Plant Production Technology/ Volume 23/ Issu 1/ Pages 59-75/ Spring and Summer 2023
https://doi.org/10.22084/ppt.2023.26029.2074

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Effect of Interactions of Planting Date, Amounts of Nitrogen and Plant Density on Some Steckling Characteristics and Sugar Beet (*Beta vulgaris*) Monogerm Seed Quantitative and Qualitative Traits

Sayfzadeh[1*], S., Nourbakhsh[2*], A. H., Sadeghzadeh Hemayati[3], S., Nikpanah[4], H. and Taleghani[3], D.

1 and 4. Associate Professor and PhD Graduated, Respectively, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Takestan Branch, Takestan, Iran
2. Instructor, Department of Agriculture, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran
3. Associate Professor, Sugar Beet Seed Institute (SBSI), Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
*: Corresponding authors Email: saeedsayfzadeh@yahoo.com and a.h.nourbakhsh@pnu.ac.ir

This paper has been extracted from the fourth author's PhD thesis under the supervision of Saeed Sayfzadeh.

Received: 2023/02/02 Accepted: 2023/09/06

Abstract

To study some steckling characteristics and quantitative and qualitative traits of sugar beet monogerm (Cv. Pars) seed under the influence of planting date, nitrogen amounts and density an experiment was conducted as split factorial based on RCBD with four replications at sugar beet elite seed research station of Firouzkooh during two years (2012-2013). Planting date at levels of 1 and 21 July and 10 August were assigned to main plots and density at levels of 10, 20, 30 and 40 plants per square meter and nitrogen levels including 25% less than optimum, optimum and 25% higher than optimum in a factorial arrangement were assigned to sub-plots. Increasing the density at different planting dates decreased steckling weight and increasing nitrogen consumption at different planting dates increased the average weight of stecklings. In the second year of trial stored and vernalized stecklings were evaluated for the traits of the quantitative and qualitative traits of seed in RCBD with four replications To achieve the greatest steckling yield (12.24 tons per hectare), planting 40 plants per square meter on july 1st and nitrogen consumption at 25% higher than optimum also to reach the highest crude seed yield (122.31 grams per plant) and marketable seed yield (43.74 grams per plant), seed bearing plants obtained from stecklings of planting date of 1 July × plant density of 10 plants per square meter × optimum nitrogen consumption and planting date of 1 July × plant density of 40 plants per square meter× nitrogen consumption at 25% less than optimum respectively are recommended for semi-arid and cold regions such as Firouzkooh and similar regions in terms of climate.

Keywords: Steckling, Sugar beet seed production, Seed size distribution, Mechanical viability

Introduction

The development of mechanization and cultivation of monogerm seeds in the beet growing areas in Iran has increased the importance of producing high quality seeds. The production of sugar beet seeds in Firouzkooh region is done in an indirect way, that is, the transfer of stecklings is done in two years. Nitrogen is necessary to arouse growth in the early stages of growing (steckling production) and increases seed yield also increases seed germination percentage. Generally, increasing the weight of stecklings and reducing density, accelerates ripening, makes the seeds larger and increases the seed viability. Reducing plant density causes an increase in plant biomass, rather than increasing the seed yield, and accordingly, to improve economic benefit from environmental factors, dense planting of small stecklings is better than thin planting of their large types. Also, early planting increases leaf area index and consequently increases dry weight and root yield. Therefore, the purpose of this research was to determine the most suitable seed planting date, plant density and management of nitrogen consumption, to produce the most stecklings with appropriate weight also to determine how the steckling size and agronomic management of steckling production affect the quantity and quality of the seed was produced.

Materials and methods

In this research, the effect of planting date, nitrogen amounts and plant density on some characteristics of stecklings and quantitative and qualitative traits of sugar beet monogerm seed of Pars cultivar at sugar beet elite seed research station of Firouzkooh for two years (2012 and 2013) was investigated. This research was conducted in two separate experiments in two consecutive years. The first experiment was conducted as a split factorial based on RCBD with four replications. Planting date at levels of 1 and 21 July and 10 August were assigned to main plots and density at levels of

10, 20, 30 and 40 (plants.m^{-2}) and nitrogen levels including 25% less than optimum, optimum and 25% higher than optimum in a factorial arrangement were assigned to sub-plots. In the second experiment (in 2013), a part of the stored and vernalized stecklings that were the result of different combinations of different levels of the factors of the first experiment were investigated in the form of 36 treatments based on RCBD with four replications. The quantitative traits of steckling in the first experiment and quantitative and qualitative traits of seed in the second experiment were evaluated. The obtained data were analyzed using statistical software of SAS (V. 9.1.3) based on the statistical criteria of the design and Duncan's multiple range test was performed at the 5% level of probability.

Results and discussion

The results showed that planting date of 1 July, plant density of 40 (plant.m^{-2}) and nitrogen consumption at 25% higher than optimum had the greatest steckling yield with 12.24 (t.ha^{-1}). With earlier planting, increasing density and increasing nitrogen consumption, steckling dry weight and total dry weight with 324.44 and 576.05 (gr.m^{-2}), respectively had the highest values. It seems that earlier planting has created suitable conditions for the growth of aerial and underground organs in the plant. Mean comparisons showed that the treatment combination of planting date of 1 July, plant density of 10 (plant.m^{-2}) and nitrogen consumption at optimum level in steckling production, had the greatest crude seed yield with 122.3 (gr.plant^{-1}) in the second year. The highest marketable seed yield (43.74 gr.plant^{-1}) obtained from the stecklings of planting date of 1 July × plant density of 40 (plant.m^{-2}) × nitrogen consumption at 25% less than optimum. The higher percentage of seed emptiness in most treatments of density and nitrogen consumption occurred in the later planting date. In general, the treatment combinations related to the first planting date were in a better condition in terms of the percentage of seed viability. It seems that from the earlier planting date, larger roots were obtained and this increased the growth rate of the stecklings, the quantitative and qualitative yield in the second year. Other researchers also stated that in general, increase in steckling weight (caused by early planting) and decreasing density has caused the seed to grow larger and increasing the seed viability.

Conclusions

According to the results of this research to achieve the greatest steckling yield (12.24 t.ha^{-1}), planting 40 (plant.m^{-2}) on July 1st and nitrogen consumption at 25% higher than optimum also to reach the highest crude seed yield (122.31 gr.plant^{-1}) and marketable seed yield (43.74 gr.plant^{-1}), seed bearing plants obtained from stecklings of planting date of 1 July × plant density of 10 (plant.m^{-2}) × optimum nitrogen consumption and planting date of 1 July × plant density of 40 (plant.m^{-2})× nitrogen consumption at 25% less than optimum respectively are recommended for semi-arid and cold regions such as Firouzkooh and similar regions in terms of climate.

Citations: Sayfzadeh, S., Nourbakhsh, A. H., Sadeghzadeh Hemayati, S., Nikpanah, H. & Taleghani, D. (2023). Effect of Interactions of Planting Date, Amounts of Nitrogen and Plant Density on Some Steckling Characteristics and Sugar Beet (*Beta vulgaris*) Monogerm Seed Quantitative and Qualitative Traits. *Plant Production Technology*, *23*(1), 59-75. https://doi.org/10.22084/ppt.2023.26029.2074

© 2022 The Author(s). Bu- Ali Sina University Publication. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Online ISSN: 2476-5651 **Print ISSN:** 2476-6321

فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد بیست و سوم/ شمارهٔ اول/ صفحات ۵۹- ۷۵/ بهار و تابستان ۱۴۰۲
https://doi.org/10.22084/ppt.2023.26029.2074

تأثیر برهم‌کنش تاریخ کاشت، مقادیر نیتروژن و تراکم بوته بر ویژگی‌های ریشه‌چه‌های بذری و صفات کمی و کیفی بذر مونوژرم چغندرقند (*Beta vulgaris*)

Effect of Interactions of Planting Date, Amounts of Nitrogen and Plant Density on Some Steckling Characteristics and Sugar Beet (*Beta vulgaris*) Monogerm Seed Quantitative and Qualitative Traits

سعید سیف‌زاده[۱*]، امیرحسین نوربخش[۲*]، سعید صادق‌زاده حمایتی[۳]، حسین نیک‌پناه[۴] و داریوش طالقانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۵
(مقاله پژوهشی)

چکیده

به‌منظور بررسی برخی ویژگی‌های ریشه‌چه‌های بذری و خصوصیات کمی و کیفی بذر مونوژرم چغندرقند (رقم هیبرید پارس) تحت‌تأثیر تاریخ کاشت، تراکم و مقادیر نیتروژن، آزمایشی به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات بذر الیت چغندرقند فیروزکوه طی دو سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ انجام شد. تاریخ کاشت در سطوح ۱۰ و ۳۰ تیر و ۱۹ مرداد در کرت‌های اصلی و تراکم بوته در سطوح ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع و نیتروژن در سطوح ۲۵ درصد کم‌تر از بهینه، بهینه و ۲۵ درصد بیش‌تر از بهینه به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرارگرفتند. افزایش تراکم در تاریخ‌های مختلف، موجب کاهش وزن ریشه‌چه‌ها و افزایش مصرف نیتروژن در تاریخ‌های مختلف موجب افزایش وزن متوسط ریشه‌چه‌های بذری گردید. در سال دوم آزمایش، ریشه‌چه‌های بذری سیلو و بهاره شده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار برای صفات کمی و کیفی بذر موردارزیابی قرارگرفتند. برای دستیابی به حداکثر عملکرد ریشه‌چه (۱۲/۲۴ تن در هکتار) کاشت ۴۰ بوته در مترمربع در ۱۰ تیر و مصرف ۲۵ درصد نیتروژن بیش‌تر از بهینه و هم‌چنین جهت رسیدن به بالاترین عملکرد بذر خام (۱۲۲/۳۱ گرم در بوته) و بذر قابل‌فروش (۴۳/۷۴ گرم در بوته) به‌ترتیب بوته‌های بذری حاصل از ریشه‌چه‌های ۱۰ تیر × تراکم ۱۰ بوته در مترمربع × مصرف نیتروژن بهینه و ۱۰ تیر × تراکم ۴۰ بوته در مترمربع × مصرف نیتروژن ۲۵ درصد کم‌تر از بهینه برای مناطق نیمه‌خشک و سرد مانند فیروزکوه و هم‌چنین مناطق مشابه از نظر آب و هوایی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اشتکلینگ، تولید بذر چغندرقند، توزیع اندازه بذر، قوه نامیه مکانیکی

ارجاع به مقاله: سیف‌زاده، س.، نوربخش، ا. ح.، صادق‌زاده حمایتی، س.، نیک‌پناه، ح. و طالقانی، د. (۱۴۰۲). تأثیر برهم‌کنش تاریخ کاشت، مقادیر نیتروژن و تراکم بوته بر ویژگی‌های ریشه‌چه‌های بذری و صفات کمی و کیفی بذر مونوژرم چغندرقند (*Beta vulgaris*)، *مجله فنآوری تولیدات گیاهی*، ۲۳(۱)، ۵۹-۷۵. https://doi.org/10.22084/ppt.2023.26029.2074

حق نشر متعلق به نویسنده (گان) است و نویسنده تحت مجوز Commons Creative License Attribution (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) به مجله اجازه می‌دهد مقاله‌ی چاپ شده را در سامانه به اشتراک بگذارد، منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

شاپا الکترونیکی: ۲۴۷۶-۵۶۵۱ **شاپا چاپی:** ۲۴۷۶-۶۳۲۱

۱ و ۴. به‌ترتیب دانشیار و دانش‌آموخته دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، تاکستان، ایران
۲. مربی، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۳. دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
*: نویسندگان مسئول Email: saeedsayfzadeh@yahoo.com and a.h.nourbakhsh@pnu.ac.ir

مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده چهارم به راهنمایی آقای سعید سیف‌زاده می‌باشد.

مقدمه

از آنجایی که مؤسسه تحقیقات چغندرقند به عضویت سازمان جهانی همکاری و توسعه اقتصادی[1] درآمده و امکان صدور بذر به سایر کشورها فراهم شده است، باید کیفیت بذر گواهی شده در حد استانداردهای بین‌المللی باشد تا بتواند در بازار جهانی رقابت نماید. بنابراین توسعه مکانیزاسیون و زراعت بذر مونوژرم در مناطق چغندرکاری کشور نیز اهمیت تولید بذر مرغوب را بیش از پیش افزایش داده است. بنابراین دست‌یابی به اصول و روش‌های فنی تولید بذر چغندرقند، به‌ویژه بذر مونوژرم، می‌تواند برای تولیدکنندگان این محصول بسیار سودمند باشد. تولید بذر چغندرقند در منطقه فیروزکوه به روش غیرمستقیم، یعنی انتقال ریشه‌چه‌های بذری[2] طی دو سال انجام می‌گیرد. در در این روش تولید، اندازه ریشه‌چه‌ها از لحاظ وزن، قطر طوقه و ارتفاع ریشه‌چه، تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر سیلوپذیری و میزان تولید بذر چغندرقند باقی می‌گذارند (صادق‌زاده حمایتی، 2018).

بذر باکیفیت به‌ویژه زمانی‌که رقم‌های مونوژرم مورد زراعت قرار می‌گیرد، اساس موفقیت در زراعت است و یکی از عوامل بسیار مهم در تولید محصول چغندرقند و افزایش بازدهی و تضمین سود محسوب می‌شود (چگینی و همکاران، 2013). کیفیت بذر تعریف وسیعی دارد، ولی تأکید بیش‌تر بر سلامت بذر، خلوص فیزیکی و ژنتیکی، جوانه‌زنی، قدرت و اندازه بذر است (*الیس*[3]، 1992؛ *نرسون*[4]، 2007). تعریف و تعیین جوانه‌زنی و وزن بذر نسبتاً ساده‌تر از قدرت بذر است. طبق تعریف انجمن بین‌المللی آزمایش بذر[5]، کلیه خصوصیات بذر که حد بالقوه فعالیت و عملکرد بذر یا توده بذری را حین جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه در طیف وسیعی از اثرات محیطی تعیین می‌کند، قدرت بذر گویند (*همپتون و تکرونی*[6]، 1995).

جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در مراحل اولیه، به‌شدت تحت‌تأثیر عوامل محیطی به‌ویژه دما، رطوبت خاک (سلطانی و همکاران، 2007) و کیفیت بذرها (جوانه‌زنی و قدرت گیاهچه) قرار می‌گیرد (*سلطانی*[7] و همکاران، 2001؛ *دی فیگوئیردو*[8] و همکاران، 2003). ازجمله شرایط مناسب موردنیاز جهت تولید بذر چغندرقند، وجود چند هفته دمای پایین در زمان تولید ریشه‌چه بذری جهت القای ساقه‌روی[9] کامل و یکنواخت بوته‌های بذری در سال دوم می‌باشد، اما باید احتمال یخبندان، صدمه دیدن و تلفات ریشه‌چه اندک باشد (*لانگدن*[10]، 1986). تحقیقات انجام گرفته، نشان می‌دهند که میزان عملکرد بذر چغندرقند تحت‌تأثیر شرایط آب و هوایی قرار دارد (*دورانت و لودز*[11]، 1990). کاهش دما همراه با افزایش میزان رطوبت نسبی، از یک سو باعث کاهش عملکرد دانه و جوانه‌زنی بذر شده و از سوی دیگر بر درصد ساقه‌روی بوته‌ها می‌افزاید (*آلکاراز*[12]، 1998). تاریخ کاشت با تأثیر بر روی طول دوره رویشی و زایشی گیاه و ایجاد توازن بین آن‌ها، همراه با سایر عوامل تولید، کمیت و کیفیت محصول را تعیین می‌کند (*ایزومیاما*[13]، 1984). کاشت زودهنگام، موجب افزایش توسعه شاخص سطح برگ، افزایش جذب تشعشع و به تبع آن افزایش وزن خشک و عملکرد ریشه می‌گردد (*فورچون*[14] و همکاران، 1999).

تغذیه نیتروژن برای تحریک رشد در مراحل اولیه رشد (تولید ریشه‌چه بذری) ضروری بوده و باعث می‌شود عملکرد بذر در حدود ۲۵ درصد افزایش یابد، هم‌چنین درصد جوانه‌زنی بذر را افزایش می‌دهد (*فلچر*[15] و همکاران، 1988). در تحقیق *میلفورد* و *واتسون*[16] (1971)، مشخص شد که مصرف اولیه نیتروژن در افزایش عملکرد بسیار مهم است و این اهمیت، شامل افزایش جوانه‌زنی بذر نمی‌شود. محصول ریشه‌چه‌های بذری در ایتالیا و فرانسه، طبق آزمون خاک به ۱۳۰-۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نیاز دارد (*ککلمن*[17] و همکاران، 2010). نحوه تأثیر مصرف نیتروژن روی درصد جوانه‌زنی بذرهای چغندرقند، در غالب موارد به شرایط محیطی ازجمله دسترسی به رطوبت در طول دوره رشد بستگی داشته و بر همین اساس، نتایج تحقیقات متعدد صورت پذیرفته در این رابطه بسیار متغیر است. بر همین اساس *پولادسکی*[18] (1987) با مصرف ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، افزایش درصد جوانه‌زنی بذر و *اسنایدر*[19] (1959)، عدم تفاوت معنی‌دار این صفت در گیاهان دریافت‌کننده مقدار بهینه در برابر مقادیر بسیار زیاد نیتروژن را گزارش کردند.

1. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)
2. Steckling
3. Ellis
4. Nerson
5. International Seed Testing Association (ISTA)
6. Hampton and Tekrony
7. Soltani
8. De Figueiredo
9. Bolting
10. Longden
11. Durrant and Loads
12. Alcaraz
13. Izumiyama
14. Fortune
15. Fletcher
16. Milford and Watson
17. Kockelmann
18. Podlaski
19. Snyder

به‌طورکلی افزایش وزن ریشه‌چه‌های بذری و فاصله کاشت (کاهش تراکم)، موجب افزایش تعداد شاخه، کاهش طول دوره گل‌دهی، تسریع در رسیدگی، درشت شدن بذر و افزایش قوه نامیه می‌گردد. برای دست‌یابی به حداکثر عملکرد بذر، باید فاصله بین خطوط کاشت و فاصله بین بوته‌ها، ۵۰ سانتی‌متر باشد (صادق‌زاده حمایتی و همکاران، 2004). *بالان*[1] و همکاران (1978) گزارش کردند که در صورت کاشت ریشه‌چه‌های بذری کوچک، به‌سادگی می‌توان از طریق افزایش تراکم بوته، بر عملکرد بذر در واحد سطح افزود. کاهش عملکرد بذر به ازای هر بوته، با افزایش تراکم بوته توسط *پودلاسکی* (1987) و *بوردی* و *تاپوس*[2] (1981) گزارش شده است. افزایش فاصله بوته روی خط از ۴۰ به ۶۰ سانتی‌متر (کاهش تراکم)، موجب افزایش عملکرد بذر و شاخص برداشت بوته به‌ترتیب به‌میزان ۴۳ و ۱۶ درصد شد (صادق‌زاده حمایتی و همکاران، 2004). نتایج تحقیق آسودی و صادق‌زاده حمایتی (2000) نشان داد که افزایش تراکم بوته از ۱۰ به ۲۰ و ۳۰ بوته در مترمربع، با کاهش ۲۰ و ۲۲ درصدی اندازه متوسط ریشه‌چه‌های بذری همراه بود. *پودلاسکی* (1987) در آزمایش خود دریافت که با افزایش تراکم بوته، از میزان بذر تولید شده به ازای هر بوته کاسته می‌شود. وی با کاشت ریشه‌چه‌های بذری در دو آرایش ۳۰×۳۰ و ۵۰×۵۰ سانتی‌متر، به‌ترتیب عملکرد بذر ۱۳/۳ و ۳۴/۳ گرم در بوته را تولید کرد. *بوردی* و *تاپوس* (1981) نیز در آزمایش خود مشاهده کردند که با افزایش تراکم بوته از ۳۰۰۰۰ به ۵۰۰۰۰ بوته در هکتار، عملکرد بذر به‌ترتیب از ۰/۷۱ به ۰/۹۷ تن در هکتار افزایش یافت. در مجموع، کاهش تراکم بوته، بیش از آن‌که به افزایش عملکرد بذر منجر شود، موجب افزایش زیست‌توده گیاهی شده و بر همین اساس، جهت ارتقای سطح بهره‌مندی اقتصادی از عوامل محیطی، کاشت متراکم ریشه‌چه‌های بذری کوچک، بهتر از کاشت تنک انواع درشت آن‌ها است.

بنابراین هدف از این تحقیق، تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت بذر، تراکم مناسب بوته و مدیریت مناسب مصرف نیتروژن باتوجه به میزان نیتروژن خاک، جهت تولید بیش‌ترین ریشه‌چه‌های بذری با وزن مناسب و نحوه تأثیر اندازه و مدیریت زراعی تولید ریشه‌چه‌های بذری بر کمیت و کیفیت بذر تولیدی بود.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر تأثیر تاریخ کاشت، مقادیر نیتروژن و تراکم بوته روی برخی ویژگی‌های ریشه‌چه‌های بذری و صفات کمی و کیفی بذر مونوژرم چغندرقند، بر روی رقم پایه مادری هیبرید مونوژرم پارس (رقمی دیپلوئید، دارای تیپ نرمال و مقاوم به ریزومانیا) به‌مدت دو سال (۱۳۹۱ و ۱۳۹۲) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی فیروزکوه با موقعیت عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی، ارتفاع ۱۹۷۶ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی ۲۴۵/۵ میلی‌متر مورد بررسی قرار گرفت. بافت خاک مزرعه از نوع لوم سیلتی بود (جدول ۱).

این پژوهش در دو آزمایش جداگانه در دو سال متوالی اجرا شد. آزمایش اول به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. عامل تاریخ کاشت در سه سطح شامل: ۱۰ (t_1) و ۳۰ تیر (t_2) و ۱۹ مرداد (t_3) در کرت‌های اصلی و ترکیب تراکم بوته در چهار سطح شامل ۱۰ (d_1)، ۲۰ (d_2)، ۳۰ (d_3) و ۴۰ (d_4) بوته در مترمربع با مقادیر کود نیتروژن در سه سطح شامل ۲۵ درصد کمتر از حد بهینه (n_1)، حد بهینه (n_2) و ۲۵ درصد بیش‌تر از حد بهینه (n_3) به‌صورت فاکتوریل، در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. تیمارهای نیتروژن بر اساس نتایج آزمون خاک برای سال اول به‌ترتیب ۱۹۷/۶، ۲۴۷ و ۲۹۶/۴ کیلوگرم و برای سال دوم ۱۸۰، ۲۲۵ و ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شدند. با توجه به بالا بودن فسفر و پتاسیم خاک (جدول ۱) نیازی به دادن کود فسفره و پتاسه نبود. هر کرت شامل شش ردیف کاشت به طول ۱۰ متر با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و باتوجه به چهار مقدار عامل تراکم، فاصله بوته‌ها روی ردیف به‌ترتیب ۲۰، ۱۰، ۷ و ۵ سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌های اصلی با یک خط نکاشت (۵۰ سانتی‌متر) و فاصله بین کرت‌های فرعی با دو خط نکاشت (یک متر) در نظر گرفته شد که با احتساب ردیف اول و آخر هر کرت به‌عنوان حاشیه، یک فاصله دو متری برای جلوگیری از اختلاط و نشت جانبی احتمالی نیتروژن از کرتی به کرت مجاور ایجاد شد. در هر دو سال (۱۳۹۱ و ۱۳۹۲) عملیات آماده‌سازی بستر بذر در خرداد و کاشت بذر در ۱۵اُم همین ماه به‌صورت دستی در عمق ۳-۲ سانتی‌متری انجام شد و بلافاصله آبیاری سبک انجام گرفت. کاشت به‌صورت کپه‌کاری با سه بذر مونوژرم رقم پارس صورت پذیرفت و پس از استقرار بوته‌ها، عملیات تنک در مرحله ۶-۴ برگی انجام شد. مقادیر نیتروژن بر اساس تیمارهای آزمایش در دو مرحله، یکی در اوایل دوره رشد و پس از خاتمه عملیات تنک و پوشش سایه‌انداز روی ردیف و دیگری، یک ماه پس از مرحله اول، توزیع و با خاک مخلوط گردید. آبیاری به‌صورت نشتی با سیفون انجام شد و دور آبیاری برحسب نیاز مزرعه و بسته به

1. Balan
2. Bordei and Tapus

شرایط آب و هوایی بین چهار تا شش روز بود. در پایان فصل رشد، در هر دو سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ عملیات برداشت قبل از شروع یخبندان (۵ آبان) انجام شد، به‌طوری‌که از ردیف وسط هر کرت، پس از حذف حاشیه بالا و پایین (به اندازه نیم متر)، ریشه‌چه‌های بذری تولید شده از سطح ۴/۵ مترمربع و باتوجه به مقادیر متفاوت عامل تراکم به‌ترتیب به تعداد ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ عدد برداشت و پس از شستشو، صفات موردارزیابی شامل عملکرد، وزن متوسط و وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک کل در هر دو سال جهت تجزیه‌وتحلیل دوساله، اندازه‌گیری و یادداشت‌برداری شدند.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش اول در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری در طی دو سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

Table 1: Physical and chemical characteristics of the soil of the first test site at a depth of 0-30 cm during the two years of 2012 and 2013

سال Year	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dSm^{-1})	کربن آلی (درصد) OC (%)	نیتروژن (درصد) N (%)	پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm)	فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm)	شن (درصد) Sand (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	رس (درصد) Clay (%)	بافت خاک Soil texture
2012	7.7	0.50	0.22	0.03	474	24.9	17	55	28	لوم سیلتی Silty loam
2013	7.6	0.54	0.25	0.03	489	27.5	17	55	28	لوم سیلتی Silty loam

در آزمایش دوم (سال ۱۳۹۲)، بخشی از ریشه‌چه‌های بذری سیلو و بهاره شده آزمایش اول که از سطح ۱۳/۵ مترمربع سه خط دیگر وسط هر کرت پس از حذف حاشیه بالا و پایین به اندازه نیم متر و با توجه به مقادیر متفاوت عامل تراکم به‌ترتیب به تعداد ۱۳۵، ۲۷۰، ۴۰۵ و ۵۴۰ عدد از هر کرت برداشت شده و حاصل ترکیبات مختلف سطوح متفاوت عوامل آزمایش اول بودند به‌صورت ۳۶ تیمار و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه آزمایشی تولید بذر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی فیروزکوه و در فاصله تقریبی دو کیلومتر از مزرعه آزمایش اول مورد بررسی قرار گرفتند. کاشت اشتکلینگ‌ها در ۲۰ فروردین انجام شد و هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت ۱۰ متری با فاصله ردیف ۶۷ سانتی‌متری و فاصله بوته روی ردیف ۶۷ سانتی‌متری بود، به‌طوری‌که ردیف‌های دوم تا پنجم به کاشت والد مادری (اشتکلینگ‌های برداشت شده از آزمایش سال اول) و ردیف‌های اول و ششم به کاشت والد گرده‌افشان (اوتایپ[1]) اختصاص یافت. باتوجه به نتایج آزمون خاک در آزمایش دوم (جدول ۲) و توصیه کودی، در پاییز سال اول به خطوط کاشت، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره سوپر فسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسه سولفات پتاسیم داده شد و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه در نظر گرفته شد. پس از ظاهر شدن گیاهچه دو بار عملیات وجین به‌صورت دستی و خاک‌دهی پای بوته انجام شد و در حین وجین و خاک‌دهی مقادیر کود نیتروژن که به دو قسمت تقسیم شده بود در هر بار وجین توزیع و با خاک مخلوط گردید. آبیاری هم به‌صورت نشتی با سیفون انجام شد و دور آبیاری برحسب نیاز مزرعه و بسته به شرایط آب و هوایی بین چهار تا شش روز بود. در پایان فصل، بذرهای هر کرت جداگانه برداشت و صفات عملکرد بذر خام و بذر قابل‌فروش، توزیع اندازه بذر، قوه نامیه، وزن هزاردانه و مونوژرمیته اندازه‌گیری شدند.

جدول ۲: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش دوم در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری در سال زراعی ۹۲-۹۱

Table 2: Physical and chemical properties of the soil of the second test site at a depth of 0-30 cm in 2012-2013 crop year

سال زراعی Crop Year	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	کربن آلی (درصد) OC (%)	نیتروژن (درصد) N (%)	پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm)	فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm)	شن (درصد) Sand (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	رس (درصد) Clay (%)	بافت خاک Soil texture
2012-2013	7.5	0.63	0.26	0.029	292	14.6	16	57	27	لوم سیلتی Silty loam

1. O-Type

در مرحله برداشت (۱۰ مرداد ۱۳۹۲)، بوته‌های بذری از ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری از سطح زمین قطع و پس از خشک‌شدن در معرض آفتاب، خرمن‌کوبی، بوجاری و استحصال بذر انجام شد. بذور پس از توزین و اندازه‌گیری عملکرد بذر خام، به آزمایشگاه کنترل و گواهی بذر اداره اصلاح و تهیه بذر چغندرقند اردبیل منتقل و پس از پرداخت (پولیش)، صفات درصد بذرهای استاندارد (۴/۵-۳/۵ میلی‌متر گرد (Ø))، درصد بذرهای زیر سرند (زیر ۳/۵ میلی‌متر گرد (Ø))، درصد بذرهای دارای اندازه خیلی بزرگ (بالای ۴/۵ میلی‌متر گرد (Ø))، درصد پوکی، وزن هزاردانه، درصد بذرهای مونوژرم و درصد جوانه‌زنی اندازه‌گیری شدند. برای تعیین درصد بذر استاندارد و بذرهای خارج از استاندارد، توده بذر حاصل از تیمارهای آزمایشی، با استفاده از دستگاه سرشاخه‌گیر و دستگاه بوجاری ساخت شرکت کاماس کشور سوئد، به اجزای مختلف تجزیه و سایزبندی شد. سپس با ترازوی دیجیتالی توزین و یادداشت‌برداری انجام شد. جهت ارزیابی، در هریک از تیمارهای مورد آزمایش، سه‌بار نمونه‌گیری (از بذرهای ۴/۵-۳/۵ میلی‌متر گرد (Ø)) انجام و با میانگین‌گیری اعداد به‌دست آمده، میزان بذرهای مونوژرم، درصد جوانه‌نی و وزن هزاردانه به‌دست‌آمد.

برای تعیین درصد جوانه‌زنی، برای هر تیمار در هر تکرار، چهار نمونه ۵۰ تایی بذر سالم، استاندارد و کالیبره شده، شمارش و پیش از قرارگرفتن در محیط‌کشت، با استفاده از محلول قارچ‌کش ویتاواکس دو در هزار ضدعفونی شده، در داخل کاغذ صافی چین‌دار کشت گردید و در داخل ظروف مخصوص در بسته قرارداده شد. سپس نمونه‌ها در داخل اتاقک رشد در دمای ۲۰±۱ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند (*برنارد* و *تافت*[1]، 2007). شمارش بذرهای جوانه‌زده سه‌بار در روز انجام شد. هنگام شمارش، بذرهایی جوانه‌زده تلقی شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها دو میلی‌متر یا بیش‌تر بود (*ایستا*، 2013). شمارش تا هنگامی‌که افزایش در تعداد بذرهای جوانه زده مشاهده نشد و به‌مدت سه روز متوالی تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر نمونه ثابت ماند، ادامه یافت. نسبت وزن آب مصرفی و کاغذ ۰/۸: ۱ بود (فرزانه و همکاران، 2007).

تجزیه واریانس مرکب برای داده‌های دوساله آزمایش اول با در نظر گرفتن اثر تصادفی سال و اثر ثابت سایر عوامل (تاریخ کاشت، تراکم و مقادیر نیتروژن) پس از انجام آزمون بارتلت جهت اطمینان از همگن بودن واریانس‌ها و نیز تجزیه واریانس ساده آزمایش دوم براساس موازین آماری طرح مورداستفاده با نرم‌افزار آماری SAS نسخه 9.1.3 (*انستیتو سس*[2]، 2004)، مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در آزمایش دو سال در سطح احتمال پنج درصد، رسم جدول‌ها توسط نرم‌افزار Word و رسم شکل‌ها توسط نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد ریشه‌چه

نتایج تجزیه مرکب دوساله نشان داد که اثر ساده تاریخ کاشت بر عملکرد ریشه‌چه در سطح احتمال پنج درصد و اثر ساده مقادیر نیتروژن بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار بود. هم‌چنین اثرهای متقابل تاریخ کاشت × نیتروژن در سطح پنج درصد، تراکم بوته × نیتروژن و تاریخ کاشت × تراکم بوته × نیتروژن در سطح یک درصد بر روی عملکرد ریشه‌چه‌های بذری معنی‌دار بودند (جدول ۳). معنی‌دار شدن اثر متقابل تاریخ کاشت × تراکم بوته × نیتروژن بر عملکرد ریشه‌چه نشان داد که نحوه رفتار این صفت در قبال عوامل موردمطالعه متفاوت است.

1. Benard and Toft

2. SAS Institute

جدول ۳: تجزیه واریانس مرکب صفات موردمطالعه تحت‌تأثیر تاریخ کاشت، تراکم بوته و نیتروژن در دو سال آزمایش

Table 3: Combined analysis of variance for studied traits under the influence of planting date, plant density and nitrogen in two years of experiment

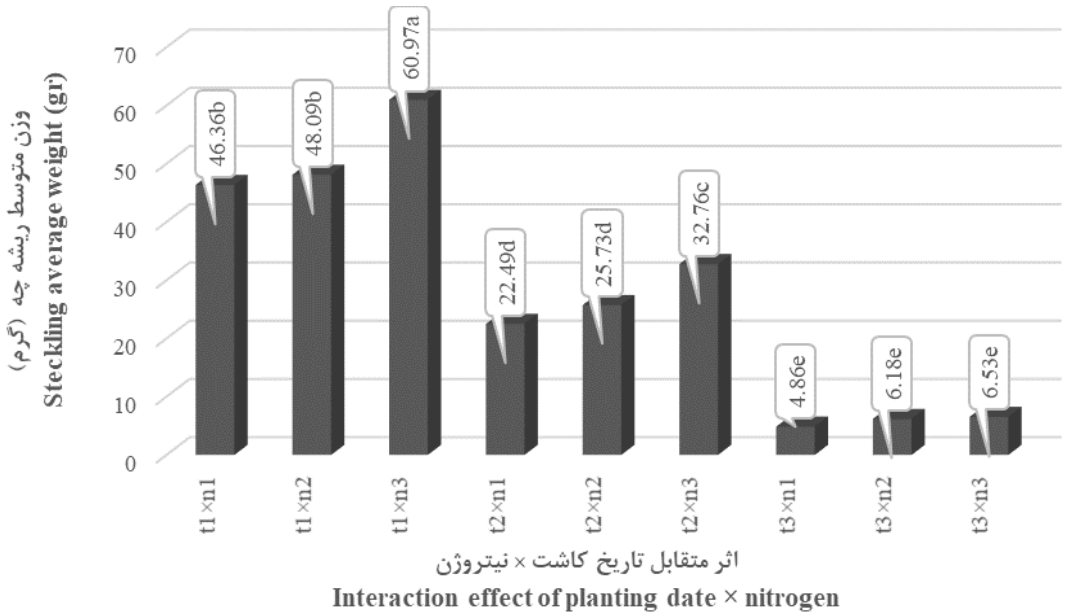
منابع تغییر S.O.V.		درجه آزادی df	میانگین مربعات MS			
			عملکرد ریشه‌چه Steckling yield	وزن متوسط ریشه‌چه Steckling average weight	وزن خشک ریشه‌چه Steckling dry weight	وزن خشک کل Total dry weigt
سال	Year	1	2.82^{ns}	218.73^{ns}	38296.66^{ns}	12678.02^{ns}
تکرار (سال)	Replication (year)	6	5.04	88.21	13115.20	12306.88
تاریخ کاشت	PDa	2	1314.51*	5078.63^{ns}	987419.97*	2367415.74**
تاریخ کاشت × سال	PDa×Y	2	29.12^{ns}	1167.58^{ns}	30283.56^{ns}	19249.28^{ns}
خطای کرت اصلی	Main plot error	12	10.96	332.35	13587.29	10651.63
تراکم بوته	Pde	3	18.58^{ns}	2790.57*	18399.89*	51519.13*
تراکم بوته × سال	PDe×Y	3	2.34^{ns}	191.51^{ns}	745.24^{ns}	3476.19^{ns}
تاریخ کاشت × تراکم بوته	PDa×Pde	6	7.10^{ns}	1125.48**	15996.59^{ns}	27522.73^{ns}
تاریخ کاشت × تراکم بوته × سال	PDa×PDe×Y	6	2.31^{ns}	115.67^{ns}	4603.31^{ns}	11799.55*
نیتروژن	N	2	64.32**	2052.30*	60511.92*	205522.44**
نیتروژن × سال	N×Y	2	0.15^{ns}	73.73^{ns}	977.91^{ns}	1212.69^{ns}
تاریخ کاشت × نیتروژن	PDa×N	4	18.11*	446.09*	13210.42*	32634.38*
تاریخ کاشت × نیتروژن × سال	PDa×N×Y	4	1.75^{ns}	32.31^{ns}	1348.95^{ns}	2785.84^{ns}
تراکم بوته × نیتروژن	PDe×N	6	10.24**	265.07^{ns}	17671.36**	44067.72**
تراکم بوته × نیتروژن × سال	PDe×N×Y	6	1.02^{ns}	73.21^{ns}	2057.01^{ns}	1870.49^{ns}
تاریخ کاشت × تراکم بوته × نیتروژن	PDa×PDe×N	12	4.86**	134.66^{ns}	6740.30*	24058.50**
تاریخ کاشت × تراکم بوته × نیتروژن × سال	PDa×PDe×N×Y	12	0.81^{ns}	91.60^{ns}	2266.14^{ns}	3948.49^{ns}
خطای کرت فرعی	Sub plot error	198	2.64	115.25	2640.46	4526.30
ضریب تغییرات (درصد)	CV (%)		15.63	19.49	14.14	23.40

^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

^{ns}, * and **: Non-significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

PDa: تاریخ کاشت، PDe: تراکم بوته، N: نیتروژن و Y: سال

PDa: stands for planting date, PDe: for plant density, N: for nitrogen and Y: for year



شکل ۱: مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت × نیتروژن بر وزن متوسط ریشه‌چه چغندرقند

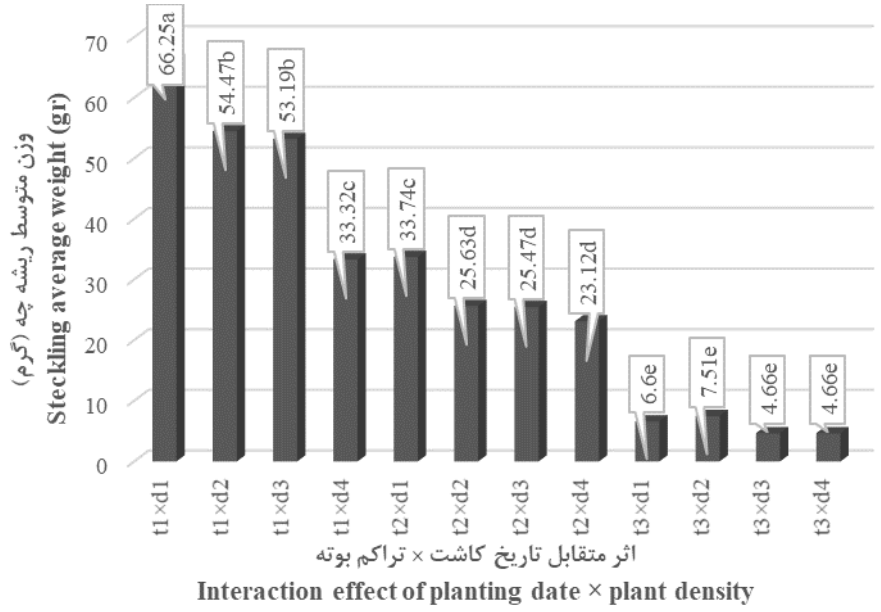
Fig. 1: Mean comparison for interaction effect of planting date × nitrogen on steckling average weight in sugar beet

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test

t_1، t_2 و t_3 به‌ترتیب تاریخ کاشت ۱۰ و ۳۰ تیر و ۱۹ مرداد و n_1، n_2 و n_3 به‌ترتیب نیتروژن ۲۵ درصد کم‌تر از حد بهینه، حد بهینه و ۲۵ درصد بیش‌تر از حد بهینه

t_1, t_2 and t_3 stand for planting date of 1 and 21 July and 10 August, respectively and n_1, n_2 and n_3 stand for nitrogen 25% less than optimum, optimum and 25% higher than optimum, respectively



شکل ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت × تراکم بوته بر وزن متوسط ریشه‌چه چغندرقند

Fig. 2: Mean comparison for interaction effect of planting date × plant density on steckling average weight in sugar beet

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test

t_1، t_2 و t_3 به ترتیب تاریخ کاشت ۱۰ و ۳۰ تیر و ۱۹ مرداد و d_1، d_2، d_3 و d_4 به‌ترتیب تراکم ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع

t_1, t_2 and t_3 stand for planting date of 1 and 21 July and 10 August, respectively and d_1, d_2, d_3 and d_4 stand for plant density of 10, 20, 30 and 40 plant m^{-2}, respectively

نتایج جدول ۴ نشان داد که تاریخ کاشت ۱۰ تیر، تراکم ۴۰ بوته در مترمربع و مصرف نیتروژن به مقدار ۲۵ درصد بیش‌تر از حد بهینه دارای بیش‌ترین عملکرد ریشه‌چه بود. کاشت زودتر گیاه در تاریخ کاشت ۱۰ تیر، سبب شد تا بوته‌ها با استفاده از شرایط آب و هوایی مناسب اوایل فصل، رشد سریع‌تر و بیش‌تری داشته و در نتیجه ریشه‌چه‌های بزرگ‌تر و قوی‌تری داشته باشند. در تحقیق افراخته و همکاران (2021) هم بیش‌ترین عملکرد ریشه چغندرقند متعلق به تاریخ کاشت زودتر بود. *سوگوت* و *آریوگلو*[1] (2004) نیز نشان دادند که عملکرد تحت‌تأثیر تراکم گیاهی، تاریخ کاشت و اثر متقابل آن‌ها قرار می‌گیرد. گوهری و همکاران (1997) گزارش کردند که افزایش مصرف نیتروژن در طول دوره رشد، موجب افزایش عملکرد ریشه چغندرقند شده است.

وزن متوسط ریشه‌چه بذری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده تراکم بوته و نیتروژن و اثر متقابل تاریخ کاشت × نیتروژن در سطح پنج درصد و اثر متقابل تاریخ کاشت × تراکم بوته در سطح یک درصد بر وزن متوسط ریشه‌چه‌ها معنی‌دار بود (جدول ۳). معنی‌دار شدن اثرات متقابل تاریخ کاشت × تراکم بوته و تاریخ کاشت × نیتروژن بدین مفهوم است که واکنش میانگین وزن ریشه‌چه‌ها به تغییرات تراکم کاشت و تغییرات میزان نیتروژن در سطوح مختلف تاریخ کاشت، یکسان نبوده است. به‌عبارت دیگر گرچه با افزایش تراکم کاشت در تمامی تاریخ‌های کاشت، از میانگین وزن ریشه‌چه‌ها کاسته شده و با افزایش مصرف نیتروژن در کلیه سطوح تاریخ کاشت نیز بر عملکرد ریشه‌چه‌ها افزوده شده است، اما شدت این تغییرات با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان داده است. گوهری و همکاران (1997) گزارش کردند که با افزایش مقدار نیتروژن، عملکرد ریشه (وزن ریشه) افزایش یافت. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد در تاریخ کاشت ۱۰ تیر و نیتروژن ۲۵ درصد بیش‌تر از حد بهینه، بیش‌ترین متوسط وزن ریشه‌چه حاصل شد (شکل ۱). در تاریخ کاشت ۱۰ تیر و تراکم ۱۰ بوته در مترمربع، بیش‌ترین وزن متوسط ریشه‌چه حاصل شد و با تأخیر در تاریخ کاشت، از تأثیر تیمارهای مختلف بر روی میانگین وزن ریشه‌چه کاسته شد (شکل ۲). نتایج این تحقیق با نتایج گوهری (1996) و امساکی و همکاران (1998) مطابقت داشت.

وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک کل

اثرات ساده تاریخ کاشت، تراکم بوته و نیتروژن و اثرات متقابل تاریخ کاشت × نیتروژن و تاریخ کاشت × تراکم بوته × نیتروژن در سطح پنج درصد و اثر متقابل تراکم بوته × نیتروژن در سطح یک درصد بر وزن خشک ریشه‌چه تأثیر معنی‌داری داشت. از طرفی اثرات ساده تاریخ کاشت و سطوح نیتروژن و اثرات متقابل تراکم بوته × نیتروژن و تاریخ کاشت × تراکم بوته × نیتروژن در سطح یک درصد و اثر ساده تراکم بوته و اثر متقابل تاریخ کاشت × نیتروژن در سطح پنج درصد بر وزن خشک کل تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۳).

بنابر نتایج جدول ۴، با کاشت زودتر (۱۰ تیر)، افزایش تراکم (۴۰ بوته در مترمربع) و افزایش مصرف نیتروژن (۲۵ درصد بیش‌تر از حد بهینه) ($t_1 \times d_4 \times n_3$)، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک کل گیاه به‌ترتیب با ۳۲۴/۴۴ و ۵۷۶/۰۵ گرم در مترمربع دارای بیش‌ترین مقادیر بودند. به‌نظر می‌رسد کاشت زودتر موجب توسعه سریع‌تر برگ‌ها و ایجاد شرایط مناسب برای رشد اندام هوایی و زیرزمینی در بوته شده است. این نتایج با یافته‌های *لائور*[2] (1995) و *فورچون* و همکاران (1999) مطابقت دارد. هم‌چنین ترکیبات تیماری $t_1 \times d_2 \times n_2$، $t_1 \times d_2 \times n_3$ و $t_2 \times d_4 \times n_3$ مربوط به وزن خشک ریشه‌چه، همگی در گروه آماری مشابه با ترکیب تیماری $t_1 \times d_4 \times n_3$ قرار گرفتند. *لائور* (1995) گزارش کرد که تأخیر در تاریخ کاشت، موجب کرپه شدن، کاهش سطح برگ و رشد ریشه و در نهایت کاهش عملکرد گیاه گردید. هم‌چنین *فورچون* و همکاران (1999) بیان کردند که کاشت زودهنگام، موجب افزایش توسعه شاخص سطح برگ، افزایش جذب تشعشع و به‌تبع آن افزایش وزن خشک و عملکرد ریشه می‌گردد. تأثیر تراکم بر افزایش مجموع ماده خشک با تحقیقات انجام شده توسط *اسکات* و *جاگارد*[3] (1993)، صادق‌زاده حمایتی و همکاران (2004) و خیامیم و همکاران (2003) مطابقت دارد. با افزایش تراکم گیاهی به‌دلیل استفاده بهینه از عوامل محیطی، امکان افزایش عملکرد فراهم می‌شود، ولی با ادامه افزایش تراکم گیاهی، بر رقابت بین و درون‌گونه‌ای افزوده شده و گیاه جهت تأمین نیازهای رشدی خود، با گیاهان مجاور به رقابت پرداخته و در نتیجه کمبود نیازهای رشدی، دچار خسارت خواهد شد. بیش‌تر بودن وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک کل در تیمار افزایش نیتروژن بیش از حد بهینه با نتایج *شاک*[4] و همکاران (2000) و *دری‌کات*[5] (1993) مطابقت داشت. در تاریخ کاشت ۱۹ مرداد،

1. Sugut and Arioglu

2. Lauer
3. Scott and Jaggard
4. Shock
5. Draycott

اولاً در تراکم‌ها و مقادیر متفاوت نیتروژن، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک کل گیاه نسبت به تاریخ کاشت ۱۰ تیر شدیداً کاهش نشان داد، ثانیاً در این تاریخ کاشت، تأثیر تیمارهای مختلف بر روی صفات مذکور، به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافت (جدول ۴). بنابراین نتایج این تحقیق نشان داد که اهمیت تاریخ کاشت در رابطه با صفات وزن خشک ریشه‌چه و کل نسبت به سایر تیمارهای اعمال شده بیش‌تر است و استفاده از تیمارهای مختلف جهت افزایش عملکرد ریشه‌چه بذری زمانی نتیجه‌بخش است که در زمان مناسب، کاشت انجام شده و در صورت تأخیر در کاشت، امکان بهبود تولید ریشه‌چه بذری با تغییرات تراکم بوته و نیتروژن کاهش می‌یابد.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت × تراکم بوته × نیتروژن بر عملکرد ریشه‌چه بذری، وزن خشک ریشه‌چه بذری و وزن خشک کل در چغندرقند

Table 4: Mean comparison for interaction effects of planting date × plant density × nitrogen on steckling yield, steckling dry weight and total dry weight in sugar beet

تیمار Treatment	عملکرد ریشه‌چه (تن در هکتار) Steckling yield ($t.ha^{-1}$)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم در مترمربع) Steckling dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کل (گرم در مترمربع) Total dry weight ($g.m^{-2}$)
$t_1 \times d_1 \times n_1$	6.62^{c-f}	185.95^{c-f}	266.98^{g}
$t_1 \times d_1 \times n_2$	7.87^{cde}	220.49^{b-e}	381.45^{de}
$t_1 \times d_1 \times n_3$	8.97^{c}	217.02^{b-e}	369.12^{e}
$t_1 \times d_2 \times n_1$	5.99^{d-g}	173.38^{d-g}	270.09^{g}
$t_1 \times d_2 \times n_2$	8.08^{cd}	264.76^{abc}	449.23^{b}
$t_1 \times d_2 \times n_3$	8.49^{cd}	260.70^{abc}	403.45^{cd}
$t_1 \times d_3 \times n_1$	8.39^{cd}	210.80^{c-f}	368.89^{e}
$t_1 \times d_3 \times n_2$	8.94^{c}	237.48^{bcd}	375.82^{de}
$t_1 \times d_3 \times n_3$	9.48^{b}	226.72^{b-e}	400.42^{de}
$t_1 \times d_4 \times n_1$	5.36^{e-h}	149.52^{e-h}	249.71^{gh}
$t_1 \times d_4 \times n_2$	9.50^{b}	219.52^{b-e}	327.07^{f}
$t_1 \times d_4 \times n_3$	12.24^{a}	324.44^{a}	576.05^{a}
$t_2 \times d_1 \times n_1$	3.35^{h-l}	75.26^{hij}	129.18^{k}
$t_2 \times d_1 \times n_2$	3.55^{g-j}	88.84^{hij}	129.12^{k}
$t_2 \times d_1 \times n_3$	4.99^{fgh}	105.88^{ghi}	200.33^{i}
$t_2 \times d_2 \times n_1$	3.52^{hij}	84.50^{hij}	$157.92j^{k}$
$t_2 \times d_2 \times n_2$	3.39^{h-l}	72.60^{hij}	127.97^{k}
$t_2 \times d_2 \times n_3$	3.84^{ghi}	73.02^{hij}	149.15^{k}
$t_2 \times d_3 \times n_1$	4.47^{fgh}	106.95^{ghi}	187.20^{ij}
$t_2 \times d_3 \times n_2$	4.64^{fgh}	108.49^{ghi}	213.32^{i}
$t_2 \times d_3 \times n_3$	5.12^{fgh}	140.68^{fgh}	220.93^{hi}
$t_2 \times d_4 \times n_1$	3.44^{h-k}	87.75^{hij}	138.67^{k}
$t_2 \times d_4 \times n_2$	6.23^{d-g}	150.90^{e-h}	260.25^{g}
$t_2 \times d_4 \times n_3$	6.37^{c-g}	291.06^{ab}	435.53^{bc}
$t_3 \times d_1 \times n_1$	0.70^{l}	15.79^{j}	35.68^{m}
$t_3 \times d_1 \times n_2$	0.78^{kl}	20.67^{j}	44.61^{lm}
$t_3 \times d_1 \times n_3$	1.16^{i-l}	27.72^{ij}	52.76^{lm}
$t_3 \times d_2 \times n_1$	0.95^{jkl}	18.33^{j}	43.07^{lm}
$t_3 \times d_2 \times n_2$	1.13^{jkl}	27.68^{ij}	51.45^{lm}
$t_3 \times d_2 \times n_3$	1.39^{i-l}	25.74^{ij}	72.57^{l}
$t_3 \times d_3 \times n_1$	0.70^{l}	16.43^{j}	56.90^{lm}
$t_3 \times d_3 \times n_2$	0.95^{jkl}	18.15^{j}	52.43^{lm}
$t_3 \times d_3 \times n_3$	0.91^{jkl}	29.94^{ij}	124.21^{k}
$t_3 \times d_4 \times n_1$	0.81^{kl}	17.63^{j}	44.06^{lm}
$t_3 \times d_4 \times n_2$	0.82^{kl}	18.90^{j}	46.19^{lm}
$t_3 \times d_4 \times n_3$	0.94^{jkl}	21.92^{j}	53.14^{lm}

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test

t_1، t_2 و t_3 به ترتیب تاریخ کاشت ۱۰ و ۳۰ تیر و ۱۹ مرداد. d_1، d_2، d_3 و d_4 به ترتیب تراکم ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع. n_1، n_2 و n_3 به ترتیب نیتروژن ۲۵ درصد کمتر از حد بهینه، حد بهینه و ۲۵ درصد بیشتر از حد بهینه.

t_1, t_2 and t_3 stand for planting date of 1 and 21 July and 10 August, respectively. d_1, d_2, d_3 and d_4 stand for plant density of 10, 20, 30 and 40 plant per m^{-2}, respectively. n_1, n_2 and n_3 stand for nitrogen 25% less than optimum, optimum and 25% higher than optimum, respectively

خصوصیات کمی و کیفی بذر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر ریشه‌چه‌های بذری حاصل از آزمایش سال اول که نتیجه ترکیبات مختلف سطوح متفاوت عوامل آزمایش بودند، بر روی عملکرد بذر خام، درصد بذر زیر ۳/۵ میلی‌متر گرد (Ø) و درصد بذر ۵-۳/۵ میلی‌متر گرد (Ø) در سطح یک درصد و نیز بر عملکرد بذر قابل فروش و درصد پوکی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۵).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ترکیبات تیماری $t_1 \times d_1 \times n_2$ و $t_1 \times d_1 \times n_3$ در تولید ریشه‌چه بذری، در سال دوم بیش‌ترین عملکرد بذر خام را به‌ترتیب با ۱۲۲/۳۱ و ۱۰۶/۶۰ گرم در بوته

داشت که با تأخیر در کاشت، این صفت کاهش معنی‌داری نشان داد. ترکیب‌های تیماری $t_1 \times d_4 \times n_1$ و $t_1 \times d_1 \times n_2$ در تولید ریشه‌چه، در سال دوم به‌ترتیب با ۴۳/۷۴ و ۴۲/۵۲ گرم در بوته بیش‌ترین عملکرد بذر قابل‌فروش و تیمار $t_3 \times d_4 \times n_1$ کم‌ترین عملکرد بذر قابل‌فروش را تولید کردند (جدول ۶). این نتایج، با نتایج تحقیقات صادق زاده حمایتی و همکاران (2004)، *بالان* و همکاران (1978) و *فلچر* و همکاران (1988) مطابقت دارد. در این زمینه *بالان* و همکاران (1978) اعلام داشتند که با افزایش وزن ریشه‌چه‌های بذری (ناشی از کشت زودهنگام)، عملکرد بذر افزایش می یابد. هم‌چنین *فلچر* و همکاران (1988) گزارش کردند که تغذیه نیتروژن برای تحریک رشد در مراحل اولیه (تولید ریشه‌چه بذری) ضروری بوده و باعث افزایش عملکرد بذر در حدود ۲۵ درصد شده است. در تحقیق صادق‌زاده حمایتی و همکاران (2004)، با افزایش فاصله بوته روی خط از ۴۰ به ۶۰ سانتی‌متر، افزایش عمکرد بذر به میزان ۴۳ درصد اتفاق افتاد.

تیمار $t_1 \times d_2 \times n_3$ در تولید ریشه‌چه، در سال دوم جزء کم‌ترین مقادیر درصد بذر زیر سرند (زیر ۳/۵ میلی‌متر گرد (Ø)) و میزان پوکی بذر و هم‌چنین جزء بیش‌ترین درصدهای بذر ۵-۳/۵ میلی‌متر گرد (Ø) بود. ضمناً تیمارهای $t_1 \times d_1 \times n_2$، $t_1 \times d_1 \times n_3$، $t_1 \times d_2 \times n_2$، $t_1 \times d_2 \times n_3$، $t_1 \times d_3 \times n_1$، $t_1 \times d_4 \times n_2$، $t_2 \times d_2 \times n_1$، $t_2 \times d_3 \times n_3$ و $t_2 \times d_4 \times n_3$ همگی متعلق به گروه آماری مشابه و دارای کم‌ترین مقادیر بذر زیر ۳/۵ میلی‌متر بودند (جدول ۶). هم‌چنین ترکیبات تیماری $t_1 \times d_1 \times n_2$، $t_1 \times d_1 \times n_3$، $t_1 \times d_2 \times n_3$ و $t_1 \times d_3 \times n_1$ همگی در گروه آماری مشابه با بیش‌ترین مقادیر بذر بین ۵-۳/۵ میلی‌متر بودند و بالاترین مقادیر پوکی بذر در بیش‌تر تیمارهای تراکم و مصرف نیتروژن در تاریخ کشت دیرتر (۱۹ مرداد) و کم‌ترین آن‌ها در تاریخ کشت اول (۱۰ تیر) اتفاق افتاده است (جدول ۶).

در مورد تأثیر ریشه‌چه‌های بذری بر خصوصیات کیفی بذر، گزارش‌های متفاوتی وجود دارد. صادق‌زاده حمایتی و همکاران (2004) گزارش کردند با آن که افزایش اندازه ریشه‌چه بذری به‌طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد بذر گردید، ولی اثرات ریشه‌چه بر روی درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، وزن هزاردانه و درصد مونوژرمیته معنی‌دار نبود. *پودلاسکی* (1987) نشان داد که افزایش وزن ریشه‌چه‌ها از ۱۵۰ به ۷۰۰ گرم، علاوه‌بر افزایش عملکرد بذر، درصد جوانه‌زنی بذر تولیدی را نیز افزایش می‌دهد. این در حالی است که *ساینی*[1] و همکاران (1977) با آزمایش روی چهار اندازه متفاوت ریشه‌چه، دریافتند که افزایش وزن ریشه‌چه، تأثیری بر روی رسیدگی بذر و خصوصیاتی نظیر وزن هزاردانه و جوانه‌زنی بذر ندارد. نحوه تأثیر مصرف نیتروژن روی درصد جوانه‌زنی بذرهای چغندرقند، در غالب موارد به شرایط محیطی ازجمله دسترسی به رطوبت در طول دوره رشد بستگی داشته و بر همین اساس، نتایج تحقیقات متعدد صورت پذیرفته در این رابطه بسیار متغیر است. بر همین اساس *پولادسکی* (1987) با مصرف ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیترژن خالص در هکتار، افزایش درصد جوانه‌زنی بذر و *اسنایدر* (1959)، عدم تفاوت معنی‌دار این صفت در گیاهان دریافت‌کننده در حد بهینه را در برابر مقادیر بسیار زیاد نیتروژن گزارش کردند. *میلفورد* و *واتسون* (1971) نیز دریافتند که مصرف اولیه نیتروژن در افزایش عملکرد بسیار مهم است، ولی این اهمیت شامل افزایش جوانه‌زنی نمی‌شود.

نتایج حاصل از پژوهش‌های متعدد نیز افزایش عملکرد بذر در اثر بزرگ شدن اندازه ریشه‌چه‌های بذری را تأیید می‌کند، به‌طوری‌که کاهش عملکرد کمی و کیفی در نتیجه تأخیر در زمان کاشت بذر، قبلاً گزارش شده است (آسودی و همکاران، 2000؛ صادق‌زاده حمایتی و همکاران، 2004) زیرا تاریخ کاشت با تأثیر بر روی طول دوره رشد رویشی و زایشی گیاه و ایجاد توازن بین آن‌ها همراه با سایر عوامل تولید، کیفیت و کمیت محصول را تعیین می‌کند (رنجی و همکاران، 1997).

بالان و همکاران (1978) گزارش کردند که رشد گیاه و عملکرد بذر چغندرقند حاصل از کاشت ریشه‌چه‌های بزرگ و متوسط بیش از ریشه‌چه‌های کوچک است. صادق‌زاده حمایتی و همکاران (2004) نیز در تحقیقی دریافتند که افزایش وزن ریشه‌چه‌های بذری، موجب افزایش سهم بذور با قطر بین ۴/۵-۳/۵ میلی‌متر شد. در این تحقیق، در ریشه‌چه‌های حاصل از تاریخ کاشت‌های زودتر، درصد بذرهای زیر ۳/۵ میلی‌متر گرد کاهش یافته است. بنابراین، این عامل باعث افزایش عملکرد بذر قابل‌فروش شده است و هرقدر بذر تولید شده دارای مقدار کم‌تری بذر زیر سرند باشد، با درنظرگرفتن سایر خصوصیات از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار خواهد بود. زیرا بذور ریز برای کشت‌های بعدی به‌منظور تولید ریشه‌چه‌های بذری مناسب نخواهند بود. شاید دلیل کاهش بذرهای زیر ۳/۵ میلی‌متر گرد، رشد سریع‌تر بوته‌ها و رسیدگی زودتر در سال دوم باشد. بنابراین ریشه‌چه‌هایی که از تاریخ کاشت زودتر حاصل شده اند، نسبت به ریشه‌چه‌ای حاصل از تاریخ کاشت‌های دیرتر، رشد بیش‌تری داشته و در واقع رسیده‌تر هستند و در سال دوم زودتر گل داده و بنابراین طول دوره رشد بذر بیش‌تر شده و بذرها زمان بیش‌تری به رشد خود ادامه می‌دهند.

---

۱. Saini

جدول ۵: تجزیه واریانس تأثیر ریشه‌چه‌های حاصل از تیمارهای مختلف بر عملکرد بذر خام و بذر قابل فروش، توزیع اندازه بذر و درصد پوکی بذر در چغندرقند

Table 5: Analysis of variance for effect of stecklings obtained from different treatments on crude and marketable seed yield, distribution of seed size and percentage of seed emptiness in sugar beet

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS				
		عملکرد بذر Seed yield		درصد پوکی بذر Percentage of seed emptiness	توزیع اندازه بذر Distribution of seed size	
		خام Crude	قابل فروش Marketable		زیر ۳/۵ میلی‌متر گرد (Ø) <3.5 mm round (Ø)	بین ۵-۳/۵ میلی‌متر گرد (Ø) 3.5-5 mm round (Ø)	بالای ۵ میلی‌متر گرد (Ø) >5 mm round (Ø)
تکرار Replication	3	3240.73**	2286.51**	112.58**	319.02**	372.35**	109.96**
ریشه‌چه‌های حاصل از تیمارهای مختلف+ Stecklings obtained from different treatments	35	1985.60**	260.05*	27.83*	138.20**	159.58**	13.84ns
خطا Error	105	496.46	163.06	18.16	35.67	54.19	10.65
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	18.66	20.24	20.58	17.70	19.24	13.17

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

ns, * and **: Non-significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

+: ریشه‌چه‌های برداشت شده از آزمایش سال اول که حاصل ترکیبات مختلف سطوح متفاوت عوامل آزمایش بودند

+: The steclings harvested from the first year trial, which were the result of different combinations of different levels of experimental factors

جدول ۶: مقایسه میانگین صفات عملکرد بذر خام و بذر قابل فروش، توزیع اندازه بذر و درصد پوکی بذر حاصل از ریشه‌چه‌های تیمارهای مختلف+ در چغندرقند

Table 6: Mean comparison for traits of crude and marketable seed yield, distribution of seed size and percentage of seed emptiness obtained from stecklings of different treatments in sugar beet

توزیع اندازه بذر (درصد) Distribution of seed size (%)		درصد پوکی بذر Percentage of seed emptiness	عملکرد بذر (گرم در بوته) Seed yield (g plant^{-1})		تیمار Treatment
بین ۵-۳/۵ میلی‌متر گرد (Ø) 3.5-5 mm round (Ø)	زیر ۳/۵ میلی‌متر گرد (Ø) <3.5 mm round (Ø)		قابل فروش Marketable	خام Crude	
43.15^{de}	30.93^{u-s}	19.73^{c-j}	22.33^{hij}	89.58^{bcd}	$t_1 \times d_1 \times n_1$
48.21^{ab}	25.74^{u}	17.95^{f-j}	42.52^{ab}	122.31^{a}	$t_1 \times d_1 \times n_2$
48.73^{ab}	26.24^{u}	17.29^{g-j}	22.35^{hij}	106.60^{ab}	$t_1 \times d_1 \times n_3$
40.66^{e-h}	32.57^{j-p}	20.61^{b-h}	33.47^{c-f}	78.63^{c-f}	$t_1 \times d_2 \times n_1$
39.50^{f-j}	28.38^{r-u}	19.63^{d-j}	21.77^{hij}	61.80^{f-i}	$t_1 \times d_2 \times n_2$
49.99^{a}	25.85^{u}	16.01^{j}	36.98^{b-e}	96.58^{bcd}	$t_1 \times d_2 \times n_3$
48.30^{ab}	27.04^{tu}	16.99^{g-j}	19.84^{h-k}	57.90^{f-k}	$t_1 \times d_3 \times n_1$
39.16^{f-k}	34.30^{j-m}	20.34^{b-j}	30.20^{fg}	88.33^{b-e}	$t_1 \times d_3 \times n_2$
42.37^{def}	32.88^{j-o}	18.45^{e-j}	34.62^{c-f}	79.69^{c-f}	$t_1 \times d_3 \times n_3$
41.90^{def}	31.69^{l-q}	20.07^{c-j}	43.74^{a}	68.97^{d-h}	$t_1 \times d_4 \times n_1$
44.23^{cd}	28.06^{stu}	19.00^{e-j}	33.97^{c-f}	71.51^{c-g}	$t_1 \times d_4 \times n_2$
46.64^{bc}	29.63^{p-t}	16.14^{ij}	21.48^{hij}	54.15^{f-l}	$t_1 \times d_4 \times n_3$
41.35^{d-g}	31.49^{m-q}	21.69^{b-f}	21.24^{hij}	35.59^{jkl}	$t_2 \times d_1 \times n_1$
37.11^{j-l}	34.95^{h-k}	21.16^{b-g}	37.41^{bcd}	63.26^{e-i}	$t_2 \times d_1 \times n_2$
37.43^{h-l}	31.98^{k-p}	20.77^{b-h}	31.23^{def}	49.55^{g-l}	$t_2 \times d_1 \times n_3$
41.22^{d-g}	28.24^{stu}	22.68^{b-e}	31.19^{ef}	60.30^{f-j}	$t_2 \times d_2 \times n_1$
42.11^{def}	29.74^{p-t}	21.40^{b-g}	20.92^{hij}	35.55^{jkl}	$t_2 \times d_2 \times n_2$
39.13^{f-k}	31.95^{k-p}	18.83^{e-j}	35.74^{c-f}	57.25^{f-k}	$t_2 \times d_2 \times n_3$
37.23^{i-l}	35.03^{hij}	21.75^{b-f}	33.88^{c-f}	56.02^{f-l}	$t_2 \times d_3 \times n_1$
36.63^{jkl}	31.37^{m-r}	21.74^{b-f}	24.67^{ghi}	45.62^{h-l}	$t_2 \times d_3 \times n_2$
41.02^{d-g}	27.63^{tu}	18.84^{e-j}	24.84^{gh}	43.71^{h-l}	$t_2 \times d_3 \times n_3$
38.44^{g-k}	29.94^{o-t}	24.71^{ab}	21.53^{hij}	36.00^{jkl}	$t_2 \times d_4 \times n_1$
37.98^{g-k}	33.83^{j-n}	18.83^{e-j}	24.00^{hi}	38.32^{i-l}	$t_2 \times d_4 \times n_2$
40.56^{e-i}	28.68^{q-u}	19.66^{d-j}	31.20^{ef}	50.79^{g-l}	$t_2 \times d_4 \times n_3$
26.32^{p}	44.01^{bc}	23.77^{a-d}	37.55^{bc}	76.40^{c-f}	$t_3 \times d_1 \times n_1$
30.89^{no}	47.03^{a}	16.67^{hij}	16.92^{jkl}	40.02^{i-l}	$t_3 \times d_1 \times n_2$
28.52^{op}	41.50^{cde}	23.72^{a-d}	17.06^{jkl}	38.47^{i-l}	$t_3 \times d_1 \times n_3$
37.88^{g-k}	33.74^{j-n}	22.04^{b-f}	18.61^{i-l}	39.05^{i-l}	$t_3 \times d_2 \times n_1$
29.63^{op}	40.75^{def}	24.55^{abc}	22.97^{hij}	50.08^{g-l}	$t_3 \times d_2 \times n_2$
30.60^{no}	40.14^{efg}	24.11^{abc}	20.64^{hij}	42.99^{i-l}	$t_3 \times d_2 \times n_3$
28.97^{op}	46.65^{ab}	20.17^{c-j}	14.10^{kl}	33.73^{kl}	$t_3 \times d_3 \times n_1$
27.85^{op}	38.77^{efg}	27.45^{a}	19.48^{h-k}	45.37^{h-l}	$t_3 \times d_3 \times n_2$
35.97^{klm}	34.52^{i-l}	22.97^{b-e}	20.49^{hij}	40.14^{i-l}	$t_3 \times d_3 \times n_3$
34.49^{lm}	37.83^{fgh}	21.02^{b-g}	12.83^{l}	30.74^{l}	$t_3 \times d_4 \times n_1$
30.40^{no}	43.39^{cd}	21.39^{b-g}	19.77^{h-k}	46.29^{g-l}	$t_3 \times d_4 \times n_2$
33.01^{mn}	37.39^{ghi}	23.40^{a-d}	20.83^{hij}	43.45^{h-l}	$t_3 \times d_4 \times n_3$

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test

t_1، t_2 و t_3 به‌ترتیب تاریخ کاشت ۱۰ و ۳۰ تیر و ۱۹ مرداد. d_1، d_2، d_3 و d_4 به‌ترتیب تراکم ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع. n_1، n_2 و n_3 به‌ترتیب نیتروژن ۲۵ درصد کم‌تر از حد بهینه، حد بهینه و ۲۵ درصد بیش‌تر از حد بهینه

t_1, t_2 and t_3 stand for planting date of 1 and 21 July and 10 August, respectively. d_1, d_2, d_3 and d_4 stand for plant density of 10, 20, 30 and 40 plant per m^{-2}, respectively. n_1, n_2 and n_3 stand for nitrogen 25% less than optimum, optimum and 25% higher than optimum, respectively

+: ریشه‌چه‌های برداشت شده از آزمایش سال اول که حاصل ترکیبات مختلف سطوح متفاوت عوامل آزمایش بودند

+: The steclings harvested from the first year trial, which were the result of different combinations of different levels of experimental factors

جدول ۷: تجزیه واریانس تأثیر ریشه‌چه‌های بذری حاصل از تیمارهای مختلف بر قوه نامیه مکانیکی، درصد جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، وزن هزاردانه و درصد مونوژرمیته در بذرهای با اندازه ۵-۴ میلی‌متر گرد (Ø) چغندرقند

Table 7: Analysis of variance for stecklings obtained from different treatments on mechanical viability, germination percentage, average time of germination, thousand-germ weight and monogerm seed percentage in sugar beet seeds with a size of 4-5 mm round (Ø)

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS				
		قوه نامیه مکانیکی Mechanical viability	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	میانگین زمان جوانه‌زنی Average time of germination	وزن هزاردانه Thousand-germ weight	درصد مونوژرمیته Monogerm seed percentage
تکرار Replication	3	1911.78**	2309.08**	476.88**	0.71^{ns}	364.78*
ریشه‌چه‌های حاصل از تیمارهای مختلف$^{+}$ Stecklings obtained from different treatments	35	202.26*	154.80^{ns}	56.84^{ns}	1.38^{ns}	162.67^{ns}
خطا Error	105	131.75	163.39	53.71	1.05	112.67
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	19.67	17.70	22.90	8.09	18.92

^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

^{ns}, * and **: Non-significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

$^{+}$: ریشه‌چه‌های برداشت شده از آزمایش سال اول که حاصل ترکیبات مختلف سطوح متفاوت عوامل آزمایش بودند

$^{+}$: The stecklings harvested from the first year trial, which were the result of different combinations of different levels of factors of the experiment

جدول ۸: مقایسه میانگین قوه نامیه مکانیکی در بذرهای با اندازه ۵-۴ میلی‌متر گرد (Ø) حاصل از ریشه‌چه‌های تیمارهای مختلف در چغندرقند

Table 8: Mean comparison for mechanical viability in seeds with a size of 4-5 mm round (Ø) obtained from stecklings of different treatments in sugar beet

ریشه‌چه‌های حاصل از تیمارهای مختلف$^{+}$ Stecklings obtained from different treatments	قوه نامیه مکانیکی (درصد) Mechanical viability (%)	ریشه‌چه‌های حاصل از تیمارهای مختلف Stecklings obtained from different treatments	قوه نامیه مکانیکی (درصد) Mechanical viability (%)	ریشه‌چه‌های حاصل از تیمارهای مختلف Stecklings obtained from different treatments	قوه نامیه مکانیکی (درصد) Mechanical viability (%)
$t_1 \times d_1 \times n_1$	56.50^{ghi}	$t_2 \times d_1 \times n_1$	60.25^{e-h}	$t_3 \times d_1 \times n_1$	43.25^{m}
$t_1 \times d_1 \times n_2$	63.25^{cde}	$t_2 \times d_1 \times n_2$	57.00^{ghi}	$t_3 \times d_1 \times n_2$	60.75^{efg}
$t_1 \times d_1 \times n_3$	60.75^{efg}	$t_2 \times d_1 \times n_3$	62.75^{def}	$t_3 \times d_1 \times n_3$	48.75^{l}
$t_1 \times d_2 \times n_1$	63.25^{cde}	$t_2 \times d_2 \times n_1$	58.50^{e-i}	$t_3 \times d_2 \times n_1$	59.25^{e-h}
$t_1 \times d_2 \times n_2$	58.25^{f-i}	$t_2 \times d_2 \times n_2$	62.75^{def}	$t_3 \times d_2 \times n_2$	55.50^{hij}
$t_1 \times d_2 \times n_3$	68.25^{abc}	$t_2 \times d_2 \times n_3$	61.25^{efg}	$t_3 \times d_2 \times n_3$	54.00^{ijk}
$t_1 \times d_3 \times n_1$	73.25^{a}	$t_2 \times d_3 \times n_1$	58.50^{e-i}	$t_3 \times d_3 \times n_1$	49.00^{l}
$t_1 \times d_3 \times n_2$	59.75^{e-h}	$t_2 \times d_3 \times n_2$	50.75^{jkl}	$t_3 \times d_3 \times n_2$	57.75^{ghi}
$t_1 \times d_3 \times n_3$	69.50^{ab}	$t_2 \times d_3 \times n_3$	60.25^{e-h}	$t_3 \times d_3 \times n_3$	58.25^{f-i}
$t_1 \times d_4 \times n_1$	58.25^{f-i}	$t_2 \times d_4 \times n_1$	57.75^{ghi}	$t_3 \times d_4 \times n_1$	49.25^{kl}
$t_1 \times d_4 \times n_2$	57.75^{ghi}	$t_2 \times d_4 \times n_2$	48.50^{l}	$t_3 \times d_4 \times n_2$	59.25^{e-h}
$t_1 \times d_4 \times n_3$	71.25^{ab}	$t_2 \times d_4 \times n_3$	67.75^{cd}	$t_3 \times d_4 \times n_3$	42.25^{m}

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test

t_1، t_2 و t_3 به‌ترتیب تاریخ کاشت ۱۰ و ۳۰ تیر و ۱۹ مرداد. d_1، d_2، d_3 و d_4 به‌ترتیب تراکم ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع. n_1، n_2 و n_3 به‌ترتیب نیتروژن ۲۵ درصد کم‌تر از حد بهینه، حد بهینه و ۲۵ درصد بیش‌تر از حد بهینه

t_1, t_2 and t_3 stand for planting date of 1 and 21 July and 10 August, respectively. d_1, d_2, d_3 and d_4 stand for plant density of 10, 20, 30 and 40 plant per m^{-2}, respectively. n_1, n_2 and n_3 stand for nitrogen 25% less than optimum, optimum and 25% higher than optimum, respectively

$^{+}$: ریشه‌چه‌های برداشت شده از آزمایش سال اول که حاصل ترکیبات مختلف سطوح متفاوت عوامل آزمایش بودند

$^{+}$: The stecklings harvested from the first year trial, which were the result of different combinations of different levels of factors of the experiment

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ریشه‌چه‌های حاصل از ترکیبات تیمارهای مختلف بر روی صفت قوه نامیه مکانیکی در سطح پنج درصد معنی‌دار و بر روی هیچ‌یک از صفات درصد جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، وزن هزاردانه و درصد مونوژرمیته معنی‌دار نبود (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون دانکن نشان داد که بیش‌ترین قوه نامیه مکانیکی مربوط به ترکیبات تیماری $t_1\times d_2\times n_3$، $t_1\times d_3\times n_1$، $t_1\times d_3\times n_3$ و $t_1\times d_4\times n_3$ بودند (جدول ۸). صادق‌زاده حمایتی و همکاران (2004) اعلام کردند به‌طورکلی افزایش وزن ریشه‌چه (ناشی از کاشت زودهنگام) و فاصله کاشت (کاهش تراکم) موجب درشت شدن بذر و افزایش قوه نامیه شده است.

عوامل مختلفی مانند وزن ریشه‌چه، تراکم بوته، روش کاشت و تاریخ کاشت می‌توانند روی خصوصیات کمی و کیفی بذر چغندرقند تأثیر داشته باشند. به‌طورکلی ترکیبات تیماری مربوط به تاریخ کاشت اول (۱۰ تیر) نسبت به ترکیب تیمارهای مربوط به تاریخ کاشت‌های دیگر، از نظر صفت درصد قوه نامیه از وضعیت بهتری برخوردار بودند. به نظر می‌رسد که از تاریخ کاشت‌های زودتر، ریشه‌چه‌های درشت‌تری حاصل شده و این امر باعث افزایش میزان رشد بوته‌های بذری و افزایش عملکرد کمی و کیفی در سال دوم شده است. نتایج حاصل مبنی بر افزایش میزان رشد و عملکرد بذر در اثر بزرگ شدن اندازه ریشه‌چه‌های بذری توسط *بالان* و همکاران (1978) گزارش شده است. هم‌چنین آن‌ها گزارش کردند که با افزایش وزن ریشه‌چه‌های بذری، گل‌دهی و رسیدن بذر تسریع شده و عملکرد بذر نیز افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری کلی

بیش‌ترین عملکرد ریشه‌چه مربوط به تاریخ کاشت ۱۰ تیر، تراکم ۴۰ بوته در مترمربع و ۲۵ درصد مصرف نیتروژن بیش‌تر از حد بهینه بود. افزایش تراکم در تاریخ‌های مختلف کاشت، موجب کاهش وزن ریشه‌چه‌ها و افزایش مصرف نیتروژن در تاریخ‌های مختلف کاشت، موجب افزایش وزن متوسط ریشه‌چه‌های بذری گردید. ضمن این‌که با تأخیر در کاشت، میانگین وزن و عملکرد ریشه‌چه‌های بذری و وزن خشک کل کاهش یافت. مصارف بیش‌تر نیتروژن در تراکم‌های مختلف در تاریخ کاشت زودتر، موجب افزایش قوه مکانیکی شد. برای دست‌یابی به حداکثر عملکرد ریشه‌چه (۱۲/۲۴ تن در هکتار) کاشت ۴۰ بوته در مترمربع در ۱۰ تیر و مصرف ۲۵ درصد نیتروژن بیش‌تر از بهینه و هم‌چنین جهت رسیدن به بالاترین عملکرد بذر خام (۱۲۲/۳۱ گرم در بوته معادل ۲۷۱۷/۷۵ کیلوگرم در هکتار) و بذر قابل فروش (۴۳/۷۴ گرم در بوته معادل ۹۷۴/۳۸ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب بوته‌های بذری حاصل از ریشه‌چه‌های ۱۰ تیر × تراکم ۱۰ بوته در مترمربع × مصرف نیتروژن بهینه و ۱۰ تیر × تراکم ۴۰ بوته در مترمربع × مصرف نیتروژن ۲۵ درصد کم‌تر از بهینه برای مناطق نیمه‌خشک و سرد مانند فیروزکوه و هم‌چنین مناطق مشابه از نظر آب و هوایی توصیه می‌شود.

References

Afrakhte, S., Habibi, D., Sadeghi-shoae, M., Paknejad, F. and 4 Mansour Sarajoughi, M. 2021. Effects of planting date, paclobutrazol, and nitrogen fertilizer on bolting percentage and some quantitative and qualitative traits of three autumn sugar beet cultivars. Journal of Sugar Beet, 36 (2): 155-169. (In Persian with English Abstract).

Alcaraz, G., Genter, T., Laiiiet, G. and Rageot, D. 1998. Sugar beet pollen biology. Proceedings of the 61st Congress of the the International Institute for Sugar Beet Research, Brussels, Belgium, pp. 393-399.

Asoudi, J. and Sadeghzadeh Hemayati, S. 2000. Study of the effect of planting date and plant density on the morphological characteristics of the plant during the first and second year of sugar beet growth for seed production. Proceedings of the 6th Iranian congress of crop production and plant breeding, Mazandaran University, Babolsar, Iran, 257 pp. (In Persian).

Balan, V. N., Shevchuk, S. K. and Mudrik, V. L. 1978. Seed yield and qualityof sugar beet in relation to root size and nutrition area of stecklings. Visnik Sils Kogosskodars Nauki, 4: 14-16.

Benard, R. B. and Toft, C. A. 2007. Effect of seed size on seedling performance in a long-lived desert perennial shrub (*Ericameria nauseosa*: Asteraceae). International Journal of Plant Sciences, 168 (7): 1027-1033.

Bordei, V. and Tapus, M. 1981. Aspect of technology of seed production of monogerm forage beet. Analele Institutului de Cercetari Pentru Cereale si Plante Technice Fundulea, 47: 99-103.

Chegini, M. A., Mohammadi, H. A. and Khodadadi, Sh. 2013. Effects of irrigation cut off at seed formation stage on seed yield and germination indices of sugar beet seed. Journal of Sugar Beet, 28 (2): 137-147. (In Persian with English Abstract).

De Figueiredo, E., Albuquerque, M. C. and De Carvalho, N. M. 2003. Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus annus* L.), soybean (*Glysine max* L.) and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels of vigor. Seed Science Technology, 31: 465-479.

Draycott, A. P. 1993. Nutrition. In Cook, D. A. and Scott, R. K. (eds). The sugar beet crop principle and practice. Chapman and Hall, London, pp. 239.

Durrant, M. J. and Loads, A. H. 1990. Some changes in sugar beet seeds during maturation and after density grading. Seed Science and Technology, 18: 11-21.

Ellis, R. H. 1992. Seed and seedling vigor in relation to crop growth and yield. Plant Growth Regulation, 11: 249-255.

Emsaki, H., Alimoradi, I. and Karimi, M. 1998. The effects of nitrogen fertilizer and irrigation on the growth rate and quantitative and qualitative characteristics of sugar beet in Isfahan. Proceedings of the 5th Iranian congress of crop production and plant breeding, Karaj, Iran. (In Persian).

Farzaneh, S., Sadeghzadeh Hemayati, S., Poordavoud, B. and Chegini, M. A. 2007. Determination of agronomic and technological maturity indices of sugar beet seed bearing plants. Final Report, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Damghan, Iran, 49 pp. (In Persian).

Fletcher, R., Prince, J. W., Payne, P. A. and Durrant, M. J. 1988. A new seed treatment for sugar beet seed. British Sugar Beet Review, 56 (2): 21-23.

Fortune, R. A., Burki, G., Innedy, T. K. and Osullivan, E. 1999. Effect of early sowing on the growth, yield and quality of sugar beet. Crops Research Center, Oak Park, Carlow, pp. 13.

Gohari, J., Taheri, K., Rouhi, A. and Ghalebi, S. 1997. Assignment of quantitative and qualitative reaction of sugar beet yield to nitrogen fertilizer, irrigation and plant density. Research Report, Sugar Beet Seed Institute, Karaj, Iran, 36 pp. (In Persian).

Gohari, J., Yousefabadi, V. A., Rouhi, A., Taleghani, D., Sharghi, M. and Urata, A. 1996. Study of effect of subsoiling and nitrogen fertilizer on root development and quantitative and qualitative changes of sugar beet yield. Research Report, Sugar Beet Seed Institute, Karaj, Iran, 42 pp. (In Persian).

Hampton, J. G. and Tekrony, D. M. 1995. Handbook of Vigor Test Methods. The International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.

Izumiyama, Y. 1984. Production and distribution of dry matter as a basis of sugar beet yields. Japan Agricultural Research Quarterly, 17 (4): 219-224.

ISTA. 2013. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Switzerland.

Khayamim, S., Mazaheri, D., Bannayan, M., Gohari, J. and Jahansooz, M. R. 2003. Assessment of sugar beet physiologic and technologic characteristics at different plant density and nitrogen use levels. Pajouhesh & Sazandegi, 60: 21-29. (In Persian with English Abstract).

Kockelmann, A., Tilcher, R. and Fischer, U. 2010. Seed production and processing. Sugar Technology, 12: 267-275.

Lauer, J. G. 1995. Plant density and nitrogen rate effects on sugar beet yield and quality early in harvest. Agronomy Journal, 87: 586-591.

Longden, P. C. 1986. Influence of the seed crop environment on the quality of sugar beet seed. Proceedings of the 49th International Institute of Sugar Beet Research (IIRB) Congress, Brussels, Belgium, pp. 1-16.

Milford, G. F. and Watson, D. J. 1971. The effect of nitrogen on the growth and sugar content of sugar beet. Annuals of Botany, 35 (2): 287-300.

Nerson, H. 2007. Seed Production and Germinability of Cucurbit Crops. Seed Science and Biotechnology, 1 (1): 1-10.

Podlaski, S. 1987. The residual effect of growing conditions for sugar beet on the yield and quality of seed. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin, 162: 179-186.

Ranji, Z. A., Majidi Hervan, E. and Habib Khodaei, A. 1997. Investigating the effect of planting depth and seed density on the quantity and quality of sugar beet yield. Proceedings of the 4th Iranian congress of crop production and plant breeding. Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, 332 pp. (In Persin).

Sadeghzadeh Hemayati, S. 2018. Annual Research Report of Sugar Beet Seed Institute – 2017. Sugar Beet Seed Institute, Karaj, Iran, 197 pp. (In Persian).

Sadeghzadeh Hemayati, S., Dehghan Shoar, M., Yuosef Abadi, V., Brimauandi, A. R. and Taleghani, D. 2004. Evaluation of the effects of steckling weight and planting density on monogerm sugar beet seed yield and quality. Journal of Sugar Beet, 20 (1): 1-13. (In Persian with English Abstract).

Saini, S. S., Rastogi, K. B. and Sharma, P. P. 1977. Effect of steckling size on seed yield of sugar beet. Indian Sugar Crops Journal, 4: 69-70.

SAS Institute. 2004. SAS/Stat User's Guide, Version 9.1.3. SAS Institute, Cary, North Carolina, UAS.

Scott, R. K. and Jaggard, K. W. 1993. Crop Physiology and Agronomy. In Cooke D. A., Scott, R. K. (eds). The Sugar Beet Crop: Science Into Practice. Chapman and Hall, London, pp. 170-223.

Shock, C. C., Seddigh, M., Sounders, L. D., Stiber, T. D. and Miller, J. G. 2000. Sugar beet nitrogen uptake and performance following heavily fertilized onion. Agronomy Journal, 92: 11-15.

Snyder, F. W. 1959. Effect of nitrogen on yield and subsequent Germinability of Sugar Beet Seed. The Journal of Sugar Beet Research of the American Society of Sugar beet Technologist (A S S B T), X (5): 439-443.

Sogut, T. and Arioglu, H. 2004. Plant density and sowing date effects on sugar beet yield and quality. Journal of Agronomy, 3 (3): 215-218.

Soltani, A., Gholipoor, M. and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany, 55 (1-2): 195-200.

Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S. and Latifi, N. 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea Coast of Iran. Seed Science and Technoligy, 29: 653-662.

Soltani, E., Akram Ghaderi, F. and Memar, H. 2007. The effect of priming on germination components and seedling growth of cotton seeds under drought. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 14 (5): 9-16. (In Persian with English Abstract).