



Semnan University

Climate and Ecosystem of Arid and Semi-arid Regions

<https://ceasr.semnan.ac.ir>



Research Article

Improving Sugar Production by Transplanting in Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.); A Solution to Deal with Drought

Zhaleh Zarei^a, Hassan Heidari^{b,*} , Iraj Nosratti^c , Mahmood Khoramivafa^d 

^a M.Sc Graduated, Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agricultural Science and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran

^b Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agricultural Science and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran

^c Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agricultural Science and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran

^d Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agricultural Science and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran

ARTICLE INFO

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received: 19 january 2024

Revised: 27 july 2024

Accepted: 21 september 2024

Keywords:

Planting date,
Root,
Direct planting,
Seedling.

EXTENDED ABSTRACT

Background and Objectives: Sugar beet is one of the important sources of sugar production; nearly 40% of the sugar produced in the world is obtained from sugar beet. Since thousands of years ago, beet sugar has been a valuable component in the human diet. Beet transplanting is one of the suitable solutions to achieve a uniform plant population, produce more crops, reduce weed competition, reduce the use of herbicides and invest in a longer growing season by closing the primary canopy. In terms of the effect of planting date on plant establishment, control of weeds, pests and diseases, harvest time and product quality, it is inevitable to know the most suitable planting date for each region in order to improve the quality and quantity of the product. During the investigation on three sugar beet planting dates (May 9, June 7, and July 13), it was reported that the delay in planting caused a decrease in root yield and white sugar. Also, transplanting increased root size and yield compared to direct cultivation (Karbalaie et al., 2012). In another experiment, it has been reported that the roots were short and multi-branched and the sugar yield was higher than direct cultivation (KazeminKhah, 2005). During a study on four sugar beet planting dates (March 15 and 30 and April 15 and 30), it was reported that with the delay in planting, the number of main and secondary stems in the plant, the height of the plant and the dry weight of the whole plant decreased (Chegini et al., 2013). In sugar beet cultivation, the final product or sugar depends on several factors. In this, sugar content and root yield are of particular importance. Therefore, although direct cultivation is more suitable in terms of sugar content, the high production of roots in transplanting makes it superior to direct cultivation in terms of sugar yield (Nasri et al., 2012b). Considering that the selection of the appropriate planting date is one of the important factors in the cultivation of any crop based on regional conditions, this experiment aimed to compare transplanting and direct seeding in the usual and early planting dates in order to increase the yield of beet sugar under climatic conditions of Kermanshah.

Materials and Methods: This experiment was conducted to enhance sugar beet yield by transplanting at Research Farm, Campus of Agriculture and Natural

Resources, Razi University, Kermanshah during two years (2015 and 2016). In 2015, the experiment was conducted as factorial based on randomized complete block design with four replications. Factors were three planting methods (seeding, 4-week transplanting and 6-week transplanting) and two planting dates (early planting and common planting date). In 2016, the experiment was a randomized complete block design with three replications. The treatments included 6-week transplanting at early planting (superior treatment in the first year) and seeding (control). Since the purpose of the experiment in the first year was to investigate the possibility of transplanting the plant, the plants were kept until the crown closure stage and then the dry weight of the aerial parts and the fresh weight of their roots were measured. In the second year, when the possibility of transplanting the plant was proved, the plants were harvested at the usual time of sugar beet delivery to the sugar factory in the region. Each experimental plot consisted of five rows of four meters long with a distance of 75 cm between the two rows and the distance between the plants on the planting rows was 20 cm. In the ripening stage, four plants were selected from the middle rows of each plot to measure the plant's morphological traits (plant height, number of leaves, petiole length, leaf length and width). In order to measure other traits (fresh weight of leaves, fresh weight of petioles, wet weight of aerial organs, dry weight of leaves, dry weight of petioles and dry weight of aerial organs) the plants were transferred to the laboratory and weighed using a electronic scale with an accuracy of 0.001 grams. Traits related to yield and yield components included wet root yield, dry root yield, root length, root diameter, root volume, crown length, crown diameter, sugar content, sugar yield, plant harvest index, and sugar harvest index. The data obtained from taking notes and sampling the desired traits were analyzed with the help of SAS software version 2.9. To compare the averages of each of the treatments, the LSD method was used at the 5% probability level.

Results: The mean comparison of the simple effect of planting method in the first year showed that the 6-week transplant (91%) had a higher survival rate than the 4-week transplant (50%). The mean comparison of interaction effect of planting method and planting date showed that the highest dry weight of petiole, leaf and aerial organs and leaf area was related to early 6-week transplanting. The mean comparison in the second year showed that transplanting increased stomatal conductance, chlorophyll b, total chlorophyll, leaf weight, fresh weight of aerial organs, dry weight of leaves and dry weight of aerial organs compared to seeding. Results of the experiment in the first year showed that the best treatment was early 6-week transplanting, which increased the dry matter of aerial organs, root yield, and leaf area compared to other treatments. According to the obtained results, it seems that with the increase in the age of the transplant, the plant has a higher ability to establish and optimally use environmental factors and has been able to make maximum use of environmental resources in earlier planting than the usual time planting. Biomass depends on the amount of absorbed radiation, which also depends on the leaf area. The high diameter of the root indicates the high efficiency of the underground part in the use of storage materials. In addition, another reason for the increase in root dry yield and the subsequent increase in sugar yield could be high stomatal conductance and chlorophyll in the transplanting method.

Conclusion: This experiment was carried out in order to compare planting and seeding in the normal and early planting date to increase the yield of beet sugar in the weather conditions of Kermanshah. The results of the experiment in the first year showed that the early 6-week transplanting treatment was the best, which increased the dry matter of aerial organs, root yield and leaf area compared to other treatments. According to the obtained results, it seems that with the increase in the age of the plant, it has a higher ability to establish and optimally use

environmental factors, and it has been able to make maximum use of environmental resources in cultivation earlier than the usual time and increase the dry matter of aerial organs, root yield, leaf area and plant height. The results of the experiment in the second year showed that compared to seeding, transplanting caused an increase in fresh and dry weight of aerial organs, fresh and dry root yield, root diameter, crown height and crown diameter. Also, from the results of the second year, it seems that, despite the multi-branching of the roots, the high sugar yield can be a good reason to replace direct cultivation with transplanting cultivation. One of the limitations of this research is the way to choose the shape of the seedling pot for the research. If the selected pots are very deep, multi-rooting may not happen. Considering that transplanting reduces the consumption of inputs in agriculture and the most important input in the agricultural sector of arid and semi-arid regions is water, therefore, beet transplanting is a promising solution to deal with drought.

Cite this article: Zarei, Z., Heidari, H., Nosratti, I. and Khoramivafa, M. (2024). Improving sugar production by transplanting in sugar beet (*Beta vulgaris* L.); a solution to deal with drought. *Climate and Ecosystem of Arid and Semi-arid Regions*, 2(1), 17-35.

©2024 Published by Semnan University Press.
DOI: <https://doi.org/10.22075/ceasr.2025.33039.1028>

افزایش تولید شکر با کشت نشایی چغندر قند (*Beta vulgaris* L.)؛

راهکاری برای مقابله با خشکی

ژاله زارعی^۱، حسن حیدری^{۲*}، ایرج نصرتی^۲ و محمود خرمی وفا^۲

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲- دانشیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
*: نویسنده مسئول، heidari1383@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی-پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۹ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۳۱	سابقه و هدف: چغندر قند یکی از منابع مهم تولید شکر است. نزدیک به ۴۰ درصد شکر تولید شده در جهان از چغندر قند به دست می آید. از هزاران سال پیش، قند چغندر جزء ارزشمندی در رژیم غذایی انسان بوده است. نشاکاری چغندر یکی از راهکارهای مناسب برای دستیابی به جمعیت گیاهی یکنواخت، تولید محصول بیشتر، کاهش رقابت علف های هرز، کاهش استفاده از علف کش ها و سرمایه گذاری در فصل رشد طولانی تر با بستن تاج پوشش اولیه است. انتخاب تاریخ کاشت مناسب یکی از فاکتورهای مهم در کشت هر محصول براساس شرایط منطقه ای است. این آزمایش به منظور افزایش عملکرد چغندر قند با روش کشت نشایی انجام شد. مواد و روش ها: این آزمایش به منظور افزایش عملکرد چغندر قند با روش کشت نشایی در دو سال (۹۵-۱۳۹۳) در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی، کرمانشاه انجام شد. آزمایش در سال اول به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. عامل ها شامل سه روش کاشت (بذرکاری، نشای ۴ هفته ای و نشای ۶ هفته ای) و دو تاریخ کاشت (کشت زودهنگام و کشت زمان معمول) بود. آزمایش در سال دوم به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار بود. تیمارها شامل نشاکاری ۶ هفته ای زودهنگام (تیمار برتر سال اول) و بذرکاری (شاهد) بود. داده های حاصل از یادداشت برداری ها و نمونه گیری های صفات مورد نظر، به کمک نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه میانگین های مربوط به هریک از تیمارها از روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. یافته ها: نتایج آزمایش در سال اول نشان داد که نشاکاری ۶ هفته ای زود هنگام موجب افزایش وزن خشک برگ و اندام های هوایی، عملکرد تازه ریشه و سطح برگ نسبت به سایر تیمارها گردید که به عنوان تیمار برتر شناخته شد و برای تکرار آزمایش در سال دوم انتخاب گردید. نتایج آزمایش در سال دوم نشان داد که نشاکاری موجب افزایش هدایت روزنه ای، کلروفیل b، کلروفیل کل، وزن تازه و وزن خشک اندام های هوایی، عملکرد تازه و عملکرد خشک ریشه، قطر ریشه، ارتفاع و قطر طوقه و عملکرد شکر نسبت به کشت مستقیم شده است. نتیجه گیری: جهت افزایش عملکرد شکر، نشاکاری شش هفته ای در تاریخ یکم اسفند برای کرمانشاه توصیه می گردد. همچنین، از نتایج سال دوم چنین به نظر می رسد که در کشت نشایی با وجود چندشاخه ای شدن ریشه اما عملکرد شکر زیاد می تواند علت مناسبی برای جایگزینی کشت مستقیم با کشت نشایی گردد. با توجه

با اینکه نشاکاری باعث کاهش مصرف نهاده‌ها در کشاورزی می‌شود و مهمترین نهاده در بخش کشاورزی مناطق خشک و نیمه‌خشک آب است، لذا نشاکاری چغندر راهکاری امیدبخش برای مقابله با خشکی است.

استناد: زارعی، ژ.، حیدری، ح.، نصرتی، ا. و خرمی‌وفا، م. (۱۴۰۳). افزایش تولید شکر با کشت نشایی چغندرقند (Beta vulgaris L.)؛ راهکاری برای مقابله با خشکی. *اقلیم و بوم‌سازگان مناطق خشک و نیمه خشک*، ۲(۱)، ۳۵-۱۷.

ناشر: دانشگاه سمنان

DOI: <https://doi.org/10.22075/ceasr.2025.33039.1028>

۱- مقدمه

چغندرقند یکی از منابع مهم تولید شکر است (Noshad و همکاران، ۲۰۱۶؛ Shahbandeh، ۲۰۲۳) که نزدیک به ۴۰ درصد از قند تولیدی جهان از چغندرقند به‌دست می‌آید. از هزاران سال پیش تا حالا شکر چغندرقند یک جزء با ارزش در رژیم غذایی انسان بوده است (Sakr و همکاران، ۲۰۱۲؛ Duraisamy و همکاران، ۲۰۱۷). نشاکاری چغندر یکی از راهکارهای مناسب برای رسیدن به یک جمعیت گیاهی یکنواخت، تولید محصول بیشتر، کاهش رقابت علف هرز، کاهش استفاده از علف‌کش‌ها و سرمایه‌گذاری در فصل رشد طولانی‌تر از طریق بسته شدن تاج پوشش اولیه است (Khaembeh و Nelson، ۲۰۱۶). نشاکاری چغندرقند با استقرار بهتر بوته در خاک، کنترل مکانیکی علف هرز را حتی پنج روز پس از نشاکاری فراهم می‌سازد. در کشت نشایی، با وجود عملکرد زیاد، اما ریشه‌های چندشاخه‌ای تولید می‌گردد که می‌تواند تأثیر منفی روی بازار فروش آن بگذارد (Melander، ۲۰۰۰). طی بررسی روی سه تاریخ نشاکاری چغندرقند (۹ مه، ۷ ژوئن و ۱۳ ژوئیه) گزارش شده است که تأخیر در کاشت باعث کاهش عملکرد ریشه، قند و شکر سفید شد. همچنین، نشاکاری در مقایسه با کشت مستقیم باعث افزایش اندازه و عملکرد ریشه شد (Karbalaei و همکاران، ۲۰۱۲). در آزمایش دیگری نیز گزارش شده است که ریشه‌ها در کشت نشایی کوتاه و چندشاخه بوده و محصول شکر تولیدی با ۹۵ درصد اطمینان بیشتر از کشت مستقیم بود. (KazeminKhah، ۲۰۰۵). همچنین، وزن خشک کل، درصد قند، عملکرد شکر و شکر قابل استحصال در کشت نشایی بیشتر از کشت مستقیم بوده است (Nasri و همکاران، ۲۰۱۲a). تاریخ کاشت چغندرقند به انتخاب کشت‌های نوین بستگی دارد و همچنین تحت تأثیر رطوبت خاک قرار می‌گیرد (Aminzadeh و همکاران، ۲۰۱۴). در زراعت چغندرقند، محصول نهایی یا قند تابع عوامل متعددی است. در این میان، عیار قند و عملکرد ریشه از اهمیت خاصی برخوردار هستند. بنابراین، گرچه کشت مستقیم از نظر عیار قند وضعیت مناسب‌تری دارد اما تولید زیاد ریشه در کشت نشایی باعث می‌شود که از نظر عملکرد شکر بر روش کشت مستقیم برتری داشته باشد (Nasri و همکاران، ۲۰۱۲b). کاشت دیر هنگام به دلیل افزایش حضور علف‌های هرز، رقابت بوته‌ها برای جذب نور موجب افزایش ارتفاع بوته می‌گردد. در حالی که در کاشت زودهنگام سایر خصوصیات رشدی همچون تعداد شاخه‌ها افزایش می‌یابد (Sudeep و همکاران، ۲۰۰۶). از این رو، ارتباط بالای شرایط دمایی و رطوبتی محیط با رشد رویشی، هزینه‌های داشت، عملکرد، و ارزش تجاری محصول ضرورت دستیابی به مناسب‌ترین تاریخ انتقال نشاء را نشان می‌دهد (Rastegar و Heidari، ۲۰۰۶). به لحاظ تأثیر تاریخ کاشت بر استقرار گیاه، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها، زمان برداشت و کیفیت محصول دانستن مناسب‌ترین تاریخ کاشت برای هر منطقه در جهت ارتقا کمی و کیفی محصول اجتناب‌ناپذیر است (Rezvani Moghadam و Ahmad Zadeh Motlagh، ۲۰۰۷). طی بررسی روی چهار تاریخ کاشت چغندرقند (۱۵ و ۳۰ اسفند و ۳۰ فروردین) گزارش شده است که با تأخیر در کشت، تعداد ساقه اصلی و فرعی در بوته، ارتفاع بوته و وزن خشک کل بوته کاهش یافت (Chegini و همکاران، ۲۰۱۳). با توجه به این که انتخاب تاریخ کاشت مناسب یکی از عوامل مهم در کشت هر

محصول براساس شرایط منطقه‌ای است، این آزمایش به منظور مقایسه کشت نشایی و بذرکاری در تاریخ کاشت معمول و زودهنگام جهت افزایش عملکرد شکر چغندر قند در شرایط آب و هوایی کرمانشاه اجرا شد.

۲- مواد و روش‌ها

این مطالعه در دو سال ۱۳۹۳-۹۴ و ۱۳۹۴-۹۵ در دو بخش گلخانه و مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی، کرمانشاه با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۹ دقیقه شرقی، و ارتفاع ۱۳۱۹ متر از سطح دریا انجام شد. نتایج تجزیه خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایش در سال ۱۳۹۳-۹۴ به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و در سال ۱۳۹۴-۹۵ به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی در سال اول شامل دو تاریخ کاشت (کشت زودهنگام و کشت زمان معمول) و دو روش کاشت (بذرکاری، نشاکاری ۴ و ۶ هفته‌ای) بود. با توجه به تاریخ معمول بذرکاری در منطقه، زمان‌های نشاکاری انتخاب گردید. تاریخ‌های کاشت زمان معمول و زودهنگام به ترتیب ۲۰ اسفند و اول اسفند بود. از آنجایی که هدف آزمایش در سال اول بررسی امکان نشاکاری گیاه بود لذا گیاهان تا مرحله بسته شدن تاج‌پوش نگهداری شدند و سپس وزن خشک اندام‌های هوایی و وزن تازه ریشه آنها اندازه‌گیری شد. در سال دوم که امکان نشاکاری گیاه به اثبات رسید، گیاهان در زمان معمول تحویل چغندر قند به کارخانه قند در منطقه برداشت شدند. تیمارهای آزمایش در سال دوم شامل نشاکاری ۶ هفته‌ای زودهنگام (تیمار برتر سال اول) و بذرکاری (شاهد) بود. جهت اجرای آزمایش زمینی با مساحت تقریبی ۱۰۰ متر مربع انتخاب گردید. هر کرت آزمایش، شامل پنج خط کشت به طول چهار متر با فاصله دو پشته ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف‌های کاشت، ۲۰ سانتی‌متر بود. در این تحقیق از بذر منورم SBS1004 استفاده شد. جهت آماده‌سازی زمین، یک‌بار در پاییز زمین شخم زده شد. حدود یک ماه قبل از زمان انتقال نشاءها (بهمن‌ماه) به زمین اصلی، زمین دیسک زده شد و با استفاده از شیارکن جوی و پشته‌ها ایجاد گردید. بذرکاری به صورت کپه‌ای انجام شد که در هر کپه سه بذر قرار داده شد که پس از سبز شدن و در مرحله‌ی چهار برگی به یک بوته تنک گردید. جهت تهیه نشاء در گلخانه، ۱۰۰ گلدان با اندازه کوچک آماده و توسط مخلوطی از یک‌سوم کود دامی کاملاً پوسیده، یک‌سوم ماسه و یک‌سوم خاک پر و در هر گلدان ۸ عدد بذر کشت شد که پس از سبز شدن به سه بوته در هر گلدان تقلیل داده شد. پس از انتقال نشاءها به زمین اصلی و بعد از گذشت یک‌ماه از استقرار کامل گیاهچه‌ها، مبادرت به تنک کردن آنها به یک بوته گردید. در طول آزمایش، آبیاری به صورت منظم و هر هفته یک‌بار انجام شد. عملیات کنترل علف‌های هرز به صورت دستی و طی دو مرحله انجام گرفت. در مرحله رسیدگی، جهت اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک گیاه (ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول دمبرگ، طول و عرض برگ) چهار بوته از ردیف‌های میانی هر کرت انتخاب شد. جهت اندازه‌گیری سایر صفات (وزن تر برگ، وزن تر دمبرگ، وزن تر اندام‌های هوایی، وزن خشک برگ، وزن خشک دمبرگ و وزن خشک اندام‌های هوایی) بوته‌ها به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از ترازوی دقیق الکترونیکی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Soil physical - chemical properties of experimental site

عمق خاک (سانتی متر)	پتاسیم (بخش در میلیون)	فسفر (بخش در میلیون)	ازت کل (درصد)	کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته خاک pH	بافت Texture
Soil depth (cm)	K (ppm)	P (ppm)	N (%)	OC (%)	EC (dS/m)		
0 – 20	230	10	0.8	1.3	1.6	7.2	لوم رسی سیلتی Silty clay loam

مقدار سبزینگی (SPAD) از دستگاه کلروفیل متر و هدایت روزنه‌ای با استفاده از دستگاه پرومتر روی آخرین برگ توسعه یافته اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ، یکی از بوته‌ها را از قسمت پهنک بریده و بلافاصله در یک کیسه پلاستیکی قرار داده و در جای خنک قرار داده شد و پس از انتقال به آزمایشگاه، وزن تازه اندازه‌گیری شد. برگ‌ها به مدت ۱۶ تا ۱۸ ساعت در آب مقطر قرار داده شدند و پس از آن وزن اشباع آن‌ها اندازه‌گیری گردید. سپس برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون ۷۰ درجه گذاشته و وزن خشک آن‌ها نیز به دست آمد. محتوای نسبی آب برگ از تقسیم تفاضل وزن تر و خشک برگ بر تفاضل وزن تورم کامل و خشک حاصل شد (Turner و Kramer، ۱۹۸۰). وزن مخصوص برگ از تقسیم وزن خشک برگ بر سطح برگ به دست آمد. به منظور تعیین سطح برگ از نرم‌افزار دیجیمایزر (نسخه ۴، ۱، ۰، شرکت سازنده مدکال سافتور) استفاده شد (P30download، ۲۰۱۶). جهت اندازه‌گیری محتوای کلروفیل (a) و (b) ابتدا یک گرم برگ از هر گلدان انتخاب و درون یک هاون چینی ریخته و به آن ۲۰-۴۰ میلی لیتر استون ۸۰ درصد اضافه کرده، سپس آن را در داخل سانتریفیوژ با ۱۰۰۰۰-۵۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۵ دقیقه قرار داده و این روش آنقدر تکرار می‌شود تا محلول بی‌رنگ باقی بماند. میزان جذب نور در طول موج‌های ۶۴۷ نانومتر برای کلروفیل (a) و ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل (b) قرائت شد و میزان کلروفیل (a) و (b) و کلروفیل کل از فرمول‌های زیر به دست آمد (Aron، ۱۹۴۹):

$$\text{Chlorophyll a} = 12.7(A_{663}) - 2.69(A_{645}) \quad (۱)$$

$$\text{Chlorophyll b} = 22.9(A_{645}) - 4.68(A_{663}) \quad (۲)$$

$$\text{Total Chlorophyll} = 20.2(A_{645}) + 8.02(A_{663}) \quad (۳)$$

صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد شامل عملکرد تر ریشه، عملکرد خشک ریشه، طول ریشه، قطر ریشه، حجم ریشه، طول طوقه، قطر طوقه، عیار قند، عملکرد شکر، شاخص برداشت گیاه و شاخص برداشت قند بود. داده‌های حاصل از یادداشت‌برداری‌ها و نمونه‌گیری‌های صفات مورد نظر به کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه میانگین‌های مربوط به هر یک از تیمارها از روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- صفات فیزیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس در سال اول نشان داد که اثر متقابل روش کاشت و تاریخ کاشت بر درصد زنده‌مانی، شاخص سبزی‌نگی و وزن مخصوص برگ غیرمعنی‌دار ولی بر وزن خشک دمبرگ، وزن خشک برگ، وزن خشک اندام‌های هوایی و سطح برگ معنی‌دار بود. در سال دوم، اثر روش کاشت بر هدایت روزنه‌ای، کلروفیل b، کلروفیل کل، وزن تاره برگ، وزن تازه اندام‌های هوایی، وزن خشک برگ و وزن خشک اندام‌های هوایی معنی‌دار ولی بر محتوای نسبی آب برگ، وزن مخصوص برگ، سطح برگ، کلروفیل a، وزن تازه و خشک دمبرگ غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲ و ۳). مقایسه میانگین اثر ساده روش کاشت در سال اول نشان داد که نشاکاری ۶ هفته‌ای (۹۱ درصد) درصد زنده‌مانی بالاتری نسبت به نشاکاری ۴ هفته‌ای (۵۰ درصد) داشت. مقایسه میانگین اثر متقابل روش کاشت و تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین وزن خشک دمبرگ، برگ و اندام‌های هوایی و سطح برگ مربوط به نشاکاری ۶ هفته‌ای زودهنگام بود (جدول ۴). مقایسه میانگین در سال دوم نشان داد که نشاکاری موجب افزایش هدایت روزنه‌ای، کلروفیل b، کلروفیل کل، وزن تاره برگ، وزن تازه اندام‌های هوایی، وزن خشک برگ و وزن خشک اندام‌های هوایی در مقایسه با بذركاری شده است (جدول ۵). زیست‌توده به مقدار تابش جذب شده بستگی دارد که آن هم وابسته به سطح برگ است (Ala و همکاران، ۲۰۱۴).

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سال اول

Table 2. Analysis of variance of measured traits in the first year

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	درصد زنده‌مانی	شاخص سبزی‌نگی	محتوای نسبی آب برگ	وزن خشک دم‌برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک اندام‌های هوایی	عملکرد تازه ریشه	سطح برگ	وزن مخصوص برگ
S.O.V	DF	Plant height	Survival percent	SPAD	Leaf relative water content	Petiole dry weight	Leaf dry weight	Shoot dry weight	Root fresh weight	Leaf area	Leaf specific weight
بلوک	3	9.19 ^{ns}	351 ^{ns}	20.20 ^{ns}	15.88 ^{ns}	38.34 ^{**}	36.91 ^{**}	101.60 ^{**}	284805 [*]	48865 [*]	0.00013 ^{ns}
Block											
تاریخ کاشت	1	96.08 [*]	450 ^{ns}	55.62 ^{ns}	54.34 ^{ns}	23.28 [*]	45.51 ^{**}	133.90 ^{**}	340816 [*]	21768 ^{ns}	0.00001 ^{ns}
Planting date (D)											
روش کاشت	2	449.30 ^{**}	3616 [*]	14.77 ^{ns}	63.51 ^{ns}	60.67 ^{**}	97.61 ^{**}	306.08 ^{**}	3390754 ^{**}	117814 ^{**}	0.00002 ^{ns}
Planting method (M)											
اثر متقابل	2	96.93 [*]	50 ^{ns}	15.1 ^{ns}	23.31 ^{ns}	45.67 ^{**}	45.28 ^{**}	180.54 ^{**}	704429 ^{**}	116620 ^{**}	0.00003 ^{ns}
M × D											
خطا	15	18.01	434	75.3	20.06	2.88	3.84	9.45	67299	9945	0.00006
Error											
ضریب تغییرات		18.97	27.56	16.87	6.17	25.96	24.80	21.27	23.49	29.01	34.07
(درصد)											
CV (%)											

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

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

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک مورد مطالعه سال دوم

Table 3. Analysis of variance of physiologic traits in the second year

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	محتوای نسبی آب برگ Leaf relative water content	هدایت روزنه‌ای Leaf Porometer	سطح برگ Leaf area	وزن مخصوص برگ Leaf specific weight	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	وزن تازه دمبرگ Petiole fresh weight	وزن تازه برگ Leaf fresh weight	وزن تازه اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک دمبرگ Petiole dry weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight
بلوک Block	2	2234.01*	47.10 ^{ns}	37969*	0.010 ^{ns}	0.95 ^{ns}	176.70*	136.15*	9316 ^{ns}	3016 ^{ns}	1023800*	21 ^{ns}	157 ^{ns}	11228*
تیمار Treatment	1	1.73 ^{ns}	555.65*	699.4 ^{ns}	0.0793 ^{ns}	0.52 ^{ns}	40.40*	31.32*	1666666 ^{ns}	273066*	866400*	1218 ^{ns}	4653*	10635*
خطا Error	2	67.77	26.82	1787.2	0.004	0.27	1.96	1.38	15516	7616	43800	148	92	474
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		9.38	20.55	19.85	15.38	1.79	3.47	2.75	26.69	12.77	18.19	27.00	10.35	15.77

*, **, ns به ترتیب عبارتند از معنی‌دار در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و غیرمعنی‌دار

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

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در سال اول

Table 4. Mean comparison of measured traits in the first year

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی متر)	وزن خشک دمبرگ (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک اندام‌های هوایی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد تازه غده (کیلوگرم در هکتار)	سطح برگ (سانتی متر مربع بر بوته) Leaf area (cm ² /plant)
Treatment	Plant height (cm)	Petiole dry weight (kg/ha)	Leaf dry weigh (kg/ha)	Shoot dry weight (kg/ha)	Root fresh yield (kg/ha)	
بذرکاری زود هنگام Early seeding	12.5	385	397	783	44680	441.4
نشاء ۴ هفته‌ای زود هنگام 4 weeks early transplant	16.99	80	143	223	14800	146.4
نشاء ۶ هفته‌ای زود هنگام 6 weeks early transplant	31.58	437	573	1008	87280	533.4
بذرکاری زمان معمول Seeding, the usual time	24.41	154	163	317	26600	166.6
نشاء ۴ هفته‌ای زمان معمول 4 weeks transplant, the usual time	18.25	215	252	467	32080	347.7
نشاء ۶ هفته‌ای زمان معمول 4 weeks transplant, the usual time	30.41	297	367	664	59480	426.3
5% LSD values	3.69	83	72	131	11058	106.28

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیک مورد مطالعه سال دوم

Table 5. Mean comparison of some physiological traits in the second year

تیمار	هدایت روزنه‌ای (میلی مول بر متر مربع در ثانیه)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم برگ)	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم برگ)	وزن تازه برگ (کیلوگرم در هکتار)	وزن تازه اندام های هوایی (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک اندام‌های هوائی (کیلوگرم در هکتار)
Treatment	Leaf Prometer (mmol/m ² .s)	Chlorophyll b (mlg/g)	Total chlorophyll (mlg/g)	Leaf fresh weight (kg/ha)	Shoot fresh weight (kg/ha)	Leaf dry weight (kg/ha)	Shoot dry weight (kg/ha)
نشاکاری Transplanting	34.82	42.95	26.98	38528	65790	5194	7740
بذرکاری Seeding	15.57	37.76	22.41	20210	33110	2799	4085
5% LSD values	18.19	4.92	4.12	13184	31615	1453	3290

زیاد بودن سطح برگ نشان دهنده نسبت بیشتر بافت های فتوسنتز کننده به مجموع بافت های تنفس کننده است و این امر باعث می شود که طی فرآیند فتوسنتز انرژی تابشی بیشتری به ماده خشک تبدیل شده و در بافت های ذخیره ای گیاه انباشته شود (Javaheri و همکاران، ۲۰۰۴). در کشت های زود هنگام، به رغم کمتر بودن دمای تجمعی تا زمان گل دهی، اما به دلیل بیشتر بودن طول دوره رشد رویشی، عملکرد بیولوژیک بیشتری تولید خواهند کرد (Safari و همکاران، ۲۰۱۱). تأخیر در کشت می تواند تجمع ماده خشک را کاهش دهد که این امر تا پایان دوره رشد گیاه باقی می ماند (Stibbe و Marlander، ۲۰۰۲). بالا بودن تعداد برگ های فعال (برگ سبز) موجب افزایش جذب نور می شود. به طوری که افزایش میزان جذب نور باعث شده مواد هیدروکربنی بیشتری به ریشه منتقل گردد. با افزایش مواد هیدروکربنی ریشه، ماده خشک افزایش می یابد (Mohammadnia و همکاران، ۲۰۰۶). از طرفی، کاهش در محتوای کلروفیل گیاهان باعث کاهش وزن خشک نیز می شود (Khalid، ۲۰۰۶). بنابراین، به نظر می رسد که یکی از عوامل کاهش وزن تازه و خشک اندام های هوایی در کشت مستقیم مربوط به میزان کم کلروفیل و هدایت روزنه ای باشد. همچنین، در کشت نشایی، به دلیل شرایط بهتر در زمان جوانه زنی و استقرار و عدم مواجه شدن با هرگونه تنش در مرحله رشدی و در نتیجه مقاومت بیشتر در مقابل تنش و فتوسنتز بهتر، از نظر ماده خشک عملکرد بهتری نسبت به کشت مستقیم دارد (Nasri و همکاران، ۲۰۱۲b). از طرفی، به نظر می رسد که نشاء ۶ هفته ای به دلیل داشتن ریشه های گسترده تر در زمان انتقال نشاء توانایی بالاتری جهت استقرار در زمین را داشته است و باعث افزایش درصد زنده مانگی شده است. به علاوه، احتمال می رود یکی دیگر از عوامل مؤثر بر سن نشاء، اثر دما باشد. به طوری که برخی از محققین بیان نموده اند که در دماهای کم، رشد ریشه کاهش می یابد و جذب آب متوقف می شود. در حالی که تبخیر از سطح برگ های سبز ادامه می یابد که این امر نهایتاً منجر به مرگ گیاهچه می گردد (Etemadi و همکاران، ۲۰۱۵).

۳-۲- صفات مورفولوژیک

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر متقابل تاریخ کاشت و روش کاشت بر ارتفاع بوته در سال اول و اثر روش کاشت در سال دوم بر ارتفاع بوته، تعداد برگ سبز و تعداد برگ کل معنی دار ولی بر تعداد برگ زرد، عرض برگ، طول برگ و طول دم برگ غیر معنی دار بود (جدول ۲ و ۶). مقایسه میانگین در سال اول نشان داد که بالاترین ارتفاع بوته مربوط به نشاء ۶ هفته ای زود هنگام و کمترین ارتفاع مربوط به بذرکاری زود هنگام و نشاء ۴ هفته ای زود هنگام بود (جدول ۴). مقایسه میانگین ها در سال دوم نشان داد که نشاکاری موجب افزایش ارتفاع بوته، تعداد برگ سبز و تعداد برگ کل نسبت به بذرکاری شده است (جدول ۷). برتری روش کشت نشایی حاکی از برتری شرایط رشد و استفاده گیاه از عوامل محیطی در این روش نسبت به روش کشت مستقیم است (Mirzaee و Khodadadi، ۲۰۰۸). افزایش ارتفاع بوته در نشاء های جوانتر به رشد بهتر ریشه، آسیب دیدگی کمتر گیاهچه در زمان انتقال نشاء و همچنین سطح برگ کوچک تر آن در شروع دوره رشد رویشی نسبت داده شده است (Pramanik و Bera، ۲۰۱۳). مطالعات کمی در خصوص افزایش ارتفاع بوته با افزایش سن نشاء گزارش شده است. طبق پژوهش برخی از محققین، نشاهای مسن تر موجب افزایش ارتفاع بوته نسبت به نشاهای جوان تر شد (KhusrulAmin و AminulHaque، ۲۰۰۹؛ Rahmani و همکاران، ۲۰۱۰). اگرچه تعداد برگ یک صفت ژنتیکی است، ولی تحت تأثیر عوامل محیطی مانند دما، تاریخ کاشت، شرایط خاک و عملیات زراعی می باشد (Rahmani و همکاران، ۲۰۱۴).

جدول ۶. تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک در سال دوم

Table 6. Analysis of variance of morphological traits in the second year

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی DF	ارتفاع بوته Plant height	تعداد برگ سبز Green leaf number	تعداد برگ زرد Yellow leaf number	تعداد کل برگ Total leaf number	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول دم‌برگ Petiole length
بلوک Block		2	3.71 ^{ns}	357.46*	3.16 ^{ns}	196.65*	18.57*	4.77 ^{ns}	10.42 ^{ns}
تیمار Treatment		1	90.79*	262.15*	6.00 ^{ns}	188.83*	1.04 ^{ns}	8.56 ^{ns}	24.64 ^{ns}
خطا Error		2	2.45	8.69	6.50	5.68	0.34	1.44	5.36
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)			4.89	11.31	22.49	6.37	3.27	10.44	13.00

ns, *, ** و *** به ترتیب عبارتند از معنی‌دار در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و غیرمعنی‌دار

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

جدول ۷. مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک مورد مطالعه سال دوم

Table 7. Mean comparison of some morphological traits in the second year

تیمار Treatment	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد برگ سبز Green leaf number	تعداد کل برگ Total leaf number
نشاکاری Transplanting	35.89	32.66	43.00
بذرکاری Seeding	28.11	19.44	31.78
5% LSD values	5.50	10.35	8.37

۳-۳- عملکرد و اجزای عملکرد

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل تاریخ کاشت و روش کاشت بر عملکرد تازه ریشه در سال اول و اثر روش کاشت در سال دوم بر عملکرد تازه و خشک ریشه، قطر ریشه، ارتفاع و قطر طوقه و عملکرد شکر معنی‌دار ولی بر طول ریشه، حجم ریشه، شاخص برداشت کل گیاه و شاخص برداشت ریشه غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲ و ۸). مقایسه میانگین در سال اول نشان داد که بیشترین عملکرد تازه ریشه مربوط به نشاکاری ۶ هفته‌ای زود هنگام و کمترین مربوط به نشاکاری ۴ هفته‌ای زود هنگام بود (جدول ۴). مقایسه میانگین سال دوم نشان داد که نشاکاری موجب افزایش عملکرد تازه و خشک ریشه، قطر ریشه، ارتفاع و قطر طوقه و عملکرد شکر در مقایسه با بذرکاری شده است (جدول ۹). بالا بودن قطر ریشه بیانگر بالا بودن کارایی قسمت زیر زمینی در استفاده از مواد ذخیره‌ای می‌باشد (Izadkhan و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین، یکی دیگر از دلایل افزایش عملکرد خشک ریشه می‌تواند بالا بودن هدایت روزنه‌ای و کلروفیل در روش کشت نشایی باشد.

جدول ۸. تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد مورد مطالعه سال دوم

Table 8. Analysis of variance of yield and yield components in the second year

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	عملکرد ریشه - تر Root fresh yield	عملکرد ریشه خشک Root dry yield	طول ریشه Root length	قطر ریشه Root diameter	حجم ریشه Root volume	ارتفاع طوقه Crown height	قطر طوقه Crown diameter	عیار قند Sugar content	عملکرد شکر Sugar yield	شاخص برداشت ریشه Root harvest index	شاخص برداشت گیاه Plant harvest index
بلوک Block	2	9130116 ^{ns}	100501 ^{ns}	814 [*]	24 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.46 ^{ns}	5095 ^{**}	53.49 [*]	398300029 [*]	164.47 ^{ns}	0.0092 [*]
تیمار Treatment	1	4411881 [*]	2122424 [*]	31 ^{ns}	786 [*]	0.04 ^{ns}	5.98 [*]	1079 [*]	8.16 ^{ns}	384262284 [*]	4.35 ^{ns}	0.0013 ^{ns}
خطا Error	2	1137616	59868	39	18	0.01	0.22	47	2.76	19005832	15.54	0.0003
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		17.87	19.38	18.69	10.52	10.72	11.59	8.66	10.95	22.94	28.92	2.09

*, ** و ns به ترتیب عبارتند از معنی دار در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و غیرمعنی دار

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

جدول ۹. مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد سال دوم

Table 9. Mean comparison yield and yield components traits in the second year

تیمار	عملکرد تازه ریشه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد ریشه خشک (کیلوگرم در هکتار)	قطر ریشه (میلی‌متر) Root diameter (mm)	ارتفاع طوقه (سانتی‌متر) Crown height (cm)	قطر طوقه (میلی‌متر) Crown diameter (mm)	عملکرد شکر (کیلوگرم در هکتار) Sugar yield (kg/ha)
Treatment	Root fresh yield (kg/ha)	Root dry yield (kg/ha)				
نشاکاری	124413	26602	52.78	5.05	93.34	3869
Transplanting						
بذرکاری	46669	9560	29.88	3.05	66.51	1575
Seeding						
5% LSD values	53708	12321	15.27	1.6	24.31	2195

برخی از محققان بیان نموده‌اند که با کاهش هدایت روزنه‌ای، مقاومت روزنه به ورود دی‌اکسید کربن افزایش یافته و عدم دسترسی گیاه به دی‌اکسید کربن به‌عنوان پیش‌ماده ساخت اسیمیلات‌های فتوسنتزی از یک سو و افزایش تنفس از سوی دیگر موجب کاهش رشد و تجمع ماده خشک در ریشه و اندام هوایی می‌گردد (Assadi Nassab و همکاران، ۲۰۱۵). طی بررسی‌های انجام شده روی نشاکاری چغندر قند بیان شده است که ریشه‌ها در کشت نشایی کوتاه و چندشاخه بوده و محصول شکر تولیدی با ۹۵ درصد اطمینان بیشتر از کشت مستقیم بود (KazeminKhah، ۲۰۰۵). همچنین، در بررسی دیگر گزارش شده است که وزن خشک کل و عملکرد شکر در کشت نشایی بیشتر از کشت مستقیم بود (Nasri و همکاران، ۲۰۱۲a).

افزایش عملکرد ریشه با نشاکاری چغندر قند در تحقیقات دیگران (Khozaei و همکاران، ۲۰۲۰؛ Deihimfard و همکاران، ۲۰۲۱) تأیید شده است. کشت زودهنگام موجب توسعه سطح برگ در اوایل رشد و هنگامی که محیط برای جذب انرژی نورانی مناسب است، می‌گردد که این امر موجب افزایش فتوسنتز و به دنبال آن ذخیره‌سازی بیشتر ریشه می‌گردد (Karbalaei و همکاران، ۲۰۱۲). با تأخیر در کاشت رطوبت خاک کاهش یافته در نتیجه موجب کاهش عملکرد ریشه و شکر می‌گردد (Petkeviciene، ۲۰۰۹). با تأخیر در کشت به علت کاهش طول دوره رشد رویشی از زمان کاشت ریشه‌چه تا رسیدگی، گسترش ساقه‌های اصلی و فرعی کاهش یافته و رسیدگی با گرما و باد گرم موجه و عملکرد کاهش می‌یابد (Chegini و همکاران، ۲۰۱۳).

۴- نتیجه‌گیری

این آزمایش به‌منظور مقایسه کشت نشایی و بذرکاری در تاریخ کاشت معمول و زودهنگام جهت افزایش عملکرد شکر چغندر قند در شرایط آب و هوایی کرمانشاه اجرا شد. نتایج آزمایش در سال اول نشان داد که بهترین تیمار نشاکاری ۶ هفته‌ای زودهنگام بود که باعث افزایش ماده خشک اندام‌های هوایی، عملکرد ریشه و سطح برگ نسبت به سایر تیمارها گردید. افزایش عملکرد ریشه با نشاکاری چغندر قند در تحقیقات دیگران (Khozaei و همکاران، ۲۰۲۰؛ Deihimfard و همکاران، ۲۰۲۱) تأیید شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، به نظر می‌رسد که با افزایش سن نشاء، گیاه توانایی بیشتری نسبت به استقرار و استفاده بهینه از عوامل محیطی دارا می‌باشد و توانسته است در کشت زودتر از زمان معمول از منابع محیطی حداکثر استفاده را نموده و باعث افزایش ماده خشک اندام‌های هوایی، عملکرد ریشه، سطح برگ و ارتفاع بوته گردد. نتایج آزمایش در سال دوم نشان

داد که نشاکاری نسبت به بذرکاری موجب افزایش وزن تازه و خشک اندام‌های هوایی، عملکرد تازه و خشک ریشه، قطر ریشه، ارتفاع و قطر طوقه شده است. همچنین، از نتایج سال دوم چنین به نظر می‌رسد که در کشت نشایی، با وجود چندشاخه‌ای شدن ریشه، اما عملکرد شکر بالا می‌تواند علت مناسبی برای جایگزینی کشت مستقیم با کشت نشایی گردد. از محدودیت‌های این تحقیق می‌توان به نحوه انتخاب شکل گلدان نشاء برای تحقیق اشاره کرد. اگر گلدان‌های انتخاب شده دارای عمق زیادی باشند، ممکن است چندریشه‌ای شدن اتفاق نیافتد. با توجه با اینکه نشاکاری باعث کاهش مصرف نهاده‌ها در کشاورزی می‌شود و مهمترین نهاده در بخش کشاورزی مناطق خشک و نیمه خشک آب است، لذا نشاکاری چغندر راه‌کاری امیدبخش برای مقابله با خشکی است.

۵- سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از کارخانه قند بیستون کرمانشاه و به‌ویژه پرسنل بخش سنجش قند که در اندازه‌گیری درصد قند ما را یاری نمودند سپاس‌گزاری می‌گردد.

۶- داده‌ها و اطلاعات

مبنای داده‌ها و اطلاعات مقاله حاضر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول است.

۷- تعارض منافع

در این مقاله، تعارض منافی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

۸- مشارکت نویسندگان

مشارکت نویسندگان در این مقاله به شرح زیر است:

مشارکت ژاله زارعی: کشت گلخانه‌ای و مزرعه‌ای، داده‌برداری، تفسیر و تحلیل داده‌های مقاله و تهیه متن اولیه مقاله می‌باشد.
مشارکت حسن حیدری: نظارت و راهنمایی بر روند انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج و ویرایش نهایی متن مقاله می‌باشد.
مشارکت ایرج نصرتی: مشاوره بر روند انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج و ویرایش نهایی متن مقاله می‌باشد.
مشارکت محمود خرمی‌وفا: مشاوره بر روند انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج و ویرایش نهایی متن مقاله می‌باشد.

۹- اصول اخلاقی

نویسندگان، اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این اثر علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آنها می‌باشد.

۱۰- حمایت مالی

این مقاله حاصل نتایج بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول می‌باشد که تحت حمایت مالی دانشگاه رازی در قالب گرنت دانشجوی و گرنت استاد راهنما انجام گردیده است.

۱۱- مراجع

1. Ala, A., Agha Alikhani, M., Amiri Larijani, B., & Sufizadeh, S. (2014). Light consumption efficiency of rice cultivars in direct and transplanting cultivation systems in the state of interference with weeds. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 45(1), 147-160. doi: 10.22059/ijfcs.2014.51033. [In Persian]
2. Aminzadeh, B., Torkiharchegani, M., Ahmadi, A., & Najafian Gorgi, M. R. (2014). Modeling of climate effects on sugar beet growth in Kurdistan province. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(4), 1217-1225. <http://www.ijabbr.com>
3. Aron, D. (1949). Copper enzymes isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24, 1-15. doi:10.1104/pp.24.1.1
4. Assadi Nassab, N., Hassibi, P., Roshanfekr, H., & Meskarbashee, M. (2015). Effect of salt stress on growth, photosynthesis, gas exchanges and chlorophyll fluorescence in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars in the seedling stage under controlled condition. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(4), 621-631. <https://sid.ir/paper/119338/en>. [In Persian]
5. Chegini, M., Farzaneh, S., Hemayati, S., & F. Taleghani, D. (2013). Study of effects of different stecklings planting and seed harvesting times on seed quantity and quality of Shirin cultivar of sugar beet. *Journal of Sugar Beet*, 29(2), 201-214. doi:10.22092/jsb.2014.5634. [In Persian]
6. Deihimfard, R., Rahimi-Moghaddam, S., Goudriaan, J., Mahdavi Damghani, A., Noori, O., & Nazari, S. (2021). Can optimizing the transplant of sugar beet by age and date enhance water productivity in arid and semi-arid climates? *Field Crops Research*, 271, 108266. doi: 10.1016/j.fcr.2021.108266.
7. Duraisamy, R., Salelgn, K., & Berekete, A. K. (2017). Production of beet sugar and bio-ethanol from sugar beet and its bagasse: A review. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 4, 222-233. doi:10.14445/22315381/IJETT-V43P237
8. Etemadi, N., Mohammadi Nezhad, R., Zamani, N., & Majidi, M. M. (2015). Investigation of growth and survival of transplanted plane and pine trees according to IBA application, tree age, transplanting time and method. *Journal of Crop Production and Processing*, 4(14), 49-62. <http://jcnp.iut.ac.ir/article-1-2268-fa.html> [In Persian]
9. Izadkhah, M., Tajbakhsh, M., & Amernia, R. (2011). Effects of different size and age of transplants on marketable and biological yield, harvest index and some qualitative characters of long-day and intermediate-day onion (*Allium cepa* L.) cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 24(2), 203-215. doi:10.22067/jhorts4.v1389i2.7999. [In Persian]
10. Javaheri, M. A., Zain-al-din, A., & Najafi-Nejad, H. (2004). The effect of planting date on sugar beet growth indicators in Arzuiye plain (autumn cultivation). *Pajouhesh and Sazandegi*, 62, 58-63. <https://sid.ir/paper/19942/fa>. [In Persian]
11. Karbalaee, S., Mehraban, A., Mobasser, H. R., & Bitarafan, Z. (2012). Sowing date and transplant root size effects on transplanted sugar beet in spring planting. *Annals of Biological Research*, 3(7), 3474-3478. <http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>
12. KazeminKhah, K. (2005). The effects of transplanting time on the quality and quantity of paper pot cultivation of sugar beet in the saline soils of east Azarbaijan province. *Journal of Agricultural Knowledge*, 16(1), 203-212. <https://sid.ir/paper/28882/en>. [In Persian]
13. Khaembah, E. N., & Nelson, W. R. (2016). Transplanting as a means to enhance crop security of fodder beet. The copyright holder for this preprint. pp. 1-3. Available at: doi: <http://dx.doi.org/10.1101/056408> (Accessed May 31, 2016).
14. Khalid, K. H. A. (2006). Influence of water stress on growth, essential oil and chemical composition of Herb (*Ocimum* sp.). *Agrophysics*, 20, 289-296. <http://www.international-agrophysics.org> > pdf-10.
15. Khozaei M., Kamgar Haghighi, A. A., Zand Parsa, S., Sepaskhah, A. R., Razzaghi, F., Yousefabadi, V. A., & Emam, Y. (2020). Evaluation of direct seeding and transplanting in sugar beet for water productivity, yield and quality under different irrigation regimes and planting densities. *Agricultural Water Management*, 238, 106230. doi: 10.1016/j.agwat.2020.106230

16. KhusrulAmin, A. K. M., & Aminul Haque, M. (2009). Seedling age influence rice (*Oryza sativa* L.) performance. *Philippine Journal of Science*, 138(2), 219-226. https://philjournalsci.dost.gov.ph/images/pdf/pjs_pdf/vol138no2/pdfs/Seedling_Age_Influence_Rice_Performance.pdf
17. Melander, B. (2000). Mechanical weed control in transplanted sugar beet. Proceedings of the 4th EWRS Workshop on Physical Weed Control Elspeet, the Netherlands, p. 25. <http://www.ewrs.org/physical-control/meeting.htm>
18. Mirzaee, Y., & Khodadadi, M. (2008). The survey of production methods effects (transplant, onion set and seed) on some traits in onion (*Allium cepa* L.) cultivars at continued production design in Jiroft region. *Pajouhesh va Sazandegi (In Agronomy and Horticulture)*, 80, 69-76. <https://sid.ir/paper/19172/en> [In Persian]
19. Mohammadnia, M., Soleymani, A., Shiranirad, A. H., & Naderi, M. R. (2006). Effect of planting pattern on white-sugar yield and components of two cultivars of sugar-beet. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(1), 75-85. <https://sid.ir/paper/7762/en>. [In Persian]
20. Nasri, R., Kashani, A., Paknejad, F., Sadeghi Shoaee, M., & Ghorbani, S. (2012a). Correlation and path analysis of qualitative and quantitative yield in sugar beet in transplant and direct cultivation method in saline lands. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 8(1), 213-226. <https://sid.ir/paper/190355/en>. [In Persian]
21. Nasri, R., Kashani, A., Sadeghian Motahar, S.Y., & Habibi, D. (2012b). Quantitative and qualitative characteristics of sugar beet in direct cultivation and paper pot transplanting under saline soils of Ahvaz, as an autumn planting. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 7(4), 25-40. <https://sid.ir/paper/190228/en>. [In Persian]
22. Noshad, H., Mohammadian, R., & Khayamim, S. (2016). The effect of different nitrogen and potassium levels on quantitative and qualitative traits of sugar beet under drought stress. *Journal of Sugar Beet*, 32(1), 37-49. doi:10.22092/jsb.2016.106724. [In Persian]
23. P30download. (2016). Digimizer, software for precise measurement of things existing in images. Available at: <http://p30download.com/fa/entry/35475/> (Accessed April 13, 2016).
24. Petkeviciene, B. (2009). The effects of climate factors on sugar beet early sowing timing. *Agronomy Research*, 7(Special issue I), 436-443. <https://agronomy.emu.ee/vol07Spec1/p7sI46.pdf>
25. Pramanik, K., & Bera, A. K. (2013). Effect of seedling age and nitrogen fertilizer on growth, chlorophyll content, yield and economics of hybrid rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (S), 3489-3499. <http://www.legato-project.net/NPDOCS/3489-3499.pdf>
26. Rahmani, A., Nasrollah Alhossini, S. M., & Khavari Khorasani, S. (2010). Effects of sowing date and plant density on morphological traits, yield and yield components of sweet corn (*Zea mays* L.). *Journal of Agroecology*, 2(2), 302-312. doi: 10.22067/jag.v2i2.7637. [In Persian]
27. Rahmani, A., Nasrollah Alhossini, M., & Khavari Khorasani, S. (2014). Evaluation of sowing date, plant density and harvest method on growth, yield and yield components of baby corn (*Zea mays* L. var. SC403su). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(3), 526-534. doi: 10.22067/gsc.v12i3.25819. [In Persian]
28. Rastegar, J., & Heidari, S. (2006). Effects of nursering and transplanting dates on quantitative and qualitative characters of long-day onion (*Allium cepa* L.) cultivars. *Seed and Plant Journal*, 22(3), 303-317. doi: 10.22092/spij.2017.110687. [In Persian]
29. Rezvani Moghadam, P., & Ahmad Zadeh Motlagh, M. (2007). Effect of sowing date and plant density on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa*) in Islamabad-Ghayein. *Pajouhesh-Va-Sazandegi (In Natural Resources)*, 76, 62-68. <https://sid.ir/paper/19994/en>. [In Persian]
30. Safari, M., Agha Alikhani, M., & Modaresanavi, A. M. (2011). Effect of planting date on yield and yield components of three grain sorghum cultivars. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(4), 577-586. <https://sid.ir/paper/460516/fa>. [In Persian]
31. Sakr, M. M., Almaghrabi, O. A., & Gawayed, S. M. H. (2012). Effect of some agricultural treatments on *Beta vulgaris* L. cv. Pleno root. *Life Science Journal*, 9(4), 1814-1819. <http://www.lifesciencesite.com> › lsj › life0904

32. Shahbandeh, M. (2023). Sugar Beet Production Worldwide from 1965 to 2019. Statista website. Available at: <https://www.statista.com/statistics/249609/sugar-beet-production-worldwide/> (Accessed September 2023).
33. 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. doi:10.1016/S1161-0301(02)00005-9
34. Sudeep, S., Buttar, G. S., & Singh, S. P. (2006). Growth, yield and heat unit requirement of fennel (*Foeniculum vulgare*) as influenced by date of sowing and row spacing under semi-arid region of Punjab. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 28(3), 363-365. <https://www.cimap.res.in/pages/JMAPs.aspx>
35. Turner, N. C., & Kramer, P. J. (1980). Adaptation of Plant to Water and High Temperature Stress. Wiley Interscience, New York. doi:10.1126/science.212.4496.796