Shahid Beheshti University

Sustainable Development of Geographical Environment

Journal homepage: https://egsdejournal.sbu.ac.ir

Feasibility of Bushehr Province for Delayed Autumn Cultivation of Sugar Beet Cultivars with an Emphasis on Environmental Sustainability

Shadkam[1], M., Aghamir[1*], F.,

1. Agroecology Department, Research Institute of Environmental Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Keywords:
- Ecosystem
- Sowing date
- Sugar content
- White sugar
- Root yield
- Environment

Original Article
Article history:
Received: 23/01/2023
Accepted: 07/02/2023

ABSTRACT

Autumn cultivation of sugar beet is more sustainable than to the spring cultivation because of the optimal use of rainfall and increased water consumption efficiency in the autumn. In the arid regions of the country, identifying new areas proper for autumn cultivation of this crop would be necessary; Therefore, the aim of this research is to investigate the possibility of delayed autumn sowing of three types of sugar beet in Bushehr province and its innovation, to verify the sustainability goals and agronomic management, to determine the sowing date and suitable cultivar for Bushehr province in the sugar supply chain. The treatments of this research, including fields in two levels (1 and 2), cultivars in three levels (Palma, SBSI 061 and Sharif) and delayed sowing dates in two levels (November 11 and 19) were all implemented in 3 replications. The quantitative and qualitative yield components of sugar beet were evaluated by multivariate statistical analysis and the least significant pairwise comparisons using Xlstat2020 software. The results showed that the triple interaction effects of cultivar, sowing date and field location on all components of sugar beet yield have been significant. The highest root yield and white sugar yield were reported as 111350 and 9127, Kg ha-1, respectively, in (Palma cultivar, sowing date November 11, in field 1) and (Palma cultivar, sowing date November11, in field 2). The average yield components in palma cultivars were justified at soil quality levels and no adverse phenomenon of bolting was observed in any of the treatments. Therefore, delayed cultivation of autumn sugar beet has the possibility of entering the agricultural ecosystem of Bushehr province, and in terms of environment, it has a sustainable potentiality; that is, it has resilience in agricultural ecosystems.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Citation:
Shadkam, M. and Aghamir, F., (2023). Feasibility of Bushehr Province for Delayed Autumn Cultivation of Sugar Beet Cultivars with an Emphasis on Environmental Sustainability, *Sustainable Development of Geographical Environment*: Vol. 5, No. 8, (89-104).
10.48308/sdge.2023.103835

* Corresponding author E-mail address: (F.aghamir@sbu.ac.ir) / Orcid ID: 0000-0002-2151-8322

Extended abstract

Background and purpose

Autumn cultivation of sugar beet is important in terms of the optimal use of rainfall and increasing the efficiency of water consumption; besides, it is economically more useful than the spring cultivation. But due to various reasons, including climatic conditions, its autumn cultivation is faced with limitations in Iran and many regions of the world. Therefore, to know new areas proper for autumn sugar beet cultivation would be necessary for the sustainable supply of sugar. In the arid regions of the country, it is necessary to identify new areas proper for autumn cultivation of this crop. Therefore, the aim of this research is to investigate the possibility of delayed autumn sowing of three types of sugar beet cultivars in Bushehr province and its innovation, to verify the sustainability goals and agronomic management, and to determine the sowing date and suitable cultivar for Bushehr province in the sugar supply chain.

Methodology

This experiment was carried out in two private farms with different soil and water characteristics as representatives of the agricultural lands of Bushehr province. The experimental treatments include the location of the field independently on two levels (Farm No. 1 and 2) and each farm with two cultivar treatments on three levels (Palma, SBSI 061 and Sharif) and different sowing dates on two levels (November 11 and 19) as the first and second sowing dates, which were performed in 3 replications. On April 29, that is about 170 days after the first sowing date, and 162 days after the second sowing date, sampling and harvesting operations were carried out in both fields. Quantitative and qualitative yield components of sugar beet, after data normalization, were evaluated with multivariate statistical analysis and least significant pairwise comparisons using Xlstat2020 software.

Findings and discussion

The findings of the research showed that the triple interaction effects of cultivar, sowing date and the field on all components of sugar beet yield are significant. The highest root yield and white sugar yield with 111350 and 9127, kg/ha, respectively, was obtained in (Palma cultivar, sowing date of November 11, in farm 1) and (Palma cultivar, sowing date of November11, in farm 2), and the lowest root yield and white sugar yield in the order was obtained with 47450 and 3044 kg/ha in (SBSI 061 cultivar, sowing date 11 November in field 2) and (Sharif cultivar, sowing date of November 19, in field 1). Furthermore, the highest sugar content, white sugar content and extraction coefficient of sugar were obtained respectively with (19.1, 16.9 and 88.5%) in (Palma cultivar, sowing date of November19 in field 2). The lowest amount of root impurities, including sodium and potassium, respectively 0.87 and 4.34 milliequivalents per 100 grams of root pulp, and the lowest amount of molasses sugar (1.61%) in (Palma cultivar, sowing date of November 19, in farm 2) was obtained, and the lowest amount of harmful nitrogen (0.80 milliequivalents per 100 grams of root pulp) was obtained in (Palma cultivar, sowing date of November 11, in field 2).

Conclusion

The results showed that farm No. 1, which had a type of soil and water with a suitable texture and high electrical conductivity, had a Quantitative performance, and Farm No. 2, which had a type of soil and water with lower electrical conductivity and less texture suitability, had superior quality characteristics. Despite the significance of the effect of sowing date on some investigated traits, it is not possible to state in general which sowing date is superior; thus, both sowing dates are recommended. The average yield components of the palma cultivar are justified at the soil quality levels, and the adverse phenomenon of bolting and other challenges of autumn cultivation were observed in none of them. Therefore, delayed autumn cultivation of sugar beet with a short growing period of 162 and 170 days has the possibility of being entered into the agricultural ecosystem of Bushehr province and has the potentiallity of environmental sustainability.

Keywords: Ecosystem, Sowing date, Sugar content, White sugar, Root yield, Environment.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

توسعه پایدار محیط جغرافیایی
Journal homepage: https://egsdejournal.sbu.ac.ir
Shahid Beheshti University

امکان‌سنجی استان بوشهر برای کشت پاییزه تاخیری ارقام چغندر قند با تاکید بر پایداری محیطی

مهدی شادکام[1]، فاطمه آقامیر[1*]

۱. گروه اگرواکولوژی، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

واژه‌های کلیدی:
- بوم‌نظام
- تاریخ کاشت
- درصد قند
- شکر سفید
- عملکرد ریشه
- محیط زیست

مقاله: پژوهشی
تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۸

چکیده

کشت پاییزه چغندرقند به دلیل استفاده بهینه از نزولات آسمانی و افزایش بهره‌وری مصرف آب نسبت به کشت بهاره آن، پایدارتر است. در حیطه جغرافیایی مناطق خشک کشور، شناسایی پهنه‌های جدید مستعد کشت پاییزه این محصول ضروری است. از اینرو هدف این پژوهش بررسی امکان کشت پاییزه تاخیری سه رقم چغندر قند در استان بوشهر است و نوآوری آن، برای راستی‌آزمایی اهداف پایداری و مدیریت به‌زراعی، تعیین تاریخ کاشت و رقم مناسب برای استان بوشهر در زنجیره تامین قند است. تیمارهای این پژوهش، شامل مزارع در دو سطح (۱ و ۲)، رقم در سه سطح (پالما، SBSI 061 و شریف) و تاریخ‌های کاشت تاخیری در دو سطح (۲۰ و ۲۸ آبان) همگی در ۳ تکرار اجرا شدند. اجزای عملکرد کمی و کیفی چغندر قند با تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره و مقایسات زوجی حداقل معنی‌داری با استفاده از نرم‌افزار Xlstat2020 ارزیابی شد. نتایج نشان داد که اثرات متقابل سه‌گانه رقم، تاریخ کاشت و محل مزرعه بر تمامی اجزای عملکرد چغندر قند معنی‌دار بوده است. بیشترین عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید به ترتیب با ۱۱۱۳۵۰ و ۹۱۲۷، $Kg\ ha^{-1}$ در (رقم پالما، تاریخ کاشت ۲۰ آبان در مزرعه ۱) و (رقم پالما، تاریخ کاشت ۲۰ آبان در مزرعه ۲) گزارش شد. میانگین اجزای عملکرد در رقم پالما در سطوح کیفیت خاک توجیه‌پذیر بود و در هیچ‌کدام از تیمارها، پدیده نامطلوب ساقه‌روی مشاهده نشد. بنابراین کشت تاخیری چغندرقند پاییزه امکان ورود به بوم‌نظام زراعی استان بوشهر را دارا است و از نظر محیط زیستی پتانسیل پایداری دارد یعنی در اکوسیستم‌های کشاورزی، دارای تاب‌آوری است.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

استناد:
شادکام، م. و آقامیر، ف.، (۱۴۰۲). امکان‌سنجی استان بوشهر برای کشت پاییزه تاخیری ارقام چغندر قند با تاکید بر پایداری محیطی، توسعه پایدار محیط جغرافیایی: سال ۵، شماره ۸، (۱۰۴-۸۹).
10.48308/sdge.2023.103835

* نویسنده مسئول: E-mail: (F.aghamir@sbu.ac.ir) / Orcid ID: 0000-0002-2151-8322

مقدمه

براساس پیش‌بینی مصرف سرانه شکر و افزایش جمعیت، در سال یک میلیون تن برای تامین نیازهای ۲۳۰ میلیون تن تا سال ۲۰۵۰ باید افزوده شود. حدود ۲۰ درصد تولید شکر جهان از چغندرقند[1] و بقیه به‌طور کامل از نیشکر[2] حاصل می‌شود (Stephan et al, 2019). افزایش تقاضا برای هر دو محصول در دنیا برای تولید سوخت‌های زیستی نیز پیش‌بینی می شود. پایداری کشت چغندر قند، از چشم‌انداز محیط زیست و اقتصاد، حائز اهمیت و الویت است. از راهکارهای پایداری، تحقیق و توسعه کشاورزی است. با گسترش روابط بلندمدت با چغندرکاران متخصص و ماهر، پایداری و بهره‌وری شیوه‌های کشاورزی چغندر قند، تضمین و نیازهای آیندگان برآورده خواهد شد. رویکرد اشتراک‌گذاری دانش جدید در مورد شیوه‌های کشاورزی، افزایش بهره‌وری تولید و تقویت بیشتر روابط خود با کشاورزان در چند دهه گذشته تأثیر مثبت بسیار بر پایداری کشاورزی چغندرقند داشته است (Nordzucker, 2023). صنعت چغندر قند در اروپا از کشاورزان تا تولیدکنندگان و خواربارفروشان در راستای پایداری و شیوه‌های کشاورزی، برنامه ابتکاری کشاورزی پایدار (SAI Platform, 2013) را به شیوه پایدار رقابتی، با روابط مستقیم در رسیدگی به مسائل کشاورزان تسهیل نموده است تا در صنعت چغندر قند اهداف پایداری محقق شود. صنعت شکر اتحادیه اروپا با رویکرد پایداری، در قلب جوامع روستایی، همسو با اهداف کمیسیون اروپا در قرارداد سبز، اصرار دارد اثرات محیط زیستی تولید شکر را کاهش دهد و در عین حال عرضه ثابت به بازار را تضمین کند. کشاورزان در راستای توسعه پایدار سازمان ملل متحد (SDGs) و بهبود پایداری اقتصادی، محیط زیستی و اجتماعی در زنجیره تامین قند، با ابزارهای چندمنظوره معیار، خودارزیابی و یا راستی‌آزمایی، به دنبال صرفه‌جویی در زمان و منابع هستند (CEFS, 2020). تولید قند از گیاه چغندر قند از نظر محیط زیستی و اکولوژیکی پایدار است. چغندر قند همواره در تناوب با سایر محصولات زراعی کشت می‌شود که این تناوب زراعی به حاصلخیزی خاک و کاهش سطح بیمارگرها و آفات کمک می‌کند و در نتیجه نیاز به محصولات حفاظتی را کاهش می‌دهد (CEFS, 2020). چغندر قند سیستم ریشه عمیق‌تر، آبشویی نیتروژن کمتر، کارایی عناصر غذایی و جذب آب بیشتری در مقایسه با نیشکر دارد (Glower et al, 2007; Jordan et al, 2007). امروزه در راستای استراتژی اروپا ۲۰۲۰، صنعت چغندر قند، به دلیل کاهش مصرف انرژی اولیه، امتیاز تاب‌آوری در کاهش اثرات تغییر آب و هوایی را کسب نموده است (CEFS, 2020). به این معنی که، هزینه فرآوری چغندرقند در مقایسه با نیشکر، کاهش یافته است (Stevanato et al, 2019). مصرف انرژی در تمامی مراحل تولید شکر، از استخراج قند تا خشک کردن تفاله چغندر با سیستم‌های ترکیبی حرارت و برق (CHP) و بازیافت گرما به حداقل می‌رسد. به عبارت دیگر، سیستم‌های CHP، با تولید بخار و الکتریسیته و بازیافت آب، مصرف آب شیرین را کاهش می‌دهند. در واقع در طول فرآوری از چغندر قند، ۹۰ درصد آب مصرفی تامین می‌شود. همچنین، بخش قند چغندر اتحادیه اروپا دارای سابقه طولانی در تولید طیف گسترده از محصولات علاوه بر شکر سفره است. از دیگر کاربردها می‌توان به خوراک دام و اتانول تجدیدپذیر برای مصارف غذایی و غیرغذایی اشاره کرد. تنوع تولید محصولات زیستی در صنایع پلاستیک، منسوجات، داروسازی و مواد شیمیایی از دیگر کاربردهای چغندرقند است (CEFS, 2020). بنابراین این بخش یکی از عوامل کلیدی اقتصاد سبز در اروپا در سناریوی کشاورزی ۵۲ کشور، در مناطق با آب و هوای معتدل است (Central and south Europe, USA). امروزه، اثر پدیده گرمایش کره زمین و کمبود جدی منابع آب در کشاورزی مناطق گرم و خشک ایران از جمله استان بوشهر محسوس است (دانشگر و همکاران، ۱۴۰۰) و در راستای سازگاری با تغییر اقلیم در کشاورزی، راهبردهای تعیین تاریخ کاشت و انتخاب رقم مناسب در هر منطقه در راستای اهداف توسعه پایدار ضروری است (Han et al, 2022). کشت پاییزه چغندر قند، از راه‌کارهای سازگاری در مناطق گرم و خشک با بارندگی‌های دیرهنگام پاییزی است (Rasovsky et al, 2022). کشت پاییزه متداول در مهرماه و نیمه اول آبان ماه با چالش‌های عدم جوانه‌زنی، استقرار گیاه، حمله لاروهای برگخوار و پرندگان، تبخیر و تعرق زیاد و نیاز آبی در استان بوشهر همراه است (IRNA, 2017)؛ زیرا بارندگی‌های پاییزه در این استان آغاز نشده، همچنین دمای

هوا هم بالاتر از حد بهینه برای چغندر قند است، بنابراین به نظر می‌رسد که کشت پاییزه چغندر قند به صورت تاخیری بر این چالش‌ها غلبه نماید (شفاپور و همکاران، ۱۴۰۱).

مبانی نظری و پیشینه

در ایران، امکان تولید شکر با کشت نیشکر و چغندرقند هم به صورت کشت بهاره و هم پاییزه فراهم است (فتح الله طالقانی و همکاران، ۱۳۹۵). کشت چغندر قند بهاره از اوایل اسفند تا پایان اردیبهشت ماه و برداشت آن از اواخر شهریور تا اوایل آذرماه است. در حالی که، کشت پاییزه این محصول از اواخر شهریور ماه شروع و تا اوایل آذرماه بوده و برداشت از اواخر فروردین ماه آغاز و تا اواخر خرداد ماه ادامه دارد (فتح الله طالقانی، ۱۴۰۰). کشت چغندر قند پاییزه در مقایسه با بهاره، دارای مزیت‌های نسبی متعددی است که مهم‌ترین آن، افزایش کارایی مصرف آب است. به‌طوری که، محصول بهاره به ازای مصرف هر متر مکعب آب، ۶۰۰ گرم شکر و محصول پاییزه ۹۰۰ گرم شکر تولید می‌نماید (اوراضی زاده، ۱۳۹۸). کشت چغندر قند بهاره به دلیل محدودیت تامین نیاز آبی نسبتا زیاد در بهار و تابستان در شرایط اقلیمی خشک کشور، با چالش مواجه است (دیهیم فرد و رحیمی مقدم، ۱۳۹۴)، درحالی که کشت پاییزه چغندر قند با استفاده از نزولات آسمانی در پاییز به‌عنوان یک محصول مهم در سامانه‌های تناوب زراعی در اقلیم خشک ایران مورد توجه بوده است (فتح الله طالقانی و همکاران، ۱۳۹۵). در پژوهشی برای تعیین ارزش زراعی ارقام خارجی چغندر قند در مناطق کشت پاییزه در دو سال، یافته‌ها نشان داد که بین ارقام از نظر عملکرد، کیفیت و پدیده ساقه‌روی تفاوت معنی‌دار وجود داشته است (رجبی، ۱۳۹۵). آزمایشی بر روی تهیه و ارزیابی هیبریدهای منوژرم چغندر قند مناسب کشت پاییزه در مناطق گرم و معتدل به صورت دو آزمایش جداگانه انجام شد و نتایج نشان داد در هر دو آزمایش رقم شاهد در اکثر مناطق کمتر از ۵۰ درصد ساقه‌روی داشت در نتیجه شرایط اقلیمی برای بروز ساقه‌روی کاملاً مساعد نبوده است (حسین‌پور، ۱۳۹۹). نتایج تحقیق اوراضی‌زاده (۱۳۹۸) بر روی خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌های اصلاح شده جدید مقاوم به ساقه‌روی در مناطق گرم و معتدل در دو سال زراعی نشان داد رقم شاهد حساس ۹۵۹۷ در اکثر مناطق در سال‌های اجرا کمتر از ۵۰ درصد بوته به ساقه رفته داشت و برای بروز پدیده بولتینگ مساعد نبوده است. همچنین، براساس میانگین شکر تولیدی، هیبرید شماره ۱ با اوریژین Pool-PC-F2-HSF-60-P.3*(FC607*474) با تولید ۷/۲۵ تن شکر نسبت به ارقام شاهد و سایر هیبریدها برتری دارد، ولی از نظر درصد بولتینگ هیبرید شماره ۸ با اوریژین (6*32877*474-7112) با کمترین میزان بولتینگ به مقدار ۰/۷۷ درصد نسبت به کل ارقام شاهد و هیبریدها برتری قابل ملاحظه‌ای دارد. آزمایشی که به بررسی سازگاری ارقام خارجی چغندر قند در مناطق کشت پاییزه طی دو سال زراعی انجام گرفت نشان داد در دزفول، ارقام SY BELANA، PICASSO، DAVINCHI، CARMA و KUHN44 از نظر عملکرد شکر سفید نسبت به میانگین ارقام شاهد مقاوم، برتری داشته و بدون ساقه‌روی بودند. در داراب، ارقام PICASSO، FDB2059، FDB2060 و KUHN44 از لحاظ عملکرد شکر سفید با میانگین ارقام شاهد خارجی در یک گروه آماری قرار گرفتند و از مقاومت به ساقه‌روی مناسبی نیز برخوردار بودند. در کردکوی، رقم KUHN44 از نظر عملکرد شکر سفید نسبت به میانگین ارقام شاهد مقاوم برتری داشته و از مقاومت به ساقه‌روی مناسبی نیز برخوردار بود (رجبی، ۱۳۹۹). در آزمایشی که بر روی عملکرد، کیفیت و مقاومت به ساقه‌روی ارقام خارجی چغندر قند در مناطق کشت پاییزه در دو سال زراعی انجام شد، بیان داشتند که در طی دو سال در دزفول، ارقام BOSS، NERO، B7119، CHARLESTON، SILANTO و JUNCAL از نظر عملکرد شکر سفید نسبت به میانگین ارقام شاهد مقاوم برتری داشته و میزان ساقه‌روی آنها بسیار پایین (کمتر از ۰/۱ درصد) بود. در داراب نیز ارقام BTS4770، CHARLESTON و JUNCAL به ترتیب با ۱۵/۹، ۱۵/۲ و ۱۶/۳ تن در هکتار از لحاظ عملکرد شکر سفید دارای برتری معنی‌دار نسبت به میانگین ارقام شاهد مقاوم بودند اما فقط رقم BTS4770 از درصد ساقه‌روی پایین (۰/۱ درصد) برخوردار بود. همچنین، در گنبد فقط رقم NERO از نظر عملکرد شکر سفید نسبت به میانگین ارقام شاهد مقاوم برتری معنی‌دار داشته و از مقاومت به ساقه‌روی مناسبی (۰/۰۹

درصد) نیز برخوردار بود (رجبی، ۱۴۰۰). پایداری چغندر قند در صنعت به‌طور قابل توجه بالا است. با این حال، هنوز چالش‌هایی برای افزایش پایداری در بخش کشت چغندرقند وجود دارد (Stevanato et al, 2019). یکی از مهم‌ترین پیش نیازها انعطاف‌پذیری و سازگاری با اقدامات با نهاده‌های کمتر است. افزایش پتانسیل عملکرد چغندر قند، نه با افزایش فشردگی کشت، بلکه با استفاده بهتر از منابع و عوامل طبیعی تولید حاصل می‌شود. پایداری کشت چغندر قند، با افزایش عملکرد و کیفیت چغندر قند با به‌نژادی و مدیریت بهینه محصول فراهم می‌شود. مهم‌ترین ابعاد محیط زیست در کشت چغندر قند، مدیریت خاک، پایش و یا کنترل آفات و بیماری، برداشت و تحویل چغندرقند است (Marlander et al, 2003). در کشت تاخیری با احتمال وقوع بارندگی بیشتر، آب بیشتر در خاک فراهم می‌شود و در نتیجه جوانه‌زنی و استقرار اولیه گیاه موفقیت‌آمیزتر خواهد بود. گفتنی است که در کشت چغندر قند، بارندگی قبل از کاشت سبب سبز شدن علف‌های هرز و کاهش هزینه سنگین مبارزه با علف‌های هرز می‌شود (Gobarah et al, 2019). بنابراین در کشت تاخیری چغندر قند به دلیل احتمال کمتر حمله آفات، بیماری و علف‌های هرز، مصرف سموم آفت‌کش به شدت کاهش یافته و سبب کاهش پدیده نامطلوب ساقه‌روی یا بولتینگ می‌شود (Tränkner et al, 2016). بنابراین، می‌تواند گام مهم در راستای سازگاری با تغییر اقلیم و اصول کشاورزی اکولوژیک و اهداف توسعه پایدار باشد. تاریخ کشت چغندر قند پاییزه در استان بوشهر با چالش مواجه است. با توجه به مزایای کشت پاییزه و تاخیری چغندر قند، نوآوری این پژوهش، در جهت راستی آزمایی وضعیت محیطی استان بوشهر و اجزای عملکرد کمی و کیفی در دو مزرعه با سه رقم و دو تاریخ کاشت تاخیری، است. امید است نتایج این پژوهش، در بهبود پایداری محیط زیستی در زنجیره تامین قند چغندر قند مطلوب واقع شود.

روش‌شناسی

این پژوهش، در دو سطح مزرعه (مزرعه شماره ۱ و ۲) با سه سطح رقم (شریف، SBSI 061 و پالما)، و تاریخ‌های کاشت تاخیری در دو سطح (۲۰ و ۲۸ آبان) با سه تکرار اجرا شد. مزرعه شماره ۱ در اراضی روستای سمل شمالی از توابع شهرستان تنگستان و مزرعه شماره ۲ در اراضی روستای گلنگون از توابع شهرستان تنگستان در استان بوشهر قرار دارد (شکل ۱). میانگین بارش ۲۶۰ میلی‌متر و دما ۲۴ درجه سانتی‌گراد است. آب و هوا بر اساس روش آمبرژه، گرم و خشک تعیین شده است (مرکز هوا و اقلیم شناسی بوشهر، ۱۳۹۶). نتایج آزمون خاک و آب (جداول ۱و ۲) نشان از تفاوت دو منطقه دارد.

شکل ۱: موقعیت مکانی مزارع چغندر قند

با توجه به نتایج آزمون خاک کودهای پایه براساس توصیه بهینه کودی، در مزرعه شماره ۱ و ۲ شامل دی آمونیوم فسفات ۱۵۰، گوگرد بنتونیت ۹۰ درصد ۳۰۰ و باکتری تیوباسیلوس ۶ $kg\ ha^{-1}$ افزوده شد. کود آلی ۱۸ و ۲۵ $ton\ ha^{-1}$ و سولفات

پتاسیم ۵۰ و ۲۵۰ kg ha^{-1} به ترتیب به مزارع ۱ و ۲ اضافه شد. فاصله بین ارقام به اندازه ۸ خط نکاشت (۲/۵ متر) و فاصله بین تاریخ‌های کاشت ۱ متر در نظر گرفته شد. بذور مصرفی چغندرقند ارقام منوژرم ژنتیکی با عمق کاشت ۱ تا ۲ سانتی‌متر و آرایش کاشت به صورت ۵۰*۲۵ بود. پشته‌ها حذف شد و کاشت در زمین به‌طور کامل مسطح بدون جوی و پشته انجام شد که این امر برای رویارویی با شوری آب و خاک مزارع و استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار به صورت قطره‌ای صورت گرفت (تازیکه و همکاران، ۱۴۰۰). تراکم بوته در این آزمایش حدود ۱۰۰ تا ۱۱۰ هزار بوته در هکتار بود. همزمان با عملیات تنک کردن، عملیات وجین نیز انجام شد. در کشت تاخیری چغندر قند در استان بوشهر آفت یا بیماری مشاهده نشد. فقط در انتهای رشد و با گرم شدن هوا از اسفند ماه به بعد، با لاروهای برگخوار در مزارع با سموم رایج مبارزه شد.

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (عمق۰-۳۰ سانتی‌متر)

Field(No.) مزرعه (شماره)	درصد مواد خنثی شونده T.N.V(%)	درصد اشباع S.P.(%)	بافت Soil Texture	قابلیت هدایت الکتریکی EC ($ds\ m^{-1}$)	اسیدیته pH	کربن آلی OC(%)	نیتروژن N Available (%)	قابل جذب Available ($mg\ Kg^{-1}$)					
								فسفر P	پتاسیم K	آهن Fe	روی Zn	منگنز Mn	مس Cu
1	52	36.3	لوم-شنی Sandy Loam	9.6	7.8	0.78	0.078	5.22	226	3.47	0.51	3.73	0.2
2	69.5	32	شنی Sandy	6.9	7.3	0.68	0.068	5.08	88	1.84	0.52	5.84	0.105
محدوده قابل قبول	<10			<2.5	5.5-7	2-3	0.2-0.3	15	300	10-15	2-3	1-2	8-10

جدول ۲: آزمون شیمیایی آب چاه

مزرعه (شماره)	1	2	محدوده قابل قبول
قابلیت هدایت الکتریکی EC(ds m-1)	4.487	3.177	<2.5
pH اسیدیته	7.7	7.3	6-7.5
TDS(mg L-1) کل جامدات محلول	2871	2033	>1500
Ca^{+2}+Mg^{+2} (mg L^{-1} CaCO3) کلسیم+منیزیم	52.8	43.2	>330
S.A.R نسبت جذب سدیم	3.8	0.93	<10
Total Alkalinity (mg L-1 $CaCO_3$) قلیاییت کل	100	140	80-120
Total Hardness (mg L^{-1} $CaCO_3$) سختی کل	2640	2160	>200
CO_3^{-2} (meq L-1) کربنات	0	0	-
HCO^{-}_3 بی‌کربنات	2	2.8	<2.5
Cl^{-1} کلراید	12.8	3.6	<12
SO_4^{-2} سولفات	57.8	41.36	<10
Ca^{+2} کلسیم	25	26	<10
Mg^{+2} منیزیم	27.8	17.2	<8
Na^{+} سدیم	19.5	4.3	<12
K^{+} پتاسیم	0.32	0.26	-
Cations &Anions مجموع کاتیون و آنیون‌ها	72.6	47.76	

در طول فصل رشد، قارچ‌کش زیستی و جهت تغذیه تکمیلی، افزایش مقاومت گیاه به تنش‌ها و تامین عناصر مورد نیاز چغندرقند در مراحل رشد از کودهای بیولوژیک، اسید هیومیک، محرک‌های رشد، اسید آمینه، عناصر میکرو (کودهای حاوی بر) و همچنین کودهای ماکرو قابل حل در آب، به صورت محلول‌پاشی و آبیاری مورد استفاده قرار گرفت. عنصر نیتروژن از کود اوره به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار و در سه مرحله در مزارع در آب آبیاری استفاده شد. کلیه کود اوره تا زمان بسته شدن کانوپی چغندر قند مصرف شد. در تاریخ ۹ اردیبهشت ۱۳۹۷ یعنی حدود ۱۷۰ روز پس از تاریخ کاشت اول و ۱۶۲ روز پس از تاریخ کاشت دوم نمونه‌برداری و عملیات برداشت در سطح هر دو مزرعه انجام گرفت. صفات کمی شامل عملکرد ریشه و صفات کیفی از جمله درصد قند، سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره، شکر قابل استحصال، ضریب

استحصال شکر، قند ملاس و عملکرد شکر سفید در آزمایشگاه تکنولوژی قند موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه بذر چغندر قند اندازه‌گیری شد. قند ناخالص یا عیار[۳] (SC) به روش پلاریمتری (Kennchen, 1997). سدیم (Na) و پتاسیم (K)، به روش فلیم فتومتری (Kunz, 2004) و نیتروژن مضر (N)، به روش کروماتوگرافی با betalyzer بر حسب میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه بیان شد. برای محاسبه شکر قابل استحصال[۴] و ضریب استحصال شکر[۵] بر حسب درصد از رابطه ۱ و ۲ استفاده شد.

رابطه ۱)

$$WSC = SC - (MS + 0.6)$$

رابطه ۲)

$$ECS = \left(\frac{WSC}{SC}\right) \times 100$$

میزان قند ملاس[۶] براساس فرمول راینفلد[۷]، بر پایه میزان پتاسیم (K)، سدیم (Na) و نیتروژن مضره (N) با رابطه ۳ محاسبه شد.

رابطه ۳)

$$MS = 0.343(K + Na) + 0.094(N) - 0.31$$

عملکرد شکر سفید[۸] بر حسب کیلوگرم در هکتار نیز براساس شکر قابل استحصال و عملکرد ریشه از رابطه ۴ برآورد شد.

رابطه ۴)

$$WSY = WSC \times RY$$

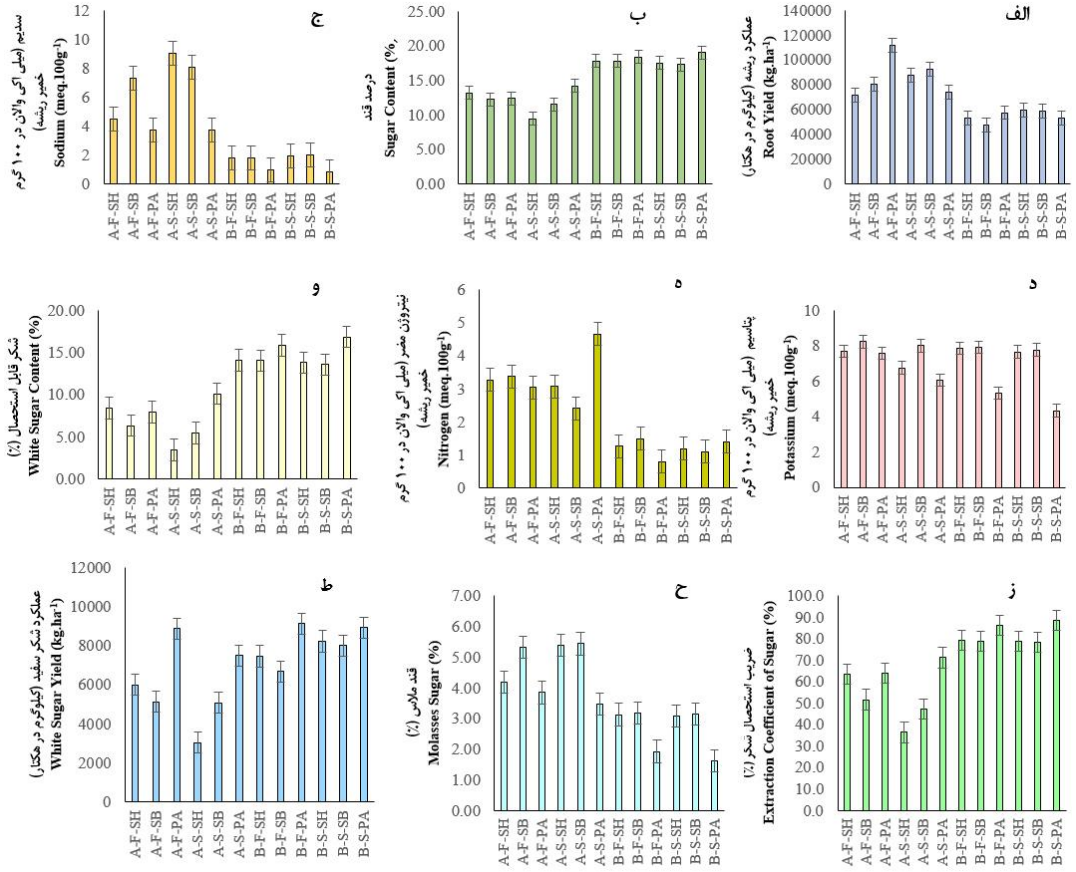
تجزیه و تحلیل آماری اجزای عملکرد پس از نرمال‌سازی داده‌ها، براساس تحلیل واریانس چندمتغیره[۹] با نرم‌افزار Xlstat 2020 با استفاده از توزیع لامبادای ویلکز[۱۰] انجام شد، همچنین مقایسات زوجی حداقل اختلاف معنی‌داری براساس آزمون توکی[۱۱] صورت گرفت.

یافته‌ها

عملکرد ریشه

براساس تجزیه واریانس چند متغیره (جدول ۳)، اثرات متقابل دوگانه (رقم × تاریخ کاشت، رقم × محل مزرعه، تاریخ کاشت × محل مزرعه) و سه‌گانه (رقم × تاریخ کاشت × محل مزرعه) بر عملکرد ریشه در سطح احتمال ۹۹ درصد ($p \leq 0.01$) معنی‌دار بوده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد ریشه در مزرعه اول و تاریخ کاشت ۲۰ آبان‌ماه در رقم پالما (۱۱۱،۳۵۰ Kg ha^{-1}) و کمترین در مزرعه دوم و همان تاریخ کاشت در رقم SBSI 061 (۴۷،۵۴۰ Kg ha^{-1}) حاصل شد و تفاوت بیشترین و کمترین عملکرد ریشه، ۱۳۴ درصد است (شکل ۲ الف). بیشترین عملکرد ریشه در تاریخ کاشت ۲۰ آبان‌ماه، رقم پالما و در تاریخ کاشت ۲۸ آبان‌ماه رقم‌های شریف و SB است (شکل ۳). تاریخ کاشت با تاثیر بر میزان جذب تشعشع کانوپی گیاهی بر رشد، تعداد، اندازه و سن برگ اثر دارد (Chapepa et al, 2020). تاخیر تاریخ کاشت، همراه با کاهش دوره رشد رویشی و شاخص سطح برگ در زمان ظهور گیاهچه، ماده خشک گیاهی را تا پایان دوره رشد کاهش می‌دهد (Fahad et al, 2017). گفتنی است که در پژوهشی بررسی سه تاریخ کاشت (اول مهر، نیمه مهر و اوایل آبان) در کشت پاییزه مغان نشان داد که تاریخ کاشت تاخیری بر کاهش عملکرد اثر معنی‌دار نداشته است (فتح الله طالقانی و همکاران، ۱۳۹۰). مطالعه صادق‌زاده حمایتی و همکاران (۱۳۹۱) بر روی چغندر قند پاییزه نشان داد اثر تاریخ کاشت بر عملکرد ریشه چغندر قند پاییزه معنی‌دار بود و با تاخیر در کاشت، عملکرد ریشه چغندر قند کاهش یافت. در پژوهشی، اثر سه تاریخ کاشت ۱۰ شهریور، ۹ مهر و ۱۰ آبان بر عملکرد ریشه چغندر قند پاییزه در مصر نشان داد که بیشترین وزن ریشه در تاریخ کاشت ۹ مهر، پس از ۱۲۰ و ۱۵۰ روز به ترتیب به ۴۶۸ و ۶۰۸ گرم شده است (Gobarah et al, 2019). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در تاریخ‌های کاشت تاخیری در استان بوشهر، ارقام

چغندر قند عملکرد ریشه متفاوت دارند. رقم‌های مقاوم به پدیده ساقه‌رفتن امکان توسعه کشت تاخیری پاییزه چغندر قند در مناطق گرمسیری را فراهم می‌نماید. نتایج پژوهش احمدی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که رقم گیادا با تولید بیشترین عملکرد ریشه نسبت به دیگر ارقام به‌عنوان رقم مناسب برای کشت پاییزه تاخیری در منطقه بردسکن است. در بررسی پتانسیل ارقام تجاری چغندر قند پاییزه در استان خراسان گزارش کرد که ارقام مختلف دارای اختلاف معنی‌دار در عملکرد ریشه هستند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶). از طرف دیگر، در پژوهش حاضر شرایط متفاوت خاک دو مزرعه (جدول ۱) اثر معنی‌دار بر عملکرد ریشه را نشان داده است و در مزرعه اول عملکرد ریشه در همه ارقام به مراتب بالاتر از مزرعه دوم می‌باشد (شکل ۳). خاک مزرعه دوم، سبک و شنی با منافذ درشت، امکان ذخیره آب و مواد غذایی کمتری داشته است؛ قابل ذکر است که خاک‌های شنی با منافذ درشت انشعاب ریشه و ریشه‌های مویین کمتری دارند (Burak et al, 2021) و با کاهش گستردگی ریشه، جذب آب و عناصر غذایی کمتر و عملکرد ریشه چغندر قند در مزرعه دوم کاهش یافته است (Masaka and Khumbula, 2007).



شکل ۲: مقایسه میانگین اجزای عملکرد چغندر قند، مزرعه اول (A)، مزرعه دوم (B)، رقم شریف (SH)، رقم SBSI 061 (SB)، رقم پالما (PA)، تاریخ کاشت ۲۰ آبان (F) و تاریخ کاشت ۲۸ آبان (S)

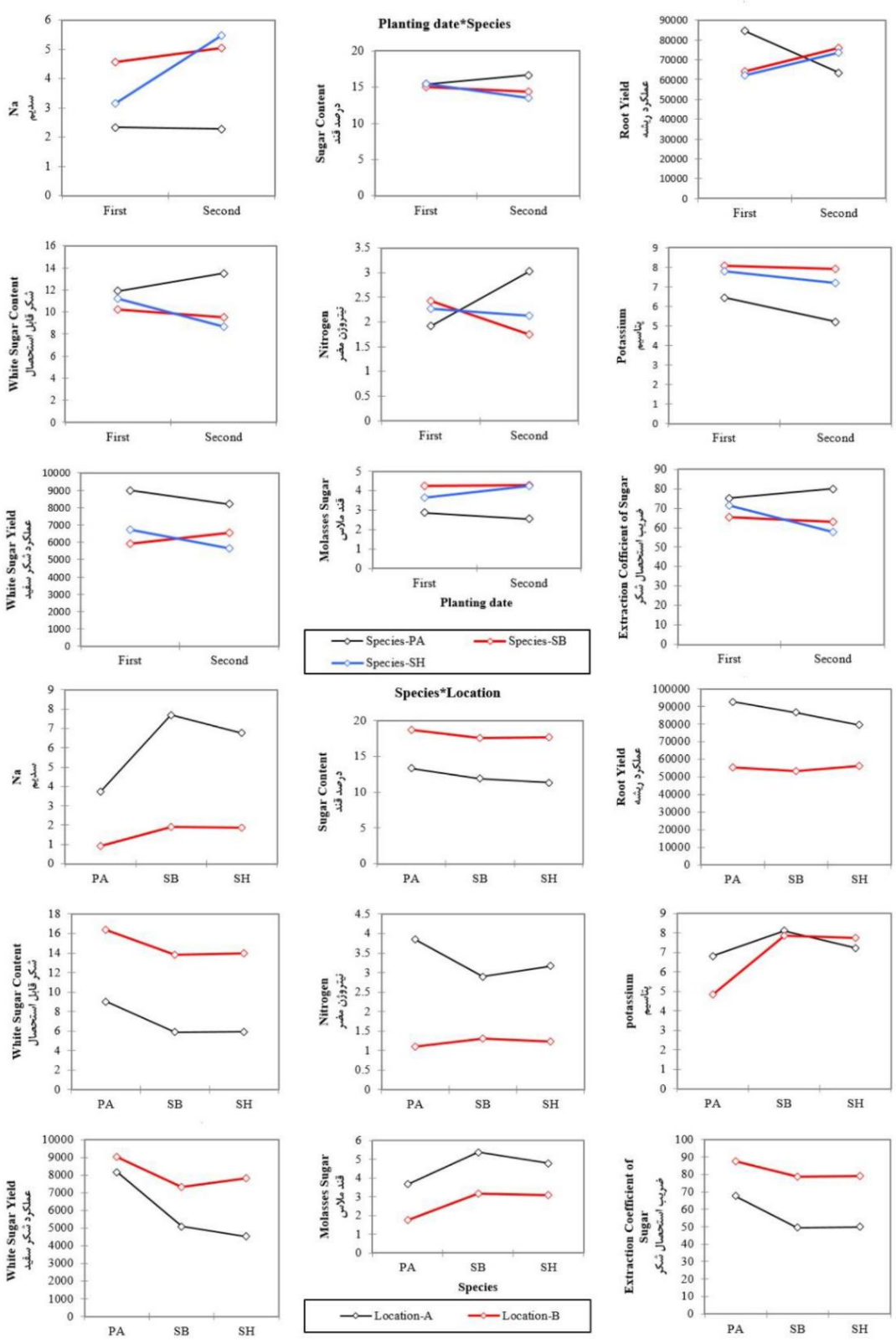
درصد قند، شکر قابل استحصال و ضریب استحصال شکر

نتایج تجزیه واریانس چند متغیره نشان داد که اثرات متقابل دوگانه (رقم × تاریخ کاشت، تاریخ کاشت × محل مزرعه) و سه‌گانه (رقم × تاریخ کاشت × محل مزرعه) بر درصد قند، شکر قابل استحصال و ضریب استحصال شکر معنی‌دار بوده است (جدول ۳)، در صورتی که اثر متقابل دوگانه رقم × محل مزرعه بر درصد قند و شکر قابل استحصال معنی‌دار نیست. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد قند، شکر قابل استحصال و ضریب استحصال شکر به ترتیب با (۱۹/۱، ۱۶/۹ و ۸۸/۵ درصد) در تاریخ کاشت ۲۸ آبان‌ماه در رقم پالما در مزرعه دوم و کمترین آنها به ترتیب با (۹/۴۵،

۳/۴۶ و ۳۶/۴ درصد) در رقم شریف و تاریخ کاشت دوم در مزرعه اول است (شکل ۲ ب، و و ز). در حالی که درصد قند، شکر قابل استحصال و ضریب استحصال شکر در تاریخ کاشت ۲۰ آبان‌ماه نسبت به ۲۸ آبان‌ماه برای رقم‌های شریف و SB بیشتر بوده است (شکل ۳). یافته‌های این پژوهش، با نتایج سایر پژوهشگران هم‌خوانی دارد (فتح الله طالقانی، ۱۴۰۰). پژوهش حاضر نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف در تاریخ‌های کاشت تاخیری از لحاظ درصد قند، شکر قابل استحصال و ضریب استحصال شکر متفاوت هستند و رقم پالما بر خلاف سایر ارقام در تاریخ کشت دیرتر دارای برتری بوده است که با نتایج سایر پژوهشگران (اوراضی زاده، ۱۳۹۸؛ حسین پور، ۱۳۹۹؛ رجبی، ۱۳۹۵) همخوانی دارد. بیشترین ضریب استحصال شکر در کشت پاییزه چغندر قند در استان ایلام در رقم سیلوتا و تاریخ کاشت زودتر و دوره رشد طولانی‌تر به دست آمده است (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۹).

سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضر و قند ملاس

نتایج تجزیه واریانس چندمتغیره نشان داد که اثرات متقابل سه‌گانه رقم، تاریخ کاشت و محل مزرعه بر ناخالصی سدیم و نیتروژن مضر و قند ملاس چغندر قند در تمام موارد معنی‌دار ($p \leq 0.01$) و در پتاسیم معنی‌دار نبوده است (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشینه ناخالصی‌ها در مزرعه اول است (شکل ۳)؛ بیشترین سدیم در تاریخ کاشت دوم در رقم شریف در مزرعه اول (۹/۰۲ $meq.100g^{-1}$) و کمترین سدیم در تاریخ کاشت دوم در رقم پالما در مزرعه دوم (۰/۸۷ $meq.100g^{-1}$) است (شکل ۲ ج). بیشترین پتاسیم در تاریخ کاشت اول در رقم SBSI 061 در مزرعه اول (۸/۲۳ $meq.100g^{-1}$) و کمترین در تاریخ کاشت دوم در رقم پالما در مزرعه دوم (۴/۳۴ $meq.100g^{-1}$) حاصل شد (شکل ۲ د). همچنین بیشترین نیتروژن مضر در تاریخ کاشت دوم در رقم پالما در مزرعه اول (۴/۶۵ $meq.100g^{-1}$) و کمترین در تاریخ کاشت اول در رقم پالما در مزرعه دوم (۰/۸ $meq.100g^{-1}$) به دست آمده است (شکل ۲ ه). بیشترین قند ملاس در تاریخ کاشت دوم در رقم SBSI 061 در مزرعه اول (۵/۴۴ درصد) و کمترین در تاریخ کاشت دوم در رقم پالما در مزرعه دوم (۱/۶۱ درصد) است (شکل ۲ ح). کشت پاییزه در مقایسه با بهاره، ناخالصی سدیم و ابتلا به بیماری‌های گیاهی را کاهش می‌دهد (سلطانی و همکاران، ۱۴۰۰). از دلایل کاهش میزان سدیم در تاریخ کاشت اول در مقایسه با دوم (شکل ۳)، درصد قند بیشتر در تاریخ کاشت اول است. با توجه به اینکه، برتری رقم پالما در عیار قند در مقایسه با سایر ارقام، میزان سدیم کمتری دارد. در تایید مطلب، کشت پاییزه ارقام مختلف چغندر قند در استان البرز نشان داد که رقم ویکو ناخالصی‌های کمتر از رقم شریف و ضریب استحصال قند ۷۰ درصد داشته است (حسین‌پور، ۱۳۹۹). از اثرات نامطلوب تاخیر کاشت، افزایش نرخ جذب پتاسیم است (صادق‌زاده حمایتی و همکاران، ۱۳۹۱) (Soleymani and Shahrajabian, 2017)؛ که در هیبریدهای مختلف تفاوت آشکار است (حسنی و همکاران، ۱۴۰۰). در تاریخ کاشت دوم در تمامی ارقام، پتاسیم کاهش یافته است. به نظر می‌رسد که در تاریخ کاشت دوم عیارقند در رقم پالما افزایش و دوره رشد چغدرقند تکمیل شده است. یافته‌های پیشین نشان داده‌اند که تاخیر تاریخ کاشت، نیتروژن مضر را کاهش داده است (اشرف منصوری، ۱۳۷۹؛ عزیزی، ۱۳۷۸؛ صادق‌زاده حمایتی و همکاران، ۱۳۹۱). تاریخ کاشت دوم، نیتروژن مضر را در رقم‌های شریف و SB کاهش داده است؛ در صورتی که رقم پالما واکنش متفاوت داشته؛ به‌طوری که با تاخیر کاشت نیتروژن مضر افزایش یافته است که به دلیل افزایش عیار قند در تاریخ کاشت دوم است. بنابراین، ژنوتیپ‌های مختلف از نظر جذب ناخالصی‌ها متفاوت هستند. یافته‌های این پژوهش، نتایج سایر پژوهشگران (حمیدی و همکاران، ۱۴۰۱) را تایید می‌نماید؛ ژنوتیپ SVZA 2019-JD0401 در مقایسه با ژنوتیپ SBSI-7 چغندر قند در کشت پاییزه، ۳۱ درصد نیتروژن مضر کمتری داشته است. کمترین ناخالصی چغندر قند در تاریخ‌های کاشت اول و دوم به ترتیب در رقم پالما است. ناخالصی رقم شریف در مقایسه با رقم SB در تاریخ کاشت اول کمتر و در تاریخ کاشت دوم بیشتر است. تاریخ کاشت با تغییر رطوبت و دمای خاک، بر کیفیت چغندر قند اثر دارد (Ilkaee et al, 2016; Maralian et al, 2008). درصد قند ملاس به‌طور مستقیم از روی ناخالصی‌های ریشه محاسبه می‌شود (Rahimi and Ahmadi, 2020). شایان ذکر است که تفاوت شرایط و اقلیم و آزمایش مقایسه نتایج را دشوار می‌سازد.



شکل ۳: آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری عوامل رقم، تاریخ کاشت و محل مزرعه بر اجزای عملکرد، رقم‌های شریف (SH)، SBSI 061 (SB) و پالما (PA)، تاریخ‌های کاشت ۲۰ آبان (First) و ۲۸ آبان (Second)

جدول ۳: تجزیه واریانس اثرات متقابل رقم، تاریخ کاشت، محل مزرعه بر اجزای عملکرد چغندر قند

عوامل Factor	Hyp df	Error df	عملکرد ریشه			درصد قند			سدیم			پتاسیم		
			Approx. F	P	Value	Approx. F	P	Value	Approx. F	P	Value	Approx. F	P	Value
رقم	2	24	3.40	0.458	0.0001**	3.40	0.241	0.0001**	3.40	0.034	0.0001**	3.40	0.046	0.0001**
تاریخ کاشت	1	24	4.26	0.977	0.46^{ns}	4.26	0.725	0.006**	4.26	0.164	0.0001**	4.26	0.270	0.0001**
محل مزرعه	1	24	4.26	0.021	0.0001**	4.26	0.017	0.0001**	4.26	0.008	0.0001**	4.26	0.333	0.0001**
تاریخ کاشت×رقم	2	24	3.40	0.083	0.0001**	3.40	0.247	0.0001**	3.40	0.139	0.0001**	3.40	0.458	0.0001**
رقم×محل مزرعه	2	24	3.40	0.379	0.0001**	3.40	0.796	0.065^{ns}	3.40	0.096	0.0001**	3.40	0.131	0.0001**
تاریخ کاشت× محل مزرعه	1	24	4.26	0.596	0.0005**	4.26	0.763	0.012*	4.26	0.188	0.0001**	4.26	0.770	0.013*
رقم × تاریخ کاشت × محل مزرعه	2	24	3.40	0.209	0.0001**	3.40	0.391	0.0001**	3.40	0.152	0.0001**	3.40	0.903	0.29^{ns}

عوامل Factor	Hyp df	Error df	نیتروژن مضر			شکر قابل استحصال			ضریب استحصال شکر			قند ملاس			عملکرد شکر سفید		
			Approx. F	P	Value	Approx. F	P	Value	Approx. F	P	Value	Approx. F	P	Value	Approx. F	P	Value
رقم	2	24	3.40	0.589	0.002**	3.40	0.094	0.0001**	3.40	0.103	0.0001**	3.40	0.029	0.0001**	3.40	0.160	0.0001**
تاریخ کاشت	1	24	4.26	0.942	0.235^{ns}	4.26	0.694	0.003**	4.26	0.552	0.0002**	4.26	0.855	0.055^{ns}	4.26	0.848	0.049*
محل مزرعه	1	24	4.26	0.033	0.0001**	4.26	0.012	0.0001**	4.26	0.026	0.0001**	4.26	0.014	0.0001**	4.26	0.177	0.0001**
تاریخ کاشت×رقم	2	24	3.40	0.213	0.0001**	3.40	0.199	0.0001**	3.40	0.235	0.0001**	3.40	0.272	0.0001**	3.40	0.631	0.004**
رقم×محل مزرعه	2	24	3.40	0.393	0.0001**	3.40	0.888	0.24^{ns}	3.40	0.477	0.0001**	3.40	0.521	0.0004**	3.40	0.488	0.0002**
تاریخ کاشت× محل مزرعه	1	24	4.26	0.982	0.508^{ns}	4.26	0.637	0.001**	4.26	0.492	0.0001**	4.26	0.528	0.0001**	4.26	0.470	0.0001**
رقم × تاریخ کاشت × محل مزرعه	2	24	3.40	0.579	0.001**	3.40	0.328	0.0001**	3.40	0.284	0.0001**	3.40	0.392	0.0001**	3.40	0.744	0.029*

ns، * و ** به ترتیب مقادیر غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

عملکرد شکر سفید

نتایج تجزیه واریانس چندمتغیره نشان داد که تمامی اثرات اصلی، دوگانه و چندگانه بر عملکرد شکر سفید معنی‌دار بوده است (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد شکر سفید در مزرعه دوم و تاریخ کاشت اول در رقم پالما (۹،۱۲۷ $Kg\ ha^{-1}$) و کمترین در مزرعه اول و تاریخ کاشت دوم در رقم شریف (۳،۰۴۴ $Kg\ ha^{-1}$) به دست آمد (شکل ۲ ط). بیشترین عملکرد شکر سفید در تاریخ کاشت اول در رقم پالما و شریف بوده است (شکل ۳). با تاخیر در کاشت عملکرد ریشه و شکر سفید کاهش می‌یابد (Karbalaei et al, 2012). تاریخ کاشت بهینه در مناطق مختلف، متفاوت است؛ تاریخ کاشت اوایل مهر (عبدالهی و همکاران، ۱۳۹۸) و ۱۵ شهریور (صادق‌زاده حمایتی و همکاران، ۱۳۹۱) بیشترین درصد عملکرد شکر سفید را در چغندر قند پاییزه پیشنهاد نموده است. این در حالی است که تاریخ کاشت تاخیری ۲۰ آبان ماه دارای بیشترین عملکرد شکر سفید در استان بوشهر است. همچنین رقم پالما در مقایسه با سایر ارقام، در عملکرد شکر سفید برتری داشته است که با نتایج دیگر محققین همسو است (اوراضی زاده، ۱۳۹۸؛ حسین پور، ۱۳۹۹؛ رجبی، ۱۳۹۵). در شکل ۳ کاملا مشخص است که همه ارقام در مزرعه دوم با اینکه عملکرد ریشه بسیار پایین‌تری از مزرعه اول داشتند ولی به دلیل خصوصیات کیفی بالاتر و ناخالصی‌های کمتر ریشه در نهایت عملکرد شکر سفید بیشتری را دارا هستند. بنابراین در این پژوهش حاصلخیزی و بافت خاک مزرعه در تعیین کمیت و کیفیت ریشه بسیار تاثیرگذار بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که اثرات متقابل سه‌گانه رقم، تاریخ کاشت و محل مزرعه بر تمامی اجزای عملکرد چغندر قند معنی‌دار بوده است. تاریخ کاشت تاخیری ۲۰ آبان‌ماه، بیشترین عملکرد ریشه و شکر سفید برای رقم پالما و تاریخ کاشت ۲۸ آبان‌ماه، بیشترین عملکرد ریشه را برای رقم SB و بیشترین عملکرد شکر سفید را برای رقم پالما در استان بوشهر داشته است. بدیهی است که کاشت تاخیری، به دلیل افزایش گرما و تنفس گیاهی، عیار قند را کاهش می‌دهد ولی در هر دو تاریخ کاشت تاخیری، شاهد افزایش عیار قند در پایان فصل رشد در استان بوشهر بودیم که وضعیت محیطی و عملکرد مطلوب چغندر قند در استان بوشهر را به خوبی توصیف می‌نماید. اقدامات کشاورزی هوشمندتر، پایدارتر و فراگیرتر امکان کشت چغندر قند در استان بوشهر را فراهم می‌آورد. چغندر قند همواره در تناوب با سایر محصولات زراعی به حاصلخیزی خاک و کاهش سطح بیمارگرها و آفات کمک می‌کند و نیاز به محصولات حفاظتی را

کاهش می‌دهد (CEFS, 2020). چغندر قند به دلیل ریشه‌های عمیق‌تر، آبشویی نیتروژن کمتر، کارایی عناصر غذایی و جذب آب بیشتری در مقایسه با نیشکر دارد (Glower et al, 2007; Jordan et al, 2007). در نتیجه صنعت چغندر قند از نظر محیط زیستی پایدار است. از مهم‌ترین عوامل محدود کننده کشت پائیزه پدیده ساقه‌روی یا بولتینگ است که در هیچ کدام از تاریخ‌های کاشت دیده نشد که به مزیت‌های کشت پائیزه چغندر قند در استان بوشهر افزوده می‌شود. کشت پاییزه تاخیری در استان بوشهر، اقدام متعادل در بهره‌وری منابع، بهینه‌سازی فرآیندها، و ارائه محصولات با کیفیت بالا است. مزرعه دوم در مقایسه با مزرعه اول دارای عیار قند بالاتر و عملکرد ریشه کمتری بوده است. از آنجایی که در عملکرد ریشه و عیار قند همبستگی منفی وجود دارد، اصلاح همزمان عملکرد ریشه و درصد قند چغندر قند امکان‌پذیر نیست (Curcic et al, 2018; Fasahat et al, 2022). ریشه‌های بزرگ به دلیل ناخالصی و قند ملاس بیشتر، عیار قند کمتری دارند (باقی سیچانی، ۱۳۸۹). در مزرعه اول، با حاصلخیزی خاک بیشتر، عملکرد کمی و در مزرعه دوم با حاصلخیزی خاک کمتر، عملکرد کیفی چغندر قند بیشتر است؛ به عبارت دیگر، تفاوت میانگین عملکرد شکر سفید در مزرعه دوم ۲۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از مزرعه اول است. در راستای لزوم بازنگری مدیریت به‌زراعی چغندر قند، کشت پاییزه رقم پالما در تاریخ‌های کاشت تاخیری در خاک‌های غیرحاصلخیز استان بوشهر، با افزایش عملکرد کیفی ریشه، سبب جبران عملکرد کمی می‌شود، بنابراین، کشت تاخیری چغندر قند پاییزه برای سازگاری با تغییرات اقلیمی و خشکسالی با طول دوره رشد کوتاه ۱۶۲ و ۱۷۰ روز، پتانسیل ورود به بوم‌نظام‌های زراعی استان بوشهر را دارد. با توجه به آنکه امروزه، صنعت چغندر قند از نظر بوم‌شناسی و محیط زیستی پتانسیل پایداری دارد، با اقدامات کشت تاخیری پاییزه چغندر قند می‌توان بر چالش‌های کشت آن فائق آمد. با این حال، هنوز چالش‌هایی برای افزایش پایداری در بخش کشت چغندر قند وجود دارد (Stevanato et al, 2019). یکی از مهم‌ترین محدودیت و عدم قطعیت‌ها، انعطاف‌پذیری و سازگاری با نهاده‌های کمتر است (Marlander et al, 2003).

سپاسگزاری

از مسئولین، اعضای هیئت علمی و پرسنل محترم موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، از مسئولان و کارشناسان محترم در وزارت جهاد کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی استان بوشهر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس و بوشهر، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان تنگستان و همچنین سایر بخش‌های خصوصی و دولتی و همچنین از همراهی کشاورزان محترمی که در اجرای این آزمایش با اینجانب همکاری نمودند بسیار سپاسگزارم. از تلاش آقای مهندس مهدی اسفندیاری در امور اجرایی و فنی این آزمایش، تقدیر می‌شود.

پی نوشت

1- Beta vulgaris L. subsp. vulgaris
2- Saccharum hybrids L.
3- Sugar content
4- White sugar content
5- Extraction coefficient of sugar
6- Molasses sugar
7- Reinefeld
8- White sugar yield
9- MANOVA
10- Wilk's lambda
11- Tukey

منابع

احمدی، م.، فتح‌الله طالقانی، د. و شهبازی، ح.ع.، ۱۳۹۶. بررسی امکان کشت پاییزه چغندر قند در جنوب استان خراسان رضوی، چغندر قند، ۳۳(۱)، ۴۶-۳۳، https://jsb.areeo.ac.ir/article_113370.html

اشرف منصوری، غ.، ۱۳۷۹. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی تاثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته روی عملکرد ریشه و قند دو رقم چغندر قند در منطقه داراب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، ۳۲ ص، http://fipak.areeo.ac.ir/site/catalogue/18757312

اوراضی زاده، م.ر.، ۱۳۹۸. بررسی خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌های اصلاح شده جدید مقاوم به بولتینگ در مناطق گرم و معتدل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، ۲۳ ص، http://fipak.areeo.ac.ir/site/catalogue/18859652

باقی سیچانی، ا.، ۱۳۸۹. بررسی اثر نیتروژن و پتاسیم بر برخی صفات کمی و کیفی چغندر قند در منطقه رودشت اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهرود، https://civilica.com/doc/291806

تازیکه، ن.ا.، بیابانی، ع.، صابری، ع.ر.، راحمی کاریزکی، ع. و نعیمی، م.، ۱۴۰۰. اثر حذف برگ بر ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام چغندر قند پاییزه در استان گلستان، پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۹(۲)، ۱۵۱-۱۴۱. https://jcesc.um.ac.ir/article_39940.html?lang=fa

حسنی، م.، حمزه، ح.، منصوری، ح.، فتح الله طالقانی، د.، جلیلیان، ع.، سلطانی ایدلیکی، ج. و همکاران، ۱۴۰۰. ارزیابی پارامترهای ژنتیکی، روابط بین صفات و گروه‌بندی هیبریدهای جدید چغندر قند از لحاظ صفات کمی و کیفی در شرایط آلودگی طبیعی رایزومانیا، پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۱۳(۳۸)، ۱۵۹-۱۴۹. https://jcb.sanru.ac.ir/article-1-1225-fa.html

حسین پور، م.، ۱۳۹۹. تهیه و ارزیابی هیبریدهای مونوژرم چغندر قند مناسب برای کشت پاییزه در مناطق گرم و معتدل، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند.
https://sbsi.areeo.ac.ir/fa-IR/sbsi.areeo.ac/29199/page/%D8%B5%D9%81%D8%AD%D9%87-%D8%A7%D8%B5%D9%84%DB%8C

صادق‌زاده حمایتی، س.، شیرزادی، م.ح.، آقایی زاده، م.، طالقانی، د.، جواهری، م.ع. و علی اصغری، ع.، ۱۳۹۱. تأثیر تاریخ کاشت و برداشت بر عملکرد کمی و کیفی پنج رقم در کشت پاییزه چغندر قند در منطقه جیرفت، چغندر قند، ۲۸(۱)، ۴۲-۲۵. https://doi.org/10.22092/jsb.2012.659

حمیدی، ح.، احمدی، م. و طالقانی، د.، ۱۴۰۱. انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب کشت زمستانه (انتظاری) چغندر قند (Beta vulgaris L) در منطقه تربت‌جام، پژوهش‌های زراعی ایران، ۲۰(۳)، ۳۳۵-۳۴۸. https://doi.org/10.22067/jcesc.2022.74787.1138

دانشگر، ح.، باقری، م. و مردانی، م.، ۱۴۰۰. ارزیابی پیامدهای تغییر اقلیم و راهبردهای سازگاری با آن در دشت بوشکان استان بوشهر، اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۳۵(۱)، ۷۸-۶۳. https://doi.org/10.22067/jead.2021.17812.0

دیهیم فرد، ر. و رحیمی مقدم، س.، ۱۳۹۴. ارزیابی و مقایسه عملکرد چغندر قند در کشت بهاره و پاییزه در شهرستان‌های مشهد و نیشابور با استفاده از یک مدل شبیه‌سازی، پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۲(۳)، ۱۸۰-۱۵۷. https://jopp.gau.ac.ir/article_2673.html

رجبی، ا.، احمدی، م.، عزیزپور، م.، محرم زاده، م.، جمالی، س.ح.، اوراضی زاده، م.، قائمی، ع.، مصطفی حسن، پ.، کشتکاری، ج. و آقایی زاده، م.، ۱۳۹۵. تعیین ارزش زراعی ارقام خارجی چغندر قند در مناطق کشت پاییزه، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند. https://civilica.com/doc/1050752

رجبی، ا.، ۱۳۹۹. طرح پژوهشی بررسی سازگاری ارقام خارجی چغندر قند در مناطق کشت پاییزه، شماره ثبت ۵۸۷۱۹ مورخ ۹۹/۱۰/۰۷، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند. http://fipak.areeo.ac.ir/site/catalogue/18865305

رجبی، ا.، ۱۴۰۰. مطالعه عملکرد، کیفیت و مقاومت به ساقه‌روی ارقام خارجی چغندر قند در مناطق کشت پاییزه، شماره ثبت ۶۰۱۷۵ مورخ ۱۴۰۰/۰۶/۱۴، ۶۰۱۷۵، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند. http://fipak.areeo.ac.ir/site/catalogue/18868279

سلطانی، ج.، حمیدی، ح.، احمدی، م.، رضایی، ج. و کاکویی‌نژاد، م.، ۱۴۰۰. مقایسه خصوصیات کمی و کیفی ارقام چغندر قند در کشت بهاره و پاییزه تحت شرایط آلوده به بیماری ریزوماینا، پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۸(۱)، ۱۱۵-۱۲۶. https://doi.org/10.22069/jopp.2021.17470.2611

شفاپور، ح.، جهان، م.، بنایان اول، م. و نصیری محلاتی، م.، ۱۴۰۱. تأثیر رقم و تاریخ کاشت بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند پاییزه در منطقه خراسان بزرگ، پژوهش‌های زراعی ایران، ۲۰(۴)، ۴۰۰-۳۸۱. https://doi.org/10.22067/jcesc.2022.74131.1127

عبدالهی، س.ع.ا.، حاتمی، ع.، یوسف آبادی، و .ا. و مهرابی، ع.ا.، ۱۳۹۸. تأثیر کشت نشائی، تاریخ کاشت و برداشت بر عملکرد و کارائی مصرف آب چغندر قند پاییزه، چغندر قند، ۳۵(۲)، ۱۹۱-۱۷۵.https://doi.org/10.22092/jsb.2020.125719.1215

عزیزی، ق.، ۱۳۷۸. تاثیر تاریخ کاشت، تراکم و تاریخ برداشت بر روی برخی خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی چغندر قند در چناران، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان. https://www.virascience.com/thesis/24454

فتح الله طالقانی، د.، ۱۴۰۰. مطالعه صفات کمی و کیفی و مقاومت به ساقه روی ژنوتیپ های جدید چغندر قند شرکت لایون سید، شماره ثبت ۵۹۵۰۵. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند. http://fipak.areeo.ac.ir/site/catalogue/18867266

فتح الله طالقانی، د.، محرم زاده، م.، صادق زاده حمایتی، س.، محمدیان، ر. و فرهمند، ر.، ۱۳۹۰. اثر زمان کاشت و برداشت بر روی عملکرد چغندر قند در کشت پائیزه در منطقه مغان، به‌زراعی نهال و بذر، ۲۷(۳)، ۳۷۱-۳۵۵. https://doi.org/10.22092/sppj.2017.110442

فتح الله طالقانی، د.، محمدیان، ر. و صادق زاده حمایتی، س.، ۱۳۹۵. چغندر قند پاییزه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نشرآموزش (مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی)، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند. https://agrilib.areeo.ac.ir/book_1891.html

قاسمی، ث.، صادق زاده حمایتی، س.، طالقانی، د.، سیاوشی، ک. و حسین پور، م.، ۱۳۹۹. تعیین بهترین تاریخ کاشت و برداشت ارقام منتخب چغندر قند در شرایط اقلیمی استان ایلام (کشت پاییزه)، چغندر قند، ۳۶(۱)، ۲۵-۱۵. https://doi.org/10.22092/jsb.2021.343129.1240

Burak, E., Dodd, I.C. and Quinton, J.N., 2021. Do root hairs of barley and maize roots reinforce soil under shear stress? Geoderma, 383, 114740. http://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114740

Chapepa, B., Mudada, N. and Mapuranga, R., 2020. The impact of plant density and spatial arrangement on light interception on cotton crop and seed cotton yield: an overview, Journal of Cotton Research, 3(1), 18 p. http://doi.org/10.1186/s42397-020-00059-z

Curcic, Z., Ciric, M., Nagl, N. and Taski-Ajdukovic, K., 2018. Effect of sugar beet genotype, planting and harvesting dates and their interaction on sugar yield. Frontiers in plant science, 9, 1041. http://doi.org/10.3389/fpls.2018.01041

European Association of Sugar Manufacturers, Environment and Sustainability, CEFS, 2020. Representing sugar manufacturers in the EU and Switzerland since 1953. Food and Beverage Manufacturing Sint-Pieters-Woluwe, Brussels Region. https://cefs.org/issues/environment-and-sustainability/

Fahad, S., Bajwa, A.A., Nazir, U., Anjum, S.A., Farooq, A., Zohaib, A., Sadia, S., Nasim, W., Adkins, S., and Saud, S., 2017. Crop production under drought and heat stress: plant responses and management options. Frontiers in plant science, 1147. http://doi.org/10.3389/fpls.2017.01147

Fasahat, P., Hosseinpour, M., Kakueinezhad, M. and Townson, P., 2022. Physiological and Molecular Aspects of Sucrose Accumulation in Sugar Beet. In V. Misra, S. Srivastava & A. K. Mall (Eds.), Sugar Beet Cultivation, Management and Processing, Singapore: Springer Nature Singapore, 27-48. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0_3

Glower, J.D., Cox, M.C. and Reganold, J.P., 2007. Future farming: A return to roots. Scientific American, 82-89. https://landinstitute.org/scientific-pub/future-farming-return-roots/

Gobarah, M., Hussein, M.M., Tawfik, M.M., Ahmed, A.G. and 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(3), 343-354. http://doi.org/10.21608/agro.2019.20126.1197

Han, X., Dong, L., Cao, Y., Lyu, Y., Shao, X., Wang, Y. and Wang, L., 2022. Adaptation to climate change effects by cultivar and sowing date selection for maize in the Northeast China Plain. Agronomy, 12(5), 984 p. http://doi.org/10.3390/agronomy12050984

Ilkaee, M.N., Babaei, Z., Baghdadi, A. and Golzardi, F., 2016. Effect of different planting dates and defoliation on the properties of sugar beet (Beta vulgaris L.). Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences, 4(1), 52-58. http://doi.org/10.18006/2015.4(1).52.58

IRNA, 2017. A feasibility study and fall sugar beet cultivation plan was implemented in Tungistan Bushehr. Kod: 82723099. https://irna.ir/xjn8Cx. (Available at: 1401/6/5)

Jordan, N.G., Boody, W., Broussard, J.D., Glower, D., Keeney, B.H., McCown, G., McIsaac, M., Muller, H., Murray, J., Neal, C., Pansing, R.E., Turner, R., Warner, K. and Wyse, D., 2007. Sustainable development of the agricultural bio-economy, Science, 316, 1570-1571. https://webpages.scu.edu/ftp/kwarner/agBC-science.pdf

Karbalaei, S., Mehraban, A., Mobasser, H.R. and Bitarafan, Z., 2012. Sowing date and transplant root size effects on transplanted sugar beet in spring planting. Annals of Biological Research, 3(7), 3474-3478.

https://www.researchgate.net/publication/262729934_Sowing_Date_and_Transplant_Root_Size_Effects_on_Transplanted_Sugar_Beet_in_Spring_Planting Kennchen, W. 1997. Instructions for installation and operation betalyzer, Do. Wolfgang Kernchen GMBH, Germany. 8-14.

Kunz, M., 2004. Beet. Paper presented at the International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA): Report of the Proceedings of the Interim Meeting of the 24th ICUMSA Session, Atlanta, Georgia, USA. https://www.icumsa.org/

Maralian, H., Tobeh, A., Amiri, S.S., Mikail, R.D.T. and Aghabarati, A., 2008. Effects of sowing date and limited irrigation on root yield and quality of sugar beet (Beta vulgaris L.), Asian Journal of Plant Sciences. http://doi.org/10.3923/ajps.2008.298.303

Marlander, B., Hoffmann, C., Koch, H.J., Ladewig, E., Merkes, R., Petersen, J. and Stockfisch, N., 2003. Environmental Situation and Yield Performance of the Sugar Beet Crop in Germany: Heading for Sustainable Development. Journal of Agronomy and Crop Science, 189(4), 201-226. https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2003.00035.x

Masaka, J. and Khumbula, N., 2007. The effect of soil compaction levels on germination and biometric characteristics of coffee (Coffee arabica) seedlings in the nursery. International Journal of Agricultural Research, 2(7), 581-589. https://scialert.net/abstract/?doi=ijar.2007.581.589

Nordzucker, 2023. Sugar beet: Sustainability through partnership, Growing & Sourcing, Küchenstraße 9 38100 Braunschweig Germany. https://www.nordzucker.com/en/news/page/2

Rahimi, A., Kiralan, M. and Ahmadi, F., 2020. Effect of Humic Acid Application on Qualitative Parameters of Sugar Beet Cv. Shirin. Middle East J, 9(1), 121-129. http://doi.org/10.36632/mejar/2020.9.1.12

Rasovsky, M., Pacuta, V., Ducsay, L. and Lenicka, D., 2022. Quantity and Quality Changes in Sugar Beet (Beta vulgaris Provar. Altissima Doel) Induced by Different Sources of Biostimulants. Plants, 11(17), 2222 p. http://doi.org/10.3390/plants11172222

SAI Platform, 2013. The Sustainable Agriculture Initiative Platform, saiplatform.org 6 Avenue Jules Crosnier 1206 Geneva Switzerland. https://saiplatform.org/

Soleymani, A. and Shahrajabian, M.H., 2017. at different plant densities. Romanian Effects of planting dates and row distance on sugar content, root yield and solar radiation absorption in sugar beet Agricultural Research, 34, 145-155.

https://www.researchgate.net/publication/314237367_Effects_of_planting_dates_and_row_distance_on_sugar_content_root_yield_and_solar_radiation_absorption_in_sugar_beet_at_different_plant_densities

Stephan, H., Boettcher, U., Hoffmann, C.M., Sieling, K. and Kage, H., 2019. Evaluating the potential of winter beet in northern Germany by a simulation model. European Journal of Agronomy, 109, 125910. http://doi.org/10.1016/j.eja.2019.04.005

Stevanato, P., Chiodi, C., Broccanello, C., Concheri, G., Biancardi, E., Pavli, O. and Skaracis, G., 2019. Sustainability of the Sugar Beet Crop, Sugar Technology, 21(5), 703-716. https://doi.org/10.1007/s12355-019-00734-9

Trankner, C., Lemnian, I.M., Emrani, N., Pfeiffer, N., Tiwari, S.P., Kopisch-Obuch, F.J., Vogt, S.H., Muller, A.E., Schilhabel, M. and Jung, C., 2016. A detailed analysis of the BR 1 locus suggests a new mechanism for bolting after winter in sugar beet (Beta vulgaris L.). Frontiers in plant science, 7, 1662. http://doi.org/10.3389/fpls.2016.01662.