Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Crop Production

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

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

The effect of amounts and time nitrogen and boron on some physiological and technological traits of sugar beet

Hojjat Azaryar[1], Farzad Jalili[2*], Javad Khalili Mahalleh[3], Ali Nasrollahzadeh Asl[4], Mohsen Roshdi[5]

1 PhD Student in Agronomy, Department of Agriculture-Agronomy, Khoy branch, Islamic Azad University, Khoy, Iran, Email: hojjatazaryar1991@gmail.com
2 Assistant Professor, Department of Agriculture-Agronomy, Khoy branch, Islamic Azad University, Khoy, Iran, Email: farjalili@yahoo.com
3 Assistant Professor, Department of Agriculture-Agronomy, Khoy branch, Islamic Azad University, Khoy, Iran, Email: agriman2016@gmail.com
4 Assistant Professor, Department of Agriculture-Agronomy, Khoy branch, Islamic Azad University, Khoy, Iran, Email: ali_nasr462@yahoo.com
5 Assistant Professor, Department of Agriculture-Agronomy, Khoy branch, Islamic Azad University, Khoy, Iran, Email: roshdi1349@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2022/20/27
Revised: 2022/09/16
Accepted: 2022/09/23

Keywords:
Potassium
Sodium
Sugar beet
Sugar productivity
Technological yield of Sugar

ABSTRACT

Background and objectives: Sugar beet is one of the most important industrial plants that is grown in various climates. Crop nutrition management is one of the most important factors in increasing the yield and quality of sugar beet crop. In the proper nutrition of the crop, every element should be available to the plant, completely. Because in the case of nutritional imbalance, adding a number of nutrients in addition to reducing yield, also disrupts plant growth and ultimately leads to a slight reduction. Finally the quality and the quantity of the product will reduced.

Materials and Methods: This research was conducted in the year 2019 as a split plot based on a randomized complete block design with three replications in two regions of West Azerbaijan province, Khoy and Naghadeh counties. Nitrogen factor at four levels as N1 (300 Kg ha^{-1} Urea as fifty percent at planting and fifty percent at 6-8 leaf stage), N2 (300 Kg ha^{-1} Urea as fifty percent at planting and fifty percent at 8-12 leaf stage), N3 (450 Kg ha^{-1} fifty percent at planting and fifty percent at 6-8 leaf stage) and N4 (450 Kg ha^{-1} Urea as fifty percent at planting and fifty percent at 8-12 leaf stage) in main and boron plots in four levels B1 (non application), B2 (20 Kg ha^{-1} soil application of boron) , B3 (foliar application in two stages of 6-8 leaves and 8-12 leaves) and B4 (foliar application in two stages of 8 and 16-20 leaves) with 2 L ha^{-1} BorPlus liquid fertilizer in the subplot.

Results: The results showed that in all four levels of nitrogen, root boron accumulated at the B4 level and reached its highest level and the minimum root boron was obtained from plants treated in B1 (control treatment). The highest efficiency of boron treatment in increasing root boron observed in N1. Root yield also increased due to increasing amounts of nitrogen and boron. Application of nitrogen at higher levels resulted in an increase in sodium, potassium, α-amino nitrogen and consequently molasses sugar, which with the increase of root impurities, the percentage of root sugar also decreased. Technological yield of sugar is also dependent on root impurities, which decreased with increasing impurity of technological yield, so that the effect of B4 on increasing the technological performance of sugar was more pronounced in N1 and the highest technological yield of sugar was obtained

in N1B4. The coefficient of reduction of sugar productivity in all four levels of nitrogen in Khoy was lower compared to Nagadeh, so that at least it belonged to N3 plants in Khoy.

Conclusion: Application of nitrogen at higher levels resulted in increased sodium, potassium, harmful nitrogen and molasses sugar and reduced technological performance of sugar and with increasing boron treatment more sugar was stored in the root and consequently root yield increased.

Cite this article: Azaryar, H., Jalili, F., Khalili Mahalleh, J., Nasrollahzadeh Asl, A., Roshdi, M. 2022. The effect of amounts and time nitrogen and boron on some physiological and technological traits of sugar beet. Crop *Production Journal*, 15(3), 137-158.

© The Author(s).
DOI:10.22069/EJCP.2022.19768.2477
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تـولیـد گیـاهـان زراعـی
شـاپا چـاپی: ۲۰۰۸-۷۳۹x
شاپا الکترونیکی: ۲۰۰۸-۷۴۰۳
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

اثر مقادیر و زمان مصرف نیتروژن و بور روی برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و تکنولوژیکی و عملکرد چغندرقند

حجت آذریار[۱]، فرزاد جلیلی[۲*]، جواد خلیلی محله[۳]، علی نصراله اصل[٤]، محسن رشدی[٥]

۱.دانشجوی دکتری زراعت، گروه کشاورزی- زراعت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران، رایانامه: hojjatazaryar1991@gmail.com
۲.استادیار، گروه کشاورزی- زراعت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران، رایانامه: farjalili@yahoo.com
۳.استادیار، گروه کشاورزی- زراعت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران، رایانامه: agriman2016@gmail.com
٤.استادیار، گروه کشاورزی- زراعت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران، رایانامه: ali_nasr462@yahoo.com
۵.استادیار، گروه کشاورزی- زراعت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران، رایانامه: roshdi1349@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۱۲/۰۸
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۱/۰٦/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰۷/۰۱

واژه‌های کلیدی:
بهره‌وری قند
پتاسیم
چغندر قند
سدیم
عملکرد تکنولوژیکی قند

چکیده

سابقه و هدف: چغندرقند یکی از مهم‌ترین گیاهان صنعتی است که در اقلیم‌های متنوع کشت می‌شود. مدیریت تغذیه گیاهان زراعی از مهم‌ترین عوامل در افزایش عملکرد و کیفیت محصول چغندرقند است. در تغذیه صحیح گیاه زراعی باید هر عنصری به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار گیرد، زیرا در حالت عدم تعادل تغذیه‌ای، با افزودن تعدادی از عناصر غذایی علاوه بر کاهش عملکرد، اختلالاتی نیز در رشد گیاه ایجاد شده و در نهایت منجر به کاهش کمی و کیفی محصول خواهد شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۸ به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو منطقه استان آذربایجان غربی شهرستان‌های خوی و نقده اجرا شد. عامل نیتروژن در چهار سطح به شرح N_1 (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌صورت پنجاه درصد مصرف در هنگام کاشت و پنجاه درصد در مرحله ۸-٦ برگی)، N_2 (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌صورت پنجاه درصد هنگام کاشت و پنجاه درصد در مرحله ۱۲-۸ برگی)، N_3 (٤۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌صورت پنجاه درصد مصرف در هنگام کاشت و پنجاه درصد در مرحله ۸-٦ برگی) و N_4 (٤۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌صورت پنجاه درصد هنگام کاشت و پنجاه درصد در مرحله ۱۲-۸ برگی) در کرت‌های اصلی و بور در چهار سطح B_1 (عدم مصرف)، B_2 (مصرف خاکی به مقدار ۲۰ گیلوگرم در هکتار اسید بوریک)، B_3 (محلول پاشی در دو مرحله ۸-٦ برگی و ۱۲-۸ برگی) و B_4 (محلول‌پاشی در دو مرحله ۱۲-۸ و ۲۰-۱٦ برگی) به میزان دو لیتر هکتار کود مایع بورپلاس در کرت فرعی بود.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش نشان داد که در هر چهار سطح نیتروژن، بور ریشه در سطح B_4 تجمع یافته و به بالاترین سطح خود رسید. حداقل مقدار بور ریشه هم از گیاهان تیمار شده در B_1 (تیمار شاهد) به‌دست آمد. بالاترین کارایی بور در افزایش مقدار بور ریشه در سطح N_1 مشاهده شد. عملکرد ریشه نیز در پی افزایش مقادیر عناصر نیتروژن و بور افزایش یافت. کاربرد نیتروژن در سطوح بالاتر منتج به افزایش سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره شد. عملکرد تکنولوژیکی قند نیز وابسته به ناخالصی ریشه بود که با افزایش ناخالصی، عملکرد تکنولوژیکی قند کاهش یافت. به طوری‌که اثر تیمار B_4 در افزایش عملکرد تکنولوژیکی قند در سطح N_1 بارزتر بود. بنابراین، بالاترین عملکرد تکنولوژیکی قند به میزان ۱۱۸۷/۳۷

کیلوگرم در هکتار در تیمار N_1B_4 به‌دست آمد. ضریب کاهش بهره‌وری قند در هر چهار سطح نیتروژن در خوی در مقایسه با نقده پایین تر بود. به طوریه کم‌ترین آن متعلق به تیمار N_3 در خوی و حداکثر آن مربوط به تیمار N_4 در نقده بود.

نتیجه‌گیری: کاربرد نیتروژن در سطوح بالاتر منتج به افزایش سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره و قند ملاس و کاهش عملکرد تکنولوژیکی قند شد و با افزایش تیمار بور، قند بیش‌تر در ریشه ذخیره شده و به تبع آن عملکرد تکنولوژیکی قند نیز افزایش یافت.

استناد: آذریار، ح.، جلیلی، ف.، خلیلی‌محله، ج.، نصراله اصل، ع.، رشدی، م. (۱۴۰۱). اثر مقادیر و زمان مصرف نیتروژن و بور روی برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و تکنولوژیکی و عملکرد چغندرقند. *مجله تولید گیاهان زراعی*، ۱۵ (۳)، ۱۵۸-۱۳۷.

DOI: 10.22069/EJCP.2022.19768.2477

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

در مناطق نیمه خشک مانند ایران به دلیل محدودیت شرایط شیمیایی و باروری پایین خاک، کاهش عملکرد و کیفیت در گیاهان زراعی رخ می‌دهد (۱، ۲). نیشکر که تقریباً ٦٧ درصد از تولید قند جهانی را در بر می گیرد، در مقایسه با چغندرقند مقدار زیادی آب مصرف می‌کند (۳). از این‌رو، چغندرقند به دلیل نیاز کم‌تر به آب توانایی تحمل تنش کم آبی را دارد و برای مناطق خشک مناسب است (٤، ٥). تولید جهانی چغندرقند ۲۷۷/۷۲ میلیون تن است و سطح زیر کشت آن ٤/٥٦ میلیون هکتار است. در ایران سطح زیر کشت این گیاه حدود ۱۱۰/۲۱۱ هکتار است که میانگین عملکرد آن ۷۰/٥٤ تن در هکتار است (٦).

نیتروژن یکی از مواد مغذی معدنی و ضروری است که در رشد و بهره‌وری محصولات قندی و شاخص‌های کیفیت آن نقش اساسی دارد و همچنین، کارایی استفاده از آب خاک را بهبود می‌بخشد (۷، ۸ و ۹). علی‌رغم این‌که، نیتروژن جزء مواد تشکیل دهنده ساکارز به‌عنوان محصول اصلی ذخیره‌سازی در چغندرقند نیست، ولی کمبود آن منجر به کاهش عملکرد قند در چغندرقند می‌شود (٤، ۱۰ و ۱۱). بنابراین، چغندرقند برای تولید بیش‌تر به منابع کافی نیتروژن برای توسعه سریع سایه‌انداز نیاز دارد (۱۲) تا گیاه بتواند از تابش کامل فعال فتوسنتزی استفاده کند (۱۳، ١٤ و ١٥)، همچنین، در تشکیل ریشه به ایجاد ظرفیت ذخیره‌سازی زیاد کمک می‌کند (١٦). بهبود طول، قطر و عملکرد ریشه چغندرقند با افزایش سطوح مصرفی کود نیتروژنی را می توان به نقش نیتروژن در افزایش سریع رشد اولیه، افزایش جذب و استفاده از سایر مواد مغذی از جمله پتاسیم و فسفر، افزایش محتوای پروتئین از طریق سنتز اسیدهای آمینه و رشد کلی گیاه نسبت داد (۱۷). از این‌رو، کمبود نیتروژن باعث کاهش رشد و فرآیند ذخیره سازی قند می‌شود که حدود ٧٦ درصد از وزن خشک ریشه را تشکیل می‌دهد (۱۸، ۱۹).

بور نقش اساسی در تقویت، تشکیل دیواره سلول و متابولیسم کربوهیدرات‌ها دارد و در انتقال قند نیز موثر است (۲۰). کمبود بور به عنوان دومین عنصر کم‌مصرف در تولید محصولات بعد از روی شناخته شده است. چغندرقند به‌طور کلی در مقایسه با محصولات دیگر، نیاز بور نسبتاً بالایی دارد (۲۱). این عنصر در درجه اول با تولید و انتقال قندها به ریشه‌های فعال و در حال رشد چغندرقند مرتبط است و بدون تأمین کافی آن، عملکرد و کیفیت ریشه بسیار پایین خواهد بود. کاربرد خاکی و همچنین، محلول پاشی بور رایج است، از این‌رو، وزن تر ریشه، درصد ساکارز ریشه و عملکرد با افزایش سطح بور به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد (۲۲). ابراهیم و همکاران (۲۳) نتیجه گرفتند که محلول‌پاشی چغندرقند با بور به میزان ۱۰۰ میلی گرم در لیتر نسبت به سایر سطوح بور مورد مطالعه در افزایش غلظت عناصر غذایی، اجزای عملکرد، ویژگی‌های کیفی و عملکرد مؤثرتر بود. علی عبداله و شعبان (٢٤) نیز گزارش نمودند مصرف ۲/٤ کیلوگرم بور در هکتار باعث افزایش رشد ریشه، درصد ساکارز، درصد استخراج و درصد خلوص بیش‌تر نسبت به گیاهان چغندرقند شاهد شد و ناخالصی‌های ریشه را کاهش داد.

جهت افزایش عملکرد در واحد سطح محصولات کشاورزی، عملیات به‌زراعی متعددی با مصرف کودهای شیمیایی صورت می‌گیرد. نتیجه این فعالیت‌ها در سال‌های اخیر آلودگی‌های زیست محیطی در زمینه آب و خاک ایجاد نموده است و این موضوع با منابع غذایی انسان‌ها مرتبط شده و به حد بحران رسیده و سلامت جامعه بشری را تهدید می‌نماید (۲۵). از طریق تعیین مناسب‌ترین مقدار و مطلوب‌ترین زمان کاربرد کودها می‌توان از مصرف

بیش از اندازه‌ی کودهای شیمیایی که سبب ایجاد آلودگی می‌شوند جلوگیری نمود. این عوامل می‌تواند گام موثری در راستای تامین اهداف کشاورزی پایدار محسوب گردد. چغندرقند در سطح گسترده‌ای از نقاط مستعد کشور کشت شده و استان آذربایجان غربی با اختصاص سطح زیر کشت حدود ۳٤ هزار هکتار چغندرقند، با تولید یک میلیون و نهصد هزار تن بیش ترین سهم را در کشور به خود اختصاص داده و استان‌های خراسان رضوی و فارس به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند.

بسیاری از کشاورزان اطلاع کافی از زمان و مقدار مصرف کود و تأثیر آن بر روند تغییرات مؤلفه‌های عملکرد، درصد قند و عناصر موجود در ریشه ندارند. بنابراین، تهیه به میزان کافی عناصر نیتروژن و بور می‌تواند به اصلاح کمبود آن‌ها در خاک، بهبود رشد چغندرقند و تولید حداکثر ریشه و قند و همچنین، کاهش ناخالصی ها کمک کند. بنابراین، هدف اصلی پژوهش حاضر، مطالعه تأثیر زمان و مقدار مناسب کودهای بور و نیتروژن‌دار بر رشد، عملکرد و کیفیت مطلوب چغندرقند در خاک‌های مناطق نیمه خشک است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در دو منطقه شامل مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی شهرستان خوی با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۲ دقیقه و طول جغرافیایی ٤٤ درجه و ۵۵ دقیقه با ارتفاع ۱۱۳۹ متر از سطح دریا و شهرستان نقده با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۲ دقیقه و طول جغرافیایی ٤۵ درجه و ۲۷ دقیقه و در ارتفاعی برابر ۱۲۸٦ متر از سطح دریا اجرا شد. بر اساس اطلاعات هواشناسی موجود و طبق طبقه‌بندی اقلیمی کوپن، هر دو منطقه خوی و نقده دارای اقلیم نیمه خشک با تابستان‌های خشک است. در جدول (۱) ویژگی‌های اقلیمی هر دو منطقه درج شده است. قبل از اجرای آزمایش نمونه مرکب خاک از هر دو مکان زمایش تهیه شد؛ که نتایج آنالیز آن‌ها در جدول (۲) ارائه شده است.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو منطقه خوی و نقده اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل نیتروژن در چهار سطح شامل N_1 (۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌صورت پنجاه درصد مصرف هنگام کاشت و پنجاه درصد در مرحله ۸-٦ برگی)، N_2 (۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن به‌صورت پنجاه درصد در هنگام کاشت و پنجاه درصد در مرحله ۱۲-۸ برگی)، N_3 (یک و نیم برابر N_1) و N_4 یک و نیم برابر (N_2) در کرت‌های اصلی و بور در کرت‌های فرعی در چهار سطح B_1 (عدم مصرف)، B_2 (مصرف خاکی به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار اسیدبوریک)، B_3 (محلول‌پاشی در مراحل ۸-٦ و ۱۲-۸ برگی) و B_4 (محلول‌پاشی در مراحل ۱۲-۸ و ۲۰-۱٦ برگی) از کود مایع بورپلاس استفاده شد. بذر مورد استفاده در هر دو منطقه، پیرولا (تولید شرکت KWS آلمان) بود. براساس نتایج آزمون خاک ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و کود نیتروژنه به‌شرح تیماری فوق‌الذکر از منبع اوره مصرف شدند. تمامی کودهای فسفاته، پتاسه و نصف کود نیتروژنه همراه با شخم قبل از کاشت با خاک مخلوط شدند. در طول دوره رشد، آبیاری هر دو مکان به شکل سیستم تحت فشار بارانی انجام شد. در مرحله چهار برگی چغندرقند عملیات تنک انجام شد. همچنین، به‌منظور مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ از علف‌کش بتانال و برای مبارزه با علف‌های هرز باریک برگ از علف‌کش سوپر گالانت به‌صورت پس‌رویشی استفاده شد. برای تعیین وزن ریشه، در انتهای فصل رشد در مهرماه پس از حذف یک متر

ابتدا و انتهای ردیف‌ها و ردیف‌های حاشیه‌ای هر کرت، از چهار ردیف وسط هر کرت، در سطح ٤ متر مربع در ۳۰ مهرماه در هر دو منطقه برداشت انجام شد. جهت ثبت صفات فیزیولوژیک (درصد قند، سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره، ضریب قلیائیتو میزان قند موجود در ملاس) از پنج بوته در واحد آزمایشی که در مرحله رسیدگی برای برداشت و استحصال قند قرار داشتند استفاده شد. نمونه‌ها در مزرعه توزین شده و سپس در دمای ۸۰ درجه سلسیوس خشک شدند. نمونه ها در دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگه‌داری شدند تا زمانی که میزان ساکارز ریشه آنالیز شود.

جدول ۱- آمار هواشناسی محل‌های اجرای آزمایش در دوره رشد گیاه.

Table 1- Meteorological statistics of experimental places at growing season.

ماه Month	شهر City	میانگین دمای حداکثر(درجه سلسیوس) Ave. Max.Temp. (˚C)	میانگین دمای حداقل (درجه سلسیوس) Ave.Min.Temp. (˚C)	متوسط رطوبت نسبی (درصد) Ave.RH (%)	میزان بارش (میلی‌متر) Precipitation (mm)
March 2019 اسفند ۱۳۹۷	خوی (Khoy)	11.8	0.1	59	30.7
	نقده (Naghadeh)	11.6	-0.6	63	67.5
April 2019 فروردین ۱۳۹۸	خوی (Khoy)	15.0	4.7	65	92.8
	نقده (Naghadeh)	15.7	3.8	65	159.3
May 2019 اردیبهشت ۱۳۹۸	خوی (Khoy)	22.9	9.1	54	26.2
	نقده (Naghadeh)	21.5	6.6	57	30.2
June 2019 خرداد ۱۳۹۸	خوی (khoy)	31.6	15.1	44	3.0
	نقده (Naghadeh)	30.1	13.3	44	2.7
July 2019 تیر ۱۳۹۸	خوی (khoy)	34.6	18.6	39	3.5
	نقده (Naghadeh)	33.4	14.6	40	0.1
August 2019 مرداد ۱۳۹۸	خوی (khoy)	35.3	19.4	39	0.4
	نقده (Naghadeh)	34.3	16.1	41	0.2
September 2019 شهریور ۱۳۹۸	خوی (Khoy)	30.1	14.7	47	9.5
	نقده (Naghadeh)	30.6	12.4	57	0.1
October 2019 مهر ۱۳۹۸	خوی(Khoy)	26.9	9.7	54	10.4
	نقده (Naghadeh)	26.8	8.1	48	10.0

درصد نیتروژن برگ با استفاده از روش کجلدال (۲٦) تعیین شد. اندازه‌گیری فلیم‌فتومتریک پتاسیم و سدیم در ریشه بر اساس عصاره خاکستر انجام شد (۲۷). مقدار عنصر کم‌مصرف بور نیز با استفاده از دستگاه جذب اتمی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (۲۸).

جدول ۲ - ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های محل آزمایش.

Table 2 - Physical and chemical properties of experimental soils.

محل آزمایش Experimental Place	کلاس بافت خاک Soil texture class	شاخص اشباع SaturationIndex	pH	مواد خنثی شونده کل(درصد)(%) TNV	کربن آلی(درصد) (%)Organic Carbon	هدایت الکتریکی(دسی زیمنس بر متر) Electrical Conductivity(dS.m^{-1})	نیتروژن کل (درصد) Total Nitrogen(%)	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu	B
								mg.kg^{-1} (میلی‌گرم بر کیلوگرم)						
Naqdeh نقده	لوم loam	53	7.5	4	1.22	0.72	0.18	12.3	1.22	8.50	8.42	2.01	1.87	0.98
Khoy خوی	لوم رسی Loam clay	52	7.8	6.3	1.18	0.87	0.15	10.3	1.18	7.24	5.63	1.3	1.65	0.83

تجزیه و تحلیل کیفی برای نمونه‌های خمیر تهیه شده از ریشه، توسط بتالایزر (مدل D-3016، انگلستان) انجام شد. با استفاده از روش پلاریمتریک، میزان قند ریشه (p3000، KRUESS، آلمان) اندازه گیری شد. مقدار آلفا-آمینونیتروژن (نیتروژن مضره، α-amino-N) با استفاده از بتالایزر (Betalyser، D-3016، انگلستان) تعیین شد (۲۹). برخی از پارامترهای مرتبط با عملکرد قند از طریق روابط زیر به‌دست آمده است:

رابطه ۱:

۰/۳۴۳× (سدیم + پتاسیم) + ۰/۰۹٤× (آلفا-آمینونیتروژن) + ۰/۲۹ = قند ملاس

رابطه ۲:

محتوای قند ریشه (درصد) – قند ملاس (درصد) = محتوای قند سفید (درصد)

رابطه ۳:

۰/٦ + (درصد) قند ملاس = ضریب کاهش بهره‌وری قند (درصد)

رابطه ٤:

عملکرد ریشه (کیلوگرم در هکتار) × محتوای قند ریشه (درصد) – ضریب کاهش بهره‌وری قند (درصد)= عملکرد تکنولوژیکی قند (کیلوگرم در هکتار)

رابطه ۵:

(محتوای شکر ریشه- ضریب کاهش بهره‌وری قند)÷ محتوای شکر ریشه = بهره‌وری قند

رابطه ٦:

(سدیم + پتاسیم) ÷ آلفا-آمینونیتروژن = ضریب قلیائیت

در روابط ۱ و ٦ مقدار سدیم، پتاسم و آلفا-آمینونیتروژن برحسب میلی‌مول در کیلوگرم است. تجزیه و تحلیل مرکب واریانس (تکرار در مکان) برای داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد (SAS 9.1.3، SAS Institute Inc، Cary، NC، USA) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر برهم‌کنش نیتروژن × بور، بر عملکرد ریشه ($P\leq0.05$)، قند و سدیم ریشه، عملکرد تکنولوژیکی قند و بور ریشه ($P\leq0.01$) معنی‌دار بود. قطر ریشه، عملکرد ریشه، قند ملاس، قند ریشه، عملکرد تکنولوژیکی قند، ضریب کاهش بهره وری قند، بور و

سدیم ریشه ($P\leq0.01$) تحت تاثیر اثرات برهم‌کنش مکان × نیتروژن قرار گرفتند. نیتروژن برگ، نیتروژن مضره، پتاسیم ریشه و ضریب قلیایی توسط تیمار نیتروژن، و نیتروژن برگ، نیتروژن مضره، پتاسیم ریشه و ضریب قلیایی توسط عامل مکان به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار گرفتند (جدول‌های ۳ و ٤).

قطر ریشه: در هر دو مکان آزمایش، بیش‌ترین قطر ریشه متعلق به تیمار N_3 (مصرف ٤٥٠ کیلوگرم نیتروژن به‌صورت ۵۰ درصد مصرف در هنگام کاشت و ۵۰ درصد در مرحله ۸-٦ برگی) بود که در خوی قطر ریشه ۳۰ درصد کم‌تر از نقده به‌دست آمد (جدول ۷). با توجه به اینکه ایجاد حلقه‌ها یعنی افزایش قطر ریشه ناشی از فعالیت کامبیوم آوندی است، بنابراین، نیتروژن با تحریک فعالیت کامبیوم آوندی موجب قطورتر شدن ریشه می شود. همچنین، وقتی ریشه‌ی گیاه در محیطی غنی از نیتروژن قرار می گیرد، مقدار اکسین ساخته شده در ریشه افزایش یافته و موجب افزایش رشد قطری ریشه شده و افزایش عملکرد ریشه در نتیجه استفاده از نیتروژن می تواند به اهمیت نیتروژن در تغذیه گیاه، بهبود شروع برگ و افزایش مقدار کلروفیل و ابعاد ریشه نسبت داده شود، که این عمل در افزایش وزن تر ریشه و تولید قند منعکس می‌شود (۳۰، ۳۱، ۵، ۳۲).

عملکرد ریشه: حداقل عملکرد ریشه با مصرف نیتروژن به میزان ۵۰ درصد هنگام کاشت و ۵۰ درصد در مرحله ۸-٦ برگی (N_1) به‌دست آمد و بیش‌ترین کارایی بور در افزایش عملکرد ریشه در N_4 (مصرف ٤۵۰ کیلوگرم اوره به‌صورت ۵۰ درصد هنگام کاشت و ۵۰ درصد در مرحله ۱۲-۸ برگی) در نقده حاصل شد به‌طوری‌که حداکثر عملکرد ریشه در N_4 در نقده ۹٦۹۷/٤٦ گرم در متر مربع شد، که نسبت به همین تیمار در خوی افزایش ٤۰ درصد داشت (جدول ۷). ریشه چغندرقند وقتی با نیتروژن به‌ویژه با N_4 تیمار شدند بیش‌تر رشد کردند (جدول ٦).

در هر دو مکان با افزایش مقدار نیتروژن مصرف شده، به‌طور تدریجی عملکرد ریشه افزایش یافت. با افزایش میزان مصرف نیتروژن میزان کلروفیل اندام‌های هوایی چغندرقند افزایش یافته که در پی آن نیز سرعت فتوسنتز گیاهان افزایش می‌یابد. در نتیجه خاک‌هایی که مقادیر ناکافی نیتروژن دارند، عملکرد ریشه به شدت کاهش یافته و به کم‌تر از نصف تولید آن‌ها در شرایط بهینه می‌رسد (۳۳). مصرف خاکی و هم محلول‌پاشی بور در چغندرقند موثر بود. بنابراین، برای کشت کارآمد چغندرقند، به مقدار کافی عنصر ریزمغذی بور نیاز است. در این تحقیق مصرف خاکی بور نسبت به محلول‌پاشی آن تاثیر بهتری در افزایش کیفیت چغندرقند داشت که شاید دلیل آن دسترسی طولانی مدت گیاه به این عنصر در خاک باشد (۳٤). بور یک عنصر غذایی مهم برای رشد گیاه و بهره وری آن است که کمبود آن بر جذب عناصر غذایی خاک در محصولات مختلف از جمله محصولات قندی تأثیر می‌گذارد (۱۱، ۳۵). اثر مثبت افزودن بور ممکن است به دلیل نقش‌های مهم فیزیولوژیکی آن در چرخه‌های زندگی و رشد محصول باشد و کمبود آن می‌تواند عملکرد محصول را به شدت تحت تأثیر قرار دهد (۱۱، ۳٦).

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب دو مکان (نقده و خوی) و اثر سطوح مختلف عناصر بور و نیتروژن روی صفات مورفوفیزیولوژیک چغندرقند

Table 3- Combined analysis of variance of two locations (Khoy and Naqdeh) and effect of different levels of boron and nitrogen on morpho-physiological properties of sugar beet.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات Means of square						
		قطر ریشه (Root diameter)	عملکرد ریشه (Root yield)	نیتروژن مضره α-amino-) (N	سدیم ریشه (Root sodium)	پتاسیم ریشه (Root potassium)	قند ریشه (Root sugar)	ضریب قلیائیت (Alkalinity coefficient)
مکان(location)	1	355.470**	133478600/90**	6.085**	40.964**	17.595**	670.33**	62.416**
مکان × تکرار block (location)	4	1.635	41036/50	0.060	0.043	0.204	0.12	0.152
نیتروژن(nitrogen)	3	6.002*	18452958/10**	4.375**	1.572**	0.844**	55.61**	5.307**
مکان × نیتروژن (location×nitrogen)	3	19.669**	438043/50**	0.053^{ns}	1.240**	0.119^{ns}	3.37**	0.107^{ns}
خطا(error)	12	3.748	27768/90^{ns}	0.022	0.019	0.117	0.031	0.125
بور(bore)	3	1.555^{ns}	9642740/80**	0.123^{ns}	0.149**	0.068^{ns}	6.41**	0.253^{ns}
مکان × بور(location×bore)	3	5.427^{ns}	104386/50^{ns}	0.007^{ns}	0.181**	0.098^{ns}	0.22**	0.186^{ns}
نیتروژن × بور(nitrogen×bore)	9	1.290^{ns}	1562526/40*	0.009^{ns}	0.162**	0.051^{ns}	0.25**	0.075^{ns}
مکان× نیتروژن × بور(location×nitrogen×bore)	9	2.927^{ns}	152380/50^{ns}	0.035^{ns}	0.248**	0.039^{ns}	0.24**	0.101^{ns}
خطا(error)	48	2.08	62307/20	0.04	0.02	0.12	0.05	0.130
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		12.27	3.39	9.68	9.90	8.99	1.38	13.46

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and ** are non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ٤- تجزیه واریانس مرکب دو مکان (نقده و خوی) و اثر سطوح مختلف عناصر بور و نیتروژن روی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک چغندرقند.

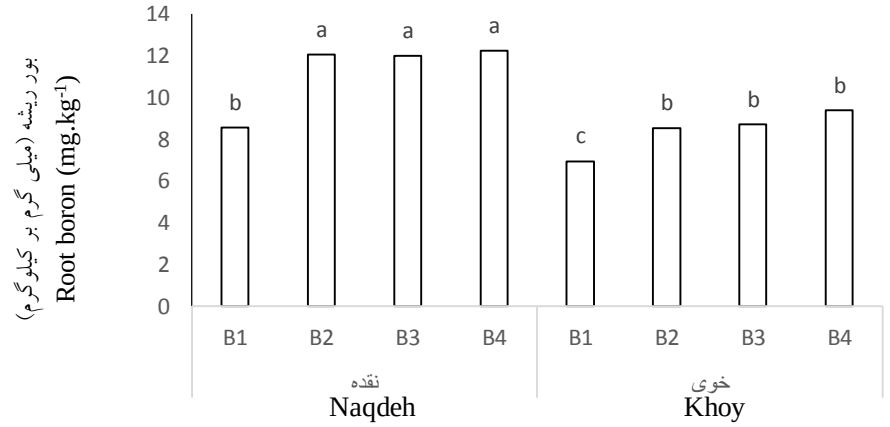
Table 4- Combined analysis of variance of two locations (Khoy and Naqdeh) and effect of different levels of boron and nitrogen on morpho-physiological properties of sugar beet.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات Means of square		
		بور ریشه (Root boron)	عملکرد تکنولوژیکی قند (Technological yield of sugar)	ضریب کاهش بهره‌وری قند (Sugar productivity reduction coefficient)
مکان(location)	1	190.57**	2563226**	11.575**
مکان × تکرار block (location)	4	0.25	149281	0.032
نیتروژن(nitrogen)	3	10.93**	8581179**	0.484**
مکان × نیتروژن(location×nitrogen)	3	23.48**	663910**	0.217**
خطا(error)	12	1.00	162386	0.018
بور(bore)	3	45.75**	1091128325**	0.15ns
مکان × بور(location×bore)	3	4.24**	8709907ns	0.020ns
نیتروژن × بور(nitrogen×bore)	9	2.84**	173465**	0.036ns
مکان× نیتروژن × بور(location×nitrogen×bore)	9	1.08ns	131451ns	0.032ns
خطا(error)	48	0.93	207636	0.019
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		9.89	4.24	5.92

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ١درصد.

ns, * and ** are non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

بور ریشه: در هر چهار تیمار نیتروژن، بور ریشه در سطح B_4 (محلول‌پاشی در دو مرحله ۱۲-۸ و ۲۰- ۱۶ برگی) تجمع یافته و به بالاترین سطح خود رسید وحداقل بور ریشه از گیاهان تیمار شده در B_1 (تیمار شاهد) به‌دست آمد. بالاترین کارایی تیمار بور که منجر به افزایش بور ریشه شد در سطح N_1 نیتروژن مصرفی به‌دست آمد به طوری که تفاوت آماری معنی‌داری بین B_4-B_3-B_2 در سطح نیتروژن N_1 وجود نداشت (جدول ٦). مصرف نیتروژن به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت ۵۰ درصد هنگام کاشت و ۵۰ درصد ۱۲-۸ برگی (تیمار N_2) در نقده حداکثر بور ریشه را به خود اختصاص داد که تفاوت آماری معنی‌داری با N_1 نداشت و بهوسیله تیمار N_3 و N_4 (هر دو تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند) در همان مکان دنبال شد (جدول‌های ٦ و ۷). در نقده و خوی سه سطح B_2, B_3 و B_1 با حداکثر اثر روی افزایش مقدار بور ریشه بالاترین داده‌ها را به خود اختصاص داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین سه سطح بور مشاهده نشد (شکل ۱). بور با شرکت در واکنش‌های آنزیمی، استحکام غشا و عملکرد آن‌ها را افزایش داده و با تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها، تقسیم سلولی بافت‌های مریستمی و تنظیم مقدار آب گیاه، می‌تواند موجب افزایش توان فتوسنتزی و تخصیص آسیمیلات بیش‌تر، برای متابولیسم تولید قند در گیاهان از جمله چغندرقند شود (۳۷). نقش بور در تشکیل کلروپلاست، محدودیت‌های مقصد و تغییرات در دیواره سلولی منجر به اثرات ثانویه در متابولیسم گیاه، توسعه، رشد و عملکرد با کیفیت بالا می‌شود (۳۸). بور نقش مهمی در چغندرقند در حفظ تعادل بین قند و نشاسته دارد. انتقال قند و کربوهیدرات‌ها، تقسیم سلولی استاندارد، متابولیسم نیتروژن و تشکیل پروتئین و پیکربندی دیواره سلولی همچنین، نقش اصلی را در عملکرد صحیح غشای سلولی و انتقال پتاسیم برای سلول‌های نگهبان به سیستم کنترل تعادل آب داخلی ایفا می‌کند.



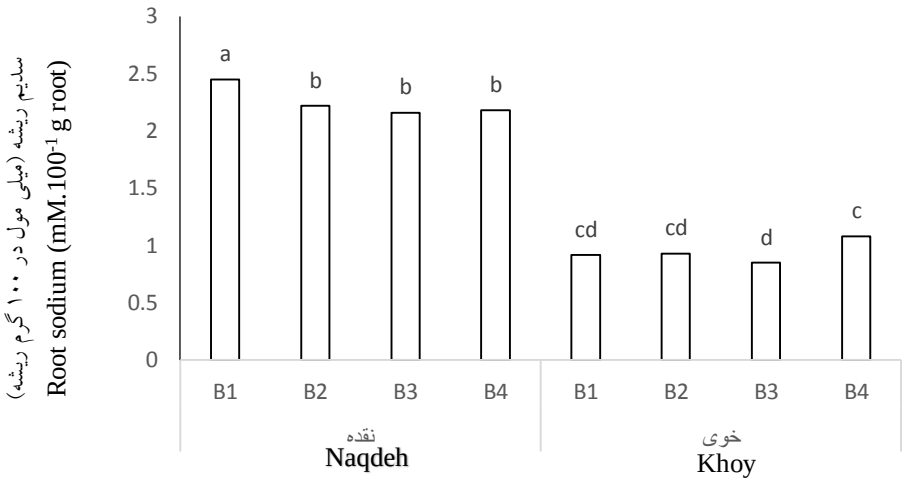
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش بور × مکان روی بور ریشه.

Figure 1- Comparison of the mean interaction of "boron × location" on root boron.

نیتروژن مضره: با افزایش مقادیر مصرف نیتروژن از N_1 و N_2 به N_3 و N_4 ، نیتروژن مضره ریشه نیز افزایش یافت. بنابراین، مشاهده شد که هر چقدر نیتروژن در اواخر دوره رشد در اختیار چغندرقند قرار گیرد مقدار نیتروژن مضره ریشه بیش‌تر بوده و کیفیت ریشه کاهش خواهد یافت (جدول ۵) و مقادیر آن در

نقده بالاتر از خوی بود (جدول ۵). نیتروژن مضره مهم‌ترین ناخالصی ریشه چغندرقند بوده که با ارزش تکنولوزیکی چغندرقند رابطه نزدیکی دارد. مقادیر بسیار بالای نیتروژن مضره در ریشه چغندرقند، به دلیل مقادیر بالای ناخالصی‌ها (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره) در ریشه با اثرگذاری منفی بر استحصال شکر، موجب کاهش کیفیت ریشه چغندرقند می‌شود (۳۹). اگرچه کمبود نیتروژن در خاک می تواند عملکرد ریشه چغندرقند را کاهش دهد، مقادیر اضافی نیتروژن می‌تواند باعث کاهش محتوای ساکارز و در عین حال کاهش بازیابی ساکارز به دلیل ناخالصی‌های نیترات بیش‌تر شود.

سدیم ریشه: سدیم ریشه یکی از سه ناخالصی مهم ریشه بوده که اثر مستقیم روی فرآیند استحصال شکر از ریشه دارد و مقدار بالای آن از کیفیت ریشه کاسته و مقدار قند خارج شده از دسترس را افزایش می‌دهد. بالاترین مقدار سدیم ریشه با ۲/۰۹ میلی‌مول در ۱۰۰ گرم ریشه در N_2B_1 و پایین‌ترین مقدار آن با ۱/۱۵ میلی‌مول در ۱۰۰ گرم ریشه در N_1B_3 به‌دست آمد (جدول ٦). در نقده ناخالصی سدیم ریشه در تمامی سطوح نیتروژن بالاتر از خوی بود (جدول ۷). در نقده بالاترین ناخالصی سدیم متعلق به تیمار عدم مصرف بور و در خوی متعلق به تیمار B_4 بود. مجموع دامنه داده‌های مربوط به سدیم ریشه در نقده بالاتر از خوی مشاهده که شاید به دلیل غنی بودن خاک‌های نقده از عناصر کم‌مصرف باشد (شکل ۲). گزارش شده است که محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف موجب کاهش نیتروژن مضره در واریته‌های مختلف چغندرقند گردیده است. همچنین، اعلام کرده‌اند که در اواخر فصل رشد چغندرقند، زیادی نیتروژن موجب افزایش ناخالصی‌های ریشه و کاهش درصد کریستالیزه شدن ساکارز شد (٤٠).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش "بور× مکان" روی سدیم ریشه.

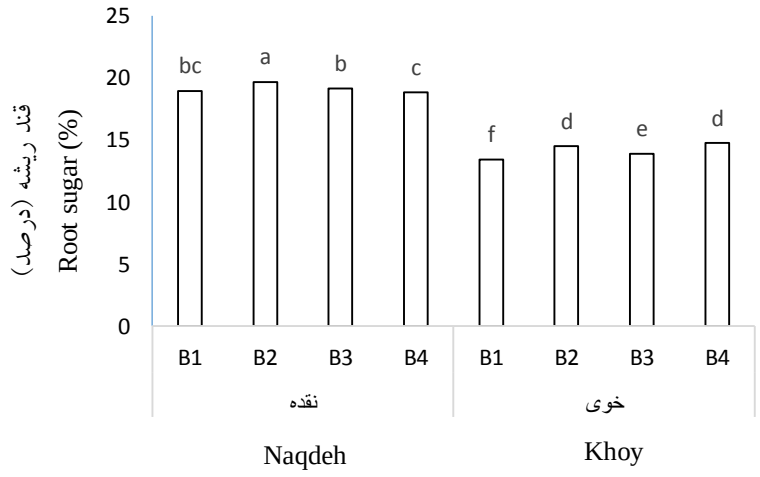
Figure 2- Comparison of the mean interaction of "boron × location" on sodium boron.

پتاسیم ریشه: در نقده پتاسیم تجمع یافته با ٤/۳۲ میلی مول در ۱۰۰ گرم در ریشه همانند نیتروژن مضره بیش‌تر از خوی (۳/٤۷ میلی‌مول در ۱۰۰ گرم) بوده و این نشان‌دهنده‌ی این موضوع بود که در نقده خاک غنی تر از این عناصر بود (جدول ۵) و مصرف نیتروژن در سه سطح N_1، N_2 و N_4 اثر یکسانی در پتاسیم ریشه داشته و بالاترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). زیادی پتاسیم در اواخر

فصل رشد باعث کاهش درصد تبلور قند شد (۴۱). پژوهش‌گران زیادی کاهش جذب و تجمع پتاسیم و سدیم در گیاهان گوناگون را تحت تاثیر مصرف عناصرکم‌مصرف عنوان و همچنین، آن‌ها گزارش کرده‌اند که میزان پتاسیم برگ در مقادیر بالای عناصرکم‌مصرف کاهش می‌یابد (۴۲، ۴۳، ۴۴). پژوهش‌گران دیگری نیز گزارش کردند که مصرف خاکی بور میزان فسفر برگ توت‌فرنگی را کاهش می‌دهد که این امر با ناسازگاری و رقابت یونی(آنتاگونیسمی) بین فسفر و بور در ارتباط بوده و زیادی پتاسیم در اواخر فصل رشد باعث کاهش درصد بلوره شدن قند می‌شود (۴۴).

درصد قند ریشه (عیار قند): با صرف نظر از سطوح بور، بالاترین درصد قند ریشه در تیمار N_1 به‌دست آمد و و با افزایش میزان مصرف نیتروژن روند نزولی در درصد قند حاصل شد. در چهار سطح نیتروژن، تیمار B_4 بالاترین کارایی را در افزایش درصد قند از خود نشان داد (جدول ٦). در هر دو مکان با پیش‌روی از تیمار N_1 به N_4 درصد قند ریشه کاهش پیدا کرد به‌طوری که بالاترین مقدار آن در هر دو مکان در تیمار N_1 مشاهده شد (جدول ۷). در خصوص بور مصرفی، بالاترین درصد قند ریشه در نقده در تیمار B_2 و در خوی در تیمار B_4 به‌دست آمد. درصد قند ریشه در گیاهان چغندرقند کاشته شده در نقده بالاتر از گیاهان چغندرقند خوی به‌دست آمد (شکل ۳).

گزارش شده است که عناصر ریزمغذی در سوخت و ساز کربوهیدارت‌ها، تنظیم سوخت و ساز سلولی و انتقال مواد قندی در گیاه چغندرقند نقش مهمی دارد (۴۵). همچنین، برخی از پژوهش‌گران افزایش فعالیت‌های متابولیکی به‌ویژه واکنش‌های منتج به سنتز ساکارز را به اثرات بور ارتباط می‌دهند (٤٦). استفاده از کودهای حاوی عنصر بور در مزارع چغندرقند از طریق شرکت در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه، افزایش توان فتوسنتزی و تخصیص آسیمیلات بیش‌تر برای متابولیسم تولید قند، باعث افزایش درصد قند خالص ریشه می‌شود (۴۷، ۴۸ و ٤٩). بنابراین، بر اساس نتایج مطالعات، کوددهی چغندرقند با نیتروژن بسیار کم منجر به کاهش عملکرد ریشه می شود و برعکس، استفاده بیش از حد آن، منجر به کاهش غلظت ساکارز و درصد خلوص قند می‌شود.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل "بور × مکان" روی قند ریشه.

Figure 3- Comparison of the mean interaction of "boron × location" on root sugar.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر "مکان"و "نیتروژن" روی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاهان چغندرقند.

Table 5- Comparison of the mean effect of "location" and "nitrogen" on some physiological traits of sugar beet plants.

تیمار(Treatment)		نیتروژن مضره (α-amino-N) میلی مول در ۱۰۰ گرم ریشه ($mM.100^{-1}$ g root)	پتاسیم ریشه (Root potassium) میلی مول در ۱۰۰ گرم ریشه ($mM.100^{-1}g$)	ضریب قلیاییت (Alkalinity coefficient) **میلی مول بر کیلوگرم** ($mg.kg^{-1}$)
نیتروژن (Nitrogen)	نیتروژن (N_1)	1.68d	4.01a/	3.31a
	نیتروژن (N_2)	2.32b	4.05a	2.66b
	نیتروژن (N_3)	2.08c	3.64b	2.58b
	نیتروژن (N_4)	2.7a	3.87ab	2.17c
مکان (Location)	نقدهNaqdeh	2.44a	4.32a	3.48a
	خویkhoy	1.94b	3.47a	1.87b

اعداد هر ستون که حداقل یک حروف مشترک دارند از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

اسیدبوریک ۲۰ کیلوگرم در هکتار: B1 عدم‌مصرف، B2 مصرف خاکی، B3 به صورت محلول‌پاشی ۸-۶ برگی و ۱۲-۸ برگی و B4 محلول‌پاشی ۱۲-۸ و ۲۰-۱۶ برگی

نیتروژن ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار: N1 ۵۰ درصد هنگام کاشت و ۵۰ درصد ۸-۶ برگی، N2 ۵۰ درصد هنگام کاشت و ۵۰ درصد۱۲-۸ برگی، N3 ۱/۵ برابر N1 و N4 ۱/۵ برابر N2

The difference between the means of each column that has common letters is not statistically significant at the level of 5% probability

kg / ha of boric acid: B1 non-consumption, B2 soil application, B3 in the form of foliar spraying 6-8 leaves and 8-12 leaves and B4 foliar application 8-12 and 20-16 leaves

Nitrogen 300 kg per hectare: N1 50% at planting and 50% 8-6 leaves, N2 50% at planting and 50% 8-12 leaves, N3 1.5 times N1 and N4 1.5 times N2

جدول ٦-مقایسه میانگین اثر "نیتروژن × بور" روی برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاهان چغندرقند.

Table 6- Comparison of the mean effect of "nitrogen × boron" on some morpho-physiological traits of sugar beet plants.

نیتروژن(Nitrogen)	بور(Boron)	بور ریشه (Root boron)	عملکرد ریشه (Root yield)	قند ریشه (Root sugar)	سدیم ریشه (Root sodium)	عملکرد تکنولوژیکی قند (Technological yield of sugar)
		میلی‌گرم در کیلوگرم ($mg.kg^{-1}$)	گرم در متر مربع ($g.m^2$)	درصد (%)	میلی‌مول در ۱۰۰ گرم ($m\ M.100^{-1}g$)	کیلوگرم در هکتار ($kg.ha^{-1}$)
نیتروژن (N_1)	بور (B_1)	7.68f	6035.65g	17.82dc	1.21 g	961.13 h
	بور (B_2)	11.34abc	6092.12g	18.79b	1.20 g	1027.80 g
	بور (B_3)	11.58ab	6550.82f	18.07c	1.15g	1053.79 f
	بور (B_4)	12.39a	6909.27de	19.31a	1.58cdef	1187.37 a
نیتروژن (N_2)	بور (B_1)	7.57f	6632.22ef	16.66e	2.09a	953.21 h
	بور (B_2)	10.65abcd	6844.17def	17.71c	1.93ab	1058.20 f
	بور (B_3)	9.41cdef	6871.72de	17.17d	1.78bcd	1028.74 g
	بور (B_4)	11.10abcd	7073.85d	18.12c	1.73bcd	1127.32 c
نیتروژن (N_3)	بور (B_1)	7.68f	7702.05c	15.46fg	1.79bcd	1049.74 f
	بور (B_2)	9.32def	7815.35c	16.52e	1.52def	1149.61 b
	بور (B_3)	10.21bcd	7889.42bc	15.89f	1.43efg	1114.35 c
	بور (B_4)	9.44cdef	7908.67bc	16.37e	1.38fg	1155.48 b
نیتروژن (N_4)	بور (B_1)	8.08ef	8183.60ab	14.68i	1.67bcde	1035.82 g
	بور (B_2)	9.82bcde	8165.92ab	15.26gh	1.65bcdef	1083.21 e
	بور (B_3)	10.16bcd	8479.22a	14.84hi	1.66bcdef	1082.94 e
	بور (B_4)	10.29bcd	8417/30a	15.32g	1.84abc	1114.20 d

اختلاف میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

اسیدبوریک ۲۰ کیلوگرم در هکتار: B1 عدم‌مصرف، B2 مصرف خاکی، B3 به صورت محلول‌پاشی ۸-٦ برگی و ۱۲-۸ برگی و B4 محلول‌پاشی ۱۲-۸ و ۲۰-۱٦ برگی

نیتروژن ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار: N1 ۵۰ درصد هنگام کاشت و ۵۰ درصد ۸-٦ برگی، N2 ۵۰ درصد هنگام کاشت و ۵۰ درصد ۱۲-۸ برگی، N3 ۱/۵ برابر N1 و N4 ۱/۵ برابر N2

The difference between the means of each column that has common letters is not statistically significant at the level of 5% probability

kg / ha of boric acid: B1 non-consumption, B2 soil application, B3 in the form of foliar spraying 6-8 leaves and 8-12 leaves and B4 foliar application 8-12 and 20-16 leaves

Nitrogen 300 kg per hectare: N1 50% at planting and 50% 8-6 leaves, N2 50% at planting and 50% 8-12 leaves, N3 1.5 times N1 and N4 1.5 times N2

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر "مکان × نیتروژن" روی برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاهان چغندرقند.

Table 7- Comparison of the mean effect of "location × nitrogen" on some morphophysiological traits of sugar beet plants.

مکان (Location)	نیتروژن (Nitrogen)	قطر ریشه (Root diameter)	عملکرد ریشه (Root yield)	بور ریشه (Root yield)	سدیم ریشه (Root sodium)	قند ریشه (Root sugar)	عملکرد تکنولوژیکی قند (Technological yield of sugar)	ضریب کاهش بهره‌وری قند (Sugar productivity reduction coefficient)
		سانتی‌متر (cm)	گرم در متر مربع ($g.m^2$)	میلی‌گرم در کیلوگرم ($mg.kg^{-1}$)	میلی‌مول در ۱۰۰ گرم ($m\ M.^{-1}100g$)	درصد (%)	کیلوگرم در هکتار ($kg.ha^{-1}$)	(٪)
نقده Naqdeh	نیتروژن (N_1)	12.21bc	7334.56d	11.81ab	1.70c	20.67b	1333.99c	2.50b
	نیتروژن (N_2)	13.27ab	7835.70c	12.39a	2.48a	19.92c	1337.08c	2.86a
	نیتروژن (N_3)	15.07a	9241.73b	10.68bc	2.17b	19.02d	1515.37a	2.62b
	نیتروژن (N_4)	14.15ab	9697.46a	9.94bcd	2.66a	17.95e	1457.83b	2.92a
خوی khoy	نیتروژن (N_1)	10.25cd	5459.37h	9.68cd	0.87e	16.32f	781.06d	2.03cd
	نیتروژن (N_2)	9.72d	5875.28g	6.98e	1.28d	14.91g	746.66e	2.22c
	نیتروژن (N_3)	10.59cd	6416.01f	7.64e	0.89e	13.09a	719.22f	1.89d
	نیتروژن (N_4)	8.75d	6925.56e	9.24d	0.74e	12.10h	700.25g	1.99d

اختلاف میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند از نظر آمار در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

اسیدبوریک ۲۰ کیلوگرم در هکتار: B1 عدم‌مصرف، B2 مصرف خاکی، B3 به صورت محلول‌پاشی ۸-٦ برگی و ۱۲-۸ برگی و B4 محلول‌پاشی ۱۲-۸ و ۲۰-۱٦ برگی.

نیتروژن ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار: N1 ۵۰ درصد هنگام کاشت و ۵۰ درصد ۸-٦ برگی، N2 ۵۰ درصد هنگام کاشت و ۵۰ درصد ۱۲-۸ برگی، N3 ۱/۵ برابر N1 و N4 ۱/۵ برابر N2.

The difference between the means of each column that has common letters is not statistically significant at the level of 5% probability

kg / ha of boric acid: B1 non-consumption, B2 soil application, B3 in the form of foliar spraying 6-8 leaves and 8-12 leaves and B4 foliar application 8-12 and 20-16 leaves

Nitrogen 300 kg per hectare: N1 50% at planting and 50% 8-6 leaves, N2 50% at planting and 50% 8-12 leaves, N3 1.5 times N1 and N4 1.5 times N2

ضریب قلیاییت: کم‌ترین مقدار ضریب قلیاییت در تیمار N_4 و بیش‌ترین آن در N_1 به‌دست آمد به‌طوری که از N_1 تا N_4 روندی نزولی مشاهده گردید و مقادیر آن در نقده بالاتر از خوی بود (جدول ۵). ضریب قلیاییت به‌عنوان یکی از خصوصیات کیفی ریشه چغندرقند مطرح می‌باشد که از نسبت مقدار سدیم و پتاسیم بر مقدار نیتروژن مضره به‌دست می‌آید. مقدار نیتروژن بر شاخص قلیاییت اثر منفی و مقدار پتاسیم اثر مثبت دارد (۵۰). افزایش کیفیت محصول چغندرقند از طریق افزایش مقدار قند و کاهش مواد غیرقندی مخصوصاً نیتروژن مضره، سدیم و پتاسیم در ارتباط بوده و با کاهش مصرف کود نیتروژنی از طریق کاهش تجمع ناخالصی نیتروژن مضره در ریشه، موجب افزایش قلیاییت شده است. ضریب قلیاییت مبین قلیای باقی‌مانده در شربت بعد از تصفیه است که اگر مقدار آن بالا باشد؛ تبخیر و عملیات نهایی جهت استخراج قند را مختل می‌نماید (۵۱).

عملکرد تکنولوژیکی قند: عملکرد تکنولوژیکی قند وابسته به ناخالصی‌های ریشه است. عملکرد تکنولوژیکی قند، با روند مشابه با عملکرد قند سفید (خالص)، با عملکرد ریشه و ناخالصی‌های ریشه در ارتباط است. نتایج نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمارهای B_2 و B_3 در هر چهار سطح نیتروژن بر این صفت وجود نداشت. اثر تیمار B_4 در افزایش عملکرد تکنولوژیکی قند در سطح N_1 بارزتر بود به‌طوری که بالاترین عملکرد تکنولوژیکی قند در تیمار N_1B_4 با مقدار ۱۱۸۷/۳۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ٦). نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی در شرایط نقده عملکرد تکنولوژیکی قند راافزایش دادند در حالی‌که افزایش نیتروژن در خوی منجر به پایین‌ترین مقدار گردید (جدول ۷).

ضریب کاهش بهره‌وری قند: ضریب کاهش بهره‌وری قند در هر چهار سطح نیتروژن در خوی در مقایسه با نقده پایین‌تر بود به‌طوری که حداقل آن با ۱/۸۹ درصد متعلق به تیمار N_3 در خوی بود (جدول ۷). درصد بهره‌وری قند از تقسیم قند تولید شده از چغندرقند به عیار چغندرقند در یک کیلوگرم محاسبه می‌شود. درصد بهره‌وری قند به مقدار نمک‌های سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره موجود در ریشه وابسته است. محققان گزارش کرده‌اند که استفاده از عناصر کم مصرف نقش مهمی در انتقال مواد قندی، تنظیم متابولیسم سلولی، مقدار پتاسیم و کلسیم در گیاه، رشد سلول‌های اولیه، گرده افشانی و تنظیم آب مورد نیاز گیاه دارد تمام این موارد با تولید و تجمع قند در چغندرقند می‌تواند همبستگی مثبت داشته باشد (۴۵، ۴۷). عنصر بور با افزایش قابل توجه در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش تجمع ROS در سلول‌های گیاهی و در نتیجه تنش اکسیداتیو، بر رشد گیاه و فرآیندهای مورفوفیزیولوژیکی مختلف تأثیر می‌گذارد (۵۲)، و به تبع آن با تاثیرگذاری بر عیار قند و سایر فاکتورهای فیزیولوژیکی در نهایت منجر به کم شدن ضریب کاهش بهره‌وری قند می‌گردد.

نتیجه‌گیری کلی

با بررسی صفات مورد مطالعه در هر دو مکان آزمایش، این طور نتیجه‌گیری شد که تیمارهای آزمایشی در شرایط منطقه نقده به‌دلیل شرایط مساعد اقلیمی و شرایط خاکی بهتر از خوی عمل کرده، به‌طوری که عملکرد ریشه در نقده در هر چهار سطح نیتروژن بالاتر از خوی بود. کاربرد نیتروژن به‌عنوان تیمار توصیه شده در سطوح بالاتر منجر به افزایش سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره و قند ملاس و کاهش عملکرد تکنولوژیکی قند شده در حالی که کاربرد بور

منجر به ذخیره قند بیش‌تر در ریشه شده و به تبع آن عملکرد ریشه و کیفیت آن نیز افزایش یافت؛ بنابراین، با توجه به نتایج این پژوهش با لحاظ نمودن اثر تیمارهای آزمایشی در صفات کمی و کیفی چغندرقند، تیمار N_3B_4 (مصرف نیتروژن به میزان ٤٥٠ کیلوگرم به‌صورت پنجاه درصد در هنگام کاشت و پنجاه درصد در مرحله ٨-٦ برگی همراه با محلول‌پاشی بور در دو مرحله ١٢-٨ و ٢٠-١٦ برگی) در هر دو مکان آزمایش و در شرایط اجرای آزمایش پیشنهاد می‌شود.

References

1. Abd El-Mageed, T.A.A., El-Sherif, A.M., El-Mageed, S.A.A. and Abdou, N.M. 2019. A novel compost alleviates drought stress for sugar beet production grown in Cd-contaminated saline soil. Agric. Water Manag. 226: 105-112. (In Persian)
2. Mahfouz, H., Megawer, E.A. and Shaaban, A. 2019. Planting dates and plant densities influence on morpho-physiological responses forage productivity and nutritive value of clitoria in an arid region. Discovery Agric. 5:105-118.
3. Carr, M.K.V. and Knox, J.W. 2011. The water relations and irrigation requirements of sugar cane (*Saccharum officinarum*): A review. Exp. Agric. 47: 1. 1-25.
4. Kiymaz, S. and Ertek, A. 2015. Yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) at different water and nitrogen levels under the climatic conditions of Kirsehir, Turkey. Agric. Water Manag.158: 156-65.
5. Padbhushan, R. and Kumar, D. 2015. Yield and nutrient uptake of green gram (*Vigna radiate* L.) as influenced by boron application in boron-deficient calcareous soils of Punjab. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 46: 7. 908-23.
6. FAO. 2018. World food and agriculture: Statistical pocketbook. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. FAO, Rome, 254. http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/en/.
7. Mahfouz, H., Megawer, E.A., Maher, A. and Shaaban, A. 2019. Integrated effect of planting dates and irrigation regimes on morpho-physiological response, forage yield and quality, and water use efficiency of clitoria (*Clitoria ternatea* L.) in arid region. Archives Agron. Soil Sci. 66: 2. 152-167.
8. Mekdad, A.A.A. and Rady, M.M. 2016. Response of *Beta vulgaris* L. to nitrogen and micronutrients in dry environment. Plant Soil Environ. 62: 1. 23-29.
9. Shariatmadari, M.J., Zamani, G. and Siyari, M.J. 2012. The effects of salinity and iron sulphate on leaf area index, percentage of light absorption and their relationship with sunflower yield. Iranian J. Field Crops Res. 9: 2. 293-285. (In Persian)
10. Laufer, D., Nielsen, O., Wilting, P., Koch, H.J. and Marlander, B. 2016. Yield and nitrogen use efficiency of fodder and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in contrasting environments of northwestern Europe. Eur. J. Agron.73: 124-132.
11. Piskin, A. 2017. Effect of Zinc applied together with compound fertilizer on yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). J. Plant Nutr. 40: 18. 2521-2531.
12. Malnou, C.S., Jaggard, K.W. and Sparkes, D.L. 2006. A canopy approach to nitrogen fertilizer recommendations for the sugar beet crop. Europ. J. Agron. 25: 3. 254-263.
13. Draycott, A.P. and Christenson, D.R. 2003. Nutrients for sugar beet production, soil plant relationship. CABI Publishing. 1-105.
14. Manderscheid, R., Pacholski, A. and Weigel, H.J. 2010. Effect of free air carbon dioxide enrichment combined with two nitrogen levels on growth, yield and yield quality of sugar beet: Evidence for a sink limitation of beet growth under elevated CO_2. Eur. J. Agron. 32: 3. 228-239.

15. Jaggard, K.W., Qi, A. and Armstrong, M.J. 2009. A meta-analysis of sugar beet yield responses to nitrogen fertilizer measured in England since 1980. J. Agric. Sci. 147: 3. 287-301.
16. Wyse, R.E. 1980. Partitioning within the taproot sink of sugar beet: effect of photosynthate supply. Crop Sci. 20: 2. 256-258.
17. Bloom, A.J. 2015. The increasing importance of distinguishing among plant nitrogen sources. Curr. Opin. Plant Biol. 25: 10-16.
18. Hoffmann, C.M., Kenter, C. and Bloch, D. 2005. Marc concentration of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in relation to sucrose storage. J. Sci. Food Agric. 85: 3. 459-65.
19. Marschner, H. 2005. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press.453 p.
20. Ahmad, W., Niaz, A., Kanwal, S. and Khalid, M. 2009. Role of boron in plant growth: a review. J. Agric. Res. 47: 3. 329-338.
21. Tlili, A., Dridi, I., Fatnassi, S., Hamrouni, H. and Gueddari, M. 2018. Effect of Boron distribution in sugar beet crop yield in two soils of Dour Ismail irrigated perimeter. Advances in Science, Technol. Innovation. 417-423.
22. Barker, A.V. and Pilbeam, D.T. 2007. Handbook of Plant Nutrition (Books in Soils, Plants and the Environment). CRC Press, Boca Roton, Florida, United States. 773 p.
23. Ibrahim, M.E., Riham Faiyad, M.B. and El-Gamal, I.S.H. 2020. Impact of foliar spraying of some potassium sources and boron levels on sugar beet quantity and quality. J. Soil Sci. Agric. Engin. 12: 835-844.
24. Ali Abdallah, M. and Shaaban, A. 2020. Integrative applications of nitrogen, zinc, and boron to nutrients-deficient soil improves sugar beet productivity and technological sugar contents under semi-arid conditions. J. Plant Nutr. 43: 13. 1935-1950.
25. Kim, C.H. and Stoecker, A. 2006. Economic effects of environmental taxation on chemical fertilizers. Proceeding of International Association of Agricultural Economists Conference. Australia, August. 12-18.
26. Jackson, N.E., Miller, R.H. and Franklin, R.E. 1973. The influence of vesicular-arbuscular mycorrhizae on uptake of 90Sr from soil by soybeans. Soil Biol. Biochem. 5: 2. 205-212.
27. Waling, I., Vark, W.V., Houba, V.J.G. and Van der Lee, J.J. 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi, Part 7, Plant Analysis Procedures, Wageningen Agriculture University, Wageningen, The Netherlands. 179 p.
28. Ferran, J., Bonvalet, A. and Casassas, E. 1987. New masking agents in the azomethine-H method for boron determination in plant tissues. Agrochimica. 32: 171-176.
29. Kernchen, W. 1997. Instruction for Installation and Operation. Betalyzer, Dr Wolfgang Kernchen, GmBH, Germany. 14 p.
30. Garcia, N.M., Lopez, M.E.C., Franco, A.D., Ramirez, M.E., Chairez, F.E.O. and Botin Y. 2019. Chemical fertilization in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in the north of Tamaulipas. Terra Latino Americana. 37: 15-25.
31. Mekdad, A.A. 2015. Sugar beet productivity as affected by nitrogen fertilizer and foliar spraying with boron. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci. 4: 181-196.
32. Song, X., Hao, X. and Song, B. 2021. The Oxidative Damage and Morphological Changes of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) leaves at seedlings stage exposed to boron deficiency in hydroponics. Sugar Technol. https://doi.org/10.1007/s12355-021-01064-5.
33. Wyse, R.E. 1980. Partitioning within the taproot sink of sugar beet: effect of photosynthate supply. Crop Sci. 20: 2. 256-258.
34. Chandan, K., Mahapatra, T. and Kumar, P. 2020. Nutrient management in sugar beet: A review. Pak Sugar J. 35: 31-44.
35. Zhang, D., Zhao, H., Shi, L. and Xu, F. 2014. Physiological and genetic responses to boron deficiency in *Brassica napus*: a review. Soil Sci. Plant Nutr. 60: 3. 304-313.

36. Camacho-Cristobal, J.J., Herrera-Rodriguez, M.B., Beato, V.M., Rexach, J., Navarro-Gochicoa, M.T. M., Maldonado, J. and Gonzalez-Fontes, A. 2008. The expression of several cell wall-related genes in Arabidopasis roots in down-regulate under boron deficiency. Environ. Exp. Botany. 63: 351-358.
37. Zarski, J., Tomaszewska, R.K. and Dudek, S. 2020. Impact of irrigation and fertigation on the yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in a moderate climate. Agron. J. 10: 166-173.
38. Kernchen, W. 1997. Instruction for Installation and Operation. Betalyzer, Dr Wolfgang Kernchen, GmBH, Germany. 14 p.
39. Cookd, A. and Scott, P.K. 1993. The sugar beet crop science in to practice, Chapman and Hall. London, World Crop Series. 675 p.
40. Khorshidi, A.M., Ayuzi, A. and Nyazkhany, M. 2013. The effect of foliar application of micronutrients on quantity and quality of sugar beet genotypes. J. Crop Sci. 6: 21. 110-10. (In Persian)
41. Ebrahimipak, N.A. and Mostashari, M. 2012. Evaluation of irrigation water management and boron fertilizer to increase water use efficiency of sugar beet. Water Irri. Manag. 2: 2. 53-67. (In Persian)
42. Abbas, M.S., Dewdar, M.D.H., Gaber, E.I. and El-Aleem H.A.A. 2014. Impact of boron foliar application on quantity and quality traits of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Egypt. Res. J. Pharm. Biol. Chem. Sci. 5: 5. 143-151. (In Persian)
43. Bybordi, A. and Mamedov, G. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). Not. Sci. Biol. 2: 1. 21-30.
44. May, G.M. and Pritts, M.P. 1993. Phosphorus, zinc and boron influence yield components in 'Earliglow' strawberry. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 118: 43-49
45. Camberato, J.J. 2004. Foliar application on sugar beet. J Fruit Ornament Plant Res. 12: 120-126.
46. Ebrahimipak, N.A. and Mostashari, M. 2012. Evaluation of irrigation water management and boron fertilizer to increase water use efficiency of sugar beet. Water Irri. Manag. 2: 2. 53-67. (In Persian)
47. Hassanzadeh Azar, S., Roshdi, M. and Futohi, K. 2009. The effect of foliar micronutrients, zinc and manganese on the properties of sugar beet root qualitative and quantitative components. J. Crop Sci. 2: 5. 25-13. (In Persian)
48. Shiemshi, D. 2007. Leaf chlorosis and stomatal aperture. New Phytol. 166: 455-461.
49. Tlili, A., Dridi, I., Fatnassi, S., Hamrouni, H. and Gueddari, M. 2018. Effect of Boron distribution in sugar beet crop yield in two soils of Dour Ismail irrigated perimeter. Adv Sci Technol. Innov.47: 3. 417-423.
50. Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N.S., Patil, B.N. and Dharmatti, P.R. 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka J. Agric. Sci. 32: 382-385.
51. El-Hassanin, A.S., Samak, M.R., Moustafa, N., Shafika, A.M., Khalifa, N. and Ibrahim, M. 2016. Effect of foliar application with humic acid substances under nitrogen fertilization levels on quality and yields of sugar beet plant. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci. 5: 11. 668-680.
52. Semida, W.M., Abd El-Mageed, T.A. and Howladar, S.M. 2014. A novel organo-mineral fertilizer can alleviate negative effects of salinity stress for eggplant production on reclaimed saline calcareous soil. Acta Hortic. 1034: 493-499.