University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

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

Ali Sarkhosh[1] | Mohammad Ali Aboutalebian[2]✉ | Hamed Mansouri[3]

1. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. E-mail: 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
3. Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamedan, Hamedan, Iran. E-mail: 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 25th, April 8th, 22nd, and May 6th, 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^{-1} 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^{-1}). 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^{-1}). 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^{-1}, 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. (2024). 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

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2024.373763.2876

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

بهبود عملکرد و خصوصیات تکنولوژیکی چغندرقند با هیدروپرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید در شرایط تأخیر کاشت

علی سرخوش[۱] | محمدعلی ابوطالبیان[۲]✉ | حامد منصوری[۳]

۱. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. رایانامه: 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
۳. بخش تحقیقات چغندرقند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، همدان، ایران. رایانامه: h.mansori@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۹/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۴
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۰/۱۰

کلیدواژه‌ها:
آلکالیته
قند ملاس
عملکرد ریشه
قند سفید
نیتروژن آمینه

چکیده

هدف: ازآنجاکه ممکن است کاشت چغندرقند به‌دلایلی مانند بارندگی و یا اختصاص آب در اوایل فصل رشد به دیگر محصولات زراعی بهتأخیر تأخیر بیفتد، این پژوهش مزرعه‌ای به بررسی امکان جبران عوارضتأخیر تأخیر کاشت چغندرقند با هیدروپرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید بر عملکرد و برخی صفات تکنولوژیکی آن پرداخته است.

روش پژوهش: پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۰ در اسدآباد در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به‌صورت اسپلیت‌پلات فاکتوریل اجرا شد. تاریخ‌های کشت پنجم و ۱۹ فروردین‌ماه، دوم و ۱۶ اردیبهشت‌ماه در کرت‌های اصلی و پرایمینگ بذر (در دو سطح هیدروپرایمینگ و پرایم‌نشده) و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید (اسپری آب و محلول‌پاشی ۶ گرم در لیتر هیومیک‌اسید) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. برای تیمار هیدروپرایمینگ، بذور به‌مدت ۲۸ ساعت در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد در آب خیسانیده شدند و پس از برگشت به رطوبت اولیه کشت شدند.

یافته‌ها: ترکیب هیدروپرایمینگ و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید تا تاریخ کاشت سوم سبب جبرانتأخیر تأخیر کشت بر عملکرد ریشه شد. کم‌ترین مقادیر سدیم و پتاسیم ریشه به‌ترتیب در تاریخ‌های چهارم و دوم کاشت بدون توجه به تیمارهای هیدروپرایمینگ و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید مشاهده شد. در تاریخ کاشت اول محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به تنهایی سبب شد بیش‌ترین سدیم در ریشه مشاهده شود (۵/۴۵ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم) درحالی‌که در همین تاریخ کاشت، کم‌ترین پتاسیم ریشه از محلول‌پاشی هیومیک‌اسید و هیدروپرایمینگ بذر به‌دست آمد (۲/۴ میلی‌اکی‌والان در صد گرم). بیش‌ترین آلکالیته در تاریخ کاشت اول با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید با نسبت ۴/۳۸ مشاهده شد، در تاریخ کاشت چهارم نیز آلکالیته با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید افزایش معنی‌داری نشان داد. کم‌ترین نیتروژن آمینه در تاریخ دوم کاشت با انجام هیدروپرایمینگ بذر ملاحظه شد. کاربرد همزمان هیدروپرایمینگ و هیومیک‌اسید درصد قند سفید را در تاریخ‌های اول، دوم و چهارم به‌ترتیب ۶/۶، ۴/۹ و ۸/۶ درصد افزایش داد و بیش‌ترین عملکرد قند سفید در دو تاریخ اول و دوم کاشت به‌ترتیب ۱۵۰۵۴ و ۱۵۸۹۵ کیلوگرم در هکتار با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به‌دست آمد. هم‌چنین محلول‌پاشی هیومیک‌اسید در تاریخ کاشت اول سبب کاهش ۲۴ درصدی میزان قند ملاس نسبت به اسپری آب گردید.

نتیجه گیری: براساس نتایج کاربرد همزمان هیدروپرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید در تمام تاریخ‌های کشت سودمند است، اما در صورت‌تأخیر تأخیر زیاد در تاریخ کشت، هیدروپرایمینگ بذر سودمندی بیش‌تری در مقایسه با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید دارد.

استناد: سرخوش، علی؛ ابوطالبیان، محمدعلی و منصوری، حامد (۱۴۰۳). بهبود عملکرد و خصوصیات تکنولوژیکی چغندرقند با هیدروپرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید در شرایط تأخیر کاشت. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۶ (۴)، ۷۸۷-۸۰۴.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2024.373763.2876

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱. مقدمه

چغندرقند[1] یکی از دو محصول رایج تولیدکننده قند دنیا می‌باشد (گما[2] و همکاران، ۲۰۲۲). لذا شناخت و بررسی جنبه‌های تولیدی و اقتصادی آن از اهمیت ویژه‌ای 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 چغندرقند اجتناب‌ناپذیر است. کاشت دیرهنگام چغندرقند ممکن است دلایل دیگری مثل از بین رفتن کشت اول به‌دلیل سرما، تگرگ و یا آفات نیز باشد (علیپور و همکاران، ۱۳۹۸). گزارش شده است که کاشت زودهنگام چغندرقند باعث افزایش محسوس محتوای قند ناخالص و بالاترین عملکرد ریشه و قند می‌شود (گوباره[3] و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، تاریخ کاشت چغندرقند از طریق تجمع کافی واحدهای حرارتی، به‌ویژه از مرحله سبزشدن تا رسیدن گیاه چغندرقند به مرحله برداشت، تأثیر زیادی بر رشد و بهره‌وری گیاه دارد (فائو[4]، ۲۰۱۲). با توجه به مطالب ذکرشده، هدف از اجرای این پژوهش بررسی اثر هیدرو پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید بر عملکرد و کیفیت تکنولوژیکی محصول چغندرقند تحت شرایط تأخیر کشت بوده است.

۲. پیشینه پژوهش

۲. ۱. پیشینه نظری

یکی از مهم‌ترین عوامل دست‌یابی به عملکرد و رسیدگی و یکنواختی اندازه ریشه‌های چغندرقند در زمان برداشت مکانیزه، جوانه‌زنی یکنواخت بذر به‌واسطه استفاده از بذر با کیفیت است (میرزائی و بابائی، ۱۴۰۱). جوانه‌زنی بذر چغندرقند و ظهور گیاهچه به‌عنوان فرآیندهای فیزیولوژیکی پیچیده اغلب آهسته و غیریکنواخت است که در واقع توسط سیگنال‌های محیطی مختلف مانند دما، پتانسیل آب، نور، نیترات‌ها و عوامل دیگر تحت تأثیر قرار می‌گیرند (پدرام و همکاران، ۲۰۱۹). متأسفانه، بهره‌وری چغندرقند اغلب به‌دلیل جوانه‌زنی ناهمگن در مزرعه، احتمالاً به‌دلیل وجود مواد بازدارنده در پریکارپ بذر و هم‌چنین حمله عوامل بیماری‌زا، محدود می‌شود (دوتو[5] و سیلوا[6]، ۲۰۱۷). پرایمینگ بذر یکی از روش‌های بهبود استقرار بذر است که می‌تواند باعث بهبود عملکرد گیاه در شرایط نامساعد محیطی شود (آب سالان و همکاران، ۱۳۹۶). جوانه‌زنی مطلوب و سریع، غالباً همزمان با گسترش سیستم ریشه‌ای در زمان کوتاه‌تری می‌باشد که این به نوبه خود منجر به استقرار بهتر گیاه و ایجاد بستر برای ارتقا کمی و کیفی محصول می‌شود. جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه چغندرقند تا حد زیادی تحت تأثیر ترکیبات شیمیایی ممانعت‌کننده موجود در پوسته بذر شامل فنل‌ها، اسیداگزالیک، بتائین و موسیلاژ قرار می‌گیرد (پدرام و همکاران، ۱۳۹۸). تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی اصلی که در طول پرایمینگ بذر رخ می‌دهد شامل مدیریت تنش اکسیداتیو، گسیل ذخایر بذر، تنظیم چرخه سلولی، اصلاح فراساختاری بذر و محتوای آب بذر برای اطمینان از پذیرش و سازگاری گسترده آن‌ها ست (راج[7] و راج[8]، ۲۰۱۹). پرایمینگ بذر به‌عنوان یک تکنیک قبل از کاشت می‌تواند با ایجاد تغییراتی در فعالیت‌های متابولیکی در بذر بسیاری از محصولات، سبزشدن ریشه‌چه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه گیاهچه، استقرار گیاهچه و عملکرد را بهبود بخشد (موسوی‌کیا[9] و همکاران، ۲۰۲۰). در کشت تأخیری، پرایمینگ بذر، می‌تواند از طریق بهبود جوانه‌زنی 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[1]، 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 شیمیائی 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 (ییلدیریم[2]، 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[3] و گولسر[4]، ۲۰۰۵ و احسان[5] و همکاران، ۲۰۱۶). محلول‌پاشی ترکیبات علاوه بر پاسخ سریع گیاه، صرفه‌جویی در مصرف کود با به حداقل‌رساندن آلودگی‌های زیست‌محیطی و آب‌های زیرزمینی، در راستای نیل به کشاورزی پایدار نقش به‌سزایی دارد (جانمحمدی[6] و همکاران، ۲۰۱۸).

۲. ۲. پیشینه تجربی

تأثیر مثبت و معنی‌دار کاربرد خاکی، محلول‌پاشی و پرایم بذر با هیومیک‌اسید در لوبیا گزارش شده است (واگاس[7] و همکاران، ۲۰۱۴). در گیاه پیاز محلول‌پاشی هیومیک‌اسید منجر به افزایش محصول و قندهای محلول آن گردیده است (کندیل[8] و همکاران، ۲۰۱۳). در چغندرقند 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[9] و همکاران، ۲۰۱۶). امروزه در دنیا ملاک ارزشی چغندرقند در صنعت قند در واقع مقدار قند قابل‌استحصال از آن است و از این‌رو خرید این ماده اولیه بر مبنای کیفیت تکنولوژیکی انجام می‌شود (عبداللهیان نوقابی و همکاران، ۱۳۸۴). کیفیت چغندرقند 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 آلکالیته یا ضریب قلیاییت (هافمن[10] و همکاران، ۲۰۰۹).

۳. روش‌شناسی پژوهش

به‌منظور مطالعه تأثیر هیدروپرایمینگ بذر 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 اسپلیت پلات فاکتوریل در شهرستان اسدآباد با مختصات جغرافیایی ″۲۸ ′۴۶ °۳۴ عرض شمالی و ″۳۲ ′۴ °۴۸ طول شرقی در سال ۱۴۰۰ اجرا شد. عامل اصلی چهار تاریخ کشت پنجم و ۱۹ فروردین‌ماه و دوم و ۱۶ اردیبهشت‌ماه بود و عوامل هیدروپرایمینگ (در دو سطح بذور 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) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی منظور شدند. محلول‌پاشی طی دو مرحله ۶-۴ برگی (مرحله رشد برگی مطابق با کد ۱۴ و ۱۵) و زمانی‌که کانوپی ۳۰-۲۰ درصد سطح زمین را پوشانده بود (مرحله پوشش رزت مطابق با کد ۳۳-۳۲) براساس مقیاس BBCH[1] انجام شد (سینار[2] و اونای[3]، ۲۰۲۱). کود هیومیک‌اسید مورداستفاده 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 غیریونی مصرف گردید و در تیمارهای عدم مصرف نیز آب خالص اسپری شد. رقم مورداستفاده در این طرح رقم تجاری دوروتی بود که از کارخانه قند هکمتان همدان تهیه شد. برای تعیین بهترین زمان هیدروپرایمینگ بذر، آزمایشی با زمان‌های مختلف هیدروپرایمینگ ۱۲، ۱۶، ۲۰، ۲۴، ۲۸ و ۳۲ ساعت در دمای اتاق (حدود ۲۲ درجه سانتی‌گراد) انجام و با بررسی نتایج به‌دست‌آمده براساس درصد و سرعت جوانه‌زنی، بهترین زمان ۲۸ ساعت تعیین گردید. سپس بذور تیمارشده در دمای معمولی خشک و به رطوبت اولیه رسیدند و قبل از کاشت با سم کاربندازیم ضد عفونی شدند. کودهای فسفاته و پتاسه و یک‌سوم کود نیتروژنی براساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) هنگام کاشت (به میزان ۲۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل، ۳۰۰ کیلوگرم کود سولفات‌پتاسیم به‌صورت نواری در ۵ سانتی‌متری کنار بذر و ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره به‌صورت 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 به‌روش بارانی کلاسیک ثابت و با رایزرهای Zk30 صورت گرفت. برداشت نهایی از کرت‌ها پس از سپری‌شدن 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 به‌عنوان اثر حاشیه‌ای، از چهار ردیف وسط کرت یعنی در سطحی معادل ۲ مترمربع صورت گرفت. عملیات برداشت (شامل کندن و سرزنی چغندرقند) به‌صورت دستی و توسط نیروی کارگری انجام شد. مقادیر به‌دست‌آمده پس از توزین به‌عنوان عملکرد ریشه چغندرقند ثبت شد. سپس ریشه‌های سرزنی‌شده در هرکرت پس از درج مشخصات تیمارها در درون کیسه‌های جداگانه به آزمایشگاه تهیه خمیر (پولپ)، منتقل شدند. در آزمایشگاه از ریشه‌های سرزنی‌شده هرکیسه جهت تجزیه کیفی، نمونه خمیر تهیه و نمونه‌ها بلافاصله فریز شدند. نمونه‌ها پس از فریزشدن، جهت تجزیه کیفی به آزمایشگاه مرکز تحقیقات و خدمات زراعی چغندرقند کرج ارسال شد و توسط دستگاه رفرکتومتر 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 قلیاییت به‌کار 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 چغندرقند، 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[1] و منگل[2]، ۱۹۷۱).

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

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

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

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

درصد قند سفید براساس رابطه (۳):

رابطه ۳) (۰/۶ + قند ملاس) − عیار = 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) عملکرد ریشه × عیار = عملکرد قند ناخالص

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

رابطه ۵) عملکرد ریشه × درصد قند سفید = عملکرد قند سفید

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

رابطه ۶) ۱۰۰ × (درصد عیار / درصد قند سفید) = ضریب استحصال

پس از اطمینان از نرمال‌بودن 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 چغندرقند

پارامتر اقلیمی	ماه						
	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
مجموع بارش (میلی‌متر)	۹/۲	۲۸/۳	۱/۶	۰	۱/۸	۰	۰	۳۵/۶
مجموع تبخیر (میلی‌متر)	۱۶۹/۶	۲۲۹/۱	۳۳۳/۱	۳۶۰/۱	۳۴۴/۸	۳۸۰/۳	۱۹۰/۲	۴۹/۲
مجموع ساعات آفتابی	۲۷۹/۸	۲۸۲/۷	۳۶۸/۲	۳۷۰/۳	۳۱۶/۴	۳۴۶	۳۰۷/۴	۱۵۰/۷
بیشینه سرعت باد (کیلومتر در ساعت)	۲۷	۲۲	۲۳	۱۰	۹	۹	۱۶	۱۲
میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۱	۱۶/۵	۲۱	۲۵	۲۴/۹	۲۲	۱۵/۳	۷
میانگین دمای کمینه (درجه سانتی‌گراد)	۳/۲	۶/۴	۱۱/۹	۱۵/۵	۱۷/۲	۱۱/۲	۶/۸	۲/۱
میانگین دمای بیشینه (درجه سانتی‌گراد)	۲۰	۲۶/۴	۳۲/۱	۳۶/۸	۳۸/۳	۳۴/۱	۲۹/۱	۱۹/۴
میانگین رطوبت نسبی (درصد)	۳۹	۴۱	۲۵/۸	۲۰/۸	۲۵/۲	۲۰/۳	۳۱	۷۱

1. Braunschweig
2. Mengel

۴. یافته‌های پژوهش

۴. ۱. عملکرد ریشه

نتایج آنالیز واریانس بیانگر معنی‌دارشدن تمامی اثرات ساده و برهم‌کنش عوامل آزمایش (به‌غیر از برهم‌کنش دوگانه پرایم بذر و محلول‌پاشی) بر عملکرد ریشه می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی در تاریخ‌های مختلف کاشت چغندرقند (میانگین مربعات)

		میانگین مربعات										
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد ریشه	عیار قند	سدیم	پتاسیم	نیتروژن آمینه	آلکالیته	درصد قند سفید	ضریب استحصال	قند ملاس	عملکرد قند ناخالص	عملکرد قند سفید
تکرار (R)	۲	۷/۰۹**	۲/۳۷^{ns}	۱/۴^{ns}	۱۳/۰۱**	۰/۴۲^{ns}	۱/۳۶^{ns}	۳/۴۳*	۲/۲۱^{ns}	۱/۵۵^{ns}	۶/۶۲**	۶/۳**
تاریخ کاشت (D)	۳	۵۳/۷۸**	۳۴/۲**	۱۲۵/۷۵**	۵۱/۳۳**	۲۰/۳۶**	۲۵/۶۷**	۳۷/۷۲**	۳۷/۱۹**	۲۴/۶۶**	۲۹/۶۱**	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^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۱۰/۶۳**	۲/۷۷^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۸۸/۹۲**	۸۴/۶۸**
محلول‌پاشی (F)	۱	۸۵/۰۷**	۱۲/۶۸**	۸/۵۹**	۸/۲۷**	۷/۸۸**	۹/۳**	۱۹/۳۳**	۲۹/۹۴**	۱۰/۰۴**	۶۴/۴۳**	۶۷**
D*P	۳	۵۵/۱۸**	۰/۱۵^{ns}	۱/۲۳^{ns}	۳/۷۴*	۶/۵۵**	۶/۵۴**	۰/۳۵^{ns}	۸/۸**	۱۰/۸۲**	۰/۸۴^{ns}	۱/۱۴^{ns}
D*F	۳	۱/۲۶^{ns}	۰/۷۷^{ns}	۸/۴۷**	۷/۸۵**	۱۱/۵۳**	۱۴/۶۶**	۲/۲۲^{ns}	۱۶/۰۶**	۱۱/۴۷**	۵/۵۵**	۶/۵**
P*F	۱	۵/۵۳**	۵/۰۴**	۱۰/۵۳**	۲/۲۴^{ns}	۲/۸۵^{ns}	۴/۶*	۳/۷۱*	۰/۵۱^{ns}	۳/۳۸^{ns}	۳/۱^{ns}	۲/۶۷^{ns}
D*P*F	۳	۶/۸*	۳/۹۹*	۳/۱۶*	۳/۶۱*	۳/۵*	۵/۱۳**	۳/۷۸*	۱/۱۱^{ns}	۲/۰۱^{ns}	۱/۳^{ns}	۰/۹۵^{ns}
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 ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

براساس نتایج جدول (۴) در همه تاریخ‌های کشت ترکیب هیدروپرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید سبب افزایش معنی‌دار عملکرد ریشه نسبت به شرایط شاهد (عدم پرایم و اسپری آب) شد. البته در تاریخ کاشت چهارم تحت شرایط هیدروپرایمینگ محلول‌پاشی با هیومیک‌اسید تفاوتی با اسپری آب نشان نداد. هم‌چنین ترکیب هیدروپرایمینگ و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید تا سومین تاریخ کاشت نه‌تنها سبب جبران تأخیر کشت شد بلکه نسبت به تاریخ کاشت اول تحت شرایط عدم پرایم و نبود محلول‌پاشی هیومیک‌اسید منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد ریشه گردید حتی در تاریخ‌های کشت دوم و سوم استفاده جداگانه از هیدروپرایمینگ یا هیومیک‌اسید نسبت به تیمار شاهد در تاریخ کاشت اول افزایش معنی‌دار عملکرد ریشه مشاهده شد (جدول ۴). نتایج پژوهش‌های محمدیان (۲۰۱۶) نشان داده است که در زراعت چغندرقند 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 به‌دست آمد (جدول ۴).

۴. ۲. عیار قند

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تمامی اثرات ساده و برهم‌کنش عوامل دوگانه پرایمینگ بذر با محلول‌پاشی و برهم‌کنش اثرات سه‌گانه بر عیار قند در سطح ۱ درصد معنی‌دار 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 به‌دست 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 چغندرقند 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 چغندرقند دانستند. اوزترک[1] و همکاران (۲۰۰۸) نیز افزایش عیار قند در واکنش به تأخیر در کاشت را تأیید نمودند. وحیدی و همکاران (۱۳۹۷) اعلام کردند به تعویق‌انداختن 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 ٤. جدول مقایسه میانگین برهم‌کنش سه‌گانه تاریخ کاشت، پرایم بذر و محلول‌پاشی بر عملکرد ریشه و خصوصیات تکنولوژیکی چغندرقند

تاریخ کاشت	پرایم بذر	محلول‌پاشی	عملکرد ریشه	عیار قند	سدیم	پتاسیم	نیتروژن آمینه	آلکالیته	قند سفید
			کیلوگرم در هکتار	درصد	میلی‌اکی‌والان در صد گرم ریشه			–	درصد
اول	بدون پرایم	آب	۹۰۵۰۲def	۱۴/۳۳g	۳/۵۶e	۳/۵۱c	۳/۱۹a	۲/۲۳g	۱۲/۲۸i
		هیومیک‌اسید	۹۹۰۵۰bc	۱۵/۱۸ef	۵/۴۵a	۳/۱۵def	۱/۹۷۷fghi	۴/۳۸a	۱۳/۶۲fgh
	پرایم با آب	آب	۹۳۷۱۳cde	۱۴/۸۳fg	۴/۵۹bc	۲/۹۳ef	۲/۶۰۷bc	۲/۸۹def	۱۳/۰۶h
		هیومیک‌اسید	۱۱۹۱۸۲a	۱۵/۴۴def	۴/۹۳ab	۲/۴۰g	۲/۰۷bc	۳/۶۳bc	۱۳/۹۳cdefg
دوم	بدون پرایم	آب	۸۶۸۷۸efg	۱۴/۸۵fg	۳/۸۹de	۳/۱۵ef	۱/۹۱ghi	۳/۶۹b	۱۳/۳gh
		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	۴/۳۳a	۱۳/۸efgh
		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
		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
		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
		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	۱۴/۵۸bcd
		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.

۴. ۳. 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 بر 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 چغندرقند باعث کاهش درصد

1. Ozturk

قند خالص و کیفیت ریشه شده است، به‌طوری‌که میانگین سدیم ریشه چغندرقند در ایران بیش‌تر از میانگین جهانی است (نوشاد و خیامیم، ۱۳۹۶). بیش‌ترین میزان پتاسیم در تاریخ سوم کاشت (دوم اردیبهشت‌ماه) تحت شرایط پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به مقدار ۴/۰۴ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه ملاحظه شد (جدول ۴). هم‌چنین بیش‌ترین میزان نیتروژن آمینه در تاریخ کاشت اول تحت شرایط عدم پرایمینگ و اسپری آب و تاریخ کاشت سوم همراه با پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید واقع شد. در پژوهش حاضر کم‌ترین نیتروژن آمینه در تاریخ دوم کاشت همراه با انجام پرایمینگ بذر بدون توجه به انجام یا عدم انجام محلول‌پاشی هیومیک‌اسید ملاحظه شد (جدول ۴).

۴. ۴. آلکالیته

ضریب قلیاییت یا آلکالیته عبارت است از نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به نیتروژن مضره موجود در ریشه چغندرقند، بنابراین هرچه میزان نیتروژن مضره بیش‌تر باشد ضریب قلیاییت کاهش می‌یابد (اروجنیا و همکاران، ۲۰۱۲). نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر اصلی تاریخ‌های مختلف کاشت و محلول‌پاشی بر میزان آلکالیته در سطح یک درصد معنی‌دار بود، اما تیمار پرایمینگ بذر روی این صفت تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). برهم‌کنش دوگانه عوامل آزمایش در ترکیبات تیماری تاریخ کاشت همراه با محلول‌پاشی در سطح یک درصد و ترکیبات تیماری پرایمینگ بذر در شرایط محلول‌پاشی نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. هم‌چنین برهم‌کنش سه‌گانه عوامل آزمایش نیز در سطح ۱ درصد روی درصد آلکالیته معنی‌دار شد (جدول ۳). طبق نتایج، مقادیر بالاتر آلکالیته در تاریخ کاشت اول تحت شرایط بدون پرایمینگ و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید و در تاریخ کاشت دوم در پرایم با آب بدون توجه به نوع محلول‌پاشی مشاهده شد. در تاریخ کاشت چهارم نیز کاربرد هیومیک‌اسید به تنهایی (بدون پرایم‌کردن) در مقایسه با دیگر تیمارهای این تاریخ، توانست درصد آلکالیته را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد (جدول ۴).

۴. ۵. درصد قند سفید

نتایج تجزیه واریانس بیانگر معنی‌دار شدن تمامی اثرات اصلی عوامل آزمایش روی درصد قند سفید ریشه چغندرقند در سطح ۱ درصد بود (جدول ۳). هم‌چنین برهم‌کنش سه‌گانه عوامل روی این صفت در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). به‌طوری‌که بالاترین میزان درصد قند سفید در تیمار تاریخ کاشت چهارم همراه با پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید با ۲۶ درصد افزایش نسبت به تیمار تاریخ کاشت اول تحت شرایط بدون پرایمینگ بذر و اسپری آب به‌دست آمد (جدول ۴). کاربرد هیومیک‌اسید در شرایط بدون پرایم بذر، تنها در تاریخ کاشت اول توانست درصد قند سفید را افزایش دهد، اما تحت شرایط ترکیب‌شدن با پرایمینگ بذر، در تاریخ‌های اول، دوم و چهارم محلول‌پاشی هیومیک‌اسید اثر معنی‌داری 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) به‌دست می‌آید که به‌صورت درصد بیان می‌شود، بیش‌تر بودن این ضریب، نشانگر کیفیت بالا در میزان استخراج قند از شیره خواهد بود (کوک[1] و اسکات[2]، ۱۹۹۳). نتایج تجزیه واریانس نشان داد تمامی اثرات اصلی به‌جز پرایمینگ بذر بر میزان ضریب

1. Cooke
2. Scott

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 چغندرقند 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 چغندرقند

تاریخ کاشت	پرایم بذر	ضریب استحصال	قند ملاس (درصد)	عملکرد قند ناخالص (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد قند سفید (کیلوگرم در هکتار)
اول	بدون پرایم	۰/۸۷۸۳ef	۱/۸۰۸۳b	–	–
	پرایم با آب	۰/۸۹۱۷cd	۱/۶۴۱۷cd	–	–
دوم	بدون پرایم	۰/۸۹۸۳bc	۱/۵۶d	–	–
	پرایم با آب	۰/۹۰۸۳a	۱/۴۲e	–	–
سوم	بدون پرایم	۰/۸۸۵۰de	۱/۷۲۳bc	–	–
	پرایم با آب	۰/۸۷۶۷f	۱/۹۴۲a	–	–
چهارم	بدون پرایم	۰/۹b	۱/۶۳cd	–	–
	پرایم با آب	۰/۸۹۶۶bc	۱/۷۴۳bc	–	–
تاریخ کاشت	محلول‌پاشی				
اول	آب	۰/۸۷cd	۱/۹۱a	۱۳۴۴۱bcd	۱۱۶۸۲cd
	هیومیک‌اسید	۰/۹ab	۱/۵۴de	۱۶۷۳۳a	۱۵۰۵۴a
دوم	آب	۰/۹۰۲ab	۱/۴۷e	۱۴۵۰۰b	۱۳۰۷۸b
	هیومیک‌اسید	۰/۹۰۵a	۱/۴۹e	۱۷۵۶۴a	۱۵۸۹۵a
سوم	آب	۰/۸۸۲c	۱/۸ab	۱۳۰۴۵d	۱۱۵۱۳cd
	هیومیک‌اسید	۰/۸۸c	۱/۸۷a	۱۴۲۰۰bc	۱۲۵۰۰bc
چهارم	آب	۰/۸۹b	۱/۷۲bc	۱۲۳۸۳d	۱۱۰۹۸d
	هیومیک‌اسید	۰/۹۰۲ab	۱/۶۵cd	۱۳۳۱۵cd	۱۲۰۰۹cd

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 چغندرقند می‌باشد. کم‌تربودن درصد قند ملاس ریشه حاکی از مناسب‌بودن کیفیت ریشه می‌باشد (حسین‌پور، ۱۳۸۵). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تاریخ کاشت و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید بر میزان قند ملاس چغندرقند 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)، پرایم‌کردن بذور 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) پرایم‌کردن 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 محلول‌پاشی روی عملکردهای قند ناخالص و قند سفید در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده و برهم‌کنش دوگانه تاریخ کاشت و محلول‌پاشی نیز در سطح یک درصد روی هر دو صفت معنی‌دار 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 فروردین‌ماه) محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی هیومیک‌اسید افزایش معنی‌داری ایجاد کرد (جدول ۵). طبق نتایج، مؤثرترین زمان کاربرد هیومیک‌اسید تاریخ کاشت اول (پنجم فروردین‌ماه) بوده است زیرا ۲۸/۸ درصد عملکرد قند سفید را افزایش داد (جدول ۵).

۵. بحث

به‌نظر می‌رسد در کاربرد جداگانه هیدروپرایمینگ و هیومیک‌اسید در تاریخ کشت اول، هیومیک‌اسید بهتر از پرایمینگ عمل کرد، درصورتی‌که در تاریخ‌های کشت سوم و چهارم این تیمار پرایمینگ بود که بهتر از محلول‌پاشی 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). به‌نظر می‌رسد در کشت اول که سطح برگ بیش‌تری وجود داشته است (رینالدی[1] و وونلا[2]، ۲۰۰۶) که منجر به جذب هیومیک‌اسید بیش‌تر شده است و مفیدتر از پرایمینگ بذر عمل کرده است. پژوهش‌گران اعلام کردند محلول‌پاشی ترکیبات آلی هیومیکی باعث بهبود جذب مواد مغذی، محتوای کلروفیل، ویژگی‌های رشد و عملکرد می‌شود (توران[3] و همکاران، ۲۰۲۲). اما در دو کشت آخر (سوم و چهارم) پرایمینگ بذر بر هیومیک‌اسید برتری داشت (جدول ۴) که به‌نظر می‌رسد در شرایط تأخیر زیاد در کشت، پرایم‌کردن با افزودن سرعت استقرار (جوکار و همکاران، ۱۳۹۸) مفیدتر بوده است زیرا سطح کم برگ‌ها در این هنگام جذب مناسبی از هیومیک‌اسید ندارد. شکوهیان[4] و امیدی[5] (۲۰۲۱)، گزارش دادند که پرایمینگ بذور چغندرقند می‌تواند محتوای کلروفیل کل و میزان فتوسنتز گیاه را افزایش دهد. نتایج بیانگر آن است که محلول‌پاشی 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 به‌دست آمد که احتمالاً به‌دلیل تأثیرات شبه‌هورمونی هیومیک‌اسید بر افزایش جذب و بهینه‌کردن 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[6] 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 چغندرقند با تیمارهای پرایمینگ توسط پژوهش‌گران مختلف گزارش شده است (شکوهیان و امیدی، ۲۰۲۱ و پدرام[7] و همکاران، ۲۰۱۷). یاری[8] 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. Omidi
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 زودهنگام باعث افزایش میزان سدیم و در کاشت تأخیری میزان سدیم کم‌تری در ریشه چغندرقند 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 بیش‌تربودن سدیم در تاریخ کاشت زودهنگام 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 نامتوازن‌بودن 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 چغندرقند می‌باشد و هرچه مقدار کمی آن بیش‌تر باشد، کیفیت چغندرقند 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 هیدروپرایمینگ بذر همراه با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید با بالاترین میزان پتاسیم به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد در کشت زودتر با بزرگ‌تربودن 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 آبشوئی (کلاهچی 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).

به‌طورکلی 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 نوقابی 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 فروردین‌ماه) و چهارم (۱۶ اردیبهشت‌ماه) بالاترین درصد آلکالیته در مقایسه با تیمار شاهد خودشان (بدون هیومیک‌اسید و بدون هیدروپرایمینگ) از کاربرد هیومیک‌اسید به تنهایی مشاهده شد. البته در تاریخ کاشت دوم همه تیمارها به‌ویژه ترکیب هیومیک‌اسید و هیدروپرایمینگ درصد آلکالیته بالایی نشان دادند (جدول ۴). لذا

می‌توان اظهار نمود که محلول‌پاشی هیومیک‌اسید 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). به‌نظر می‌رسد هیومیک‌اسید با تأثیرات شبه‌هورمونی 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[1] و همکاران، ۲۰۱۹). در پژوهش دیگری نیز ضریب قلیاییت را متأثر از کاربرد هیومیک‌اسید گزارش نموده‌اند (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۷). شاید به‌دلایل مورداشاره، عملکرد قند سفید در تمام تاریخ‌های کاشت همراه با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید، افزایش یافته است (جدول ۵). رسام[2] و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش نمودند که بیش‌ترین عملکرد ریشه و عملکرد شکر تصفیه‌شده چغندرقند با سه بار محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به‌دست آمد که به‌ترتیب ۲۴ و ۳۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داشته است.

درصد قند سفید مقدار شکر سفید موجود در ریشه چغندرقند است که در کارخانه قابل استحصال است (عبداللهیان نوقابی و همکاران، ۱۳۸۴) لذا با توجه به این‌که 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 بالارفتن درصد قند سفید در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام، کاهش عملکرد ریشه است (جدول ۴). از علل تأثیر سودمند هیومیک‌اسید بر افزایش درصد قند سفید می‌توان به کاهش ناخالصی‌های ریشه به‌علت کاهش نیتروژن مضر و سدیم آن اشاره کرد (الحسنین و همکاران، ۲۰۱۴) موضوعی که نتایج جدول (۴) آن را تأیید می‌کند. شعبان[3] و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که کاربرد هیومیک‌اسید به‌واسطه افزایش شاخص سطح برگ، توان فتوسنتزی و فراهمی عناصر غذایی موردنیاز گیاه چغندرقند، می‌تواند سبب افزایش درصد قند خالص و عملکرد ریشه چغندرقند شود.

ضریب استحصال مقدار شکر سفید قابل استحصال از ساکارز موجود در ریشه چغندرقند 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 محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به‌دست آمد (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد دلیل بالابودن 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 کوتاه‌ترشدن ساعات آفتابی (جدول ۲) و دوره جذب فعال گیاه می‌باشد.

نتایج مربوط به تأثیر عوامل موردبررسی 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 بالاتربودن مقدار نیتروژن ریشه در تاریخ کاشت سوم تحت شرایط پرایمینگ عامل اصلی بالارفتن میزان قند ملاس تحت همین شرایط باشد (جدول ۴). در تیمارهای تاریخ کاشت همراه با محلول‌پاشی نیز کم‌ترین میزان قند ملاس در تیمار تاریخ کاشت دوم در ترکیب با تیمارهای اسپری آب و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید با ۲۱/۹۹ درصد کاهش نسبت به تیمار تاریخ کاشت اول در شرایط اسپری آب به‌دست آمد (جدول ۵).

به‌نظر می‌رسد کوتاه‌شدن دوره رشد فعال در تاریخ کاشت چهارم فرصت واکنش‌دهی بوته را به هیومیک‌اسید از بین برده است و لذا افزایشی در عملکرد قند ناخالص در شرایط استفاده از هیومیک‌اسید رخ نداده است (جدول ۵). در مطالعه

1. Azevedo
2. Rassam
3. Shaban

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 چغندرقند 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. نتیجه گیری و پیشنهادها

براساس نتایج به‌دست‌آمده، عوارض تأخیر دو هفته‌ای کاشت (تاریخ کشت ۱۹ فروردین‌ماه در برابر پنجم فروردین‌ماه) بر عملکرد ریشه چغندرقند، 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 چغندرقند در اسدآباد و وجود محدودیت‌هایی مانند بارندگی‌ها و سرمای دیررس بهاره که سبب به تعویق‌افتادن زمان کاشت چغندرقند می‌شود، به‌کارگیری تکنیک‌های زراعی ساده‌ای همچون هیدروپرایمینگ بذر و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید می‌تواند باعث بهبود عملکرد و صفات تکنولوژیکی چغندرقند 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 چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) تحت شرایط کم‌آبیاری و حضور علف‌های‌هرز. *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 چغندرقند در سال ۱۳۸۶ در ایران، مطالعه موردی: حوزه کارخانه قند چناران. *چغندرقند*، ۲۷(۱)، ۱۰۱-۱۰۵.

اسماعیلی، امراله و تدین، محمودرضا (۱۳۹۸). تأثیر تنش خشکی و هیومیک‌اسید بر رشد، عملکرد و شکر تولیدی چغندرقند (*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 چغندرقند (*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 چغندرقند در زمان‌های کاشت مختلف و در دو روش کشت نشائی و بذری (خطی) درمنطقه آذربایجان‌غربی. *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 چغندرقند در شرایط کشت پاییزه. *زراعت و اصلاح نباتات*، ۱۳(۲)، ۴۳-۵۷.

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

جوکار، محمد؛ آرمین، محمد و جامی معینی، متین (۱۳۹۸). اثر پرایمینگ بر کاهش اثرات بقایای علف‌کش اپیروس در چغندرقند. *تحقیقات بذر*، ۹(۱)، ۱-۱۲.

چهارمحالی، محمد؛ سهرابی، یوسف؛ ابراهیمی کولائی، حسن؛ حسنی، مهدی؛ منصوری، حامد و حمزه، حمزه (۱۴۰۱). تأثیر تاریخ کاشت و سطوح آبیاری بر خصوصیات آنزیمی، عملکرد و اجزای عملکرد چغندرقند (*Beta vulgaris* L). *تنش‌های 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 چغندرقند زمستانه. رساله دکتری رشته زراعت، دانشگاه تربیت مدرس- تهران.

خوش‌نژاد، ناصر و میرمحمودی، تورج (۱۳۹۹). اثر پرایمینگ بذر و نشاکاری بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد قند و اجزای عملکرد چغندرقند (*Beta vulgaris*). *علوم و تحقیقات بذر ایران*، ۷(۴)، ۵۱۹-۵۳۰.

رحیمی، امیر؛ دولتی، بهنام و وحیدرزاده، سعید (۱۳۹۷). بررسی تأثیر همزمان کاربرد عناصر کم‌مصرف و هیومیک‌اسید بر برخی ویژگی‌ها کمی و کیفی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) رقم یونیورس. *مهندسی زراعی*، ۴۱(۴)، ۸۳-۹۷.

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

عبداللهیان نوقابی، محمد؛ شیخ‌الاسلامی، رضا و بابائی، بابک (۱۳۸۴). اصطلاحات و تعاریف کمیت و کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند. *چغندرقند*، ۲۱(۱)،۱۰۱-۱۰۴.

علیپور، شیما؛ جلیلیان، علی؛ تقوایی، منصور؛ راضی، هومن و کاظمینی، عبدالرضا (۱۳۹۸). اثر هیدروپرایمینگ بذر و تراکم بوته برعملکرد و صفات کیفی دو رقم چغندرقند در کشت تأخیری. *چغندرقند، ۳۵(۱)، ۳۳-۴۴.*

عروج نیا، سهیل؛ حبیبی، داوود؛ فتح‌الله طالقانی، داریوش؛ صفری دولت آبادی، سعید؛ پازکی، علیرضا؛ معاونی، پیام؛ رحمانی، مهدی؛ فرشیدی، محمد (۱۳۹۱). بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند تحت شرایط تنش خشکی. *زارعت و اصلاح نباتات*، ۸(۱)، ۱۲۷-۱۴۴.

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

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

میرزائی، محمدرضا و بابائی، بابک (۱۴۰۱). تأثیر محیط و پایه‌های مادری بر چگالی بذر و ارتباط آن با صفات جوانه‌زنی چغندرقند (*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 چغندرقند. *پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.*

وحیدی، هدایت؛ میرشکاری، بهرام؛ صادق‌زاده‌حمایتی، سعید؛ رجبی، اباذر و یارنیا، مهرداد (۱۳۹۷). واکنش صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های چغندرقند به تاریخ‌های مختلف کاشت و برداشت. *چغندرقند*، ۳۴(۱)، ۱-۱۵.

Refrencese

Abdollahian noghabi, M., Shikholeslami, R., & Babaee, 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).

Absalan, 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 hydroprimig 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^+ 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. *Zuckerindustry*, *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).

Cınar, 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. (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 Agricultural 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., & Babaee, 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/ijsst.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 nanoparcicle 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 15th 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.), Univers 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., & Omidi, 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.