



## Enhancing the Yield and Technological Traits of Sugar Beet Through Seed Hydropriming and Foliar Application of Humic Acid in Late Planting Conditions

Ali Sarkhosh<sup>1</sup> | Mohammad Ali Aboutalebian<sup>2✉</sup> | Hamed Mansouri<sup>3</sup>

1. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. E-mail: [ali.sarkhosh7@gmail.com](mailto:ali.sarkhosh7@gmail.com)
2. Corresponding Author, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. E-mail: [m.aboutalebian@basu.ac.ir](mailto:m.aboutalebian@basu.ac.ir)
3. Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamedan, Hamedan, Iran. E-mail: [h.mansori@areeo.ac.ir](mailto:h.mansori@areeo.ac.ir)

### Article Info

**Article type:**  
Research Article

### Article history:

Received 9 March 2024  
Received in revised form  
2 December 2024  
Accepted 4 December 2024  
Published online 30 December 2024

### Keywords:

Alkalinity  
Amino nitrogen  
Molasses sugar  
Root yield  
White sugar

### ABSTRACT

**Objective:** Considering that sugar beet planting can be delayed by factors such as excessive rainfall or the prioritization of water allocation to other crops early in the growing season, this field study evaluated the potential to mitigate the negative impacts of delayed planting on the yield and key technological traits of sugar beet by employing seed hydropriming and foliar application of humic acid.

**Methods:** This research was conducted in the cropping year 2021 in Asadabad, using a randomized complete block design with three replications in the form of a split-plot factorial arrangement. The planting dates of March 25<sup>th</sup>, April 8<sup>th</sup>, 22<sup>nd</sup>, and May 6<sup>th</sup>, were assigned to the main plots, and seed priming (hydropriming and non-primed) and foliar application of humic acid (water spray and six g.L<sup>-1</sup> of humic acid) were arranged in a factorial design within the sub-plots. For the hydropriming treatment, seeds were soaked in water at 22 °C for 28 hours and then sown after returning to their initial moisture content.

**Results:** The combination of seed hydropriming and foliar application of humic acid compensated for the delayed planting effects on root yield until the third planting date. The lowest sodium and potassium contents in the roots were observed in the fourth and second planting dates, respectively, regardless of the hydropriming and humic acid foliar application treatments. The first planting date revealed that foliar application of humic acid singularly led to the maximum sodium accumulation in roots (5.45 meq.100 g<sup>-1</sup>). Conversely, the minimum potassium content in roots was found in the same planting date when both humic acid foliar application and seed hydropriming were employed (4.2 meq.100 g<sup>-1</sup>). The highest alkalinity was observed in the first planting date following humic acid foliar application, with a ratio of 4.38. Furthermore, a significant increase in alkalinity was observed in the fourth planting date with humic acid foliar application. The lowest amino nitrogen content was observed on the second planting date with hydropriming. Simultaneous application of hydropriming and humic acid increased white sugar content by 6.6, 9.4, and 6.8 percent on the first, second, and fourth planting dates, respectively. The highest white sugar yield was obtained on the first and second planting dates, with 15,054 and 15,895 kg.ha<sup>-1</sup>, respectively, using humic acid. Humic acid reduced molasses sugar content by 24 percent compared to water spray on the first planting date.

**Conclusion:** Based on the results, the simultaneous application of seed hydropriming and humic acid foliar application was beneficial in all planting dates. However, in case of a significant delay in planting date, seed hydropriming was more beneficial compared to humic acid foliar application.

**Cite this article:** Sarkhosh, A., Aboutalebian, M. A., & Mansouri, H. (2025). Enhancing the Yield and Technological Traits of Sugar Beet Through Seed Hydropriming and Foliar Application of Humic Acid in Late Planting Conditions. *Journal of Crops Improvement*, 26 (4), 787-804. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2024.373763.2876>





## بهبود عملکرد و خصوصیات تکنولوژیکی چغندر قند با هیدروپرایمینگ بذر و محلول پاشی هیومیک اسید در شرایط تأخیر کاشت

علی سرخوش<sup>۱</sup> | محمدعلی ابوطالبیان<sup>۲</sup> | حامد منصوری<sup>۳</sup>

۱. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. رایانامه: [ali.sarkhosh7@gmail.com](mailto:ali.sarkhosh7@gmail.com)
۲. نویسنده مسئول، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. رایانامه: [m.aboutalebian@basu.ac.ir](mailto:m.aboutalebian@basu.ac.ir)
۳. بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، همدان، ایران. رایانامه: [h.mansori@areeo.ac.ir](mailto:h.mansori@areeo.ac.ir)

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹	<b>هدف:</b> از آنجاکه ممکن است کاشت چغندر قند به دلایلی مانند بارندگی و یا اختصاص آب در اوایل فصل رشد به دیگر محصولات زراعی به تأخیر تأخیر بیفتد، این پژوهش مزرعه‌ای به بررسی امکان جبران عوارض تأخیر تأخیر کاشت چغندر قند با هیدروپرایمینگ بذر و محلول پاشی هیومیک اسید بر عملکرد و برخی صفات تکنولوژیکی آن پرداخته است.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۹/۱۲	<b>روش پژوهش:</b> پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۰ در اسدآباد در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل اجرا شد. تاریخ‌های کشت پنجم و ۱۹ فروردین ماه، دوم و ۱۶ اردیبهشت ماه در کرت‌های اصلی و پرایمینگ بذر (در دو سطح هیدروپرایمینگ و پرایم نشده) و محلول پاشی هیومیک اسید (اسپری آب و محلول پاشی ۶ گرم در لیتر هیومیک اسید) به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. برای تیمار هیدروپرایمینگ، بذور به مدت ۲۸ ساعت در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد در آب خیس‌انیده شدند و پس از برگشت به رطوبت اولیه کشت شدند.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۴	<b>یافته‌ها:</b> ترکیب هیدروپرایمینگ و محلول پاشی هیومیک اسید تا تاریخ کاشت سوم سبب جبران تأخیر تأخیر کشت بر عملکرد ریشه شد. کم‌ترین مقادیر سدیم و پتاسیم ریشه به ترتیب در تاریخ‌های چهارم و دوم کاشت بدون توجه به تیمارهای هیدروپرایمینگ و محلول پاشی هیومیک اسید مشاهده شد. در تاریخ کاشت اول محلول پاشی هیومیک اسید به تنهایی سبب شد بیش‌ترین سدیم در ریشه مشاهده شود (۵/۴۵ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم) در حالی که در همین تاریخ کاشت، کم‌ترین پتاسیم ریشه از محلول پاشی هیومیک اسید و هیدروپرایمینگ بذر به دست آمد (۲/۴ میلی‌اکی‌والان در صد گرم). بیش‌ترین آلکالیت در تاریخ کاشت اول با محلول پاشی هیومیک اسید با نسبت ۴/۳۸ مشاهده شد، در تاریخ کاشت چهارم نیز آلکالیت با محلول پاشی هیومیک اسید افزایش معنی‌داری نشان داد. کم‌ترین نیتروژن آمینه در تاریخ دوم کاشت با انجام هیدروپرایمینگ بذر ملاحظه شد. کاربرد همزمان هیدروپرایمینگ و هیومیک اسید درصد قند سفید را در تاریخ‌های اول، دوم و چهارم به ترتیب ۶/۶، ۴/۹ و ۸/۶ درصد افزایش داد و بیش‌ترین عملکرد قند سفید در دو تاریخ اول و دوم کاشت به ترتیب ۱۵۰۵۴ و ۱۵۸۹۵ کیلوگرم در هکتار با محلول پاشی هیومیک اسید به دست آمد. همچنین محلول پاشی هیومیک اسید در تاریخ کاشت اول سبب کاهش ۲۴ درصدی میزان قند ملاس نسبت به اسپری آب گردید.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۰/۱۰	<b>نتیجه گیری:</b> براساس نتایج کاربرد همزمان هیدروپرایمینگ بذر و محلول پاشی هیومیک اسید در تمام تاریخ‌های کشت سودمند است، اما در صورت تأخیر تأخیر زیاد در تاریخ کشت، هیدروپرایمینگ بذر سودمندی بیش‌تری در مقایسه با محلول پاشی هیومیک اسید دارد.
<b>کلیدواژه‌ها:</b> آلکالیت قند ملاس عملکرد ریشه قند سفید نیتروژن آمینه	

**استناد:** سرخوش، علی؛ ابوطالبیان، محمدعلی و منصوری، حامد (۱۴۰۳). بهبود عملکرد و خصوصیات تکنولوژیکی چغندر قند با هیدروپرایمینگ بذر و محلول پاشی هیومیک اسید در شرایط تأخیر کاشت. *به زراعی کشاورزی*، ۲۶ (۴)، ۷۸۷-۸۰۴.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2024.373763.2876>

## ۱. مقدمه

چغندر قند<sup>۱</sup> یکی از دو محصول رایج تولیدکننده قند دنیا می باشد (گما<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۲). لذا شناخت و بررسی جنبه های تولیدی و اقتصادی آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است (جهانی مقدم و همکاران، ۱۳۹۶). در شرایط ایران با توجه به کمبود آب و یا ضرورت اختصاص آب در اوایل فصل به سایر محصولات زراعی، گاهی اوقات کشت با تأخیر چغندر قند اجتناب ناپذیر است. کاشت دیرهنگام چغندر قند ممکن است دلایل دیگری مثل از بین رفتن کشت اول به دلیل سرما، تگرگ و یا آفات نیز باشد (علیپور و همکاران، ۱۳۹۸). گزارش شده است که کاشت زودهنگام چغندر قند باعث افزایش محسوس محتوای قند ناخالص و بالاترین عملکرد ریشه و قند می شود (گوباره<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، تاریخ کاشت چغندر قند از طریق تجمع کافی واحدهای حرارتی، به ویژه از مرحله سبز شدن تا رسیدن گیاه چغندر قند به مرحله برداشت، تأثیر زیادی بر رشد و بهره وری گیاه دارد (فائو<sup>۴</sup>، ۲۰۱۲). با توجه به مطالب ذکر شده، هدف از اجرای این پژوهش بررسی اثر هیدرو پرایمینگ بذر و محلول پاشی هیومیک اسید بر عملکرد و کیفیت تکنولوژیکی محصول چغندر قند تحت شرایط تأخیر کشت بوده است.

## ۲. پیشینه پژوهش

### ۲.۱. پیشینه نظری

یکی از مهم ترین عوامل دستیابی به عملکرد و رسیدگی و یکنواختی اندازه ریشه های چغندر قند در زمان برداشت مکانیزه، جوانه زنی یکنواخت بذر به واسطه استفاده از بذر با کیفیت است (میرزائی و بابائی، ۱۴۰۱). جوانه زنی بذر چغندر قند و ظهور گیاهچه به عنوان فرآیندهای فیزیولوژیکی پیچیده اغلب آهسته و غیر یکنواخت است که در واقع توسط سیگنال های محیطی مختلف مانند دما، پتانسیل آب، نور، نیترات ها و عوامل دیگر تحت تأثیر قرار می گیرند (پدرام و همکاران، ۲۰۱۹). متأسفانه، بهره وری چغندر قند اغلب به دلیل جوانه زنی ناهمگن در مزرعه، احتمالاً به دلیل وجود مواد بازدارنده در پریکارپ بذر و همچنین حمله عوامل بیماری زا، محدود می شود (دوتو<sup>۵</sup> و سیلوا<sup>۶</sup>، ۲۰۱۷). پرایمینگ بذر یکی از روش های بهبود استقرار بذر است که می تواند باعث بهبود عملکرد گیاه در شرایط نامساعد محیطی شود (آب سالان و همکاران، ۱۳۹۶). جوانه زنی مطلوب و سریع، غالباً همزمان با گسترش سیستم ریشه ای در زمان کوتاه تری می باشد که این به نوبه خود منجر به استقرار بهتر گیاه و ایجاد بستر برای ارتقا کمی و کیفی محصول می شود. جوانه زنی و استقرار گیاهچه چغندر قند تا حد زیادی تحت تأثیر ترکیبات شیمیایی ممانعت کننده موجود در پوسته بذر شامل فنل ها، اسیدگزالیک، بتائین و موسیلاژ قرار می گیرد (پدرام و همکاران، ۱۳۹۸). تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی اصلی که در طول پرایمینگ بذر رخ می دهد شامل مدیریت تنش اکسیداتیو، گسیل ذخایر بذر، تنظیم چرخه سلولی، اصلاح فراساختاری بذر و محتوای آب بذر برای اطمینان از پذیرش و سازگاری گسترده آن ها است (راج<sup>۷</sup> و راج<sup>۸</sup>، ۲۰۱۹). پرایمینگ بذر به عنوان یک تکنیک قبل از کاشت می تواند با ایجاد تغییراتی در فعالیت های متابولیکی در بذر بسیاری از محصولات، سبز شدن ریشه چه، درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، شاخص بنیه گیاهچه، استقرار گیاهچه و عملکرد را بهبود بخشد (موسوی کیا<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۲۰). در کشت تأخیری، پرایمینگ بذر، می تواند از طریق بهبود جوانه زنی و استقرار اولیه،

1. *Beta vulgaris* L.

2. Gomaa

3. Gobarah

4. FAO

5. Dotto

6. Silva

7. Raj

8. Raj

9. Mosavikia

بهره‌برداری مطلوب از نهاده‌های محیطی و زودرسی کاهش عملکرد را تا حدودی جبران کند (هریس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۱). امروزه با توجه به شرایط زیست‌محیطی، استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گیاهان زراعی و باغی رواج پیدا کرده‌است، هیومیک‌اسید یکی از این ترکیبات است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات فراوانی در بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و زیستی خاک داشته و به‌علت وجود ترکیبات شبه‌هورمونی، اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود محصولات کشاورزی دارند (اسماعیلی و تدین، ۱۳۹۸). هیومیک‌اسید در فرایند تنفس و فتوسنتز، تحریک متابولیسم اسیدنوکلئیک و فعالیت شبه‌هورمونی نقش اساسی دارد (یلدیریم<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷). هیومیک‌اسید باعث افزایش جذب عناصر کم‌مصرف و پر مصرف توسط گیاه می‌شود. کاربرد هیومیک‌اسید کلروز گیاهان را بهبود می‌بخشد که احتمالاً نتیجه‌ای از توسعه ریشه باشد (آیاس<sup>۳</sup> و گولسر<sup>۴</sup>، ۲۰۰۵ و احسان<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۶). محلول‌پاشی ترکیبات علاوه بر پاسخ سریع گیاه، صرفه‌جویی در مصرف کود با به حداقل رساندن آلودگی‌های زیست‌محیطی و آب‌های زیرزمینی، در راستای نیل به کشاورزی پایدار نقش به‌سزایی دارد (جانمحمدی<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۸).

## ۲.۲. پیشینه تجربی

تأثیر مثبت و معنی‌دار کاربرد خاکی، محلول‌پاشی و پرایم بذری با هیومیک‌اسید در لوبیا گزارش شده است (واگاس<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). در گیاه پیاز محلول‌پاشی هیومیک‌اسید منجر به افزایش محصول و قندهای محلول آن گردیده است (کندیل<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). در چغندر قند نیز گزارش شده است که محلول‌پاشی هیومیک‌اسید از نظر آماری باعث بهبود تجمع ساکارز، قند قابل استحصال، خلوص، درصد استخراج قند و عملکرد ریشه گردید (الحسنین<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۶). امروزه در دنیا ملاک ارزشی چغندر قند در صنعت قند در واقع مقدار قند قابل استحصال از آن است و از این رو خرید این ماده اولیه بر مبنای کیفیت تکنولوژیکی انجام می‌شود (عبداللهیان نوقایی و همکاران، ۱۳۸۴). کیفیت چغندر قند ترکیبی از خواص فیزیکی و شیمیایی این محصول می‌باشد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از درصد قند ناخالص، عیار، درصد قند قابل استحصال، خلوص شربت خام، میزان عناصر نیتروژن، سدیم و پتاسیم، قند ملاس و آلکالیت یا ضریب قلیائیت (هافمن<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۰۹).

## ۳. روش‌شناسی پژوهش

به‌منظور مطالعه تأثیر هیدروپرایمینگ بذری و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید بر عملکرد ریشه و برخی خصوصیات کیفی ریشه و شکر تولیدی در تاریخ‌های مختلف کاشت، آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به‌صورت اسپلینت پلات فاکتوریل در شهرستان اسدآباد با مختصات جغرافیایی ۲۸° ۴۶' ۳۴" عرض شمالی و ۴۸° ۴۱' ۳۲" طول شرقی در سال ۱۴۰۰ اجرا شد. عامل اصلی چهار تاریخ کشت پنجم و ۱۹ فروردین ماه و دوم و ۱۶ اردیبهشت ماه بود و عوامل هیدروپرایمینگ (در دو سطح بذری هیدروپرایم‌شده و پرایم‌نشده) و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید (در دو سطح محلول‌پاشی ۶ گرم در لیتر هیومیک‌اسید و اسپری

1. Harris
2. Yildirim
3. Ayas
4. Gulser
5. Ehsan
6. Janmohammadi
7. Waqas
8. Kandil
9. EL-Hassanin
10. Hoffman

آب معمولی) به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی منظور شدند. محلول پاشی طی دو مرحله ۴-۶ برگی (مرحله رشد برگی مطابق با کد ۱۴ و ۱۵) و زمانی که کانوپی ۳۰-۲۰ درصد سطح زمین را پوشانده بود (مرحله پوشش رزت مطابق با کد ۳۳-۳۲) براساس مقیاس<sup>۱</sup> BBCH انجام شد (سینار<sup>۲</sup> و اونای<sup>۳</sup>، ۲۰۲۱). کود هیومیک اسید مورد استفاده محصول کمپانی گروث سولوشنز آمریکا با نام تجاری دایموند گرو بود که با غلظت ۶ گرم در لیتر و حجم ۳۰۰ لیتر در هکتار همراه با مویان غیر یونی مصرف گردید و در تیمارهای عدم مصرف نیز آب خالص اسپری شد. رقم مورد استفاده در این طرح رقم تجاری دوروتی بود که از کارخانه قند حکمتان همدان تهیه شد. برای تعیین بهترین زمان هیبروپرایمینگ بذر، آزمایشی با زمان‌های مختلف هیبروپرایمینگ ۱۲، ۱۶، ۲۰، ۲۴، ۲۸ و ۳۲ ساعت در دمای اتاق (حدود ۲۲ درجه سانتی‌گراد) انجام و با بررسی نتایج به دست آمده براساس درصد و سرعت جوانه‌زنی، بهترین زمان ۲۸ ساعت تعیین گردید. سپس بذور تیمار شده در دمای معمولی خشک و به رطوبت اولیه رسیدند و قبل از کاشت با سم کاربندازیم ضد عفونی شدند. کودهای فسفاته و پتاسه و یک سوم کود نیتروژنی براساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) هنگام کاشت (به میزان ۲۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل، ۳۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم به صورت نواری در ۵ سانتی‌متری کنار بذر و ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره به صورت پخش) و دو سوم کود نیتروژنی در دو مرحله و پس از عملیات وجین علف‌های هرز مصرف گردید. پارامترهای اقلیمی منطقه مورد آزمایش طی دوره رشد، در جدول (۲) ذکر گردیده است.

هر کرت از شش خط کاشت با فواصل ۵۰ سانتی‌متر به طول ۵ متر با تراکم ۱۰ بوته در مترمربع تنظیم شد و فاصله بین کرت‌ها یک خط نکاشت و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد. آبیاری به روش بارانی کلاسیک ثابت و با رایزرهای Zk30 صورت گرفت. برداشت نهایی از کرت‌ها پس از سپری شدن ۱۸۰ روز از تاریخ کاشت، در چهار مرحله و در تاریخ‌های ۳۰ شهریورماه، ۱۴ مهرماه، ۲۸ مهرماه و ۱۲ آبان‌ماه و پس از حذف دو ردیف کناری و حذف ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان اثر حاشیه‌ای، از چهار ردیف وسط کرت یعنی در سطحی معادل ۲ مترمربع صورت گرفت. عملیات برداشت (شامل کندن و سرزنی چغندر قند) به صورت دستی و توسط نیروی کارگری انجام شد. مقادیر به دست آمده پس از توزین به عنوان عملکرد ریشه چغندر قند ثبت شد. سپس ریشه‌های سرزنی شده در هر کرت پس از درج مشخصات تیمارها در درون کیسه‌های جداگانه به آزمایشگاه تهیه خمیر (پولپ)، منتقل شدند. در آزمایشگاه از ریشه‌های سرزنی شده هر کیسه جهت تجزیه کیفی، نمونه خمیر تهیه و نمونه‌ها بلافاصله فریز شدند. نمونه‌ها پس از فریز شدن، جهت تجزیه کیفی به آزمایشگاه مرکز تحقیقات و خدمات زراعی چغندر قند کرج ارسال شد و توسط دستگاه فرکتومتر بتالایزر (نوع OR-KERNCHEN ساخت کمپانی کرن آلمان) صفاتی شامل تعیین درصد قند ناخالص (عیار)، میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن آمینه، اندازه‌گیری شدند که نتایج حاصله جهت محاسبه میزان قند ملاس، درصد قند سفید (قند قابل استحصال)، راندمان درصد قند قابل استحصال (ضریب استحصال) و فاکتور قلیابیت به کار رفتند.

جدول ۱. نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش

عمق (سانتی‌متر)	بافت خاک	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)
۰-۳۰	لوم	۲۲/۷۲	۴۴/۷۲	۳۲/۵۶	۰/۲۶	۷/۸	۱/۱	۰/۱	۱۰/۴	۱۷۸

1. Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical industry
2. Cinar
3. Unai.

میزان قند ملاس برحسب درصد و مقادیر سدیم، پتاسیم و نیتروژن آمینه برحسب میلی‌اکی‌والان درصد گرم خمیر چغندر قند، محاسبه شدند. چون ارزش تئوری مواد تشکیل‌دهنده ملاس با نتایج عملی برابری نمی‌کند، به همین دلیل در این آزمایش برای محاسبه قند ملاس از رابطه (۱) استفاده شد (برانشوویک<sup>۱</sup> و منگل<sup>۲</sup>، ۱۹۷۱).

رابطه (۱)  $+۰/۴۸$  نیتروژن مضره  $+۰/۲۴$  (نیتروژن مضره + پتاسیم)  $+۰/۱۲$  = قند ملاس

در رابطه (۲)، شیوه محاسبه آلکالیتیه بیان شده است (عبداللهیان نوقابی و همکاران، ۱۳۸۴).

رابطه (۲)  $\text{آلکالیتیه} = \frac{\text{سدیم} + \text{پتاسیم}}{\text{نیتروژن مضره}}$

سایر صفات به شرح روابط زیر محاسبه شدند (عبداللهیان نوقابی و همکاران، ۱۳۸۴):

درصد قند سفید براساس رابطه (۳):

رابطه (۳)  $(۰/۶ + \text{قند ملاس}) - \text{عیار} = \text{درصد قند سفید}$

ضایعات شکر در کارخانه قند که معادل  $۰/۶$  در نظر گرفته شده است.

عملکرد قند ناخالص طبق رابطه (۴):

رابطه (۴)  $\text{عملکرد ریشه} \times \text{عیار} = \text{عملکرد قند ناخالص}$

عملکرد قند سفید یا قند خالص طبق رابطه (۵):

رابطه (۵)  $\text{عملکرد ریشه} \times \text{درصد قند سفید} = \text{عملکرد قند سفید}$

و ضریب استحصال نیز براساس رابطه (۶) محاسبه شد:

رابطه (۶)  $۱۰۰ \times (\text{درصد عیار} / \text{درصد قند سفید}) = \text{ضریب استحصال}$

پس از اطمینان از نرمال بودن باقیمانده داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش توسط نرم‌افزار آماری SAS 9.4 انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. نمودارها و شکل‌ها نیز توسط نرم‌افزار Excel 2016 رسم گردید.

جدول ۲. پارامترهای اقلیمی منطقه مورد آزمایش در طول دوره رشد چغندر قند

پارامتر اقلیمی	ماه						
	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر
مجموع بارش (میلی‌متر)	۹/۲	۲۸/۳	۱/۶	۰	۱/۸	۰	۳۵/۶
مجموع تبخیر (میلی‌متر)	۱۶۹/۶	۲۲۹/۱	۳۳۳/۱	۳۶۰/۱	۳۴۴/۸	۳۸۰/۳	۴۹/۲
مجموع ساعات آفتابی	۲۷۹/۸	۲۸۲/۷	۳۶۸/۲	۳۷۰/۳	۳۱۶/۴	۳۴۶	۱۵۰/۷
بیشینه سرعت باد (کیلومتر در ساعت)	۲۷	۲۲	۲۳	۱۰	۹	۹	۱۲
میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۱	۱۶/۵	۲۱	۲۵	۲۴/۹	۲۲	۷
میانگین دمای کمینه (درجه سانتی‌گراد)	۳/۲	۶/۴	۱۱/۹	۱۵/۵	۱۷/۲	۱۱/۲	۲/۱
میانگین دمای بیشینه (درجه سانتی‌گراد)	۲۰	۲۶/۴	۳۲/۱	۳۶/۸	۳۸/۳	۳۴/۱	۱۹/۴
میانگین رطوبت نسبی (درصد)	۳۹	۴۱	۲۵/۸	۲۰/۸	۲۵/۲	۲۰/۳	۷۱

## ۴. یافته‌های پژوهش

### ۴.۱. عملکرد ریشه

نتایج آنالیز واریانس بیانگر معنی دار شدن تمامی اثرات ساده و برهم کنش عوامل آزمایش (به غیر از برهم کنش دو گانه بذر و محلول پاشی) بر عملکرد ریشه می باشد (جدول ۳).

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده تحت تأثیر پرایمینگ بذر و محلول پاشی در تاریخ‌های مختلف کاشت چغندر قند (میانگین مربعات)

میانگین مربعات												
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد ریشه	عیار قند	سندیم	پتاسیم	نیترژن آمیده	آکالیته	درصد قند سفید	ضریب استحصال	قند ملاس	عملکرد قند ناخالص	عملکرد قند سفید
تکرار (R)	۲	۷/۰۹**	۲/۳۷ <sup>ns</sup>	۱/۴ <sup>ns</sup>	۱۳/۰۱**	۰/۴۳ <sup>ns</sup>	۱/۳۶ <sup>ns</sup>	۳/۴۳*	۲/۲۱ <sup>ns</sup>	۱/۵۵ <sup>ns</sup>	۶/۶۳**	۶/۳**
تاریخ کاشت (D)	۳	۵۳/۷۸**	۳۴/۲**	۱۲۵/۷۵**	۵۱/۳۳**	۲۰/۳۶**	۲۵/۶۷**	۳۷/۷۳**	۳۷/۱۹**	۲۴/۶۶**	۳۹/۶۱**	۲۹/۱۸**
خطای الف	۶	۱/۱۲	۲/۳۶	۲/۰۱	۱/۲۶	۰/۴۲	۰/۴۴	۲/۴۱	۱/۳	۰/۵۶	۱/۲۱	۱/۱۷
پرایم بذر (P)	۱	۷۸/۵۳**	۱۰/۱۵**	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۱۰/۶۳**	۲/۷۷ <sup>ns</sup>	۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۸۸/۹۲**	۸۴/۶۸**
محلول پاشی (F)	۱	۸۵/۰۷**	۱۲/۶۸**	۸/۵۹**	۸/۲۳**	۷/۸۸**	۹/۳**	۱۹/۳۳**	۲۹/۹۴**	۱۰/۰۴**	۶۴/۴۳**	۶۳**
D*P	۳	۵۵/۱۸**	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۱/۲۳ <sup>ns</sup>	۳/۷۴*	۶/۵۵**	۶/۵۴**	۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۸/۸**	۱۰/۸۳**	۰/۸۴ <sup>ns</sup>	۱/۱۴ <sup>ns</sup>
D*F	۳	۱/۲۶ <sup>ns</sup>	۰/۷۷ <sup>ns</sup>	۸/۴۷**	۷/۸۵**	۱۱/۵۳**	۱۴/۶۶**	۲/۲۳ <sup>ns</sup>	۱۶/۰۶**	۱۱/۴۷**	۵/۵۵**	۶/۵**
P*F	۱	۵/۵۲**	۵/۰۴**	۱۰/۵۳**	۲/۲۴ <sup>ns</sup>	۲/۸۵ <sup>ns</sup>	۴/۶*	۳/۸۱*	۰/۵۱ <sup>ns</sup>	۳/۳۸ <sup>ns</sup>	۳/۱ <sup>ns</sup>	۲/۶۷ <sup>ns</sup>
D*P*F	۳	۶/۸*	۳/۹۹*	۳/۱۶*	۳/۶۱*	۳/۵*	۵/۱۲*	۳/۷۸*	۱/۱۱ <sup>ns</sup>	۲/۰۱ <sup>ns</sup>	۱/۳ <sup>ns</sup>	۰/۹۵ <sup>ns</sup>
خطای ب	۲۴	۰/۴۹	۰/۴۷	۰/۳۴	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۳۷	۰/۴۵	۰/۰۰۶	۰/۱	۰/۹	۰/۸۵
ضریب تغییرات (درصد)	-	۵/۳۶	۳	۸/۹۳	۴/۹۶	۱۱/۲۴	۱۱/۲۶	۳/۲۴	۰/۶۸	۵/۹۳	۶/۳۳	۶/۶۳

ns \*\* و \* به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

بر اساس نتایج جدول (۴) در همه تاریخ‌های کشت ترکیب هیدروپرایمینگ بذر و محلول پاشی هیومیک اسید سبب افزایش معنی دار عملکرد ریشه نسبت به شرایط شاهد (عدم پرایم و اسپری آب) شد. البته در تاریخ کاشت چهارم تحت شرایط هیدروپرایمینگ محلول پاشی با هیومیک اسید تفاوتی با اسپری آب نشان نداد. همچنین ترکیب هیدروپرایمینگ و محلول پاشی هیومیک اسید تا سومین تاریخ کاشت نه تنها سبب جبران تأخیر کشت شد بلکه نسبت به تاریخ کاشت اول تحت شرایط عدم پرایم و نبود محلول پاشی هیومیک اسید منجر به افزایش معنی دار عملکرد ریشه گردید حتی در تاریخ‌های کشت دوم و سوم استفاده جداگانه از هیدروپرایمینگ یا هیومیک اسید نسبت به تیمار شاهد در تاریخ کاشت اول افزایش معنی دار عملکرد ریشه مشاهده شد (جدول ۴). نتایج پژوهش‌های محمدیان (۲۰۱۶) نشان داده است که در زراعت چغندر قند با ۲۶ روز تأخیر در کاشت، عملکرد ریشه ۱۱ درصد کاهش یافت که در این پژوهش نیز نتایج مشابهی بین تاریخ کشت اول و سوم به دست آمد (جدول ۴).

### ۴.۲. عیار قند

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تمامی اثرات ساده و برهم کنش عوامل دو گانه پرایمینگ بذر با محلول پاشی و برهم کنش اثرات سه گانه بر عیار قند در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳). در بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر عیار قند مشخص شد بالاترین میزان عیار قند در تاریخ کاشت چهارم و کمترین میزان در تاریخ کاشت اول به دست آمد و در ترکیبات تیماری نیز

بالاترین میزان عیار قند در تیمار تاریخ کاشت چهارم همراه با پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید با ۱۸/۶۷ درصد افزایش نسبت به ترکیب تیماری تاریخ کاشت اول بدون پرایمینگ بذر و اسپری آب به‌دست آمد (جدول ۴). برهم‌کنش عوامل آزمایش نیز تاریخ‌های کاشت و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید بر روی این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳) که احتمالاً به‌دلیل میزان عملکرد ریشه کم‌تر (جدول ۴) و عوامل اقلیمی شامل دمای کمینه و ساعات آفتابی پایان مراحل رشد چغندر قند در کشت تأخیری می‌باشد (احمد زاده ارجی و همکاران، ۱۳۹۱). جلیلیان و نجفی (۱۳۹۶) تاریخ کاشت را یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده عملکرد و کیفیت چغندر قند دانستند. اوزترک<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸) نیز افزایش عیار قند در واکنش به تأخیر در کاشت را تأیید نمودند. وحیدی و همکاران (۱۳۹۷) اعلام کردند به تعویق انداختن تاریخ برداشت از بیستم مهرماه به دهم آبان‌ماه باعث افزایش ۱/۷۸ واحدی عیار شد که با نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش همخوانی دارد.

جدول ۴. جدول مقایسه میانگین برهم‌کنش سه‌گانه تاریخ کاشت، پرایم بذر و محلول‌پاشی بر عملکرد ریشه و خصوصیات تکنولوژیکی چغندر قند

تاریخ کاشت	پرایم بذر	محلول‌پاشی	عملکرد ریشه		عیار قند	سدیم	پتاسیم	نیتروژن آمینه	آلکالیته	قند سفید
			کیلوگرم در هکتار	درصد						
اول	بدون پرایم	آب	۹۰۵۰۲def	۱۴/۳۳g	۳/۵۶e	۳/۵۱c	۳/۱۹a	۲/۲۲g	-	۱۲/۲۸i
	پرایم با آب	هیومیک‌اسید	۹۹۰۵۰bc	۱۵/۱۸ef	۵/۴۵a	۳/۱۵def	۱/۹۷۷fghi	۴/۳۸a	۱۳/۶۲fgh	
	پرایم با آب	آب	۹۳۷۱۳cde	۱۴/۸۲fg	۴/۵۹bc	۲/۹۳ef	۲/۶۰۷bc	۲/۸۹def	۱۳/۰۶h	
	پرایم با آب	هیومیک‌اسید	۱۱۹۱۸۲a	۱۵/۴۴def	۴/۹۳ab	۲/۴۰g	۲/۰۷bc	۳/۶۳bc	۱۳/۹۲cdefg	
دوم	بدون پرایم	آب	۸۶۸۷۸efg	۱۴/۸۵fg	۳/۸۹de	۳/۱۵def	۱/۹۱ghi	۳/۶۹b	۱۳/۳gh	
	پرایم با آب	هیومیک‌اسید	۱۰۴۹۹۱b	۱۵/۴۵def	۳/۹۹de	۲/۹۳ef	۲/۰۶efgh	۳/۳۹bcd	۱۳/۸۸defg	
	پرایم با آب	آب	۱۰۵۶۵۷b	۱۵/۲۳ef	۳/۹۱de	۳/۰۲ef	۱/۶۲۳i	۴/۲۳a	۱۳/۸efgh	
	پرایم با آب	هیومیک‌اسید	۱۱۹۰۲۴a	۱۵/۸۹cde	۴/۰۷cde	۲/۹۲f	۱/۶۲i	۴/۳۲a	۱۴/۴۸cde	
سوم	بدون پرایم	آب	۸۰۵۲۵g	۱۵/۱۵ef	۴/۱۷cd	۳/۶۴bc	۲/۱۲defgh	۳/۶۸b	۱۳/۴۷fgh	
	پرایم با آب	هیومیک‌اسید	۸۵۷۱۴efg	۱۵/۲۶ef	۴/۶۱bc	۳/۱۷def	۲/۵۲bcd	۳/۰۹bcde	۱۳/۴۹fgh	
	پرایم با آب	آب	۸۹۶۱۱def	۱۵/۵۲cdef	۴/۳۹bcd	۳/۸۵ab	۲/۶۹b	۳/۰۷cde	۱۳/۶fgh	
	پرایم با آب	هیومیک‌اسید	۹۵۴۴۳cd	۱۶/۰۶cd	۴/۰۹cde	۴/۰۴a	۲/۷۹ab	۲/۹۱def	۱۴/۰۹cdef	
چهارم	بدون پرایم	آب	۶۵۹۸۰h	۱۷/۰۳ab	۲/۳۱f	۳/۲۰de	۲/۴۱bcde	۲/۳۱fg	۱۴/۷۱bc	
	پرایم با آب	هیومیک‌اسید	۷۱۸۲۸h	۱۶/۱۸cd	۲/۲۹f	۳/۴۲cd	۱/۷۶۷hi	۳/۲۶bcd	۱۴/۶۵bc	
	پرایم با آب	آب	۸۲۸۲۹fg	۱۶/۲۹bc	۲/۲۳f	۳/۵۰c	۲/۲۶cdefg	۲/۵۶efg	۱۴/۵۸abcd	
	پرایم با آب	هیومیک‌اسید	۸۵۲۷۷fg	۱۷/۶۲a	۱/۹۲f	۳/۶۸bc	۲/۳۷bcdef	۲/۳۶fg	۱۵/۸۴a	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح آماری ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

#### ۳.۴. سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تاریخ کاشت و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید بر میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره در سطح یک درصد معنی‌دار بوده اما عامل پرایمینگ بذر بر روی این صفات تأثیر معنی‌داری نداشت. هم‌چنین همه برهم‌کنش‌ها (دوگانه و سه‌گانه) به جز برهم‌کنش تاریخ کاشت در پرایمینگ بذر سدیم ریشه، معنی‌دار شدند (جدول ۳). بررسی برهم‌کنش سه‌گانه عوامل آزمایش بر روی صفات بیانگر تأثیر مثبت و معنی‌دار عامل‌ها بر میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره در سطح ۵ درصد می‌باشد (جدول ۴). براساس نتایج جدول (۴) بیش‌ترین مقدار سدیم ریشه در تاریخ کاشت اول (پنجم فروردین‌ماه) تحت شرایط محلول‌پاشی هیومیک‌اسید بدون توجه به تیمار پرایمینگ بذر حادث شد و کم‌ترین مقدار سدیم ریشه در تاریخ چهارم کاشت (۱۶ اردیبهشت‌ماه) مشاهده شد. در سال‌های اخیر افزایش سدیم ریشه چغندر قند باعث کاهش درصد



قند خالص و کیفیت ریشه شده است، به طوری که میانگین سدیم ریشه چغندر قند در ایران بیش تر از میانگین جهانی است (نوشاد و خیامیم، ۱۳۹۶). بیش ترین میزان پتاسیم در تاریخ سوم کاشت (دوم اردیبهشت ماه) تحت شرایط پرایمینگ بذر و محلول پاشی هیومیک اسید به مقدار ۴/۰۴ میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم ریشه ملاحظه شد (جدول ۴). همچنین بیش ترین میزان نیتروژن آمینه در تاریخ کاشت اول تحت شرایط عدم پرایمینگ و اسپری آب و تاریخ کاشت سوم همراه با پرایمینگ بذر و محلول پاشی هیومیک اسید واقع شد. در پژوهش حاضر کم ترین نیتروژن آمینه در تاریخ دوم کاشت همراه با انجام پرایمینگ بذر بدون توجه به انجام یا عدم انجام محلول پاشی هیومیک اسید ملاحظه شد (جدول ۴).

#### ۴.۴. آلکالیت

ضریب قلیابیت یا آلکالیت عبارت است از نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به نیتروژن مضره موجود در ریشه چغندر قند، بنابراین هر چه میزان نیتروژن مضره بیش تر باشد ضریب قلیابیت کاهش می یابد (اروجنیا و همکاران، ۲۰۱۲). نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر اصلی تاریخ های مختلف کاشت و محلول پاشی بر میزان آلکالیت در سطح یک درصد معنی دار بود، اما تیمار پرایمینگ بذر روی این صفت تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۳). برهم کنش دو گانه عوامل آزمایش در ترکیبات تیماری تاریخ کاشت همراه با محلول پاشی در سطح یک درصد و ترکیبات تیماری پرایمینگ بذر در شرایط محلول پاشی نیز در سطح ۵ درصد معنی دار شد. همچنین برهم کنش سه گانه عوامل آزمایش نیز در سطح ۱ درصد روی درصد آلکالیت معنی دار شد (جدول ۳). طبق نتایج، مقادیر بالاتر آلکالیت در تاریخ کاشت اول تحت شرایط بدون پرایمینگ و محلول پاشی هیومیک اسید و در تاریخ کاشت دوم در پرایم با آب بدون توجه به نوع محلول پاشی مشاهده شد. در تاریخ کاشت چهارم نیز کاربرد هیومیک اسید به تنهایی (بدون پرایم کردن) در مقایسه با دیگر تیمارهای این تاریخ، توانست درصد آلکالیت را به طور معنی داری افزایش دهد (جدول ۴).

#### ۴.۵. درصد قند سفید

نتایج تجزیه واریانس بیانگر معنی دار شدن تمامی اثرات اصلی عوامل آزمایش روی درصد قند سفید ریشه چغندر قند در سطح ۱ درصد بود (جدول ۳). همچنین برهم کنش سه گانه عوامل روی این صفت در سطح ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۳). به طوری که بالاترین میزان درصد قند سفید در تیمار تاریخ کاشت چهارم همراه با پرایمینگ بذر و محلول پاشی هیومیک اسید با ۲۶ درصد افزایش نسبت به تیمار تاریخ کاشت اول تحت شرایط بدون پرایمینگ بذر و اسپری آب به دست آمد (جدول ۴). کاربرد هیومیک اسید در شرایط بدون پرایم بذر، تنها در تاریخ کاشت اول توانست درصد قند سفید را افزایش دهد، اما تحت شرایط ترکیب شدن با پرایمینگ بذر، در تاریخ های اول، دوم و چهارم محلول پاشی هیومیک اسید اثر معنی داری در افزایش درصد قند سفید نشان داد (جدول ۴).

#### ۴.۶. ضریب استحصال

ضریب استحصال (خلوص عصاره) از نسبت قند سفید (خالص) به کل مواد جامد محلول (عیار یا درصد قند ناخالص) به دست می آید که به صورت درصد بیان می شود، بیش تر بودن این ضریب، نشانگر کیفیت بالا در میزان استخراج قند از شیره خواهد بود (کوک<sup>۱</sup> و اسکات<sup>۲</sup>، ۱۹۹۳). نتایج تجزیه واریانس نشان داد تمامی اثرات اصلی به جز پرایمینگ بذر بر میزان ضریب

استحصال در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۳). هم‌چنین برهم‌کنش‌های دوگانه تیمار تاریخ کاشت در پرایمینگ بذر و تاریخ کاشت در محلول‌پاشی هیومیک‌اسید در سطح یک درصد روی ضریب استحصال چغندر قند تأثیر داشتند (جدول ۳). بالاترین میزان ضریب استحصال در تاریخ کاشت دوم (۱۹ فروردین‌ماه) تحت شرایط پرایم با آب به‌دست آمد (جدول ۴). هم‌چنین در تاریخ کاشت اول محلول‌پاشی هیومیک‌اسید با افزایش ۳/۴ درصدی ضریب استحصال نسبت به اسپری با آب، اثر معنی‌داری بر این صفت نشان داد (جدول ۵). در بررسی برهم‌کنش تاریخ کاشت و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید، مشاهده شد که تنها در تاریخ کاشت اول و دوم بوده است که هیومیک‌اسید منجر به بهبود ضریب استحصال قند شد و در سایر تاریخ‌های کاشت تفاوت معنی‌داری بین اسپری آب و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید مشاهده نشد (جدول ۵).

**جدول ۵.** مقایسه میانگین برهم‌کنش‌های دوگانه تاریخ کاشت، در پرایم بذر و تاریخ کاشت در محلول‌پاشی هیومیک‌اسید بر خصوصیات تکنولوژیکی چغندر قند

تاریخ کاشت	پرایم بذر	ضریب استحصال	قند ملاس (درصد)	عملکرد قند ناخالص (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد قند سفید (کیلوگرم در هکتار)
اول	بدون پرایم	۰/۸۷۸۳ <sup>ef</sup>	۱/۸۰۸۳ <sup>b</sup>	-	-
	پرایم با آب	۰/۸۹۱۷ <sup>cd</sup>	۱/۶۴۱۷ <sup>cd</sup>	-	-
دوم	بدون پرایم	۰/۸۹۸۳ <sup>bc</sup>	۱/۵۶ <sup>d</sup>	-	-
	پرایم با آب	۰/۹۰۸۲ <sup>a</sup>	۱/۴۲ <sup>e</sup>	-	-
سوم	بدون پرایم	۰/۸۸۵۰ <sup>de</sup>	۱/۷۲۳ <sup>bc</sup>	-	-
	پرایم با آب	۰/۸۷۶۷ <sup>f</sup>	۱/۹۴۲ <sup>a</sup>	-	-
چهارم	بدون پرایم	۰/۹ <sup>b</sup>	۱/۶۳ <sup>cd</sup>	-	-
	پرایم با آب	۰/۸۹۶۶ <sup>bc</sup>	۱/۷۴۳ <sup>bc</sup>	-	-
تاریخ کاشت	محلول‌پاشی				
اول	آب	۰/۸۷ <sup>cd</sup>	۱/۹۱ <sup>a</sup>	۱۳۴۴۱ <sup>bcd</sup>	۱۱۶۸۲ <sup>cd</sup>
	هیومیک‌اسید	۰/۹ <sup>ab</sup>	۱/۵۴ <sup>de</sup>	۱۶۷۳۳ <sup>a</sup>	۱۵۰۵۴ <sup>a</sup>
دوم	آب	۰/۹۰۲ <sup>ab</sup>	۱/۴۷ <sup>e</sup>	۱۴۵۰۰ <sup>b</sup>	۱۳۰۷۸ <sup>b</sup>
	هیومیک‌اسید	۰/۹۰۵ <sup>a</sup>	۱/۴۹ <sup>e</sup>	۱۷۵۶۴ <sup>a</sup>	۱۵۸۹۵ <sup>a</sup>
سوم	آب	۰/۸۸۲ <sup>c</sup>	۱/۸ <sup>ab</sup>	۱۳۰۴۵ <sup>d</sup>	۱۱۵۱۳ <sup>cd</sup>
	هیومیک‌اسید	۰/۸۸ <sup>c</sup>	۱/۸۷ <sup>a</sup>	۱۴۲۰۰ <sup>bc</sup>	۱۲۵۰۰ <sup>bc</sup>
چهارم	آب	۰/۸۹ <sup>b</sup>	۱/۷۲ <sup>bc</sup>	۱۲۳۸۳ <sup>d</sup>	۱۱۰۹۸ <sup>d</sup>
	هیومیک‌اسید	۰/۹۰۲ <sup>ab</sup>	۱/۶۵ <sup>cd</sup>	۱۳۳۱۵ <sup>cd</sup>	۱۲۰۰۹ <sup>cd</sup>

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح آماری ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

#### ۴.۷. قند ملاس

ملاس عصاره‌ای غلیظ، تیره، چسبناک و یک محصول جانبی در روند تهیه شکر از چغندر قند می‌باشد. کم‌تر بودن درصد قند ملاس ریشه حاکی از مناسب بودن کیفیت ریشه می‌باشد (حسین‌پور، ۱۳۸۵). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تاریخ کاشت و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید بر میزان قند ملاس چغندر قند در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده اما تیمار پرایمینگ بذر بر روی این صفت تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). علاوه بر این، برهم‌کنش‌های دوگانه تاریخ کاشت در پرایمینگ بذر و تاریخ کاشت در محلول‌پاشی در سطح یک درصد روی قند ملاس اثر مثبت و معنی‌داری داشتند (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه میانگین جدول (۴)، پرایم کردن بذر در تاریخ‌های کاشت اول (پنجم فروردین‌ماه) و به‌ویژه دوم (۱۹ فروردین‌ماه) سبب کاهش معنی‌دار درصد قند ملاس گردید. البته در تاریخ کاشت سوم (دوم اردیبهشت‌ماه) پرایم کردن حتی سبب افزایش مقدار قند ملاس شد. هم‌چنین محلول‌پاشی هیومیک‌اسید در تاریخ کاشت اول (پنجم فروردین‌ماه) سبب کاهش ۲۴ درصدی میزان قند ملاس نسبت به اسپری آب گردید، درحالی‌که در دیگر تاریخ‌های کاشت محلول‌پاشی هیومیک‌اسید اثر معنی‌داری بر قند ملاس نداشت (جدول ۵).

#### ۴.۸. عملکردهای قند ناخالص و قند سفید

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تاریخ کاشت، پرایمینگ بذر و محلول پاشی روی عملکردهای قند ناخالص و قند سفید در سطح ۱ درصد معنی دار بوده و برهم کنش دوگانه تاریخ کاشت و محلول پاشی نیز در سطح یک درصد روی هر دو صفت معنی دار شد (جدول ۳). پرایمینگ بذر سبب شد تا عملکرد قند ناخالص از ۱۳۱۵۷ به ۱۵۶۳۷ کیلوگرم در هکتار افزایش یابد (۱۸/۸ درصد افزایش) و عملکرد قند خالص نیز از ۱۱۷۱۷ به ۱۳۹۹۰ کیلوگرم در هکتار برسد (۱۹/۳ درصد افزایش). در تاریخ‌های کاشت اول و دوم (پنجم و ۱۹ فروردین ماه) محلول پاشی هیومیک‌اسید بیش‌ترین عملکردهای قند ناخالص و قند سفید را سبب شد (جدول ۵). کاربرد هیومیک‌اسید در سه تاریخ کاشت اول، میزان عملکرد قند ناخالص را افزایش داد، اما در مورد عملکرد قند سفید تنها در دو تاریخ اول و دوم کاشت محلول پاشی هیومیک‌اسید افزایش معنی داری ایجاد کرد (جدول ۵). طبق نتایج، مؤثرترین زمان کاربرد هیومیک‌اسید تاریخ کاشت اول (پنجم فروردین ماه) بوده است زیرا ۲۸/۸ درصد عملکرد قند سفید را افزایش داد (جدول ۵).

#### ۵. بحث

به نظر می‌رسد در کاربرد جداگانه هیدروپرایمینگ و هیومیک‌اسید در تاریخ کشت اول، هیومیک‌اسید بهتر از پرایمینگ عمل کرد، در صورتی که در تاریخ‌های کشت سوم و چهارم این تیمار پرایمینگ بود که بهتر از محلول پاشی هیومیک‌اسید عملکرد ریشه را بهبود بخشید و البته در تاریخ کشت دوم هر دو تیمار در سطح یکسانی سبب افزایش عملکرد ریشه شدند (جدول ۴). به نظر می‌رسد در کشت اول که سطح برگ بیش‌تری وجود داشته است (رینالدی<sup>۱</sup> و وونلا<sup>۲</sup>، ۲۰۰۶) که منجر به جذب هیومیک‌اسید بیش‌تر شده است و مفیدتر از پرایمینگ بذر عمل کرده است. پژوهش‌گران اعلام کردند محلول پاشی ترکیبات آلی هیومیکی باعث بهبود جذب مواد مغذی، محتوای کلروفیل، ویژگی‌های رشد و عملکرد می‌شود (توران<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۲۲). اما در دو کشت آخر (سوم و چهارم) پرایمینگ بذر بر هیومیک‌اسید برتری داشت (جدول ۴) که به نظر می‌رسد در شرایط تأخیر زیاد در کشت، پرایم کردن با افزودن سرعت استقرار (جوکار و همکاران، ۱۳۹۸) مفیدتر بوده است زیرا سطح کم برگ‌ها در این هنگام جذب مناسبی از هیومیک‌اسید ندارد. شکوهیان<sup>۴</sup> و امید<sup>۵</sup> (۲۰۲۱)، گزارش دادند که پرایمینگ بذر چغندر قند می‌تواند محتوای کلروفیل کل و میزان فتوسنتز گیاه را افزایش دهد. نتایج بیانگر آن است که محلول پاشی هیومیک‌اسید در تمام تاریخ‌های کاشت باعث افزایش میزان عیار گشته و بالاترین میزان افزایش در تاریخ کاشت اول با ۷/۱۹ درصد افزایش نسبت به تیمار اسپری آب به دست آمد که احتمالاً به دلیل تأثیرات شبه‌هورمونی هیومیک‌اسید بر افزایش جذب و بهینه کردن جذب عناصر غذایی و کمک به بالانس عناصر غذایی باشد یعنی به کاهش نسبت نیتروژن مضر در قیاس با عناصری مثل پتاسیم و فسفر کمک کرده است (آگویار<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۸). لازم به ذکر است پرایمینگ بذر نیز در سه تاریخ اول تا سوم کاشت باعث افزایش عیار شده است (جدول ۴). بهبود استقرار گیاهچه‌های چغندر قند با تیمارهای پرایمینگ توسط پژوهش‌گران مختلف گزارش شده است (شکوهیان و امید<sup>۷</sup>، ۲۰۲۱ و پدram<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). یاری<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۱۱)، نیز پرایمینگ بذر را عامل افزایش دوام سطح برگ گیاه و بهبود تولید ماده خشک عنوان کرده‌اند.

1. Rinaldi
2. Vonella
3. Turan
4. Shokouhian
5. Omid
6. Aguiar
7. Pedram
8. Yari

بررسی اثرات اصلی تیمارها نشان می‌دهد تاریخ کاشت تأثیر بیش‌تری نسبت به دو عامل دیگر بر روی میزان سدیم ریشه دارد. کاشت زود هنگام باعث افزایش میزان سدیم و در کاشت تأخیری میزان سدیم کم‌تری در ریشه چغندر قند تجمع یافته است. دوره رشد فعال طولانی‌تر، میزان سطح برگ و ریشه بیش‌تر همین‌طور رقابت سدیم با پتاسیم در زمان جذب (نوشاد و خیامیم، ۱۳۹۷) از عوامل مهم بیش‌تر بودن سدیم در تاریخ کاشت زود هنگام می‌تواند باشد. در برهم‌کنش تیمارهای پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی نیز بالاترین میزان سدیم ریشه در تیمار بدون پرایمینگ بذر و اسپری آب به‌دست آمد که علت آن می‌تواند نامتوازن بودن جذب سدیم در نبود اثرات سودمند هیومیک‌اسید و حتی پرایمینگ باشد، زیرا پرایمینگ می‌تواند سبب افزایش جذب انتخابی عناصر غذایی شود (موسوی کیا و همکاران، ۲۰۲۰). پتاسیم، که در صنعت قند به آن خاکستر اطلاق می‌گردد، جزء شاخص‌های بسیار مهم کیفیت چغندر قند می‌باشد و هرچه مقدار کمی آن بیش‌تر باشد، کیفیت چغندر قند کم‌تر می‌شود (محرم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴). بررسی برهم‌کنش سه‌گانه تیمارها نشان داد، کم‌ترین میزان پتاسیم ریشه در ترکیب تیماری تاریخ کاشت اول و هیدرو پرایمینگ بذر در شرایط محلول‌پاشی هیومیک‌اسید با ۴۰/۵ درصد کاهش نسبت به ترکیب تیماری تاریخ کاشت سوم و هیدرو پرایمینگ بذر همراه با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید با بالاترین میزان پتاسیم به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد در کشت زودتر با بزرگ‌تر بودن ریشه‌ها و عملکرد ریشه بیش‌تر غلظت پتاسیم کم‌تر می‌شود. کاربرد تیمارهای پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید با افزایش توسعه ریشه جذب پتاسیم را که عنصری است با جذب لوکس، افزایش داده‌اند که این موضوع در تاریخ کشت سوم به‌خوبی مشاهده می‌شود (جدول ۴). کاهش میزان پتاسیم در تاریخ کاشت چهارم نسبت به تاریخ کاشت سوم را می‌توان به تثبیت پتاسیم در خاک (شاکری، ۱۳۹۷) و آبشویی (کلاهیچ و جلالی، ۱۳۸۴) آن نسبت داد. مواد نیتروژن‌دار به‌ویژه اسیدهای آمینه نقش عمده‌ای در باقی‌ماندن قند در ملاس و عدم تبلور قند دارند و به همین علت به آن‌ها نیتروژن (ازت) مضره گفته می‌شود. مهم‌ترین ترکیبات نیتروژن مضره، اسیدهای آمینه و بتائین و بازهای پورین و پیریمیدین هستند که در مراحل تصفیه جدا نشده و وارد ملاس می‌شوند (گوباره و همکاران، ۲۰۱۹). در بررسی برهم‌کنش سه‌گانه عوامل آزمایش، کم‌ترین میزان نیتروژن مضره در ترکیب تیماری تاریخ کاشت دوم همراه با پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به‌دست آمد که البته اختلاف معنی‌داری با عدم محلول‌پاشی هیومیک‌اسید نداشت که در مقایسه با تیمار تاریخ کاشت اول بدون پرایمینگ بذر و اسپری آب ۴۹/۲۲ درصد کم‌تر بود (جدول ۴). نتایج پژوهش‌های خوش‌نژاد و میرمحمودی (۱۳۹۹) نیز تأثیر پرایمینگ بذر بر کاهش میزان نیتروژن مضره را تأیید کرده‌اند. رحیمی و همکاران (۱۳۹۷) اعلام کردند، کم‌ترین میزان نیتروژن مضره در تیمارهای با کاربرد هیومیک‌اسید و بیش‌ترین میزان نیز در تیمار شاهد بدون کاربرد هیومیک‌اسید به‌دست آمد. مقایسه میزان تولید ریشه در تیمارهای با درصد نیتروژن پایین نشان می‌دهد که میزان تولید ریشه در این تیمارها بالاتر بوده و کم‌تر بودن میزان نیتروژن مضره در این ترکیبات تیماری نسبت به تیمارهای دیگر را به‌دلیل مکانیسم‌های افزایش تولید ریشه و اثر رقت ذکر کرده‌اند (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۷).

به‌طور کلی با تأخیر در زمان کشت، آلکالیته روند کاهشی نشان داد. با توجه به این‌که آلکالیته نسبت مستقیم با میزان سدیم و پتاسیم و نسبت عکس با میزان نیتروژن مضره دارد (عبداللهیان نوقایی و همکاران، ۱۳۸۴) میزان آلکالیته در تیمارهای دارای میزان سدیم و پتاسیم بالا بیش‌تر از تیمارهای دیگر بود، لذا بالاترین میزان آلکالیته در تیمار تاریخ کاشت اول، بدون پرایمینگ بذر و همراه با کاربرد هیومیک‌اسید به‌دست آمد که دارای بالاترین میزان سدیم نیز بود. در تاریخ‌های کاشت اول (پنجم فروردین ماه) و چهارم (۱۶ اردیبهشت ماه) بالاترین درصد آلکالیته در مقایسه با تیمار شاهد خودشان (بدون هیومیک‌اسید و بدون هیدرو پرایمینگ) از کاربرد هیومیک‌اسید به‌تنهایی مشاهده شد. البته در تاریخ کاشت دوم همه تیمارها به‌ویژه ترکیب هیومیک‌اسید و هیدرو پرایمینگ درصد آلکالیته بالایی نشان دادند (جدول ۴). لذا

می‌توان اظهار نمود که محلول پاشی هیومیک اسید تأثیر بیش‌تری نسبت به هیدروپرایمینگ روی درصد آلکالیته داشته است، چرا که در تاریخ کاشت اول سبب افزایش ۹۹/۸۵ درصدی این شاخص نسبت به تیمار شاهد همان تاریخ کاشت شده است (جدول ۴). به نظر می‌رسد هیومیک اسید با تأثیرات شبه هورمونی می‌تواند در تعادل جذب عناصر غذایی و در نتیجه کاهش تجمع نیتروژن مضر مؤثر واقع شود (آگویار و همکاران، ۲۰۱۸). شاید علت در افزایش تولید پروتئین‌های اختصاصی ناقل پتاسیم در غشای سلول‌های ریشه باشد (آزودو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۹). در پژوهش دیگری نیز ضریب قلیابیت را متأثر از کاربرد هیومیک اسید گزارش نموده‌اند (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۷). شاید به دلایل مورداشاره، عملکرد قند سفید در تمام تاریخ‌های کاشت همراه با محلول پاشی هیومیک اسید، افزایش یافته است (جدول ۵). رسام<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش نمودند که بیش‌ترین عملکرد ریشه و عملکرد شکر تصفیه شده چغندر قند با سه بار محلول پاشی هیومیک اسید به دست آمد که به ترتیب ۲۴ و ۳۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داشته است.

درصد قند سفید مقدار شکر سفید موجود در ریشه چغندر قند است که در کارخانه قابل استحصال است (عبداللهیان نوقابی و همکاران، ۱۳۸۴) لذا با توجه به این که این صفت با میزان عیار رابطه مستقیم دارد (رابطه ۳) در تیمارهای دارای عیار بالا میزان قند سفید نیز بالاتر می‌باشد (جدول ۴). بنابراین علت بالا رفتن درصد قند سفید در تاریخ‌های کاشت دیر هنگام، کاهش عملکرد ریشه است (جدول ۴). از علل تأثیر سودمند هیومیک اسید بر افزایش درصد قند سفید می‌توان به کاهش ناخالصی‌های ریشه به علت کاهش نیتروژن مضر و سدیم آن اشاره کرد (الحسین و همکاران، ۲۰۱۴) موضوعی که نتایج جدول (۴) آن را تأیید می‌کند. شعبان<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که کاربرد هیومیک اسید به واسطه افزایش شاخص سطح برگ، توان فتوسنتزی و فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه چغندر قند، می‌تواند سبب افزایش درصد قند خالص و عملکرد ریشه چغندر قند شود.

ضریب استحصال مقدار شکر سفید قابل استحصال از ساکارز موجود در ریشه چغندر قند می‌باشد (عبداللهیان نوقابی و همکاران، ۱۳۸۴) که با میزان درصد قند سفید رابطه مستقیم و با عیار قند رابطه معکوس دارد (رابطه ۶). بالاترین میزان ضریب استحصال در تیمار تاریخ کاشت دوم همراه با پرایمینگ بذر و در همان تاریخ کاشت همراه با محلول پاشی هیومیک اسید به دست آمد (جدول ۵). به نظر می‌رسد دلیل بالا بودن ضریب استحصال در تاریخ کاشت آخر (چهارم) نسبت به تاریخ کاشت سوم کاهش جذب ناخالصی‌هایی نظیر نیتروژن (جدول ۴) و سدیم (جدول ۵) است که خود ناشی از کوتاه‌تر شدن ساعات آفتابی (جدول ۲) و دوره جذب فعال گیاه می‌باشد.

نتایج مربوط به تأثیر عوامل مورد بررسی بر قند ملاس با سایر صفات مانند میزان سدیم و ضریب استحصال هماهنگی نشان می‌دهد (جدول ۵). پرایمینگ بذر در تاریخ کاشت اول و دوم باعث کاهش میزان قند ملاس نسبت به حالت بدون پرایم شد اما در تاریخ کاشت سوم سبب افزایش قند ملاس شد و در تاریخ چهارم کشت هم اثر آن بر قند ملاس معنی‌دار نشد (جدول ۵). ممکن است بالاتر بودن مقدار نیتروژن ریشه در تاریخ کاشت سوم تحت شرایط پرایمینگ عامل اصلی بالا رفتن میزان قند ملاس تحت همین شرایط باشد (جدول ۴). در تیمارهای تاریخ کاشت همراه با محلول پاشی نیز کم‌ترین میزان قند ملاس در تیمار تاریخ کاشت دوم در ترکیب با تیمارهای اسپری آب و محلول پاشی هیومیک اسید با ۲۱/۹۹ درصد کاهش نسبت به تیمار تاریخ کاشت اول در شرایط اسپری آب به دست آمد (جدول ۵).

به نظر می‌رسد کوتاه شدن دوره رشد فعال در تاریخ کاشت چهارم فرصت واکنش دهی بوته را به هیومیک اسید از بین برده است و لذا افزایشی در عملکرد قند ناخالص در شرایط استفاده از هیومیک اسید رخ نداده است (جدول ۵). در مطالعه

پهلوانیان میان‌دوآب و همکاران (۱۳۹۹) بالاترین عملکرد قند سفید به رقم دوروتی و تاریخ کاشت زودهنگام (۱۰ فروردین‌ماه) اختصاص داشت. محمدیان (۱۳۹۵) نیز اعلام کرد عملکرد ریشه و میزان قند خالص با ۲۶ روز تأخیر در کاشت به‌ترتیب ۱۱ و ۷ درصد کاهش یافتند. کشت دیرهنگام با محدودکردن استفاده از نور، آب و مواد غذایی می‌تواند یکی از دلایل پایین‌بودن درصد قند ناخالص در چغندر قند باشد (چهارمحالی و همکاران، ۱۴۰۱). وحیدی و همکاران (۱۳۹۷) اعلام کردند پتانسیل تولید ریشه و شکر خام به‌ازای هر هفته تأخیر در کاشت معادل ۳/۵ تا ۳/۸ درصد کاهش می‌یابد.

## ۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

براساس نتایج به‌دست‌آمده، عوارض تأخیر دو هفته‌ای کاشت (تاریخ کشت ۱۹ فروردین‌ماه در برابر پنجم فروردین‌ماه) بر عملکرد ریشه چغندر قند، می‌تواند به‌طور کامل با کاربرد همزمان هیدروپرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید جبران گردد. به‌طور کلی کاربرد همزمان هیدروپرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید در تمام تاریخ‌های کشت سودمند است، اما در صورت تأخیر زیاد در تاریخ کشت، هیدروپرایمینگ بذر سودمندی بیش‌تری در مقایسه با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید دارد. با توجه به کشت بهاره چغندر قند در اسدآباد و وجود محدودیت‌هایی مانند بارندگی‌ها و سرمای دیررس بهاره که سبب به تعویق‌افتادن زمان کاشت چغندر قند می‌شود، به‌کارگیری تکنیک‌های زراعی ساده‌ای همچون هیدروپرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید می‌تواند باعث بهبود عملکرد و صفات تکنولوژیکی چغندر قند گردد.

## ۷. تشکر و قدردانی

از دانشگاه بوعلی سینا به‌خاطر تأمین هزینه‌های پژوهش انجام‌شده، تقدیر و تشکر می‌گردد.

## ۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد.

## ۹. منابع

- آب سالان، علی اصغر؛ قنبری، علی؛ راستگو، مهدی و نوروززاده، شهرام (۱۳۹۶). تأثیر پرایمینگ بذر بر عملکرد ریشه چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) تحت شرایط کم‌آبایی و حضور علف‌های هرز. *بوم‌شناسی کشاورزی*، ۹(۱)، ۲۱۷-۲۳۱.
- احمد زاده اراجی، حمیدرضا؛ عبدالهیان نوقابی، محمد؛ کمالی، غلامعلی و واحدی، سعید (۱۳۹۱). تأثیر عوامل اقلیمی بر افزایش عیار چغندر قند در سال ۱۳۸۶ در ایران، مطالعه موردی: حوزه کارخانه قند چناران. *چغندر قند*، ۲۷(۱)، ۱۰۱-۱۰۵.
- اسماعیلی، امراله و تدین، محمودرضا (۱۳۹۸). تأثیر تنش خشکی و هیومیک‌اسید بر رشد، عملکرد و شکر تولیدی چغندر قند (*Beta vulgaris* L.). *بوم‌شناسی کشاورزی*، ۱۱(۱)، ۱۸۵-۱۹۸.
- پدرام، عادل؛ تاج بخش، مهدی؛ فتح‌الله طالقانی، داریوش و قیاسی، مهدی (۱۳۹۸). اثر انواع پرایمینگ بذر بر برخی خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند (*Beta vulgaris* L.). *اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی*، ۱۳(۱)، ۳۹-۵۶.
- پهلوانیان میان‌دوآب، شاهرخ؛ داداشی، محمدرضا؛ میرمحمودی، تورج؛ سیاهمرگویی، آسیه و عجم نوروزی، حسین (۱۳۹۹). بررسی صفات کمی و کیفی ارقام چغندر قند در زمان‌های کاشت مختلف و در دو روش کشت نشائی و بذری (خطی) در منطقه آذربایجان غربی. *مجله تولید گیاهان زراعی*، ۱۳(۳)، ۲۳-۴۰.
- جهانی مقدم، ابراهیم؛ پارسا، سهیل؛ محمودی، سهراب و احمدی، مسعود (۱۳۹۶). ارزیابی اثرات تاریخ کشت و رقم بر عملکرد و ساقه روی ارقام چغندر قند در شرایط کشت پاییزه. *زراعت و اصلاح نباتات*، ۱۳(۲)، ۴۳-۵۷.

جلیلیان، علی و نجفی، رسول (۱۳۹۶). تخمین بهترین زمان کاشت چغندر قند با استفاده از پارامترهای اقلیمی در مناطق مختلف استان کرمانشاه. چغندر قند، ۳۳(۲)، ۱۲۱-۱۳۳.

جوکار، محمد؛ آرمین، محمد و جامی معینی، متین (۱۳۹۸). اثر پرایمینگ بر کاهش اثرات بقایای علف کش اپیروس در چغندر قند. تحقیقات بذر، ۹(۱)، ۱-۱۲.

چهارمحالی، محمد؛ سهرابی، یوسف؛ ابراهیمی کولائی، حسن؛ حسنی، مهدی؛ منصوری، حامد و حمزه (۱۴۰۱). تأثیر تاریخ کاشت و سطوح آبیاری بر خصوصیات آنزیمی، عملکرد و اجزای عملکرد چغندر قند (*Beta vulgaris*). تنش های محیطی در علوم زراعی، ۱۵(۴)، ۸۹۳-۹۰۶.

حسین پور، مصطفی (۱۳۸۵). تأثیر مدیریت نیتروژن، آب آبیاری و طول دوره رشد بر کارایی مصرف آب و نور در چغندر قند زمستانه. رساله دکتری رشته زراعت، دانشگاه تربیت مدرس - تهران.

خوش نژاد، ناصر و میرمحمدی، تورج (۱۳۹۹). اثر پرایمینگ بذر و نشاکاری بر برخی ویژگی های مورفولوژیک، عملکرد قند و اجزای عملکرد چغندر قند (*Beta vulgaris*). علوم و تحقیقات بذر ایران، ۷(۴)، ۵۱۹-۵۳۰.

رحیمی، امیر؛ دولتی، بهنام و وحیدرزاده، سعید (۱۳۹۷). بررسی تأثیر همزمان کاربرد عناصر کم مصرف و هیومیک اسید بر برخی ویژگی ها کمی و کیفی چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) رقم یونیورس. مهندسی زراعی، ۴۱(۴)، ۸۳-۹۷.

شاکری، سیروس (۱۳۹۷). تثبیت پتاسیم و ارتباط آن با خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و کانی های رسی خاک های آهکی دشت کاکان، استان کهگیلویه و بویراحمد. علوم آب و خاک، ۲۲(۱)، ۲۳۹-۲۵۴.

عبداللهیان نوقابی، محمد؛ شیخ الاسلامی، رضا و بابائی، بابک (۱۳۸۴). اصطلاحات و تعاریف کمیت و کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند. چغندر قند، ۲۱(۱)، ۱۰۱-۱۰۴.

علیپور، شیماء؛ جلیلیان، علی؛ تقوایی، منصور؛ راضی، هومن و کاظمینی، عبدالرضا (۱۳۹۸). اثر هیدروپرایمینگ بذر و تراکم بوته بر عملکرد و صفات کیفی دو رقم چغندر قند در کشت تأخیری. چغندر قند، ۳۵(۱)، ۳۳-۴۴.

عروج نیا، سهیل؛ حبیبی، داوود؛ فتح الله طالقانی، داریوش؛ صفری دولت آبادی، سعید؛ پاژکی، علیرضا؛ معاونی، پیام؛ رحمانی، مهدی؛ فرشیدی، محمد (۱۳۹۱). بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ های مختلف چغندر قند تحت شرایط تنش خشکی. زراعت و اصلاح نباتات، ۱۸(۱)، ۱۲۷-۱۴۴.

کلاهیچی، زهرا و جلالی، محسن (۱۳۸۴). تأثیر بافت خاک، پتاسیم اولیه و ضریب جذب در آیشویی پتاسیم از خاک. پژوهش کشاورزی، ۵(۱)، ۵۴-۶۶.

محمدیان، رحیم (۱۳۹۵). اثر زمان کاشت و شدت حذف برگ بر عملکرد و کیفیت ریشه چغندر قند (*Beta vulgaris* L.). نشریه علوم زراعی ایران، ۱۸(۲)، ۸۸-۱۰۳.

میرزائی، محمدرضا و بابائی، بابک (۱۴۰۱). تأثیر محیط و پایه های مادری بر چگالی بذر و ارتباط آن با صفات جوانه زنی چغندر قند (*Beta vulgaris*). علوم و فناوری بذر ایران، ۱۱(۳)، ۷۳-۸۸.

نوشاد، حمید و خیامیم، سمر (۱۳۹۶). مدیریت خاک در کنترل سدیم ریشه و افزایش کیفیت چغندر قند. پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.

وحیدی، هدایت؛ میرشکاری، بهرام؛ صادق زاده حمایتی، سعید؛ رجبی، اباذر و یارنیا، مهرداد (۱۳۹۷). واکنش صفات کمی و کیفی ژنوتیپ های چغندر قند به تاریخ های مختلف کاشت و برداشت. چغندر قند، ۳۴(۱)، ۱-۱۵.

## Refrencece

- Abdollahian noghabi, M., Shikholeslami, R., & Babae, B. (2005). Technical terms of sugar beet quantity and quality. *Journal of Sugar Beet*, 21(1), 101-104. doi: 10.22092/jsb.2005.8201. (In Persian).
- Abسالان, A., Ghanbari, A., Rastgoo, M., & Norouz Zadeh, S. (2017). Effect of seed priming on sugar beet root yield under low irrigation and presence of weed. *Journal of Agroecology*, 9(1), 217-231. doi: 10.22067/jag.v9i1.54162. (In Persian).

- Aguiar, N. O., Olivares, F. L., Novotny, E. H., & Canellas, L. P. (2018). Changes in metabolic profiling of sugarcane leaves induced by endophytic diazotrophic bacteria and humic acids. *PeerJ*, 6, e5445. <https://doi.org/10.7717/peerj.5445>
- Ahmadzadeh-Araji, H. R., Abdollahian-Noghabi, M., Kamali, G. A., & Vahedi, S. (2012). Effect of climatic parameters on the increase of sugar content of sugar beet in 2007 in Iran, Case study: Chenaran sugar factory. *Journal of Sugar Beet*, 27(1), 101-115. doi: 10.22092/jsb.2011.687. (In Persian).
- Alipour, S., Jalilian, A., Taghvaei, M., Razi, H., & Kazemini, A. (2019). Effect of seed hydropriming and plant density on yield and quality traits of two sugar beet hybrids in late planting. *Journal of Sugar Beet*, 35(1), 33-44. doi: 10.22092/jsb.2019.124847.1210. (In Persian).
- Ayas, H., & Gulser, F. (2005). The effects of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach (*Spinacia oleracea* var. Spinoza). *The Journal of Biological Sciences*, 5(6), 801-804.
- Azevedo, I. G., Olivares, F. L., Ramos, A. C., Bertolazi, A. A., & Canellas, L. P. (2019). Humic acids and *Herbaspirillum seropedicae* change the extracellular H<sup>+</sup> flux and gene expression in maize roots seedlings. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 6(1), 1-10.
- Braunschweig, L. C., & Mengel, K. (1971). Effect of different parameters, characterizing the K status of soils, on the grain yield of oats. *Landw Forsch*, 26, 65-72.
- Buchholz, K., Marlander, B., Puke, H., Glattkowski, H., & Thielecke, K. (1995). Revaluation of the technical value of sugar beet. *Zuckerindustrie*, 120, 113-121.
- Chaharmahali, M., Sohrabi, Y., Ebrahimi Koulaee, H., Hassani, M., Mansouri, H., & Hamze, H. (2022). The effect of planting date and irrigation levels on enzymatic properties, yield and yield components of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 15(4), 893-906. doi: 10.22077/escs.2021.4110.1973. (In Persian).
- Cinar, V. M., & Unay, A. (2021). The effects of some biofertilizers on yield, chlorophyll index and sugar content in sugar beet (*Beta vulgaris* var. saccharifera L.). *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 58(2), 163-170. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.714633>.
- Cooke, D. A., & Scott, R. K. (1993). Sugar beet crop principle and practice: Chapman and Hall, London, 675p.
- Dotto, L., & Silva, V.N. (2017). Beet seed priming with growth regulators. *Semina: Ciências Agrárias*, 38, 1785-1798.
- Ehsan, S., Javed, S., Saleem, I., & Niaz, A. (2016). Effect of humic acid on micronutrient availability and grain yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Research*, 54(2), 172-184.
- Esmaili, A., & Tadayon, M. R. (2019). Influence of drought stress and humic acid on growth, yield and sugar production of sugar beet. *Journal of Agroecology*, 11(1), 185-198. doi: 10.22067/jag.v11i1.62811. (In Persian).
- El-Hassanin, A. S., Samak, M. R., Moustafa, N., Shafika, A. M., Khalifa, N., & Ibrahim Inas, M. (2016). Effect of foliar application with humic acid substances under nitrogen fertilization levels on quality and yields of sugar beet plant. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(11), 668-680.
- FAO. Crop Water Information: Sugar Beet. 2012. Available online: [http://www.fao.org/nr/water/cropinfo\\_sugarbeet.html](http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_sugarbeet.html). (accessed on 1 February 2012).
- Gobarah, M. E., Hussein, M. M., Tawfik, M. M., Ahmed, A. G., & Mohamed, M. F. (2019). Effect of different sowing dates on quantity and quality of some promising sugar beet (*Beta vulgaris* L.) varieties under North Delta, condition. *Egyptian Journal of Agronomy*, 41, 343-354.
- Gomaa, M. A., EL-Gendy, B. A., Fawaz, S. A., & Kandil, E. E. (2022). Sugar beet productivity and quality as affected by some nanoparticles and gibberellic acid under soil as affected by salinity. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 13(2), 195-206.
- Harris, D. (2001). Development and testing of on-farm seed priming. *Advances in Agronomy*, 90, 129-178.
- Hoffmann, C. M., Huijbregts, T., van Swaaij, N., & Jansen, R. (2009). Impact of different environments in Europe on yield and quality of sugar beet genotypes. *European Journal of Agronomy*, 30(1), 17-26.
- Hosseinpour, M. (2006). The effect of nitrogen management, irrigation water and length of growth period on the efficiency of water and light use in winter sugar beet. Doctoral thesis in the field of agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (In Persian).
- Jahani moghadam E., Parsa, S., Mahmoudi, S., & Ahmadi, M. (2017). Effect of planting date and cultivar on yield and the early flowering in autumn sowing of sugar beet varieties. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 20, 43-57. (In Persian).



- Jalilian, A., & Nejafi, R. (2017). Estimation of the most appropriate sugar beet planting date based on climatic parameters in different regions of Kermanshah province. *Journal of Sugar Beet*, 33(2), 121-133. doi: 10.22092/jsb.2018.105040.1113. (In Persian).
- Janmohammadi, M., Abdoli, H., Sabaghnia, N., Esmailpour, M., & Aghaei, A. (2018). The effect of iron, zinc and organic fertilizer on yield of chickpea (*Cicer artietinum* L.) in Mediterranean climate. *Acta Universitatis Agriculturae Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 66(1), 49-60.
- Jokar, M., Armin, M., & Jami-Moeini, M. (2019). The effect of priming on reducing the effects of Epirus herbicide residues in sugar beet. *Journal of Seed Research*, 31, 1-12. (In Persian).
- Kandil, A. A., Sharief, A. E., & Fathalla, H. F. (2013). Onion yield as affected by foliar application with amino and humic acids under nitrogen fertilizer levels. *ESci Journal of Crop Production*, 2, 62-72.
- Khoshnezhad, N., & MirMahmoodi, T. (2020). Effect of seed priming and transplantation on some morphological characteristics, sugar yield and yield components of sugar beet. *Iranian Journal of Seed Sciences and Research*, 7(4), 519-530. doi: 10.22124/jms.2020.4647. (In Persian).
- Kolahchi, Z., & Jalali, M. (2005). Potassium leaching from soils as affected by soil texture, native potassium and adsorption coefficient. *Agricultural Research*, 5(1), 54-66. (In Persian).
- Mirzaei, M. R., & Babae, B. (2022). Effect of environment and maternal plant on seed density and correlation with sugar beet (*Beta Vulgaris*) germination traits. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 11(3), 73-88. doi: 10.22092/ijst.2021.355382.1403. (In Persian).
- Mohammadian, R. (2016). Effect of sowing date and defoliation intensity on root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 18(2), 88-103. (In Persian).
- Mosavikia, A. A., Mosavi, S. G., Seghatoleslami, M., & Baradaran, R. (2020). Chitosan nanoparticle and pyridoxine seed priming improves tolerance to salinity in milk thistle seedling. *Noculae Bocanicae Horti Agrobocanici Cluj-Napoca*, 48, 221-233. <https://doi.org/10.15835/nbha48111777>.
- Noshad, H., & Khayamim, S. (2017). Soil management in control of root sodium and increase of sugar beet root quality. The 15<sup>th</sup> Congress of Soil Sciences of Iran. Isfahan University of Technology, Iran. (In Persian).
- Oroojnia, S., Habibi, D., Fethullah Taleghani, D., Safari Dolatabad, S., Pazky, A.R., Moaveni, P., Rahmani, M., & Farshid, M. (2012). Evaluation of sugar beet yield and yield components of different genotypes under drought stress. *Journal of Agriculture and Plant Breeding*, 8(1), 127-144. (In Persian).
- Ozturk, O., Topal, A., Akinerdem, F., & Akgun, N. (2008). Effects of sowing and harvesting dates on yield and some quality characteristics of crops in sugar beet cereal rotation system. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(10), 141-150.
- Pahlavanian Miandoab, S., Dadashi, M. R., Mir Mahmoudi, T., Shahrooghbi, A., & Adjam Norouzi, H. (2020). Study of qualitative and quantitative traits of sugar beet cultivars at different planting times in transplanting and seedling cultivation system in west Azarbaijan area. *Journal of Crop Production*, 13(3), 23-40. doi: 10.22069/ejcp.2020.16517.2232. (In Persian).
- Pedram, A., Tajbakhsh, M., Fathollah Taleghani, D., & Ghiyasi, M. (2017). Sugar beet quantitative and qualitative yield related traits as affected by different seed priming. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 11(2), 13-18.
- Pedram, A., Tajbakhsh, M., Fathollah Taleghani, D., & Ghiyasi, M. (2019). The effect of different seed primings on some quantitative and qualitative characteristics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Crop Ecophysiology (Agriculture Science)*, 13(49), 39-56. <https://sid.ir/paper/182910/en>. (In Persian).
- Pollach, G. (1984). Development and utilization of quality criteria for sugar beet in Austria. *Paper presented to the 27th Technical Conference*. British Sugar plc, 22 PP.
- Rahimi, A., Dolati, B., & Heydar Zadeh, S. (2018). Investigating the effect of micronutrient and humic acid application on quantitative and qualitative characteristics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.), Unvers variety. *Journal of Agricultural Engineering*, 41, 83-97. (In Persian).
- Raj, A. B., & Raj, S. K. (2019). Effect of seed invigouration treatments on physiological parameters and nodulation of grain cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. *Legume Research*, 43, 1-5.
- Rassam, G., Dadkhah, A., Yazdi, A., & Dashti, M. (2015). Impact of humic acid on yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) grown on calcareous soil. *Notulae Scientia Biologicae*, 7(3), 367-371.
- Rinaldi, M., & Vonella A.V. (2006). The response of autumn and spring sown sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to irrigation in southern Italy: Water and radiation use efficiency. *Field Crops Reserch*, 95, 103-114.

- Shaban, K. H. A., Eman, H. A. F., & Dalia, A. S. (2014). Impact of humic acid and mineral nitrogen fertilization on soil chemical properties and yield and quality of sugar beet under saline soil. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 5 (10), 1335- 1353.
- Shakeri, S. (2018). Potassium fixation and its relationship with physico-chemical properties and clay minerals in the calcareous soils of Kakan plain, Kohgilouye & Boyerahmad Province. *Journal of Water and Soil Science*, 22(1), 239-254. (In Persian).
- Shokouhian, A., & Omid, H. (2021). Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) germination indices and physiological properties affected by priming and genotype under salinity stress. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49(3), 12063. <https://doi.org/10.15835/nbha49312063>
- Vahidi, H., Mirshekari, B., Sadeghzadeh Hemayati, S., Rajabi, A., & Yarnia, M. (2018). Response of quantitative and qualitative characteristics of sugar beet genotypes to different sowing and harvest dates. *Journal of Sugar Beet*, 34(1), 1-15. doi: 10.22092/jsb.2018.120304.1175. (In Persian).
- Turan, M., Melek Ekinci, M., Kul, R., Kocaman, A., Argin, S., Zhirkova, A. M., Irina, V., Perminova, I. V., & Yildirim, E. (2022). Foliar applications of humic substances together with Fe/nano Fe to increase the iron content and growth parameters of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Agronomy*, 12(9), 2044. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092044>.
- Waqas, M., Ahmad, B., Arif, M., Munsif, F., Khan, A. L., Amin, M., Kang, S. M., Kim, Y. H., & Lee, J. (2014). Evaluation of humic acid application methods for yield and yield components of mungbean. *American Journal of Plant Sciences*, 5, 2269-2276.
- Yari, L., Abbasian, A., Oskouei, B., & Sadeghi, H. (2011). Effect of seed priming on dry matter, seed size and morphological characters in wheat cultivar. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2(2), 232-238.
- Yildirim, E. (2007). Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil and Plant Science*, 57(2), 182-186.