 2017) که چهار رقم چغندر قند پاییزه (Suprema و Spartak، Giada، Azaba) را در دو تاریخ کاشت ۱۶ مهر و ۲۲ آبان در منطقه زرقان استان فارس بررسی کردند، نتایج بیانگر تفاوت معنی‌دار بین ارقام و تاریخ‌های

کاشت بود، به‌طوری‌که تعجیل در کاشت باعث افزایش ساقه‌روی شد. به‌طور کلی، در مورد تأثیر تاریخ کاشت و برداشت بر ساقه‌روی می‌توان این‌گونه بیان نمود که بوته‌هایی با تأخیر در فصل زمستان کشت می‌شوند، سطح برگ کمتر و به طبع آن سطح دریافت‌کننده سرمای کمتری نسبت به گیاهان کشت شده در تاریخ‌های زودتر را دارند و به همین دلیل، مقاوم‌تر می‌باشند و بولتینگ کمتری را نشان می‌دهند (Basati et al., 2002).

جدول ۴- درصد ساقه‌روی ارقام مختلف چغندر قند در تاریخ کاشت ۲۶ شهریور و تاریخ‌های مختلف برداشت چغندر قند در دو سال زراعی  
Table 4- Bolting percentage of different sugar beet cultivars on planting date of 26 September and different harvesting dates of sugar beet in two years

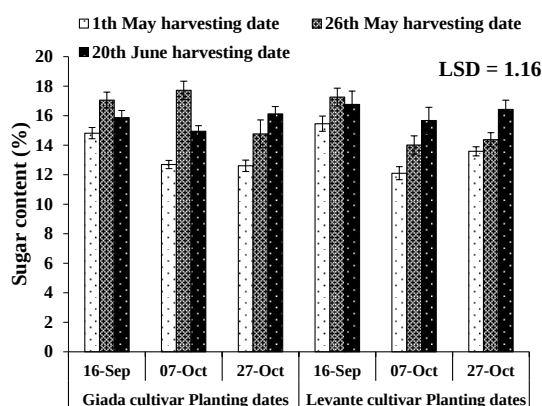
| سال<br>Year | تاریخ کاشت<br>Sowing date         | تاریخ‌های برداشت<br>Harvesting dates | گیادا<br>Giada    | لوانته<br>Levante |
|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| 2016-2017   | ۲۶ شهریور<br>16 <sup>th</sup> Sep | ۱۰ اردیبهشت<br>1 <sup>th</sup> May   | 0 <sup>h</sup>    | 0 <sup>h</sup>    |
|             |                                   | ۵ خرداد<br>26 <sup>th</sup> May      | 5.3 <sup>f</sup>  | 7.3 <sup>e</sup>  |
|             |                                   | ۳۰ خرداد<br>20 <sup>th</sup> June    | 18.7 <sup>c</sup> | 18.3 <sup>c</sup> |
|             |                                   |                                      |                   |                   |
| 2017-2018   | ۲۶ شهریور<br>16 <sup>th</sup> Sep | ۱۰ اردیبهشت<br>1 <sup>th</sup> May   | 2.7 <sup>g</sup>  | 2.8 <sup>g</sup>  |
|             |                                   | ۵ خرداد<br>26 <sup>th</sup> May      | 8.8 <sup>d</sup>  | 9.3 <sup>d</sup>  |
|             |                                   | ۳۰ خرداد<br>20 <sup>th</sup> June    | 25.0 <sup>b</sup> | 26.7 <sup>a</sup> |
|             |                                   |                                      |                   |                   |

#### درصد قند ناخالص (عیار)

نتیجه تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به درصد قند ناخالص یا عیار قند حاکی از آن است که اثر متقابل سه طرفه تاریخ کاشت، برداشت و رقم در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

با بررسی مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت در رقم در تاریخ برداشت (شکل ۵) مشخص شد که روند تغییرات عیار قند در برداشت‌های مختلف در دو رقم مورد مطالعه و در هر سه تاریخ کاشت متفاوت می‌باشد، به‌طوری‌که در رقم لوانته در برداشت‌های مختلف در هر سه تاریخ کاشت، عیار قند روند افزایشی دارد، ولی در رقم گیادا روند اندکی متفاوت می‌باشد. به این ترتیب، بیشترین عیار قند (۱۷/۷ درصد) مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ مهر و برداشت ۵ خرداد در رقم گیادا بود و کمترین عیار (۱۲/۱ درصد) هم مربوط به رقم لوانته در تاریخ کاشت ۱۵ مهر و برداشت ۱۰ اردیبهشت بود. به بیان دیگر، عیار قند به‌شدت تحت تأثیر تاریخ کاشت و برداشت قرار می‌گیرد،

به‌طوری‌که با تعجیل در کاشت در اواخر شهریور و همچنین تأخیر در برداشت تا تیر ماه، عیار قند رشد معنی‌داری خواهد کرد. همچنین با توجه به تأثیر ساقه‌روی بر درصد قند با تنظیم تاریخ کاشت و برداشت جهت حداقل ساقه‌روی می‌توان به مقدار بالاتر عیار دست یافت (Taleghani et al., 2011). همچنین بساطی و همکاران (Basati et al., 2002) با بررسی اثر سه تاریخ کاشت (اول شهریور، ۲۰ شهریور و ۱۰ مهر) و سه تاریخ برداشت (۱۵ فروردین، ۱۵ اردیبهشت و ۱۵ خرداد) بر رقم BR1 چغندر قند پاییزه در منطقه سرپل ذهاب کرمانشاه گزارش کردند که تأثیر تاریخ کاشت بر درصد و عملکرد قند معنی‌دار نبوده، ولی تاریخ کاشت ۲۰ شهریور، درصد قند بیشتری معادل ۱۴/۹ درصد را نشان داد. در تاریخ‌های مختلف برداشت هم مشاهده شد که در سال اول، برداشت‌های مختلف تأثیری نامنظم داشتند، ولی در سال دوم با تأخیر در برداشت (از ۱۵ فروردین تا ۱۵ خرداد)، درصد قند از ۱۳/۵ تا ۱۷/۶۱ افزایش یافت.

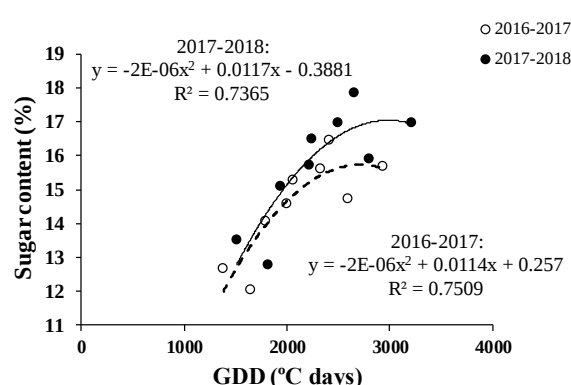


شکل ۵- مقایسه میانگین برهم کنش تاریخ کاشت در رقم در تاریخ برداشت برای درصد قند ناخالص در چغندر قند

Fig. 5- Mean comparison of interaction among sowing date, cultivar, and harvesting date for sugar content in sugar beet

عملکرد شکر سفید تأثیر معنی دار داشتند (جدول ۳). با توجه به نتایج به دست آمده (شکل ۷) مشاهده می شود که با تأخیر در برداشت در سه تاریخ کاشت، میزان عملکرد شکر افزایش پیدا می کند، اما شیب این افزایش در تاریخ کاشت سوم بیشتر است. بیشترین عملکرد شکر سفید هم معادل ۹/۸۸ تن در هکتار در تاریخ کاشت ۲۶ شهریور و برداشت ۳۰ خرداد و کمترین میزان هم معادل ۳/۰۱ تن در هکتار در تاریخ کاشت ۵ آبان و برداشت ۱۰ اردیبهشت به دست آمد.

رابطه رگرسیونی بین درجه روز رشد تجمعی و عملکرد شکر سفید در دو سال مختلف نشان داد که با افزایش GDD یا به عبارتی دوره رشد، میزان عملکرد شکر افزایش پیدا کرد. با توجه به این مطلب که عملکرد شکر تابعی از عیار قند، قند خالص و عملکرد ریشه می باشد، بنابراین این مشخصه باید با افزایش این سه عامل، افزایش پیدا کند. بنابراین با توجه به این مطلب که عملکرد ریشه و درصد قند ریشه تحت تأثیر تأخیر در برداشت و تعجیل در کشت افزایش پیدا می کنند، بنابراین افزایش عملکرد شکر با افزایش GDD قابل انتظار است (شکل ۸). هافمن (Hoffmann, 2019) نیز با افزایش GDD، افزایش درصد قند قابل استحصال و همچنین عملکرد ریشه را گزارش کرد، در نتیجه عملکرد شکر سفید هم که به عبارتی، از ضرب این دو فاکتور به دست می آید، با شیب ثابتی افزایش یافت.



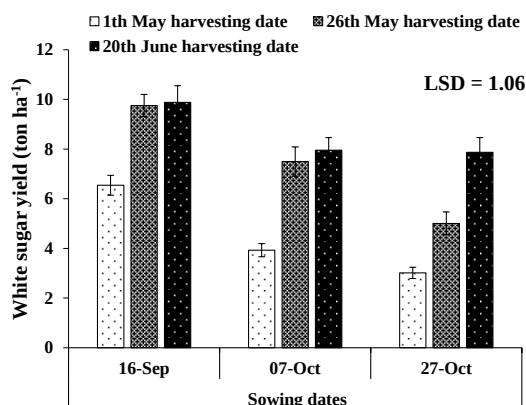
شکل ۶- رابطه رگرسیونی بین درجه روز رشد تجمعی (برای سه تاریخ کاشت در سه تاریخ برداشت) و درصد قند ناخالص (میانگین دو رقم) در دو سال مختلف در چغندر قند

Fig. 6- Relation of Sugar content (mean of two cultivars) and accumulative GDD (for three sowing dates in three harvest dates) in sugar beet

رابطه رگرسیونی بین درجه روز رشد تجمعی و درصد قند ناخالص در دو سال مختلف (شکل ۶) نشان داد که با افزایش GDD عیار قند افزایش پیدا می کند، ولی این افزایش با روند افزایش عملکرد ریشه تحت تأثیر درجه روز اندکی متفاوت می باشد، به طوری که بعد از دریافت حدود ۲۵۰۰ درجه، عیار قند به مقدار بیشینه خود رسیده و پس از آن، روند افزایشی ندارد، در صورتی که عملکرد ریشه تقریباً به صورت خطی افزایش پیدا کرد که این مطلب نشان می دهد، روند افزایش عملکرد و عیار بر هم منطبق نیستند، به طوری که در برداشت دوم و حدود ۲۵۰۰ درجه روز رشد، حداکثر عیار به دست آمده، در صورتی که حصول بیشترین عملکرد مربوط به تاریخ برداشت سوم بود (شکل ۵). بنابراین، با تعجیل در کاشت و مصادف شدن ظهور گیاهچه با شرایط دمایی بالاتر، گیاه قبل از شروع سرما می تواند به شاخص سطح برگ بالاتری دست یابد که همین امر به بسته شدن سریع تر سایه انداز بعد از گذراندن دوره سرما کمک کرده و باعث انطباق بیشینه سطح برگ با بیشترین تابش می شود.

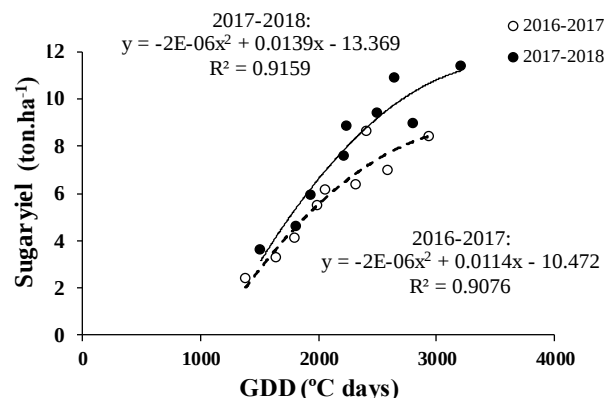
#### عملکرد شکر سفید

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که برهم کنش دوگانه تاریخ کاشت در رقم در سطح احتمال پنج درصد و تاریخ کاشت در برداشت و تاریخ برداشت در رقم در سطح احتمال یک درصد بر



شکل ۷- مقایسه میانگین برهم کنش تاریخ کاشت در تاریخ برداشت برای عملکرد شکر سفید در چغندر قند

Fig. 7- Mean comparison of interaction between sowing date, and harvesting date for white sugar yield in sugar beet



شکل ۸- رابطه رگرسیونی بین درجه روز رشد تجمعی (برای سه تاریخ کاشت در سه تاریخ برداشت) و عملکرد شکر سفید (میانگین دو رقم) در چغندر قند در دو سال مختلف

Fig. 8- Regression equation of sugar yield (mean of two cultivars) and accumulative GDD (for three sowing dates in three harvest dates) in sugar beet

کردند که عملکرد شکر تحت تأثیر رقم قرار گرفت و رقم DEZ نسبت به رقم BR1، بیشترین مقدار عملکرد شکر را نشان داد. در آزمایشی دیگری که در شهرستان فسا انجام شد، تأثیر تاریخ کاشت (۵ مهر، ۲۵ مهر و ۱۵ آبان) و تاریخ برداشت (۱۰ اردیبهشت، ۵ خرداد و ۳۰ خرداد) روی دو رقم (BRI و رسول) چغندر قند مورد ارزیابی قرار گرفت (Ashraf Mansouri et al., 2013). ایشان نتیجه گرفتند که در مناطق معتدله، گیاهان در تاریخ‌های کاشت زود هنگام (۵ مهر) مدت زمان بیشتری در معرض سرما قرار گرفته و همین امر باعث می‌شود که درصد ساقه‌روی افزایش یابد و در تاریخ کاشت‌های دیرتر (۲۵ مهر و ۱۵ آبان)، تعداد بوته کمتری به ساقه می‌روند. از طرفی، برای حصول حداکثر عملکرد نیاز به دوره رشد طولانی‌تری بوده، بنابراین تاریخ کاشت و برداشت باید به گونه‌ای انتخاب شود که بین عملکرد و ساقه‌روی تعادل برقرار شده و بیشترین عملکرد شکر سفید حاصل گردد.

### نتیجه‌گیری

این تحقیق نشان داد که انتخاب تاریخ کاشت و برداشت مناسب و همچنین رقم مقاوم به ساقه‌روی اثر بسیار زیادی بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند دارد. تأخیر در کاشت از ۲۶ شهریور تا ۵ آبان و تعجیل در برداشت (قبل از ۳۰ خرداد) باعث کاهش عملکرد ریشه، عیار قند و در نهایت، عملکرد شکر سفید می‌شود. در این منطقه در دو

در آزمایش ادیبی‌فرد و همکاران (Adibifard et al., 2017) که چهار رقم چغندر قند پاییزه (آزابا، گیادا، اسپارتاک و سوپرما) را در دو تاریخ کاشت ۱۶ مهر و ۲۲ آبان در منطقه زرکان استان فارس بررسی کردند، تاریخ کاشت در سطح احتمال پنج درصد به‌طور معنی‌داری بر عملکرد شکر سفید تأثیر گذاشت. حمایتی و همکاران (Hemayati et al., 2012) با بررسی اثر سه تاریخ کاشت (۱۵ شهریور، ۱۵ مهر و ۱۵ آبان) بر عملکرد کمی و کیفی پنج رقم چغندر قند پاییزه در جیرفت نشان داد که با تأخیر در کاشت، عملکرد شکر کاهش می‌یابد. از جمله دلایل افزایش عملکرد در کاشت زود هنگام می‌توان به رابطه خطی بین عملکرد و مقدار تشعشع خورشیدی دریافت شده اشاره کرد (Hosseini et al., 2011; Fortune et al., 1999; Storer et al., 1973; Biscoe et al., 1978).

بین ارقام از لحاظ شکر سفید معمولاً تفاوت معنی‌دار وجود دارد و انتظار می‌رود، ارقامی که در تاریخ کاشت‌های زود هنگام عملکرد بیشتری دارند در تاریخ کاشت‌های بعدی هم عملکرد بیشتری نسبت به ارقام دیگر برخوردار باشند (Hemayati et al., 2012) اما در این آزمایش تفاوت معنی‌داری بین ارقام از لحاظ عملکرد شکر سفید وجود نداشت. جواهری و همکاران (Javaheri et al., 2006) نیز گزارش

- 1- Azaba
- 2- Giada
- 3- Spartak
- 4- Suprema

سال آزمایش در هیچ کدام از تیمارها خطر سرمازدگی و یخزدگی که به حذف بوته‌ها منجر شود، وجود نداشت و هیچ بوته‌ای از بین نرفت. تیمار تاریخ کاشت ۲۶ شهریور و برداشت ۳۰ خرداد با وجود بیشترین عملکرد ریشه و شکر، ساقه‌روی بالایی نیز داشت. بنابراین، با در نظر گرفتن محصول اقتصادی و نهایی نتیجه می‌گیریم که تاریخ برداشت دوم (۵ خرداد) در تاریخ کاشت ۲۶ شهریور از نظر عملکرد شکر با تاریخ کاشت سوم (۳۰ خرداد) اختلاف معنی‌داری نداشته و از طرفی، درصد ساقه‌روی کمتر از ۱۰ درصد را دارا بود. بنابراین در نهایت، تاریخ کاشت ۲۶ شهریور و برداشت ۵ خرداد از لحاظ عملکرد شکر، بهترین تیمار در نظر گرفته می‌شود.

## References

- Adibifard, N., Habibi, D., Bazrafshan, M., Taleghani, D.F., & Ilkaee, M.N. (2017). Investigating of cultivating the autumn sugar beet in Fars province (Zarghan). *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences*, 3, 1-9.
- Al-Sayed, M., Usama, A., Abd El-Razek, F., Hayam, M., & Fateh, S. (2012). Effect of harvest dates on yield and quality of sugar beet varieties. Sugar Crops Res. Inst., Agricultural Researches Center, Giza, Egypt. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(9), 525-529. <https://doi.org/10.52804/ijaas2023.4211>
- Asadi, M., (2007). Beet-Sugar Handbook: John Wiley & Sons. 884PP.
- Ashraf Mansouri, G., Sharifii, M., & Hamdi, F. (2013). Study of autumn sowing of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Fasa area. *Journal of Sugar Beet*, 29(1), 37-43. <https://doi.org/10.22092/jsb.2013.1299>.
- Basati, J., Koolivand, M., Nemati, A., & Zarei, A. (2002). Evaluation of autumn-sown sugar beet production possibility in Kerman-shah warm regions. *Journal of Sugar Beet*, 18(2), 119-130. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22092/jsb.2003.8279>.
- Biscoe, P.V., Jaggard, K.W., Farley, R.F., & Messem, A.B. (1979). Radiation interception and sugar production. UK, Rothamsted Experimental Station Report. pp. 64PP.
- Deihimfard, R., & Rahimi Moghadam, S. (2015). Assessing the yield of spring and autumn-sown sugar beet in Mashhad and Neyshabor, Khorasan using a simulation model. *Journal of Plant Production Research*, 22(3), 157-180
- FAO STAT. 2017. (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>).
- Fathullah Taleghani, D., Mohammadian, R., & Sadeghzadeh Hamayati, S. (2015). Guide to planting, holding and harvesting autumn beets. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Sugar Beet Seed Breeding Research Institute. Pp. 194.
- Fortune, R.A., Burke, J.I., Kennedy, T., & O'Sullivan, E. (1999). Effect of early sowing on the growth, yield and quality of sugar beet. Crops Research Centre, Oak Park 20, 25 p.
- Garcia, J., Lopez, E., & Bellido, L. (1986). Growth and yield of autumn-sown sugar beet: Effects of sowing time, plant density and cultivar. *Field Crops Research*. 14, 1-14. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(86\)90042-0](https://doi.org/10.1016/0378-4290(86)90042-0).
- Hemayati, S., Shirzadi, M., Aghaezadeh, M., Taleghani, D., Javaheri, M., & Aliasghari, A. 2012. 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*, 28(1), 42-25. <https://doi.org/10.22092/jsb.2012.659>.
- Hoffmann, C.M. & Kluge-Severin, S. (2011). Growth analysis of autumn and spring sown sugar beet. *European Journal of Agronomy*, 34(1), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.09.001>.
- Hoffmann, C.M. (2019). Importance of canopy closure and dry matter partitioning for yield formation of sugar beet varieties. *Field Crops Research*, 236, 75-84. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.03.013>.
- Hossain, M.F., Khaliq, Q.A., & Karim, A. (2015). Effect of sowing date on growth and yield of tropical sugar beet. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 7(1), 53-60.
- Ilkaee, M.N., Babaei, Z., Baghdadi, A., & Golzardi, F. (2016) Effect of different planting dates and defoliation on the properties of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 4(1), 52-58. [http://doi.org/10.18006/2015.4\(1\).52.58](http://doi.org/10.18006/2015.4(1).52.58).
- Javaheri, M.A., Najafinejad, H., & Azad Shahraki, F. (2006). Investigating the possibility of autumn beet cultivation in Arzooieh region (Kerman province). *Journal of Pajhouhesh and Sazandegi*, 71, 93-85.
- Kenter, C., Hoffmann, C.M., & Märlander, B. (2006). Effects of weather variables on sugar beet yield development (*Beta vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy*, 24, 62-69.

- <http://doi.org/10.1016/j.eja.2005.05.001>.
19. Khajehpour, M. 2006. Industrial plants. Isfahan University of Technology Jihad Publications, Isfahan, Iran. 564 p.
20. Rinaldi, M., & Vonella, A.V. (2004). Water use efficiency in sugar beet, subjected to different sowing times and irrigation regimes in a Mediterranean environment. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Crop Science Congress, 26 Sep–1 Oct 2004, Brisbane, Australia.
21. Sharifi, H., Sadeghian, S. Y., & Hosseinpour, M. (2000). Winter beet cultivation, current and future situation of the country. Report of Sugar Beet Research Institute.
22. Stibbe, C., & Marlander, B. (2002). Field emergence dynamics significance to intraspecific competition and growth efficiency in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy*, 17, 161-171. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(02\)00005-9](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00005-9)
23. Storer, K.R., Schmehl, W.R., & Hecker, R.J. (1973). Growth analysis studies of sugar beet. Technical Bull., Colorado State University Experiment Station. 118, 69 pp.
24. Taleghani, D.F., Moharamzadeh, M., Hemayati, S.S., Mohammadian, R., & Farahmand, R. (2011). Effect of sowing and harvest time on yield of autumn-sown sugar beet in Moghan region in Iran. *Seed and Plant Production Journal*, 27(3), 355-371. <https://doi.org/10.22092/sppj.2017.110442>.