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 (Karbalaei 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. (2025). 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.

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

مقاله پژوهشی

افزایش تولید شکر با کشت نشایی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)؛ راهکاری برای مقابله با خشکی

ژاله زارعی[1]، حسن حیدری[2*]، ایرج نصرتی[2] و محمود خرمی‌وفا[2]

۱- فارغ‌التحصیل 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

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۹
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۳۱

واژه‌های کلیدی:
تاریخ کاشت،
ریشه،
کشت مستقیم،
نشاء.

چکیده

سابقه و هدف: چغندرقند یکی از منابع مهم تولید شکر است. نزدیک به ۴۰ درصد شکر تولید شده در جهان از چغندرقند 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 علف‌های هرز، کاهش استفاده از علف‌کش‌ها و سرمایه‌گذاری در فصل رشد طولانی‌تر با بستن تاج پوشش اولیه است. انتخاب تاریخ کاشت مناسب یکی از فاکتورهای مهم در کشت هر محصول براساس شرایط منطقه‌ای است. این آزمایش به‌منظور افزایش عملکرد چغندرقند با روش کشت نشایی انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به‌منظور افزایش عملکرد چغندرقند 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 به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. عامل‌ها شامل سه روش کاشت (بذرکاری، نشای ۴ هفته‌ای و نشای ۶ هفته‌ای) و دو تاریخ کاشت (کشت زودهنگام و کشت زمان معمول) بود. آزمایش در سال دوم به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. تیمارها شامل نشاکاری ۶ هفته‌ای زودهنگام (تیمار برتر سال اول) و بذرکاری (شاهد) 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 هریک از تیمارها از روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج آزمایش در سال اول نشان داد که نشاکاری ۶ هفته‌ای زود هنگام موجب افزایش وزن خشک برگ و اندام‌های هوایی، عملکرد تازه ریشه و سطح برگ نسبت به سایر تیمارها گردید که به‌عنوان 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 روزنه‌ای، کلروفیل b، کلروفیل کل، وزن تازه و وزن خشک اندام‌های هوایی، عملکرد تازه و عملکرد خشک ریشه، قطر ریشه، ارتفاع و قطر طوقه و عملکرد شکر نسبت به کشت مستقیم شده است.

نتیجه‌گیری: جهت افزایش عملکرد شکر، نشاکاری شش هفته‌ای در تاریخ یکم اسفند برای کرمانشاه توصیه می‌گردد. همچنین، از نتایج سال دوم چنین به نظر می‌رسد که در کشت نشایی با وجود چندشاخه‌ای شدن ریشه اما عملکرد شکر زیاد می‌تواند علت مناسبی برای جایگزینی کشت مستقیم با کشت نشایی گردد. باتوجه با اینکه نشاکاری باعث کاهش مصرف نهاده ها 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. (۱۴۰۴). 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)، ۱۷-۳۵.

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 دیرهنگام به دلیل افزایش حضور علف-های 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 علف-های 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 ۱۵ و ۳۰ فروردین) گزارش شده است که با تأخیر در کشت، تعداد ساقه اصلی و فرعی در بوته، ارتفاع بوته و وزن‌خشک 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 به‌منظور مقایسه کشت نشایی و بذرکاری در تاریخ کاشت معمول و زودهنگام جهت افزایش عملکرد شکر چغندرقند در شرایط آب و هوایی کرمانشاه اجرا شد.

۲- مواد و روش‌ها

این مطالعه در دو سال ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ 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 ۹۴- ۱۳۹۳ به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و در سال ۹۵-۱۳۹۴ به‌صورت 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 به‌ترتیب ۲۰ اسفند و اول اسفند بود. از آنجایی‌که 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 چغندرقند 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 منوژرم SBS1004 استفاده شد. جهت آماده-سازی 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 به‌صورت 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 به‌صورت منظم و هر هفته یک‌بار انجام شد. عملیات کنترل علف‌های هرز به‌صورت 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

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

مقدار سبزینگی (SPAD) از دستگاه کلروفیل‌متر 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 به‌مدت ۱۶ تا ۱۸ ساعت در آب مقطر قرار داده شدند و پس از آن وزن اشباع آن‌ها اندازه‌گیری گردید. سپس برگ‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در آون ۷۰ درجه گذاشته و وزن خشک آن‌ها نیز به‌دست 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 به‌دست آمد. به‌منظور تعیین سطح برگ از نرم‌افزار دیجیمایزر (نسخه ۴.۱.۱.۰، 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 میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد اضافه کرده، سپس آن را در داخل سانتریفیوژ با ۱۰۰۰۰–۵۰۰۰ دور در دقیقه و به‌مدت 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 به‌دست 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 (جداول 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 بذرکاری 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 S.O.V	درجه آزادی DF	ارتفاع بوته Plant height	درصد زنده‌مانی Survival percent	شاخص سبزینگی SPAD	محتوای نسبی آب برگ Leaf relative water content	وزن خشک دمبرگ Petiole dry weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک اندام‌های هوایی Shoot dry weight	عملکرد تازه ریشه Root fresh weight	سطح برگ Leaf area	وزن مخصوص برگ Leaf specific weight
بلوک Block	3	9.19^{ns}	351^{ns}	20.20^{ns}	15.88^{ns}	38.34**	36.91**	101.60**	284805*	48865*	0.00013^{ns}
تاریخ کاشت Planting date (D)	1	96.08*	450^{ns}	55.62^{ns}	54.34^{ns}	23.28*	45.51**	133.90**	340816*	21768^{ns}	0.00001^{ns}
روش کاشت Planting method (M)	2	449.30**	3616*	14.77^{ns}	63.51^{ns}	60.67**	97.61**	306.08**	3390754**	117814**	0.00002^{ns}
اثر متقابل M × D	2	96.93*	50^{ns}	15.1^{ns}	23.31^{ns}	45.67**	45.28**	180.54**	704429**	116620**	0.00003^{ns}
خطا Error	15	18.01	434	75.3	20.06	2.88	3.84	9.45	67299	9945	0.00006
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		18.97	27.56	16.87	6.17	25.96	24.80	21.27	23.49	29.01	34.07

*، ** و ns به‌ترتیب عبارتند از معنی‌دار در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و غیرمعنی‌دار

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	وزن‌تازه دمبرگ Petiole fresh weight	وزن‌تازه برگ Leaf fresh weight	وزن‌تازه اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن‌خشک دمبرگ Petiole dry weight	وزن‌خشک برگ Leaf dry weight	وزن‌خشک اندام هوایی Shoot dry weight
بلوک Block	2	2234.01*	47.10ns	37969*	0.010ns	0.95ns	176.70*	136.15*	9316ns	3016ns	1023800*	21ns	157ns	11228*
تیمار Treatment	1	1.73ns	555.65*	699.4ns	0.0793ns	0.52ns	40.40*	31.32*	1666666ns	273066*	866400*	1218ns	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

*، ** و ns به‌ترتیب 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 **Treatment**	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) **Plant height (cm)**	وزن‌خشک دمبرگ (کیلوگرم در هکتار) **Petiole dry weight (kg/ha)**	وزن‌خشک برگ (کیلوگرم در هکتار) **Leaf dry weigh (kg/ha)**	وزن‌خشک اندام‌های هوایی (کیلوگرم در هکتار) **Shoot dry weight (kg/ha)**	عملکرد تازه غده (کیلوگرم در هکتار) **Root fresh yield (kg/ha)**	سطح برگ (سانتی‌متر مربع بر بوته) **Leaf area (cm^2/plant)**
بذرکاری زودهنگام Early seeding	12.5	385	397	783	44680	441.4
نشاء ۴ هفته‌ای زودهنگام 4 weeks early transplant	16.99	80	143	223	14800	146.4
نشاء ۶ هفته‌ای زودهنگام 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 **Treatment**	هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول بر متر مربع در ثانیه) **Leaf Prometer ($mmol/m^2.s$)**	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم برگ) **Chlorophyll b (mlg/g)**	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم برگ) **Total chlorophyll (mlg/g)**	وزن تازه برگ (کیلوگرم در هکتار) **Leaf fresh weight (kg/ha)**	وزن تازه اندام‌های هوایی (کیلوگرم در هکتار) **Shoot fresh weight (kg/ha)**	وزن‌خشک برگ (کیلوگرم در هکتار) **Leaf dry weight (kg/ha)**	وزن خشک اندام‌های هوایی (کیلوگرم در هکتار) **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 نشان‌دهندهٔ نسبت بیشتر بافت‌های فتوسنتزکننده به مجموع بافت‌های تنفس‌کننده است و این امر باعث می‌شود که طی فرآیند فتوسنتز انرژی تابشی بیشتری به ماده خشک تبدیل شده و در بافت‌های ذخیره‌ای گیاه انباشه شود (Javaheri و همکاران، ۲۰۰۴). در کشت‌های زودهنگام، به رغم کمتر بودن دمای تجمعی تا زمان گل‌دهی، اما به دلیل بیشتر بودن طول دوره رشد رویشی، عملکرد بیولوژیک بیشتری تولید خواهند کرد (Safari و همکاران، ۲۰۱۱). تأخیر در کشت می‌تواند تجمع ماده خشک را کاهش دهد که این امر تا پایان دوره رشد گیاه باقی می‌ماند (Stibbe و Marlander، ۲۰۰۲). بالا بودن تعداد برگ‌های فعال (برگ سبز) موجب افزایش جذب نور می‌شود. به‌طوری که افزایش میزان جذب نور باعث شده مواد هیدروکربنی بیشتری به ریشه منتقل گردد. با افزایش مواد هیدروکربنی ریشه، ماده خشک افزایش می‌یابد (Mohammadnia و همکاران، ۲۰۰۶). از طرفی، کاهش در محتوای کلروفیل گیاهان باعث کاهش وزن‌خشک نیز می‌شود (Khalid، ۲۰۰۶). بنابراین، به نظر می‌رسد که یکی از عوامل کاهش وزن‌تازه و خشک اندام‌های هوایی در کشت مستقیم مربوط به میزان کم کلروفیل و هدایت روزنه‌ای باشد. همچنین، در کشت نشایی، به‌دلیل شرایط بهتر در زمان جوانه‌زنی 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 می‌رسد که نشاء ۶ هفته‌ای به دلیل داشتن ریشه‌های گسترده‌تر در زمان انتقال نشاء توانایی بالاتری جهت استقرار در زمین را داشته است و باعث افزایش درصد زنده‌مانی شده است. به‌علاوه، احتمال می‌رود یکی دیگر از عوامل مؤثر بر سن نشاء، اثر دما باشد. به‌طوری که برخی از محققین بیان نموده‌اند که در دماهای کم، رشد ریشه کاهش می‌یابد و جذب آب متوقف می‌شود. در حالی که تبخیر از سطح برگ‌های سبز ادامه می‌یابد که این امر نهایتاً منجر به مرگ گیاهچه می‌گردد (Etemadi و همکاران، ۲۰۱۵).

۲-۳- صفات مورفولوژیک

تجزیه واریانس داده‌ها 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 معنی‌دار ولی بر تعداد برگ زرد، عرض برگ، طول برگ و طول دمبرگ غیرمعنی‌دار بود (جداول ۲ و ۶). مقایسه میانگین در سال اول نشان داد که بالاترین ارتفاع بوته مربوط به نشاء ۶ هفته‌ای زود هنگام و کمترین ارتفاع مربوط به بذرکاری زود هنگام و نشاء ۴ هفته‌ای زودهنگام بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها 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 نشاءهای جوانتر به رشد بهتر ریشه، آسیب‌دیدگی کمتر گیاهچه در زمان انتقال نشاء و همچنین سطح برگ کوچک‌تر 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 مسن‌تر موجب افزایش ارتفاع بوته نسبت به نشاهای جوان‌تر 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 می‌باشد (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

منابع تغییرات S.O.V	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

*، ** و ns به‌ترتیب 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 موفولوژیک 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 (جداول 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 زودهنگام 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 کارآیی قسمت زیر زمینی در استفاده از مواد ذخیره‌ای می‌باشد (Izadkhah 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 به‌ترتیب 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 ۹. مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عمکلرد سال دوم

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

تیمار Treatment	عملکرد تازه ریشه (کیلوگرم در هکتار) Root fresh yield (kg/ha)	عملکرد ریشه خشک (کیلوگرم در هکتار) Root dry yield (kg/ha)	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)
نشاکاری Transplanting	124413	26602	52.78	5.05	93.34	3869
بذرکاری Seeding	46669	9560	29.88	3.05	66.51	1575
5% LSD values	53708	12321	15.27	1.6	24.31	2195

برخی از محقیق 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 چغندرقند 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 چغندرقند در تحقیقات دیگران (Khozaei و همکاران، ۲۰۲۰؛ Deihimfard و همکاران، ۲۰۲۱) تأیید شده است. کشت زودهنگام موجب توسعه سطح برگ در اوایل رشد و هنگامی‌که 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 چغندرقند در شرایط آب و هوایی کرمانشاه اجرا شد. نتایج آزمایش در سال اول نشان داد که بهترین تیمار نشاکاری ۶ هفته‌ای زود هنگام بود که باعث افزایش ماده خشک اندام‌های هوایی، عملکرد ریشه و سطح برگ نسبت به سایر تیمارها گردید. افزایش عملکرد ریشه با نشاکاری چغندرقند 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 منافعی 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 پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول می‌باشد که تحت حمایت مالی دانشگاه رازی در قالب گرنت دانشجو 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://jcpp.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. Karbalaei, 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 Shoae, 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., Nasrolah 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 tranplanting 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., & Modaressanavi, 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., & Gowayed, 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). Adoptation of Plant to Water and High Temperature Stress. Wiley Interscience, New York. doi:10.1126/science.212.4496.796