Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

**Crop Production**

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

# The priority of transplantation in different sowing dates compare to direct sowing on yield and some physiological characteristics of sugar beet (*Beta vulgaris*)

**Amir Hossien Darban Razavi[1], Mohammad Kafi[2*], Valiollah Yousefabadi[3]**

[1] MSc Student of Agronomy, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Email: amirhosiendr@yahoo.com

[2] Corresponding Author, Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Email: m.kafi@um.ac.ir

[3] Sugar Beet Seed Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran, Email: v-yosef@yahoo.com

**Article Info**

**Article type:**
Research Full Paper

**Article history:**
Received: 2019-07-02
Accepted: 2024-11-20

**Keywords**:
Root yield
Transplantation
Water productivity
White sugar yield
Water use efficiency

**ABSTRACT**

**Background and objectives:** Sugar beet is one of the major industrial crops that has a major contribution to sugar production worldwide as well as in Iran. Suitable economic performance in sugar beet is dependent on proper vegetation growth in early growing season and appropriate allocation and distribution of assimilates to the roots, therefore, the time of cultivation of this plant is important. The growth of sugar beet can be accelerated by planting in the transfer container and transferring it to the main land at a time when the risk of late winter and early spring cold and the problem of water scarcity are removed. Considering the economic importance of sugar beet, especially in Khorasan Razavi province, and adapting this plant for cultivation in Mashhad area, this study was carried out to determine the most suitable planting date and types of transplanting.

**Material and methods:** This experiment was conducted in research farm of the Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad in 2017-2018 growing season. The experiment was carried out in a randomized complete block design with three replications and six treatments. Treatments included: Direct planting on 11$^{th}$ April, Direct planting on 22$^{nd}$ May, transplanting with leaves on 5$^{th}$ June, transplantation without leaves on 5$^{th}$ June, transplantation with leaves on 15$^{th}$ June and Transplanting without leaves on 15$^{th}$ June. Sampling and harvesting operations were carried out in late November. Measured indices included root dry matter percentage, root yield (RY), sugar content (SC), sodium content (NA), potassium (K), nitrogen (N), root Alkalinity (ALC), white sugar content (WSC), extraction coefficient sugar (ECS), molasses content (MS), water use efficiency (WUE) and water productivity (WP).

**Results:** The highest sugar content was obtained in direct planting on 22$^{nd}$ May (12.55%) but no significant difference was observed with other treatments. Among anti-quality traits, direct planting on 11$^{th}$ April contained the highest sodium concentration, also the highest potassium content was observed in leafless transplanting on 5$^{th}$ June. The highest root nitrogen content and alkalinity were obtained in direct

planting on 11th April. The highest white sugar content (%) and sugar extraction coefficient (%) were obtained in transplanting with leaves on 15th June treatment. The highest root yield (90.7 t $ha^{-1}$) and white sugar yield (5.96 t $ha^{-1}$) was obtained in transplanting with leaves on 5th June treatment. The results showed that the highest water use efficiency and water productivity were recorded in transplanting without leaves on 15th June and the lowest were observed in direct planting treatments.

**Conclusion:** The results of this study showed that transplantation of sugar beet in proper time can increase root and white sugar yield and also improve water use efficiency and economic water productivity in Mashhad conditions. In addition, direct seed sowing on 11th April and transplanting with leaves on 5th June showed the highest root and white sugar yield. Therefore, it may be suggested that sugar beet transplanting with leaves extended in sugar beet production areas after arrangement of local trails.

**Cite this article:** Darban Razavi, A.H., Kafi, M., Yousefabadi, V. 2024. The priority of transplantation in different sowing dates compare to direct sowing on yield and some physiological characteristics of sugar beet (*Beta vulgaris*). *Crop Production Journal*, 17 (3), 1-18.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejcp.2024.16849.2247
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۲۰۰۸-۷۳۹x
شاپا الکترونیکی: ۲۰۰۸-۷٤۰۳

# برتری نشاء کاری نسبت به کشت مستقیم بذردر تاریخ های مختلف از لحاظ عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی چغندرقند (*Beta vulgaris*)

**امیرحسین دربان‌رضوی[۱]، محمد کافی[۲]*، ولی‌اله یوسف‌آبادی[۳]**

[۱] دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، رایانامه:amirhosiendr@yahoo.com

[۲] استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، رایانامه: m.kafi@um.ac.ir

[۳] عضو هیات‌علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، رایانامه: v-yosef@yahoo.com

**اطلاعات مقاله**

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/٤/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۸/۳۰

واژه‌های کلیدی:
بهره وری آب
عملکرد ریشه
عملکرد شکرخالص
کارایی مصرف آب
کشت مستقیم
کشت نشایی

## چکیده

**سابقه و هدف:** چغندرقند یکی از محصولات زراعی عمده و راهبردی صنعتی است که سهم عمده‌ای در تولید شکر در سطح جهان دارد. از آنجا که عملکرد اقتصادی مناسب در چغندرقند تابع رشد رویشی مناسب در اوایل فصل رشد و تخصیص و توزیع مناسب مواد فتوسنتزی به ریشه است، لذا کشت به‌موقع این گیاه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. تسریع در رشد گیاه را می‌توان با کشت در خزانه در شرایط کنترل شده و انتقال آن به زمین اصلی در زمان مناسب بعد از سرمای دیررس زمستانه و مشکل کمبود آب امکان‌پذیر کرد. با توجه به اهمیت اقتصادی چغندرقند به‌ویژه در استان خراسان رضوی و مناسب بودن راضی و اقلیم دشت مشهد برای کشت گیاه این مطالعه برای تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت و انواع انتقال نشا در مزرعه انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** این آزمایش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹٦ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ٦ تیمار اجرا شد. تیمارها شامل : کشت مستقیم بذر در ۲۲ فروردین، کشت مستقیم بذر در اول خرداد، کشت نشاء لخت در ۱۵ خرداد، کشت نشاء با برگ در ۱۵ خرداد، کشت نشاء لخت در ۲۵ خرداد و کشت نشاء با برگ در ۲۵ خرداد بودند. عملیات نمونه برداری و برداشت در اواخر آبان انجام شد. شاخص‌های اندازه‌گیری شده شامل درصد ماده خشک ریشه، عملکرد ریشه (RY)، درصد قند (SC)، محتوای سدیم (NA)، پتاسیم (K)، نیتروژن (N)، ضریب قلیائیت ریشه (ALC)، درصد شکر قابل استحصال (WSC)، ضریب استحصال شکر (ECS)، درصد قند ملاس (MS)، کارایی مصرف آب (WUE) و بهروه‌وری آب (WP) بودند.

یافته‌ها: بیشترین درصد قند در تیمار کشت مستقیم اول خرداد (۵۵/ ۱۲ درصد) و بین تیمارهای نشایی بیشترین درصد قند مربوط به نشاء ۱۵ خرداد بدون برگ بود و با تأخیر در کشت نشاء (نشاء لخت ۲۵ خرداد) این میزان کاهش یافت. در بین صفات منفی، بیشترین میزان سدیم ریشه در تیمار کشت مستقیم ۲۲ فروردین، بیشترین میزان پتاسیم مربوط به تیمار نشاء لخت ۱۵ خرداد و بیشترین محتوای نیتروژن ریشه چغندرقند و قلیائیت نیز در تیمار کشت مستقیم در ۲۲

فروردین بدست آمد. بیشترین درصد شکر قابل استحصال و ضریب استحصال (٪) در تیمار نشاء با برگ در۲۵ خرداد مشاهده شد. بیشترین میزان عملکرد ریشه (۹۰/۷ تن در هکتار) در تیمار کشت نشاء با برگ ۱۵ خرداد بدست آمد. نتایج نشان داد که بالاترین کارایی مصرف و بهره‌وری آب در تیمار نشاء لخت ۲۵ خرداد و کمترین بهره وری آب نیز در تیمارهای کشت مستقیم بدست آمد.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که نشاکاری چغندرقند در تاریخ مناسب نسبت به کشت مستقیم بذر می‌تواند ضمن افزایش عملکرد، کارایی مصرف و بهره‌وری اقتصادی آب را در شرایط آب و هوایی مشهد بهبود دهد. هم چنین تاریخ کشت ۲۲ فروردین در کاشت مستقیم بذر و تاریخ ۱۵خرداد در کشت نشا با برگُ بهترین عملکرد ریشه و قند را نشان دادند. لذا پیشنهاد می شود این روش کاشت در مناطق مهم چغندر کاری مورد آزمایش و در صورت برتری، نسبت به ترویج آن اقدام شود.

**استناد**: دربان‌رضوی، امیرحسین؛ کافی، محمد؛ یوسف‌آبادی، ولی‌اله. (۱٤۰۳). برتری نشاء کاری نسبت به کشت مستقیم بذردر تاریخ های مختلف از لحاظ عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی چغندرقند (*Beta vulgaris*). *مجله تولید گیاهان زراعی*، ۱۷ (۳)، ۱۸-۱.

DOI: 10.22069/ejcp.2024.16849.2247

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

## مقدمه

چغندرقند یکی از محصولات زراعی عمده و راهبردی صنعتی است که دارای سهم عمده‌ای در تولید شکر در سطح جهان می‌باشد (۱). نیاز روزافزون کشور به تولید شکر و تامین حدود ۷۰ درصد تولید داخلی شکر از چغندرقند، اهمیت اقتصادی این محصول را به‌خوبی نشان می‌دهد. چغندرقند به‌طور مستقیم (از طریق تولید قند و شکر) و به‌صورت غیرمستقیم (از طریق تامین خوراک دام) بخشی از نیازهای تغذیه‌ای جامعه را تامین می‌کند. افزون بر این از ملاس که از فرآورده‌های فرعی چغندرقند به‌شمار می‌آید در صنعت الکل‌سازی و داروسازی استفاده می‌شود (۲). بر پایه آمار موجود در سال ۱۳۹۵ سطح زیر کشت چغندرقند در ایران معادل ۱۱۰۲۰٤ هکتار بوده است که در بین استان‌ها، استان آذربایجان غربی با ۳۰۲۰۰ هکتار بیشترین سطح زیرکشت و استان خراسان رضوی با ۲۰۵۰۰ هکتار رتبه دوم سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است (۳). از طرفی بزرگترین تولید کننده چغندرقند در دنیا در سال ۲۰۱۷ کشور روسیه با سطح زیر کشت ۱/۱۲ میلیون هکتار بوده است (٤).

دامنه تاریخ کشت چغندرقند در استان خراسان از ۱۵ اسفند ماه تا ۳۰ خرداد سال بعد است. رخداد بارندگی‌های پیاپی در اوایل بهار و آماده نشدن زمین برای کشت و نیز رقابت گندم و جو در اوایل بهار از نظر میزان آب مورد نیاز با آبیاری اول و دوم چغندرقند برای سبزشدن از دلایل انجام کشت‌های دیرهنگام است. لذا اگرچه ممکن است که کشت نیز در فروردین یا اردیبهشت انجام شود، اما آبیاری اولیه برای سبز شدن به خرداد ماه موکول شده و کشت دیرهنگام می‌شود (۵). از آنجا که عملکرد اقتصادی مناسب در چغندرقند تابع رشد رویشی مناسب در اوایل فصل رشد و تخصیص و توزیع مناسب مواد فتوسنتزی به ریشه است، لذا کشت به‌موقع این گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۲).

تسریع در رشد گیاه را می‌توان با کشت در خزانه در شرایط کنترل شده و انتقال آن به زمین اصلی در زمان مناسب که خطر سرمای دیررس زمستانه و مشکل کمبود آب برطرف شده امکان‌پذیر کرد (٦ و ۷). کشت گلدانی چغندرقند نخستین بار توسط ژاپنی‌ها استفاده شد و پس از آن کشورهای دیگری مانند فنلاند، ایرلند و ترکیه نیز اقدام به بررسی این روش کشت کردند (۱). لطفی کیوانلو و آرمین (۲۰۱٦) در بررسی اقتصادی هزینه‌های تولید در روش کشت مستقیم و نشایی زراعت چغندرقند در شرایط مختلف اعلام کردند که عملکرد چغندرقند در شرایط تنش شوری و محدودیت طول دوره رشد، در روش کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد (۵). ژانگ و همکاران (۲۰۰۷) بر این باورند اگرچه کشت نشایی چغندرقند انرژی ورودی و هزینه کارگری بیشتری نسبت به کشت مستقیم دارد اما عملکرد در کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم بیشتر است (۸). همچنین نصری و همکاران (۲۰۱۱a) در بررسی تاثیر اندازه نشاء و تاریخ انتقال آن به زمین اصلی بر عملکرد ریشه و کیفیت چغندرقند در قطعات کوچک گزارش کردند که زمان انتقال نشاء بر عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند قابل استحصال، درصد قند ناخالص، درصد قند خالص ریشه و ناخالصی‌های ریشه موثر است (۹).

از آنجا که در جغندر قند میزان استقرار موفق نشاهای انتقال یافته به زمین اصلی تحت تاثیر عوامل متعددی از جمله سن و زمان انتقال نشا قرار می‌گیرد و از طرفی کاشت نشا لخت (بدون برگ) یا همراه با برگ چغندرقند تاکنون مورد مطالعه قرار نگرفته است. مطالعه حاضر به منظور بررسی و تعیین مناسب‌ترین

تاریخ کاشت و انواع روش‌های انتقال نشا چغندرقند در شرائط مزرعه در دشت مشهد انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا اجرا شد. آب و هوای منطقه بر اساس روش آمبرژه، سرد و خشک تعیین شده است. از خاک محل اجرای آزمایش قبل از اجرای طرح از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری نمونه برداری و برخی از خصوصیات آن مورد ارزیابی قرار گرفت. مشخصات کلی فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ٦ تیمار اجرا شد[1]. تیمار های آزمایشی شامل: ۱-کشت مستقیم بذر در ۲۲ فروردین، ۲-کشت مستقیم بذر در اول خرداد، ۳-کشت نشاء لخت در ۱۵ خرداد، ٤-کشت نشاء با برگ در ۱۵ خرداد، ۵-کشت نشاء لخت در ۲۵ خرداد و ٦-کشت نشاء با برگ در ۲۵ خرداد بودند. عملیات آماده‌سازی زمین در اوایل فروردین ۹۷ هم‌زمان با گاورو شدن زمین انجام شد. زمین مورد نظر شخم، دیسک و نهایتا سیکلوتیلر زده شد و توسط ردیف‌ساز، جوی و پشته‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر ایجاد گردید. سپس کرت‌هایی به ابعاد ۵ × ٤ متر ایجاد و مکان تیمارهای ٦ گانه در هر تکرار، به صورت تصادفی مشخص شد. هر کرت دارای ٦ ردیف بود.

با توجه به اینکه چغندرقند گیاهی بسیار حساس به بیماری نماتد و رایزومونیا می‌باشد، در این آزمایش از بذر ایرانی رقم شکوفا که دارای تحمل به این دو بیماری است استفاده شد. جهت تهیه خزانه برای آماده سازی نشاء ها دو قطعه زمین در نزدیکی زمین محل اجرای طرح به ابعاد حدود ۲ × ۱/۵ متر مربع در نظر گرفته و در تاریخ ۲۲ فروردین ۹۷ اولین کشت مستقیم بذرانجام شد. فاصله بذور روی ردیف در ابتدا ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد تا استقرار مناسبی انجام شود. سپس طی ۲ مرحله تنک‌کاری، فاصله بوته‌های روی ردیف به حدود ۲۰ سانتی‌متر رسید. در تاریخ اول خرداد ۹۷ دومین کشت مستقیم بذر مانند کشت ۲۲ فروردین انجام شد. عمق کاشت بذور در هر دو مرحله یک سانتی متر در نظر گرفته شد. در تاریخ ۱۵ خرداد اولین نشاءها به زمین اصلی منتقل شدند. در مورد نشاءهای لخت برگ‌های بوته‌ها از حدود ۳ تا ٤ سانتی‌متر روی طوقه قطع و قسمت انتهایی ریشه‌ها هم قطع گردید. با توجه به حجم زیاد علف‌های هرز در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد، چند روز قبل از کشت در تمام تیمارها از علف کش بتانال پروگرس او اف به میزان ٤ لیتر در هکتار استفاده شد.

پس از کاشت هر تیمار بلافاصله آبیاری بصورت نشتی توسط لوله‌های دریچه دار و ثبت میزان آب مصرفی توسط کنتور حجمی انجام شد. در ضمن، میزان بارندگی موثر در طول فصل به استناد آمار اداره هوا و اقلیم‌شناسی استان خراسان رضوی محاسبه و در محاسبات به آب آبیاری اضافه گردید. در طول دوره رشد گیاه، تا قبل از برداشت شش مرحله وجین و تنک کردن انجام شد که با توجه به اینکه نشاءها در حد تراکم نهایی بر روی ردیف ها کشت شدند و نیازی به تنک کاری نبود، مراحل تنک‌کاری (دو

[1] هر چند این آزمایش با توجه به داشتن دو تیمار تاریخ کشت و نوع بذر و یا نشا می توانست در قالب طرح کرت های خرد شده اجرا شود ولی با مشورت با متخصص آمار کشاورزی با توجه به عدم امکان استقرار هر تیمار در هر تاریخ کشت از قالب بلوک های کامل تصادفی استفاده شد.

مرحله) فقط بر روی کشت‌های مستقیم فروردین و خرداد انجام شد. نشاءهای داخل خزانه و کشت‌های مستقیم به‌منظور جلوگیری از خسارت آفت سرخرطوم کوتاه چغندرقند (خال سیاه؛ *Nigrivittis conorrhynchus*) یک نوبت توسط سم دیازینون به میزان یک لیتر در هکتار سمپاشی انجام شد و در اواسط مرداد ماه با مشاهده سفیدک پودری بر روی برگ‌ها از قارچ کش تریدیمورف (گالکسین) به میزان ۰/۷۵ لیتر در هکتار استفاده شد. در طول دوره رشد، آبیاری با فاصله تقریبا هر ۷ روز یکبار انجام شد. یک هفته بعد از کاشت آخرین تیمار (کشت نشاء ۲۵ خرداد) حدود ۳۰ کیلو کود اوره به‌صورت سرک و حدود یک کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک پودری در آب آبیاری در یک نوبت اعمال شد.

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

Table 1- Chemical and physical characteristics of soil for experimental site

| بافت خاک Soil Texture | نیتروژن (٪)N | فسفر P(ppm) | پتاسیم K(ppm) | اسیدیته pH | هدایت‌الکتریکی EC (dS/m) | کربن آلی Organic Carbon (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| شنی لومی Loamy-sand | 0.07 | 17.5 | 157 | 7.56 | 4.74 | 0.739 |

عملیات برداشت به فاصله یک ماه از آخرین آبیاری در اواخر آبان ماه انجام شد. بدین منظور دو ردیف وسط هر کرت به مساحت پنج متر مربع برداشت شد. سرزنی برگ‌ها و اندازه‌گیری‌های مربوطه هم انجام شد. برای مطالعه ویژگی‌های کیفی ریشه، نمونه‌های ریشه به مرکز تحقیقات، تهیه و اصلاح بذر چغندرقند کرج منتقل شدند. ریشه‌ها در آغاز به‌طور کامل شسته و پس از توزین، از آنها خمیر تهیه و در ظرف‌های مخصوص در شرایط انجماد نگهداری شد. برای تجزیه کیفی هر نمونه خمیر، آن را در دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار داده و پس از خارج کردن از حالت انجماد، از هر نمونه ۲۶ گرم خمیر استات سرب (ترکیب بلورین و بی رنگ و زهرین به فرمول $(Pb(C_2H_3O_2)_2$ در همزن ریخته و به مدت سه دقیقه مخلوط شد. پس از انتقال مخلوط به قیف صافی، شربت زلالی بدست آمد که برای اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی استفاده شد. در شربت بدست‌آمده، درصد قند به روش پلاریمتری و توسط دستگاه ساکاریمتر مدل RHB-32ATC ساخت کشور چین، سدیم و پتاسیم به روش شعله‌سنج نوری (فیلم فتومتری) و نیتروژن زیانبار به روش عدد آبی و با کاربرد دستگاه بتالایزر اندازه‌گیری شد (۱۰). سطح برگ بوته‌ها توسط دستگاه اندازه گیری سطح برگ مدل Li-Cor, Li- 1300, USA اندازه‌گیری و سپس شاخص سطح برگ محاسبه شد

با توجه به غلظت ناخالصی‌های پتاسیم (K)، سدیم (Na) و نیتروژن زیانبار (N)، ضریب قلیائیت یا آلکالیته (ALK) برای هر نمونه بر مبنای رابطه یک محاسبه شد (۱۰).

رابطه ۱: $$ALK = \frac{K+Na}{N}$$

میزان قند ملاس، بر پایه میزان پتاسیم (K)، سدیم (Na) و نیتروژن زیانبار (N) و با رابطه دو به‌دست آمد (۱۰).

رابطه ۲: $$\text{قند ملاس} = 0.12(K + Na) + 0.24N + 0.48$$

میزان عملکرد قند ناخالص و قند خالص نیز از رابطه سه و چهار برآورد شد.

رابطه ۳: عملکرد ریشه × درصد قند = عملکرد قند ناخالص

رابطه ٤:

عملکرد ریشه × درصد قند قابل استحصال

= عملکرد قند خالص

هر چند کارایی مصرف آب میزان ماده خشک مصرفی به ازای آب مصـــرفی تعریف می شـــود ولی در این آزمایش به جای ماده خشک تولید وزن ریشه جایگزین شـــد (٦) و بهره‌وری آب (١١) چغندرقند نیز از رابطه پنج و شش بدست آمد.

رابطه ٥: $$WUE = \frac{EY}{TW}$$

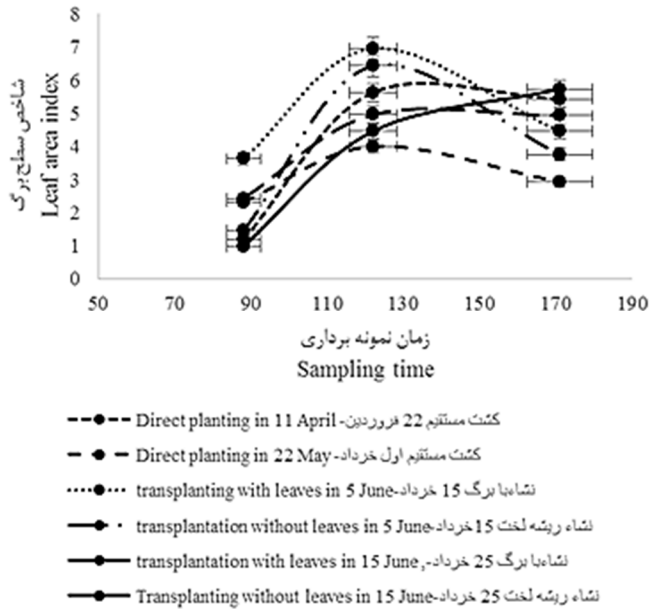
رابطه ٦: $$WP = \frac{RY \times Sc\ (\%) \times Value\ (RIAL)}{TW}$$

که در این معادله‌ها WUE: کارایی مصـــرف آب، EY: میزان ماده خشک تولید شده بر حسب کیلوگرم، TW: آب تـامین‌شـــده (آبیاری و بارندگی) بر حســـب متر مـکـعـب، WP: بـهـره‌وری اقتصـــادی آب، RY: عملکردریشـه، Sc: درصد قند (٪)، Value: قیمت قند بر اساس عیار قند ١٦ درصد می‌باشد.

تجزیه‌های آماری بر اســاس مدل آماری طرح‌های مورد اســتفاده توســط نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شــد. مقایســه میانگین‌های هر صــفت با اســتفاده از آزمون LSD در ســطح احتمال ٥ درصــد انجام گرفت. همه نمودارهای لازم نیز با اسـتفاده از نرم‌افزار Excel رسم شد.

## نتایج و بحث

**شاخص سطح برگ:** با پیشـرفت زمان، شاخص سطح برگ چغندرقند افزایش معنی‌داری یافت (شـــکل ١ و جدول ٢)و پس از رسیدن به حداکثر میزان خود روند کاهشی پیدا کرد که این امر عمدتاً به‌دلیل زرد شدن و ریزش برگ‌هـا بود. در تحقیقی بر روی چغندرقند در اردبیل، صادق زاده (٢٠٠٨) بیان کرد که در طول دوره رشـــد شـــاخص ســـطح برگ به تدریج افزایش و به حداکثر خود رســـید و در مراحل پایانی رشـــد مقدار شاخص سطح برگ به تدریج کاهش یافت(١٢). زمان رسـیدن به حداکثر شاخص سطح برگ در طول فصل رشد برای تمامی تیمارها نسبتاً همزمان بود (شکل ١). تیمار نشـاء با برگ ١٥ خرداد بیشترین شاخص سطح برگ (٦/٩٦) را در طی رونـد رشـــد دارا بود و بین تیمارهای کشـت مستقیم، کشت مستقیم ٢٢ فروردین بیشترین شاخص سطح برگ را داشت (شکل ١).




**شکل ١- شاخص سطح برگ تحت تأثیر تیمار های روش‌ها و زمان‌های مختلف کشت**

Figure 1. Leaf area index of sugar beet under different methods and dates of planting

**جدول ۲- تجزیه واریانس درصد قند، میزان سدیم، نیتروژن، ضریب قلیائیت، شکر قابل استحصال، ضریب استحصال، قند ملاس، ماده خشک، عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد شکر خالص تحت تأثیر روش‌ها و زمان‌های مختلف کشت**

Table 2- Analysis of variance of sugar, sodium, and nitrogen content, alkalinity coefficient, white sugar content, extraction coefficient sugar, molasses content, dry matter, root yield, sugar yield and white sugar yield under different methods and dates of planting

| | | میانگین مربعات Mean square | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | درجه آزادی | عملکرد ریشه (تن در هکتار) Root yield($t.ha^{-1}$) | درصد قند (٪) Sugar content (%) | سدیم (میلی اکی والان بر ۱۰۰گرم خمیرریشه ) Sodium (meq. $L^{-1}$ in 100 g of root paste) | ماده خشک (٪) Dry matter (%) | نیتروژن (میلی اکی والان بر۱۰۰گرم خمیر ریشه ) Nitrogen (meq. $L^{-1}$ in 100 g of root paste) | ضریب قلیائیت (٪) Alkalinity (%) | شکر قابل استحصال (٪) White sugar content (%) | ضریب استحصال (٪) Extraction coefficient sugar (%) | قند ملاس (٪) Molasses content (%) | کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب) Water use efficiency ($kg.m^3$) | بهره‌وری آب (تومان بر متر مکعب) Water productivity ($Toman.m^{-3}$) |
| تیمار Treatment | 5 | $322.9^{**}$ | $2.2^{**}$ | $7.7^{**}$ | $20.07^{**}$ | $1.5^{**}$ | $0.8^{ns}$ | $5.4^{**}$ | $201.5^{**}$ | $0.8^{*}$ | $2.7^{**}$ | $373021.5^{**}$ |
| تکرار Rep | 2 | $43.3^{ns}$ | $0.8^{ns}$ | $1.2^{ns}$ | $4.9^{ns}$ | $0.1^{ns}$ | $0.4^{ns}$ | $2.0^{ns}$ | $69.7^{ns}$ | $0.4^{ns}$ | $0.1^{ns}$ | $15669.6^{ns}$ |
| خطا Error | 10 | 35.71 | 0.2 | 1.2 | 2.1 | 0.4 | 0.2 | 0. 6 | 20.8 | 0.2 | 0.7 | 24914.3 |
| ضریب‌تغییرات CV | | 7.8 | 4.3 | 16.5 | 17.8 | 15.0 | 15.6 | 11.2 | 8.1 | 9.3 | 10.9 | 10.0 |

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

**, *and ns: represent significant at P<0.05 and P<0.01 and not significant respectively.

**درصد ماده خشک ریشه (RDM):** تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش به‌طور معنی‌داری ($P\leq 0.01$) درصد ماده خشک ریشه چغندرقند را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۲). بیشترین درصد ماده خشک در تیمار کشت مستقیم ۲۲ فروردین (۱۳/۲۶ درصد) و کمترین آن در تیمار نشاء با برگ ۲۵ خرداد (۶/۳۵ درصد) مشاهده شد. به‌طور کلی در تمامی تیمارهایی که در خرداد کشت شدند درصد ماده خشک تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۳). تأخیر در کاشت موجب می‌شود که گیاه نتواند از شرایط و قابلیت محیطی به خوبی استفاده کند و این امر باعث می‌شود که ماده خشک کمتری تولید گردد ( ۱ و۵).

**عملکرد ریشه (RY):** عملکرد ریشه پارامتر کمی مورد مقایسه در زراعت چغندرقند می باشد که تأثیر بسزائی در مقدار عملکرد شکر تولیدی در هکتار دارد. مطابق با نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ($P\leq 0.01$) بود (جدول۲) بیشترین میزان عملکرد ریشه (۹۰/۷ تن در هکتار) در تیمار کشت نشاء با برگ ۱۵ خرداد و سپس کشت مستقیم ۲۲ فروردین و کمترین میزان آن (۶۴/۹ تن در هکتار) نیز مربوط به تیمار کشت مستقیم اول خرداد بود که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۳). عملکرد بهتر کشت نشائی به دلیل شرایط بهتر در زمان جوانه‌زنی و استقرار بهتر در خزانه و در نتیجه تولید سطح برگ و فتوسنتز بهتر از نظر ماده خشک کل توجیه می‌گردد. کربلایی و همکاران (۲۰۱۲) در آزمایشی بیان کردند که با نشاءکاری زودهنگام چغندرقند عملکرد غده به علت استفاده بهتر از شرایط مطلوب محیطی افزایش می‌یابد که با نتایج این تحقیق هم خوانی دارد(۱۳). در مطالعه‌ای وفادار و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که عملکرد غده با وزن خشک طوقه، وزن خشک غده، وزن خشک کل و تعداد برگ خشک همبستگی مثبت و معنی‌داری با اولین و زودترین تاریخ کاشت دارد (۱۴). کاهش عملکرد ریشه در این آزمایش در تاریخ ۲۵ خرداد با افزایش سن نشاء به گرم‌تر شدن هوا در این تاریخ کاشت مرتبط است زیرا سازگاری گیاه با محیط رشد دیرتر انجام پذیرد که این امر باعث کاهش عملکرد می‌شود. در حالی که در تاریخ انتقال ۱۵ خرداد در طول فصل رشد از عامل‌های محیطی بیشتر استفاده نموده و ریشه بزرگ‌تری تولید می‌شود که این امرباعث افزایش عملکرد ریشه می‌شود. صدر آبادی حقیقی و همکاران (۲۰۱۱) نیز بیان کردند که افزایش طول دوره رشد باعث می‌شود که عملکرد ریشه به طور قابل توجهی افزایش یابد (۲). همچنین لطفی کیوانلو و آرمین (۲۰۱۶) افزایش ۹۳/۷۰ درصدی را در عملکرد ریشه در کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم گزارش دادند (۵).

**درصد قند (SC):** تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش به‌طور معنی‌داری ($P\leq 0.01$) درصد قند را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۲). بیشترین درصد قند در تیمار کشت مستقیم اول خرداد (۵۵/ ۱۲ درصد) و بین تیمارهای نشایی بیشترین درصد قند مربوط به نشاء ۱۵ خرداد بدون برگ بود و با تأخیر در کشت نشاء (نشاء لخت ۲۵ خرداد) این میزان کاهش یافت و کمترین در صد قند ریشه در بین تیمارها مربوط به کشت مستقیم ۲۲ فروردین (۱۰/۰۵ درصد) بود. به‌طور کلی در تمامی تیمارهایی که در خرداد ماه کشت شده بودند درصد قند بیشتر از تیمار کشت فروردین بود (جدول ۳). نتایج این تحقیق با نتایج نصری و همکاران (۲۰۱۱ب) مطابقت داشت (۱۵). کمتر بودن درصد قند در نشاء لخت تاریخ ۲۵ خرداد به دلیل نرسیدن چغندرقند به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی است. با افزایش طول دوره رشد مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی چغندرقند کامل می‌گردد و درصد قند به حد مطلوب می‌رسد (۵).

**جدول ۳- مقایسه میانگین درصد قند، میزان سدیم، پتاسیم، نیتروژن، ضریب قلیائیت، شکر قابل استحصال، ضریب استحصال، قند ملاس، ماده خشک، عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد شکر خالص تحت تأثیر روش‌ها و زمان‌های مختلف کشت**

Table 2- Mean comparison of sugar, sodium, potassium and nitrogen content, alkalinity coefficient, white sugar content, extraction coefficient sugar, molasses content, dry matter, root yield, sugar yield and white sugar yield affected by different methods and dates of planting

| تیمار ها Treatments | ماده خشک (٪) Dry matter (%) | عملکرد ریشه (تن در هکتار) Root yield ($t.ha^{-1}$) | درصد قند (٪) Sugar content (%) | سدیم (میلی اکی والان بر۱۰۰گرم خمیرریشه ) Sodium (meq. $100g^{-1}$ of root paste) | پتاسیم (میلی اکی والان بر ۱۰۰گرم خمیرریشه) Potassium (meq. $100g^{-1}$) | نیتروژن (میلی‌اکی والان بر ۱۰۰گرم خمیرریشه) Nitrogen (meq. $100g^{-1}$ of root paste) | ضریب قلیائیت (٪) Alkalinity (%) | شکر قابل استحصال (٪) White sugar content(%) | ضریب استحصال Extractcoefficient sugar (%) | قند ملاس (٪) Molasses content (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کشت مستقیم ۲۲ فروردین Direct planting in 11 April | 13.26$^{a}$ | 86.5$^{ab}$ | 10.05$^{b}$ | 9.62$^{a}$ | 5.58$^{ab}$ | 4.74$^{a}$ | 4.12$^{a}$ | 4.09$^{b}$ | 40.7$^{b}$ | 5.35$^{a}$ |
| کشت مستقیم اول خرداد Direct planting in 22 May | 6.35$^{b}$ | 64.9$^{d}$ | 12.55$^{a}$ | 6.17$^{b}$ | 5.37$^{b}$ | 2.83$^{b}$ | 3.13$^{b}$ | 7.39$^{a}$ | 62.02$^{a}$ | 3.9$^{b}$ |
| نشاء با برگ ۱۵ خرداد Transplanting with leaves in 5 June | 8.3$^{b}$ | 90.69$^{a}$ | 12$^{a}$ | 6.82$^{b}$ | 6.14$^{ab}$ | 4.15$^{a}$ | 3.18$^{b}$ | 6.61$^{a}$ | 55.8$^{a}$ | 4.52$^{b}$ |
| نشاء لخت ۱۵ خرداد Transplanting without leaves in 5 June | 7.83$^{b}$ | 77.84$^{bc}$ | 12.01$^{a}$ | 6.01$^{b}$ | 6.65$^{a}$ | 4.65$^{a}$ | 3.22$^{b}$ | 6.93$^{a}$ | 57.5$^{a}$ | 4.47$^{b}$ |
| نشاء با برگ ۲۵ خرداد Transplanting with leaves in 15 June | 6.62$^{b}$ | 70.04$^{cd}$ | 11.73$^{a}$ | 5.29$^{b}$ | 6.42$^{ab}$ | 4.4$^{a}$ | 2.74$^{b}$ | 7.82$^{a}$ | 62.3$^{a}$ | 4.12$^{b}$ |
| نشاء لخت ۲۵ خرداد Transplanting without leaves in15 June | 6.85$^{b}$ | 68.9$^{cd}$ | 11.91$^{a}$ | 5.35$^{b}$ | 6.38$^{ab}$ | 3.8$^{ab}$ | 2.68$^{b}$ | 7.34$^{a}$ | 61.04$^{a}$ | 4.07$^{b}$ |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Within column, the means with the same letter are not significantly different based on LSD test.

دلیل افزایش درصد قند در تاریخ‌های کشت دیرتر (کشت مستقیم اول خرداد نسبت به ۲۲ فروردین) درجه حرارت‌های مناسب برای تجمع قند در ماه‌های آخر فصل رشد است (۱۶)، همچنین بالاتر بودن درصد قند در کشت‌های دیرتر (اول خرداد نسبت به ۲۲ فروردین) احتمالاً به دلیل کوچکتر بودن غده‌های چغندرقند می‌باشد(۱۶). کاشانی (۱۹۹۷) نیز بیان نمود بین وزن تک غده و درصد قند همبستگی منفی وجود دارد (۱۷). درصد قند با سدیم و عملکرد قند ناخالص همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح آماری یک درصد و همبستگی منفی غیر معنی‌دار با نیتروژن، ضریب قلیائیت و عملکرد قند ناخالص داشت (جدول ٤). همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد با درصد شکر قابل استحصال و درصد قند ملاس داشت (جدول ٤). این نتایج با نتایج عروج نیا و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت (۱۸).

**جدول ٤-نتایج همبستگی صفات اندازه گیری شده**

Table 4- Correlation coefficient results of measured traits

| | درصد قند Sugar content | سدیم Sodium | پتاسیم Potassium | نیتروژن Nitrogen | ضریب قلیائیت Alkalinity | درصد شکر قابل استحصال White sugar content | ضریب استحصال Extraction coefficient sugar | درصد قند ملاس Molasses content | عملکرد قند ناخالص Sugar yield | عملکرد شکر خالص white sugar yield |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (A) | (B) | (C) | (D) | (E) | (F) | (G) | (H) | (I) | (J) |
| (B) | −۰/۸٦** | ۱ | | | | | | | | |
| (C) | ۰/۲۹ns | ۰/۳٤ns | ۱ | | | | | | | |
| (D) | −۰/۱ns | ۰/۱۷ns | ۰/٦۳** | ۱ | | | | | | |
| (E) | −۰/۳٦ns | ۰/۳۹ns | −۰/٦۱** | −۰/۷** | ۱ | | | | | |
| (F) | ۰/۹٦** | −۰/۹۲** | ۰/۱۳ns | −۰/۲۹ns | −۰/۲۵ns | ۱ | | | | |
| (G) | ۰/۹۱** | −۰/۹۳** | ۰/۰۵ns | −۰/٤ns | −۰/۱٦ns | ۰/۹۸** | ۱ | | | |
| (H) | ۰/۷۵** | ۰/۸۸** | ۰/۱۳ns | ۰/۵٤* | ۰/۰۵ns | −۰/۹** | −۰/۹۵** | ۱ | | |
| (I) | −۰/۰٤ns | ۰/۱۳ns | ۰/۰٤ns | ۰/۲۲ns | −۰/۱۳ns | −۰/۱ns | −۰/۱۲ns | ۰/۱۷ns | ۱ | |
| (J) | ۰/٦۸** | −۰/٦۲** | ۰/۰۷ns | −/۱٦ns | −۰/۲۱ns | ۰/۷** | ۰/٦۹** | −۰/٦۱** | ۰/٦۱** | ۱ |

**، * و ns به‌ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند

**, *and ns: represent significant at P<0.05 and P<0.01 and not significant respectively.

**محتوی سدیم (Na)، پتاسیم (K)، نیتروژن (N) و ضریب قلیائیت (ALC) ریشه:** محتوی عناصر پتاسیم، سدیم و نیتروژن مهم‌ترین ناخالصی‌های موجود در ریشه چغندرقند است که در هنگام فرایند قندسازی از تبلور ساکارز ممانعت می‌کند و منجر به بالا رفتن ضایعات قندی می‌شود (۱۹). معمولاً درصد سدیم و پتاسیم ریشه در اوایل دوره رشد بیشتر و با تکامل گیاه به طرف اواخر دوره رشد درصد آن کاهش می‌یابد. اما میزان نیتروژن مضره افزایش می‌یابد. ضمناً کل سدیم موجود در ریشه کمتر از پتاسیم ریشه می‌باشد (۱۸ و ۲۰). میزان سدیم ریشه به‌طور معنی‌دار ($P\leq 0.01$) تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت (جدول ۲). مطابق با نتایج جدول ۳ بیشترین میزان سدیم (۹/٦۲ میلی اکی والان در۱۰۰گرم وزن تر چغندرقند) در تیمار کشت مستقیم ۲۲ فروردین مشاهده شد. کمترین میزان آن نیز مربوط به تیمار نشاء با برگ ۲۵ خرداد (۵/۲۹

میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیرریشه) بود (جدول ۳). این نتایج با نتایج کاشانی (۱۹۹۷)و نصری و همکاران (b۲۰۱۱) مطابقت داشت(۱۵و ۱۷). همچنین سدیم با قلیائیت و عملکرد قند ناخالص همبستگی مثبت و با درصد قند ملاس همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد داشت (جدول ٤). همچنین با درصد شکر قابل استحصال، ضریب استحصال وعملکرد شکر خالص همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد داشت (جدول ٤).

بررسی میزان پتاسیم در پاسخ به تیمارهای مختلف در انتهای فصل رشد نشان داد که از نظر میزان پتاسیم غده چغندرقند بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۲). بیشترین و کمترین میزان پتاسیم به ترتیب تحت تاثیر تیمار نشاء لخت ۱۵ خرداد با ٦/٦٥ و تیمار کشت مستقیم اول خرداد با ۵/۳۷ میلی اکی والان در۱۰۰گرم خمیرریشه بدست آمد (جدول ۳). محتوی پتاسیم با نیتروژن همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد و با ضریب استحصال، درصد قند ملاس، عملکرد قند ناخالص همبستگی مثبتی داشت (جدول ٤). همچنین با ضریب قلیائیت همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد داشت (جدول ٤).

محتوی نیتروژن نمو برگ‌ها را افزایش داده و درنتیجه جذب به سرعت انجام می‌گیرد. متأسفانه نیتروژن اضافی در اواخر دوره رشد در عصاره چغندرقند افزایش یافته و استخراج قند را با مشکل مواجه می‌نماید. هر واحد نیتروژن مضره می تواند حدود ۲۵ تا ۳۰ واحد ساکارز را در عمل کریستالیزه شدن قند ممانعت کند (۱۸و ۲۱). جدول ۳ میزان نیتروژن غده چغندرقند در اثر کاربرد انواع روش‌های کاشت و تاریخ کاشت‌های مختلف را نشان می‌دهد. اثر روش‌های کاشت و تاریخ کاشت‌های مختلف بر نیتروژن غده چغندرقند در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول۲). بیشترین میزان نیتروژن غده (٤/٧٤ میلی اکی والان در۱۰۰گرم خمیرریشه) در کشت مستقیم ۲۲ فروردین و کمترین آن (۲/۸۳ میلی اکی والان در۱۰۰ گرم خمیرریشه) در تیمار کشت مستقیم اول خرداد حاصل شد (جدول ۳). نصری و همکاران (a۲۰۱۱) بیان کردند که بین املاح معدنی ریشه و وزن تک غده همبستگی مثبت مشاهده می‌شود (۹). همانطور که در نتایج قبل گزارش شد کشت ۲۲ فروردین دارای وزن غده بالاتری بود. این نتایج با نتایج لطفی کیوانلو و آرمین (۲۰۱٦) مطابقت داشت. نیتروژن با ضریب قلیائیت در سطح یک درصد و با درصد قند ملاس در سطح پنج درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (۵) (جدول ٤).

بررسی ضریب قلیائیت در پاسخ به تیمارهای مختلف در انتهای فصل رشد نشان داد که از نظر ضریب قلیائیت غده چغندرقند بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول۲). بیشترین و کمترین ضریب قلیائیت به ترتیب تحت تاثیر تیمار کشت مستقیم ۲۲ فروردین با ٤/۱۲ و تیمار نشاء با برگ ۲۵ خرداد با ۲/٦۸ درصد بدست آمد (جدول ۳). مطابق با نتایج عروج نیا و همکاران (۲۰۱۲) بین عملکرد قند با میزان قلیائیت، نیتروژن و پتاسیم همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (۱۸)، بنابراین مطابق با نتایج ارائه شده تیمارهایی که عملکرد قند بالاتری داشتند دارای میزان قلیائیت و نیتروژن و پتاسیم بالاتری نیز بودند.این محققین همچنین بیان کردند که بین قلیائیت و سدیم همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد، بنابراین در تیمارهایی که دارای قلیائیت بالاتری بودند میزان سدیم نیز بیشتر بود. استخراج پذیری قند به مواد غیرقندی بویژه ترکیبات نیتروژنه، سدیم و پتاسیم بستگی دارد (۲۲). افزایش کیفیت محصول چغندرقند از طریق بالا بردن درصد قند و کاهش مواد غیر قندی بویژه نیتروژن، سدیم و

پتاسیم انجام می‌گیرد زیرا افزایش این ناخالصی‌ها با جلوگیری از کریستاله شدن ساکارز قابلیت استحصال قند را کاهش داده و موجب افزایش میزان ملاس تولیدی می‌گردد (۲۳، ۲٤ و ۲۵). ضریب قلیائیت با درصد قند، درصد شکر قابل استحصال، ضریب استحصال همبستگی منفی داشت (جدول ٤).

**درصد شکر قابل استحصال (WSC) و ضریب استحصال شکر(ECS):** شکر قابل استحصال متأثر از میزان ناخالصی‌های موجود در ریشه چغندرقند است و از تقسیم درصد قند قابل استحصال بر عیار چغندرقند بدست می آید. هرچه میزان آن بیش از حد متوسط باشد، بیانگر پایین بودن ناخالصی‌های چغندرقند می‌باشد، بنابراین می‌توان انتظار داشت که با بالا رفتن راندمان شکر قابل استحصال، ساکارز بیشتری کریستاله شده و ضایعات قندی کاهش و قند نهایی تولیدی در کارخانه افزایش خواهد یافت (۲۱). مطابق با نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر درصد شکر قابل استحصال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ($P\leq 0.01$) بود (جدول ۲). تیمارهایی که در خرداد کشت شدند توانستند به میزان قابل توجهی درصد شکر قابل استحصال را نسبت به تیمار فروردین افزایش دهند. بیشترین درصد شکر قابل استحصال (۷/۸۲ درصد) در تیمار نشاء با برگ ۲۵ خرداد مشاهده شد. کمترین میزان آن (٤/۰۹ درصد) نیز مربوط به تیمار کشت مستقیم ۲۲ فروردین بودکه تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۳). درصد شکر قابل استحصال با ضریب استحصال شکر همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد و با عملکرد قند ناخالص همبستگی منفی داشت (جدول ٤).

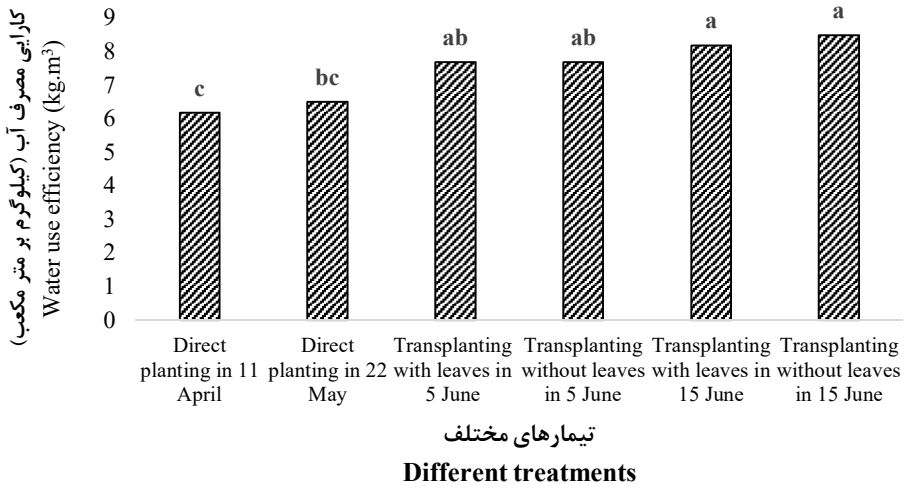
اثر تیمارهای آزمایشی بر ضریب استحصال شکر نیز در سطح احتمال یک درصد ($P\leq 0.01$) معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین ضریب استحصال (٦۲/۳ درصد) در تیمار نشاء با برگ ۲۵ خرداد مشاهده شد، همچنین این تیمار تفاوت معنی‌داری با تیمارهای کشت شده در خرداد ماه نداشت. کمترین میزان آن نیز در تیمار کشت مستقیم ۲۲ فروردین (٤۰/۷ درصد) بدست آمد (جدول ۳). مطابق با نتایج عروج نیا و همکاران (۲۰۱۲) ضایعات قندی (سدیم، پتاسیم و نیتروژن) و درصد قند ملاس با یکدیگر و با ضریب استحصال شکر همبستگی منفی دارند (۱۸). همانطور که در نتایج مشاهده می‌شود در تیمارهایی که دارای ضایعات قندی بالاتر بودند، ضریب استحصال شکر پایین‌تر بود (جدول ۳). ضریب استحصال با درصد قند ملاس همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح یک درصد داشت (جدول ٤).

**درصد قند ملاس (MS):** تمامی قند موجود در چغندرقند قابل استحصال نبوده و نسبت به مقدار املاح موجود در ریشه، مقداری ازآن به صورت قند ملاس از دسترس خارج می‌شود به طور کلی مواد به وجود آورنده ملاس می‌توانند حدود ۲ تا ۳ درصد قند موجود در چغندرقند را کاهش دهد. مواد به وجود آورنده ملاس رابطه مستقیم با وزن تک بوته و رابطه غیر مستقیم با تراکم مزرعه دارند و درصد مواد به وجود آورنده ملاس با افزایش تراکم کاهش می‌یابد (۱۸). به‌طورکلی مقدار قند ملاس با میزان ناخالصی‌های پتاسیم، سدیم و نیتروژن ارتباط دارد و هر کیلوگرم از ناخالصی‌های ذکر شده می‌تواند منجر به اتلاف ۱/۵ تا ۱/۸ کیلوگرم قند به صورت ملاس شود (۱۹). تیمارهای مختلف دارای اثر معنی‌داری ($P\leq 0.05$) بر درصد قند ملاس بودند (جدول ۲). در جدول ٤ درصد قند ملاس چغندرقند در اثر کاربرد انواع روش‌های کاشت و تاریخ کاشت‌های مختلف نشان داده شده است. بیشترین درصد قند ملاس چغندرقند (۵/۳۵ درصد) به کشت مستقیم ۲۲ فروردین تعلق داشت و کمترین آن (۳/۹ درصد) نیز

در تیمار کشت مستقیم اول خرداد حاصل شد (جدول ۳). دلیل بالا بودن مقدار ملاس در تاریخ کاشت ۲۲ فروردین، بالا بودن مقدار ناخالصی‌های موجود در ریشه و بزرگتر بودن ریشه‌ها است. همچنین گیاه جهت تولید برگ، ساکارز بیشتری استفاده نموده است و این موضوع سبب بالا رفتن نسبت تاخالصی‌های دیگر شده است (۲۱).

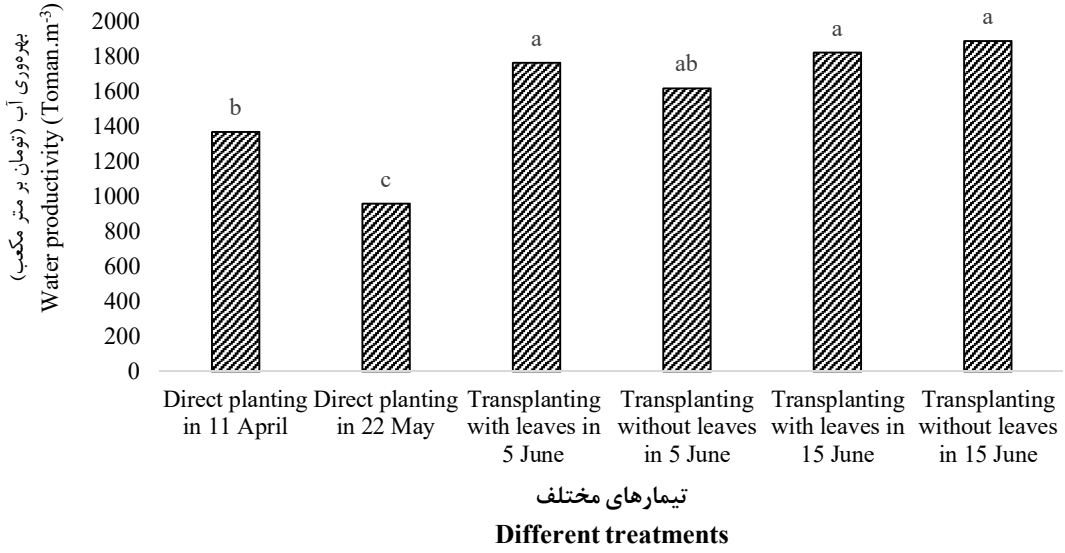
**کارایی مصرف آب (WUE)**: استفاده از نشاءکاری در مورد گیاهان زراعی که آب زیادی برای تولید مصرف می‌کنند و یا گیاهان دارای دوره رشد طولانی مانند چغندرقند به منظور کاهش آب مصرفی ضروری است (۲۶). بررسی کارایی مصرف آب (میزان غده تولیدی به ازای آب مصرفی) در پاسخ به تیمارهای مختلف در انتهای فصل رشد نشان داد که از نظر کارایی مصرف آب چغندرقند بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب به ترتیب تحت تاثیر تیمار نشاء لخت ۲۵ خرداد با ۸/۳۶ کیلوگرم بر متر مکعب و کشت مستقیم ۲۲ فروردین با ۶/۹۷ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد (شکل ۲). کشت مستقیم به این دلیل که مدت زیادی در زمین بوده است آب بیشتری مصرف می‌کند و به نظر می‌رسد که نتوانسته است با تیمارهای نشایی رقابت کند. حسینی (۲۰۱۵) در آزمایشی نشان دادند که در نشاء کاری پیاز در منطقه مشهد نسبت به کشت مستقیم در مزرعه، ۳۶۷۸ متر مکعب آب تا مرحله انتقال نشاء به ازای هر هکتار، آب صرفه جویی گردید (۲۷). عظیمی (۲۰۱۷) نیز در آزمایشی نشان داد که نشاءکاری چغندرقند و استفاده بهینه از آب نسبت به کشت مستقیم به صورت معنی داری باعث افزایش چشمگیر کارایی مصرف آب در تولید چغندرقند می‌شود (۲۶).

**بهره‌وری اقتصادی آب (WP)**: بررسی بهره‌وری اقتصادی آب در پاسخ به تیمارهای مختلف در انتهای فصل رشد نشان داد که از نظر بهره‌وری اقتصادی آب چغندرقند، بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). بیشترین و کمترین میزان بهره‌وری اقتصادی آب به ترتیب تحت تاثیر تیمار نشاء لخت ۲۵ خرداد با ۱۷۰۷/٤ تومان بر متر مکعب و کشت اول مستقیم اول خرداد با ۱۳٤۳/۳ تومان بر مترمکعب بدست آمد (شکل ۲). به طور کلی در تیمارهای کشت نشایی بهره‌وری اقتصادی آب بالاتر از کشت‌های مستقیم بود (شکل ۳). وین (۱۹۹۷) بیان کردکه نشاءکاری نقش مؤثری در بهبود استفاده از نهاده‌های کشاورزی مانند بذر در واحد سطح دارد، همچنین نشا کاری باعث کاهش دوره رشد می‌شود و بنابراین موجب افزایش کارایی استفاده از نهاده‌هایی مانند آب و در نتیجه سبب کاهش هزینه‌های تولید می‌گردد (۱۱و ۲۵). گوهری و توحیدلو (۱۹۹۷) در کشت نشایی چغندرقند در کرج نشان دادند که دوره رشد در مزرعه به مدت ٦۳ روز کاهش یافته در نتیجه این امر باعث کاهش هزینه‌ها و صرفه جویی در مصرف آب در واحد سطح شد (۲۸). نتایج این آزمایش همچنین با نتایج آزمایش ذوالفقاریان و همکاران (۲۰۱٦) در بررسی بهره‌وری آب در کشت مستقیم و نشایی ذرت مطابقت داشت (۲۹). عظیمی (۲۰۱۷) نیز گزارش داد که در کشت‌های نشایی چغندرقند میزان شکر تولیدی به ازای آب مصرفی (بهروری مصرف آب) نسبت به کشت‌های مستقیم به میزان زیادی بالاتر بود (۲٦).




**شکل ۲- کارایی مصرف آب بر اساس وزن تر چغندر قند تحت تأثیر تیمارهای روش‌ها و زمان‌های مختلف کشت**

Figure 2. Water use efficiency of sugar beet under different methods and dates of planting




**شکل ۳- بهره‌وری آب تحت تأثیر تیمارهای روش‌ها و زمان‌های مختلف کشت**

Figure 3. Water productivity of sugar beet under different methods and dates of planting

## نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی، تیمارهای کشت نشایی به جز کشت نشایی ۲۵ خرداد عملکرد ریشه بهتری نسبت به کشت مستقیم اول خرداد داشتند. همچنین، به نظر می‌رسد که کشت نشایی می‌تواند کاهش عملکرد ناشی از تأخیر در کشت مستقیم را جبران کند. کشت مستقیم چغندرقند به دلیل مصرف زیاد آب محدودیت جدی برای کشت دیگر محصولات در ابتدا و در انتهای فصل رشد ایجاد می‌کند، که این امر موجب می‌گردد که کشاورزان در مزارع و در انتهای فصل رشد به گیاه تنش اعمال کنند و آبیاری را قطع نمایند و باعث کاهش عملکرد کمی و کیفی محصول می‌گردد. از طرفی، علی رغم اعتقاد بر کاشت نشای ریشه لخت به جای نشای برگ‌دار، نتایج این آزمایش نشان داد که

کاشت نشای برگ دار در ۱۵ خرداد استقرار مطلوب‌تر و عملکرد بهتری از نشای بدون برگ دارد. کشت نشاء با برگ همچنین شاخص سطح برگ بیشتری نسبت به نشاء ریشه لخت داشت و در نهایت ازت مضره در کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم کمتر بود که در میزان استحصال قند موثر می‌باشد.

**References**


1. Draycott, A.P., Durrant, M.J., & Messem, A.B. (1974). Effects of plant density, irrigation and potassium and sodium fertilizers on sugar beet: II. Influence of soil moisture and weather. *Journal of Agricultural Sciences,* 82, 261-268.
2. Sadrabadi Haghighi, R., Amirmoradi, S., & Mirshahi, A. (2011). Investigation of growth analysis of conventional and commercial sugar beet (*Beta vulgaris*) varieties at delayed planting date in Chenaran (Khorasan Razavi province). *Iranian Journal of Field Crops Research, 9*, 505-513. [In Persian]
3. Agricultural statistics. (2016). Ministry of agriculture, Center for information and communication technology, 60 p. (In Persian).
4. Gray, R. (2017). Global agricultural information network (GAIN). Russian Federation, Sugar Annual. USDA Foreign Agricultural Services.
5. Lotfi Keyvanlo, A., & Armin, A. (2016). The effect of seedlings age and date of transfer on quantitative and qualitative characteristics of sugar beet. *Iranian Journal of Field Crops Research,* 48, 291-301. [In Persian]
6. Sadeghzade Hemayati S., Taleghani, D.F., & Fasahat, P. (2017). Effects of drought stress on quantitative and qualitative characteristics, canopy ground cover and wilting score of sugar beet genotypes. *Environmental Stresses in Crop Sciences,* 10(3), 363-375. [In Persian]
7. Winter, S.R. (1990). Suitability of sugar beet for limited irrigation in a semi-arid climate. *Agronomy Journal,* 72, 118-123.
8. Zhang, C., Shibata, Y., & Kishimoto, T. (2007). Effect of tillage and planting method on yield of sugar beet production. In: Proceedings of the international agricultural engineering conference, Bangkok. Thailand. 3-6 Dec.
9. Nasri, R., Kashani, A., Paknejad, F., Sadeghi, S. M., & Ghorbani, S. (2011a). 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, 226-213. (In Persian)
10. Sohrabi, Y., Shakiba, M.R., Abd Elahian Noughabi, M.F.R.K., Tourchi, M., & Fotohi, K. (2006). Investigation of limited irrigation and root harvesting dates on yield and some of quality characteristics of sugar beet. *Iranian Journal of Agronomy. (Pajouhesh-va-sazandegi), 19*, 8-15. [In Persian]
11. Kaveh, F., & Hosseini Abri, S.A. (2010). Increasing water productivity in agriculture. 12th Iranian national committee on irrigation and drainage (IRNCID), Tehran, Iran. 20-24 February. [In Persian]
12. Sadeghzade Hemayati, S. (2008). The effect of agronomical factors on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) radiation interception, growth and yield (Ph D thesis). Tehran: Islamic Azad University, Science and Research Branch. [In Persian]
13. Karbalaei, S., Mehraban, A., Mobasser, H.R., & Bitarafan, Z. (2012). Sowing date and transplant root size effects on transplanted sugar beet in spring planting. *Annual Biological Research, 3*, 3474-3478.
14. Vafadar, L., Ebadi, A., & Sajeed, K. (2008). Effects of sowing date and plant density on yield and some traits of Sugar beet genotypes. *Electronic Journal of Crop Production, 1*, 103-120. [In Persian]
15. Nasri, R., Kashani, A., Sadeghain Motahar., S.Y., & Habibi, D. (2011b). Quantitative and qualitative characteristics of fall sugar beet in direct cultivation and paper pot transplanting under saline soils of Ahvaz. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding,* 7, 25-40. [In Persian]

16. Goodman, P.J. (1968). Physiological analysis of the effect of different soils on sugar beet crops in different years. *Journal of Applied Ecology, 5*, 339-357.
17. Kashani, A. (1997). Sugar beet Agronomy. Booklet. Shahid CHamran University Press, 120p. [In Persian]
18. Orojneya, S., Habibi, D., Fatolah Taleghani, D., Safari Dolatabadi, S., Pazeki, A.R., Maaveni, P., Rahmani, R., & Farshidi, M. (2012). Evaluation of yield and yield components of different sugar beet genotypes under drought stress. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding, 8*, 127-144. [In Persian]
19. Fotohi, K. (2010). Path analysis under normal and salt stress conditions in sugar beet germplasm. *Iranian Journal of Sugar Beet,* 26, 1-13.
20. Echoff, J.L.A., Halverson, A.D., Weiss, M.J., & Brogman, J.W. (1991). Seed spacing for nonthined sugar beet production. *Agronomy Journal, 83*, 929-932.
21. Smith, G.A., & Martin, S.S. (1997). Effects of plant density and nitrogen fertility on purity components of sugar beet. *Crop Sciences,* 17, 469-472.
22. Kocheki, A., Hosseini, M., & Nasiri Mahalati, M. (1995). Soil water relationship in crops. Ferdowsi University Press, 560p. [In Persian]
23. Gohari, J., Yousefabadi, V., Ghalebi, S., & Sistani, H. (1998). A study on available phosphorus of the soil in permanent plots and its effects on sugar beet root yield. *Journal of Sugar Beet*, 13(1), 50-62. [In Persian]
24. Dunham, R., & Clearke, N. (1993). Coping with stress. *British Sugar Beet Review,* 60(1): 10-13.
25. Wien, H.C. (1997). The physiology of vegetable crops transplanting. CABI Publishing. Wallingford, United Kingdom, 672 p.
26. Azimi, M. (2017). Study of sugar transplanting to save water consumption. Master's Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. [In Persian]
27. Hosseini, M. (2015). Comparison of onion (*Allium cepa* L.) yield in direct cropping and seedling in different crop years in Mashhad. Master's thesis. Ferdowsi University of Mashhad. [In Persian]
28. Gowhary, J., & Toohidlou, Q. (1997). Using from planting cultivation method for saving water poison and chemical fertilizer. *Iranian Journal of Sugar Beet,* 12, 16-27.
29. Zolfagharan, A., Alizadeh, A., Khavari, S., Banayan, M., & Ansari, H. (2016). Investigation and comparison of productivity in direct and transplant seeding of corn in different irrigation regimes. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage,* 10, 508-519. [In Persian]