اثر نیتروژن و بور بر عملکرد و عیارقند دو رقم چغندرقند

خلیل خلیلو[۱] و فرزاد جلیلی[۲]

چکیده

به منظور بررسی تأثیر نیتروژن و بور بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم تجاری چغندرقند، آزمایشی در حومه شهرستان خوی با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه ۳۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤٥ درجه و ٥٥ دقیقه شرقی به صورت اسپلیت اسپلیت پلات با سه عامل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه فاکتور در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول: رقم در دو سطح شامل رقم خارجی فلورس(a_2) و رقم ایرانی٠٠٤(a_1) در کرت‌های اصلی، فاکتور دوم: نیتروژن در دو سطح شامل آزمون خاک(b_1) و ۱/۵ برابر آزمون خاک(b_2) در کرت‌های فرعی و فاکتور سوم: مصرف بور درسه سطح شامل عدم مصرف(c_1)، محلول‌پاشی (c_2) و مصرف خاکی(c_3) در کرت‌های فرعی- فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان دادند که اثر رقم فقط بر طول ریشه معنی‌دار بود. به طوری‌که بیش‌ترین طول ریشه با ۳۲/۵۰ سانتی‌متر به رقم ایرانی (a_1) تعلق داشت. اثر نیتروژن بر قطر ریشه، طول ریشه، وزن خشک ریشه و عملکرد ریشه معنی‌دار بود. بیشترین مقدار هر کدام از آنها به سطح ۱/۵ برابر آزمون خاک تعلق داشت. اثر بور نیز روی وزن خشک ریشه، عملکرد ریشه، عیار قند و میزان ملاس معنی‌دار بود. روش‌های مختلف مصرف بور نشان داد که حداکثر عملکرد در همه‌ی صفات با مصرف خاکی این عنصر حاصل شد.

واژه‌های کلیدی:

نیتروژن، بور، عملکرد، چغندرقند

✓ تاریخ وصول : ۱۳۹۵/۰۸/۱۲ تاریخ پذیرش : ۹۶/۰۵/۱۹

[۱]- دانش آموخته گروه کشاورزی – زراعت ، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی ، خوی – ایران.

[۲]- گروه کشاورزی – زراعت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی – ایران (نویسنده مسئول) .farjalili@yahoo.com

مقدمه

چغندرقند به عنوان یک گیاه صنعتی و استراتژیک، اصلی ترین منبع تولید شکر مورد نیاز کشور می‌باشد. محصولات فرعی چغندرقند، ملاس و تفاله می‌باشند. از تخمیر ملاس، می‌توان مقدار زیادی الکل تولید کرد. تفاله حاوی مواد قندی، سلولزی و نیتروژنه می‌باشد که در تغذیه و تامین علوفه حیوانات مورد استفاده واقع می‌شود (Abdollahian *et al.*, 2005).

عملکرد شکر تحت تأثیر وزن ریشه و درصد قند آن است. عوامل متعددی بر کمیت و کیفیت عملکرد ریشه چغندرقند موثر هستند که از آن جمله می‌توان به رقم، آرایش کاشت، نوع آب‌وهوا و اقلیم، زمان کاشت و برداشت، وضعیت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه به‌ویژه نوع کود، مقدار و زمان کوددهی و مدیریت و برنامه‌ریزی آبیاری اشاره کرد (Baradaran Firoozabadi, 2002).

نیتروژن به عنوان یکی از عناصر غذایی پرمصرف، نقش مهمی در توسعه اندام‌های هوایی و انجام اعمال متابولیکی گیاه بر عهده دارد. گرچه افزایش مصرف نیتروژن به‌طور مستقیم بر افزایش عملکرد ریشه چغندرقند تاثیر می‌گذارد، ولی قابلیت تحرک بالای این عنصر و نقش آلایندگی آن در محیط زیست و منابع آب زیرزمینی و همچنین تاثیر منفی آن بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند، در صورت عدم توجه به طول دوره‌ی رشد و مرحله رشدی گیاه در زمان مصرف، از عمده عوامل محدودکننده‌ی مصرف نیتروژن بشمار می‌روند. بنابراین مصرف به‌موقع و در حد نیاز این عنصر غذایی در تولید محصولات زراعی به‌ویژه زراعت چغندرقند، از اهمّیّت ویژه‌ای برخوردار است. استفاده از کود نیتروژنه هرچند موجب افزایش عملکرد ریشه می‌شود، ولی با افزایش نیتروژن خاک به‌ویژه در اواخر فصل رشد، درصد قند ریشه و قابلیت استحصال آن به شدت کاهش می‌یابد. خیامیم و همکاران (Khiamim *et al.*, 2003) در آزمایشی روی چغندرقند به این نتیجه دست یافتند که با افزایش نیتروژن خاک، ارتفاع بخش هوایی افزایش می‌یابد. پرزمیسلاو وهمکاران (Prezemyslaw *et al.*, 2010) معتقدند تأثیراتی که کودهای نیتروژنه روی کیفیت چغندرقند دارند نه تنها به میزان مصرف این کودها بستگی دارد بلکه به عواملی مانند رقم و فصل مصرف نیز وابسته است. امجدی (Amjadi, 2003) نیز گزارش کرد که کاربرد بیش از حد کودهای نیتروژنه موجب کاهش درصد قند و ارزش اقتصادی گیاه چغندرقند می‌شود.

بور از مهمترین عناصر مورد نیاز گیاه چغندرقند می‌باشد زیرا مقدار ناکافی بور، باعث کاهش محصول و کیفیت ریشه می شود. نتایج آزمایشات انجام شده در مورد عناصر کم‌مصرف در گیاه چغندرقند نیز نشان داده است که کاربرد کودهای کم مصرف اثرات معنی‌داری بر وضعیت تغذیه‌ای این گیاه دارد (Grazebiesz *et al.*, 2010). از بین عناصر کم‌مصرف، عنصر بور از اهمیت بیشتری در زراعت چغندرقند برخوردار است. گانگوار و سیرواستاوا

(Gangvar and Srivastava, 2009) در آزمایشی با به کار بردن بور در چغندرقند نتیجه گرفتند که مصرف ۰/۵ میلی‌گرم بور در هر کیلوگرم خاک و یا محلول‌پاشی آن با غلظت ۰/۲ درصد، یک بار در دوره رشد آن، عملکرد ریشه، نسبت ریشه به اندام هوایی، قند ریشه، شاخص سطح برگ و نیز میزان جذب بور را افزایش می‌دهد. بنا بر نتایج هلال و همکاران (Helal *et al.*, 2009) کاربرد توام نیتروژن و بور موجب افزایش توزیع نیتروژن، پتاسیم و آهن در ریشه و بخش هوایی گیاه چغندرقند می‌شود. نتایج مطالعات ایشان نشان می دهد که استفاده از ppm ۵۰ بور به طور معنی‌داری رشد بخش هوایی و عملکرد ریشه‌ی چغندرقند را بهبود می‌بخشد. همچنین مصرف بور اثر متقابل مثبتی با نیتروژن دارد. به طوری‌که مصرف همزمان ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در هر کیلوگرم خاک و ۵۰ میلی گرم بور، موجب تعادل تغذیه‌ای چغندرقند و در نتیجه افزایش رشد بخش هوایی و عملکرد ریشه آن می‌گردد. وی در بخش دیگری از تحقیق خود نتیجه گرفتند که افزایش سطح نیتروژن به بیش از ۸۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک، عملکرد ریشه و بخش هوایی چغندرقند را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. بارکر و پیلبیم (Baker and Pilbeam, 2007) عنوان کرده‌اند که چغندرقند به مقدار زیادی بور نیاز دارد. آنها اظهار داشتند که بور، سرعت انتقال قندهایی را که طی عمل فتوسنتز در برگ‌های بالغ تولید می‌شوند را به ریشه در حال رشد چغندرقند افزایش می‌دهد.

از آنجائی که پاسخ ارقام چغندر به شرایط تغذیه‌ای و نیز روش تامین آن متفاوت است، بنابراین این تحقیق با هدف مطالعه‌ی عکسل‌العمل ارقام مختلف نسبت به مقادیر متفاوت کود نیتروژن و روش‌های مصرف بور و تاثیر آن روی صفات کمی و کیفی ارقام چغندرصورت می پذیرد، تا بر اساس آن با معرفی الگوی مناسب مصرف و موثر به ارتقاء خصوصیات کمی و بهبود ویژگی‌های کیفی در مزارع چغندرقند توجه بیشتری گردد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کود نیتروژن و بور بر عملکرد کمی و کیفی در دو رقم چغندر قند (فلورس و بذر ایرانی۰۰٤) آزمایشی در اراضی حومه شهرستان خوی با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه ۳۳ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه ۳۳ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۵۷ متر انجام گرفت.

پژوهش به صورت اسپلیت اسپلیت پلات سه عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اول: رقم در ۲ سطح شامل رقم خارجی فلورس(a_2) و رقم ایرانی۰۰٤(a_1) در کرت‌های اصلی، عامل دوم: نیتروژن در ۲ سطح شامل آزمون خاک (b_1)، ۵۰٪ بیشتر از آزمون خاک(b_2) در کرت های فرعی و عامل سوم: مصرف بور در۳ سطح شامل مصرف خاکی(c_3)، محلول‌پاشی (c_2)، عدم مصرف(c_1) در کرت های فرعی- فرعی در نظر گرفته شدند.

هر واحد آزمایشی به ابعاد ۵×۳ متر و شامل ٦ ردیف کاشت به فاصله‌ی ۵۰ سانتی‌متر ، فاصله بوته روی ردیف، ۱۰ سانتی‌متر و طول ردیف‌ها ۵ متر در نظر گرفته شد. تعداد کل کرت‌ها ۳٦ واحد و مساحت مورد آزمایش در حدود ٦۰۰ مترمربع بود. به منظور جلوگیری از اختلاط اثر کرت‌های مجاور فواصل یک متری به صورت دو خط نکاشت بین کرت‌ها و ۱/۵ متر ما بین بلوک‌ها در نظر گرفته شد.

در اجرای این تحقیق از دو رقم چغندرقند هیبرید جدید و منوژرم تایید شده توسط موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه بذر چغندرقند کرج استفاده شد. رقم فلورس که این رقم دیپلوییید، منوژرم، تیپ نرمال محصولی (N) و رقم شرکت بهمن رویان- ماریبو دانمارک است. دارای عملکرد ریشه و قند بسیار خوب، درصد قند بالا و متحمل به رایزومانیا، رایزکتونیا و سرکسپورا می‌باشد و رقم ۰۰٤ که این رقم دیپلوییید، منوژرم، تیپ نرمال قندی (N) و رقم مرکز اصلاح بذر کرج است. دارای عملکرد ریشه و عیار قند بسیار خوب و متحمل به رایزومانیا می‌باشد.

قبل از اجرای آزمایش از مزرعه مورد نظر نمونه‌ی خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری تهیه شد که نتایج تجزیه‌ی آن در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش

Table 1-Phisicochemical properties of the studied soil

عمق نمونه برداری (cm)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدینه گل اشباع (pH)	مواد خنثی شونده کل (%T.N.V.)	رطوبت اشباع (%SP)	کربن آلی (%O.C)	فسفر قابل جذب P(ppm)	پتاسیم قابل جذب K(ppm)	نیتروژن کل (%T.N.)	بور(mg/kg)	بافت خاک		
										درصد رس (%Clay)	درصد لای (% Silt)	درصد شن (% Sand)
30	2.3	7.79	5.25	48	1.56	9.58	505	0.16	0.7	37.3	41.4	21.3

به منظور آماده‌سازی زمین، پس از جمع-آوری بقایای زراعت سال قبل (گندم) باقیمانده‌ی بقایا با شخم عمیق در پائیز با خاک مخلوط گردید. در بهار سال بعد نسبت به انجام عملیات تکمیلی تهیه‌ی زمین شامل شخم متوسط، دیسک، کولتیواتور، لولر، خط کشی و تهیه خطوط کاشت اقدام گردید. بعد از انجام عملیات آماده‌سازی زمین، کاشت در ۱۲ فروردین ماه توسط بذرکار پنوماتیک، با عمق کاشت ٤ سانتی‌متر و با تراکم حدود ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار اعمال شد. به طوری‌که برای حصول تراکم مورد نظر، فاصله بین خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. روش کاشت نیز به صورت خشکه‌کاری بود. یک سوم کود نیتروژن در مرحله‌ی ٦-٤ برگی طبق آزمون خاک در

کرت‌های مورد نظر(b_1) به مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار طبق آزمون خاک و دو برابر آزمون خاک در کرت‌های مورد نظر(b_2) محاسبه و مصرف گردید بقیه آن در دو مرحله در موقع آبیاری در اواخر خرداد و تیر ماه مصرف شد. کود بور در کرت‌های مورد نظر(c_3) قبل از کاشت به صورت مصرف خاکی به مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار و کود مایع بورپلاس به صورت محلول‌پاشی در مرحله‌ی ۱۰-۸ برگی به مقدار ۱ لیتر در هکتار در کرت‌های مورد نظر(c_2) محاسبه و مصرف گردید. صفات مورفولوژیکی، زراعی و فیزیولوژیکی که در مزرعه یاداشت برداری شدند عبارت بودند از: قطر ریشه، طول ریشه، عملکرد ریشه (وزن ریشه)، وزن خشک ریشه، درصد قند (عیار)، درصد ملاس.

عملیات برداشت چغندرقند در تاریخ ۱۰ آبان ماه برای هر کرت به طور جداگانه صورت گرفت. جهت ثبت رکوردها از هر کرت آزمایشی، تعداد ۲۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب و برداشت شد. به‌منظور حذف اثرات حاشیه‌ای در هر کرت، برداشت از ردیف‌های وسط انجام گرفت.

برای تعیین درصد قند چغندرقند، یک نمونه ۲۵-۲۰ کیلوگرمی از هر یک از تیمارها تهیه و برای تهیه خمیر ریشه و تجزیه کیفی به آزمایشگاه قند کارخانه قند خوی ارسال گردید و با دستگاه بتالایزر اندازه گیری شد.

در زمان برداشت برای تعیین عملکرد ریشه، پس از حذف نیم‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت، تمامی بوته‌ها برداشت، شمارش و پس از سرزنی، ریشه‌ها وزن گردیدند. با انجام محاسبات لازم عملکرد ریشه در هر تیمار بر حسب تن در هکتار مشخص شد. داده-های حاصل از اندازه‌گیری، با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

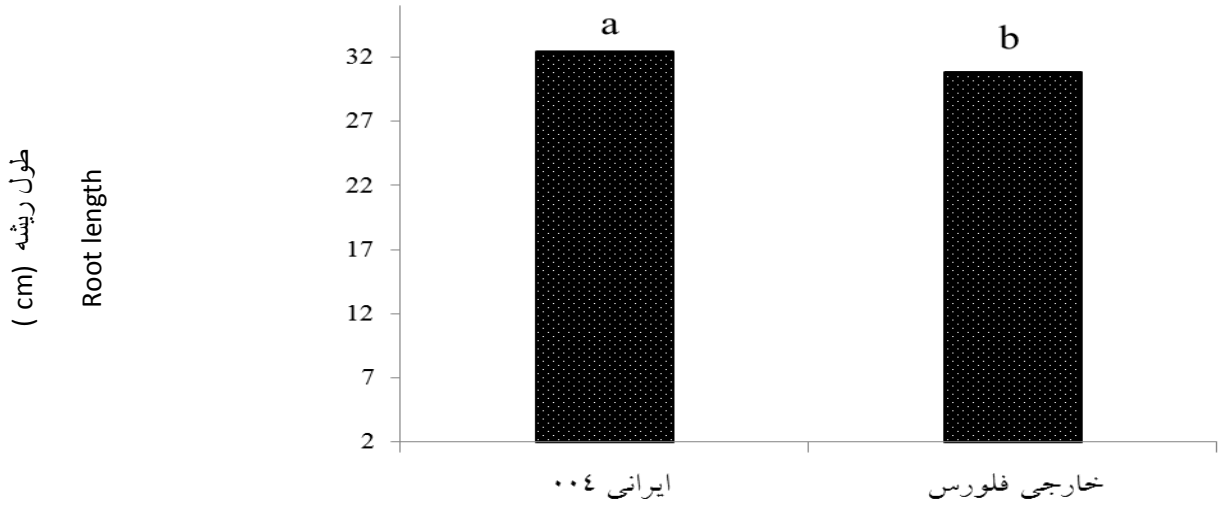
قطر ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد در بین فاکتورهای مورد مطالعه فقط نیتروژن بر این صفت معنی دار بود. از طرف دیگر اثر رقم و اثرات متقابل سایر فاکتورهای مورد مطالعه نیز بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول۲). بیشترین قطر ریشه با متوسط ۱۲/۶۹ سانتی‌متر مربوط به تیمار b_2 (دو برابر آزمون خاک) کمترین میزان آن مربوط به تیمار b_1 (طبق آزمون خاک) با متوسط ۱۱/۰۸ سانتی‌متر بود (جدول۳). دونالد و دیویس (Dolald and Davies, 2004) نشان دادند که تشکیل حلقه‌های آوندی در ریشه از آغاز رشد و نمو شروع می‌شود، از طرفی بیشترین تعداد حلقه‌ها نیز در همان زمان تشکیل می-

شود. بنابراین با توجه به اینکه تشکیل حلقه‌ها یعنی افزایش قطر ریشه ناشی از فعالیت کامبیوم آوندی است، لذا نیتروژن با تحریک فعالیت کامبیوم آوندی سبب افزایش قطر ریشه شده است. از سوی دیگر وقتی ریشه‌ی گیاه در محیطی غنی از نیتروژن قرار می‌گیرد مقدار اکسین ساخته شده در ریشه زیاد و این امر سبب افزایش رشد جانبی (قطری) ریشه می‌شود. اکسین و سیتوکنین از هورمون‌های گیاهی هستند که با تحریک تقسیمات سلولی سبب افزایش رشد قطری در ریشه‌ی می‌شوند (Ramazan and Ero, 2002). حکم‌آبادچی (Hokmabadchi, 2015) در مطالعهٔ خود بر روی تاثیر پرایمینگ بذر بر عملکرد و درصد قند ارقام تجاری چغندرقند نشان داد که باکتری‌های موجود در کودهای زیستی تأثیر مثبتی بر رشد گیاه داشته و منجر به افزایش قطر ریشه می‌شود. این امر می‌تواند ناشی از ترشح ترکیبات تحریک کنندهٔ رشد و هورمون‌های رشدی از جمله اکسین باشد که در خاک تولید و رشد قطری ریشهٔ گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

طول ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد که اثر نیتروژن و رقم به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد از نظر صفت مورد مطالعه داشت. ولی اثر متقابل آن‌ها بر طول ریشه معنی‌دار نبود (جدول۲). از طرف دیگر اثر بور و نیز اثرات متقابل سایر فاکتورهای مورد مطالعه نیز بر این صفت معنی‌دار نبود. بر اساس آزمون مقایسه میانگین داده‌ها، بیش‌ترین طول ریشه با ۳۲/۵ سانتی‌متر مربوط به رقم ایرانی۰۰٤ (a_1) بود که در اولین گروه آماری کلاس a قرار گرفت. همچنین رقم خارجی فلورس (a_2) با تولید ریشه-هایی به طول ۳۰/۸ سانتی‌متر، گروه آماری b را به خود اختصاص داد (شکل۱).



شکل1- مقایسه میانگین طول ریشه در دو رقم مورد مطالعه

Figure 1. Comparison means of variety on root lengths

به دلیل ویژگی‌های فیزیولوژیکی متفاوت در ریشه‌ی ارقام مورد مطالعه، رقم ایرانی با توجه به سازگاری بیشتر به آب‌وهوای ایران، با داشتن گیرنده-های کارآمدتر در جذب نیتروژن توانسته به نحو مطلوب‌تری از خصوصیات مفید نیتروژن در جهت افزایش رشد طولی خود استفاده کند.

همان‌طور که در جدول(۳) نشان داده شده است. بالاترین میزان طول ریشه مربوط به تیمار b_2 (دو برابر آزمون خاک) با متوسط ۳۳/۳۹ سانتی‌متر می‌باشد که در کلاس آماری a قرار دارد و کمترین میزان طول ریشه با متوسط ۲۹/۹٤ سانتی‌متر مربوط به تیمار b_1 (طبق آزمون خاک) است که کلاس آماری b را به خود اختصاص داده است.

وقتی مقدار بیشتری ماده‌ی غذایی در خاک باشد، تعداد و طول ریشه‌ها نیز متعاقب آن افزایش پیدا می‌کند (Seyed Esmailzadeh, 2011). بنابراین نیتروژن با فعالسازی فعالیت‌های آنزیمی و تولید بیشتر مواد تنظیم کننده‌ی رشد می‌تواند به رشد طولی ریشه‌ها کمک کند.

عملکرد ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که عملکرد ریشه تحت تاثیر نیتروژن و بور معنی-دار بود. ولی اثر متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول۱). به نظر می‌رسد که در شرایط این تحقیق اثر متقابل این دو فاکتور بر طول ریشه اثر مثبتی نداشته باشد. از سوی دیگر اثرات متقابل سایر

فاکتورهای مورد مطالعه نیز بر این صفت معنی‌دار نبود. بر اساس آزمون مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد بیش‌ترین عملکرد ریشه با ۱۳/۷۸ کیلوگرم بر مترمربع مربوط به تیمار b_2 (دو برابر آزمون خاک) بود که در گروه آماری a قرار گرفت. کم‌ترین عملکرد نیز مربوط به تیمار b_1 (طبق آزمون خاک) با ۱۲/۱۷ کیلوگرم بر مترمربع بود که در گروه آماری (b) قرار گرفت (جدول ۳).

در مطالعه‌ی نوشاد و همکاران (Noshad *et al.*, 2014) روی اثر کودهای آلی حاوی اسیدهای آمینه بر کارایی نیتروژن مصرفی و خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند مشخص شد که عملکرد ریشه با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار روند افزایشی نشان می‌دهد. بوتراس و همکاران (Butrus *et al.*, 1891) افزایش عملکرد ریشه را با افزایش مصرف نیتروژن گزارش کردند و بالاترین عملکرد با حداکثر نیتروژن مصرفی به دست آمد. بیلبائو و همکاران (Bilbao *et al.*, 2001) مقدار کل نیتروژن ضروری برای تولید بهینه‌ی محصول در منطقه‌ی مدیترانه را ۲۶۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن اعلام کردند.

افزایش مصرف کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد ریشه‌ی چغندرقند می‌گردد. در نتایج حاصل از یک بررسی کمترین عملکرد در سطح صفر کود نیتروژن با ۳۶/۶۲ تن در هکتار به دست آمد، اما با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم اوره در هر هکتار عملکرد ۱۰۰ درصد افزایش یافت و به ۷۱/۸۵ تن در هکتار رسید. با افزایش میزان کود اوره به ۱۸۰ کیلوگرم در هر هکتار عملکرد به ۸۱/۵۶ تن در هر هکتار رسید. این روند با توجه به نقش کود نیتروژن در توسعه‌ی کانوپی گیاه و ارتباط آن با عملکرد ریشه‌ی گیاه قابل پیش‌بینی است (Jahedi *et al.*, 2012). این نشان می‌دهد که در جایی که نیتروژن خاک زیاد باشد حداکثر عملکرد می‌تواند بدون کاربرد کود معدنی به دست آید. برخلاف سال اول، در سال دوم افزایش مصرف نیتروژن به طور معنی‌داری عملکرد ریشه را از ۵۶/۱ تن در تیمار صفر به ۸۰/۹ تن در هکتار در تیمار ۲۴۰ کیلوگرم افزایش می‌دهد.

اثر بور نیز بر عملکرد ریشه معنی‌دار بود (جدول ۲). همان‌طورکه تغییرات موجود در شکل(۲) نشان می‌دهد، بیشترین عملکرد ریشه مربوط به تیمار c_3 (مصرف خاکی) با میانگین آماری ۱۳/۶۷ کیلوگرم بر مترمربع بود که در کلاس آماری a قرار گرفت. بعد از آن تیمار c_2 (محلول‌پاشی) با میانگین آماری ۱۳/۰۸ کیلوگرم بر مترمربع در کلاس ab واقع شد و کمترین عملکرد ریشه مربوط به تیمار c_1 (عدم مصرف) با متوسط ۱۲/۱۷ کیلوگرم بر مترمربع بود که کلاس آماری b را به خود اختصاص داد.

شکل ۲- مقایسه میانگین تاثیر بور بر عملکرد ریشه

عملکرد ریشه (Kg/m^2)
Root yield

Figure 2. Comparison means of boron on root yield

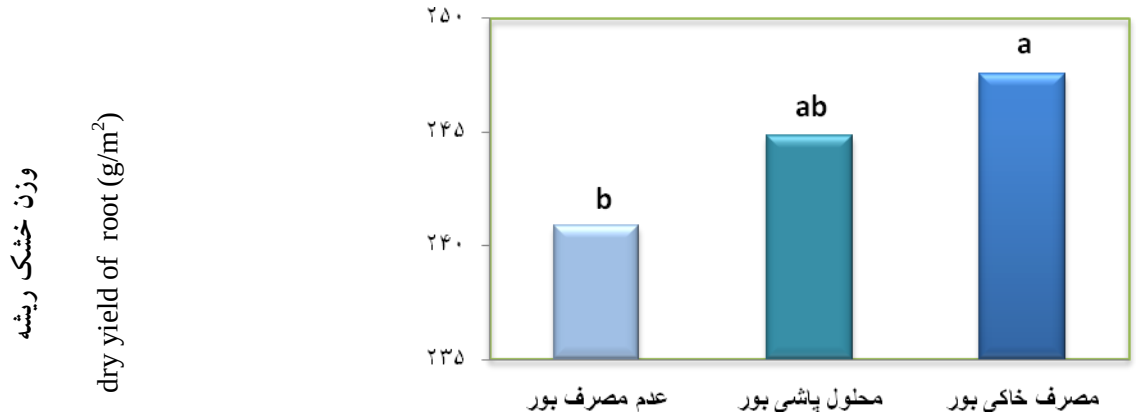
در نتایج آزمایش‌هایی که طی سال‌های ۱۳۷٤-۱۳۷۵ در چندین استان کشور انجام شد، نشان داد که مصرف املاح محتوی بور می‌تواند باعث افزایش کمی و کیفی عملکرد بسیاری از محصولات کشاورزی به‌ویژه چغندرقند شود. مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار بوراکس در مزارع چغندرقند منطقه‌ی ارومیه و خوی باعث افزایش مقدار قند و همچنین عملکرد ریشه به میزان ۸ درصد گردید (Malakuti and Riazi, 2007). نتایج یک تحقیق نشان داد محلول‌پاشی اسیدبوریک عملکرد ریشه‌ی بالاتری نسبت به آغشته کردن بذور ایجاد کرد (Yarnia *et al.*, 2009). در طی محلول‌پاشی چغندرقند با ۰/۲ کیلوگرم بور در ۱۰۰ لیتر آب گزارش شد که عملکرد ریشه ۱۵/۸ درصد افزایش پیدا کرد (Camberato, 2004).

وزن خشک ریشه

تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد که وزن خشک ریشه تحت تاثیر نیتروژن و بور، به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل نیتروژن، بور و رقم نیز با سطح احتمال پنج درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول۲). بیش‌ترین وزن خشک ریشه با متوسط ۲٥٤/۹٤ گرم بر مترمربع مربوط به تیمار b_2 (دو برابر آزمون خاک) بود که در گروه آماری a قرار گرفت. و تیمار b_1 (طبق آزمون خاک) با ۲۳۳/۹٤ گرم بر مترمربع کم‌ترین وزن خشک ریشه را به خود اختصاص داد و در گروه آماری (b) قرار گرفت (جدول ۳). اثرات اولیه‌ی کود نیتروژن، تولید ماده‌ی خشک در برگ‌ها و ریشه می‌باشد. استفاده از کود نیتروژن مقدار کل آمینواسیدهای چغندرقند و به تبع آن وزن خشک ریشه را افزایش می‌دهد (Lee, 1997). در چغندر میزان بالای قند ریشه زمانی به دست می‌آید که میزان ماده‌ی خشک تولید شده در ریشه بالا باشد (Draycott, 2003).

اثر بور نیز بر وزن خشک ریشه معنی‌دار شد (جدول۲). همان‌طور که تغییرات موجود در شکل(۳) نشان می‌دهد، بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به تیمار c_3 (مصرف خاکی) با میانگین آماری ۲٤۷/٥۸ گرم بر مترمربع بود که در کلاس آماری a قرار گرفت . بعد از آن تیمار c_2 (محلول‌پاشی) با میانگین آماری۲٤٤/۸۳ گرم بر مترمربع در کلاس ab واقع شد و کمترین وزن خشک ریشه مربوط به تیمار c_1 (عدم مصرف) با متوسط ۲٤۰/۹۲ گرم بر مترمربع بود که کلاس آماری b را به خود اختصاص داد. مصرف عناصر ریزمغذی مثل بور منجر به افزایش معنی‌دار درصد ماده‌ی خشک ریشه نسبت به شرایط عدم مصرف آن می‌شود (Yarnia et al., 2009). از آنجائیکه بور، سرعت انتقال قندهای ساخته شده طی عمل فتوسنتز در برگ‌های بالغ را به ریشه در حال رشد چغندرقند افزایش می‌دهد، بنابراین می-

تواند از این طریق سبب افزایش درصد ماده‌ی خشک ریشه گردد.



شکل ۳- مقایسه میانگین تاثیر بور بر وزن خشک ریشه

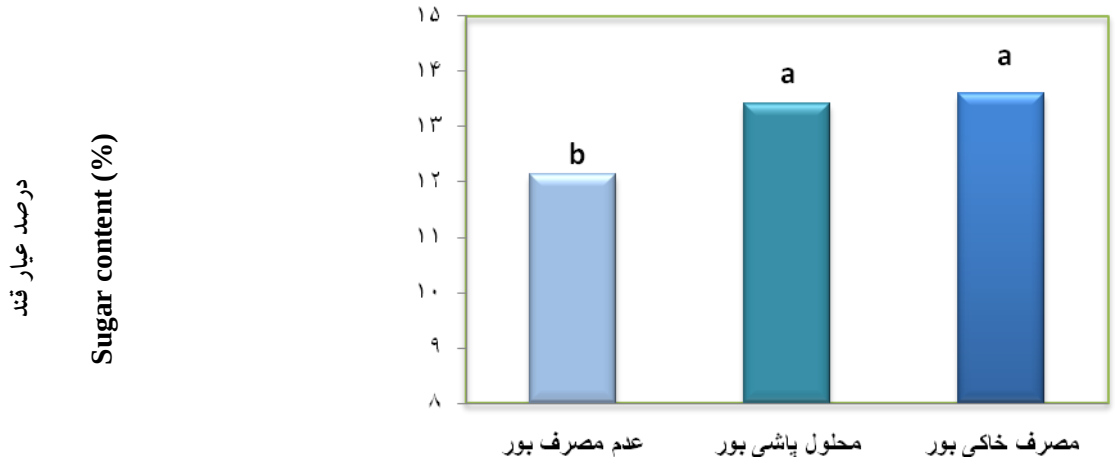
Figure 3. Comparison means of boron on root biomass

عیار قند

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی مربوط به درصد عیار قند نشان داد با اینکه اثر بور به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نشان داد، ولی اثرات متقابل سایر فاکتورهای مورد مطالعه بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول۲). بر اساس آزمون مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد بیشترین درصد قند مربوط به تیمار c_3 (مصرف خاکی) با میانگین آماری ۱۳/٦۰ درصد بود که در کلاس آماری a قرار گرفت . بعد از آن تیمار c_2 (محلول‌پاشی) با میانگین آماری ۱۳/٤۱ درصد در کلاس ab واقع شد و کمترین درصد قند مربوط به تیمار c_1 (عدم مصرف) با متوسط ۱۲/۱٤ درصد بود که کلاس آماری b را به خود اختصاص داد (جدول ۳).

استفاده از کود نیتروژنه هرچند موجب افزایش عملکرد ریشه می‌شود، ولی با افزایش نیتروژن خاک به‌ویژه در اواخر فصل رشد، درصد قند ریشه و قابلیت استحصال آن به شدت کاهش می‌یابد. نیشلم و رگیت‌نیگ (Nitchelem and Regitnig, 2006) اظهار داشتند که با اختلاط کودهای شیمیایی اوره و فسفات‌آمونیم با کود دامی، میزان نیتروژن قابل دسترس در خاک افزایش یافته و با افزایش بیش از حد جذب این عنصر توسط گیاه، عیار قند کاهش می‌یابد. حسین‌پور و همکاران (Hoseinpour *et al.*, 2013) در مطالعه‌ی خود بر روی تاثیر مقادیر مختلف

کود نیتروژن بر خصوصیات رشدی و صفات کمی و کیفی چغندرقند پائیزه در طی دو سال متوالی نشان دادند که اثر نیتروژن بر افزایش درصد عیار قند معنی-دار نیست.



شکل۳- مقایسه میانگین تاثیر بور بر درصد عیار قند

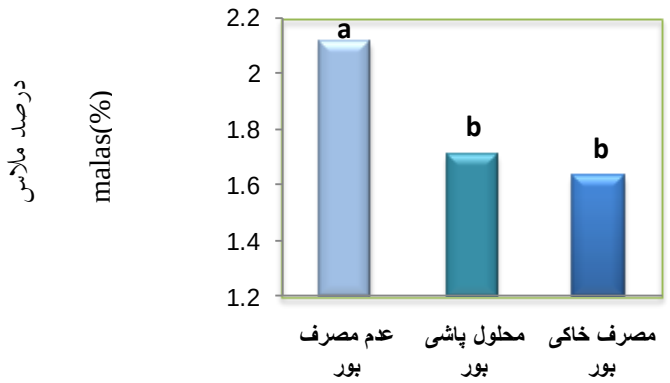
Figure 3. Comparison means of boron on sugar content

در مطالعه‌ی نوشاد و همکاران (Noshad et al., 2014) بر روی اثر کودهای آلی حاوی اسیدهای آمینه بر کارایی نیتروژن مصرفی و خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند نیز اثر نیتروژن بر درصد قند معنی‌دار نبود. این نتایج با نتایج به دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد. کریستک و همکاران (Kristek *et al.*, 2006) در آزمایشات خود نشان دادند که استفاده از کودهای ریزمغذی مخصوصا بور در زراعت چغندرقند موجب افزایش ۱۰/۸ درصد در عیار قند این محصول می‌شود. بر اساس نتایج آنها، مصرف کود بصورت محلول‌پاشی بور به میزان ۱ کیلوگرم در هکتار طی مراحل تشکیل برگ‌های اولیه و ۱٤-۱۰ روز بعد از آن، برای خاک‌هایی که دچار کمبود هستند، توصیه می‌شود. یارنیا و همکاران (Yarnia *et al.*, 2009) در مطالعه‌ی خود بر روی تاثیر روش کاربرد عناصر ریزمغذی بر تولید چغندر رقم منوژرم رسول نشان دادند که محلول‌پاشی بور با ۱۵/۵۲٪ و مصرف خاکی آن با ۱۸/۰۷٪ سبب افزایش درصد قند می‌شود. بیکر و پیلبیم (Baker and Pilbeam, 2007) عنوان کرده‌اند که چغندرقند به مقدار زیادی بور نیاز دارد. آنها اظهار داشتند که بور، سرعت انتقال قندهایی را که طی عمل فتوسنتز در برگ‌های بالغ تولید می‌شوند را به ریشه در حال رشد چغندرقند افزایش می‌دهد و از این طریق سبب افزایش عیار قند در ریشه می‌گردد. دسترسی طولانی مدت گیاه به این عنصر در صورت مصرف خاکی می‌تواند دلیل برتری این روش نسبت به سایر روش-ها باشد. بور نقش مهمی در ارتباط با انتقال مواد

قندی در گیاه دارد. همچنین این عنصر در تنظیم متابولیسم سلولی، مقدار پتاسیم و کلسیم در گیاه، رشد سلول‌های اولیه، گرده افشانی و تنظیم آب مورد نیاز گیاه نقش فعالی دارد که تمام این موارد می‌توانند با تولید و تجمع قند در چغندر رابطه‌ی مثبتی داشته باشند (Camberato, 2004).

درصد ملاس

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی مربوط به درصد ملاس نشان داد، با اینکه اثر بور به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت، ولی اثرات ساده و متقابل سایر فاکتورهای مورد مطالعه بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). بر اساس آزمون مقایسه میانگین داده ها مشخص شد بیشترین درصد ملاس قند مربوط به تیمار c_1 (عدم مصرف) با میانگین آماری ۲/۱۲ درصد بود که در کلاس آماری a قرار گرفت . بعد از آن تیمار c_2 (محلول‌پاشی) با میانگین آماری ۱/۷۱ درصد در کلاس b واقع شد و کمترین درصد ملاس مربوط به تیمار c_3 (مصرف خاکی) با متوسط ۱/۶۳ درصد بود که کلاس آماری b را به خود اختصاص داد (شکل٤). در مطالعه‌ی انجام گرفته بر روی تاثیر روش‌های مختلف آبیاری و نیتروژن بر عملکرد کیفی و کمی چغندرقند که توسط جاهدی و همکاران (Jahedi *et al.*, 2012) صورت گرفت ، مشخص شد که درصد ملاس تحت تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن قرار ندارد. کاهش مقدار ملاس با مصرف بور در راستای افزایش درصد قند و عملکرد ریشه معنی‌دار به نظر می‌رسد.



شکل ٤- مقایسه میانگین تاثیر بور بر درصد ملاس

Figure 4. Comparison means of boron on malas content

جدول ۲-تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه Table 2-Result analysis of variance trait

منابع تغییر (S. o.V)	درجه آزادی (df)	قطر ریشه (Root diameter)	طول ریشه (Root length)	عملکرد ریشه (Root yield)	وزن خشک ریشه (Root biomass)	عیار قند content suger	ملاس (Malas)
تکرار(Rep.)	2	3.4	12.25	15.799	353.861	0.267	0.003
رقم(Var.)	1	0.0001^{ns}	25.001^{*}	42.25^{ns}	5088.444^{ns}	20.10^{ns}	0.077^{ns}
خطا(Error)	2	0.021	1.75	7.646	438.028	7.624	0.399
نیتروژن(N)	1	23.313^{*}	106.778^{*}	23.361^{**}	3969.0^{**}	0.202^{ns}	0.027^{ns}
رقم*نیتروژن(V*N)	1	1.349^{ns}	0.444^{ns}	1.361^{ns}	5.444^{ns}	3.18^{ns}	0.043^{ns}
خطا(Error)	4	3.225	8.111	0.694	61.065	0.969	0.224
بور(B)	2	0.882^{ns}	18.25^{ns}	6.861^{*}	134.694^{*}	7.581^{*}	0.816^{**}
رقم*بور(V*B)	2	1.012^{ns}	0.583^{ns}	1.583^{ns}	6.861^{ns}	0.573^{ns}	0.091^{ns}
نیتروژن*بور(N*B)	2	1.336^{ns}	0.528^{ns}	0.861^{ns}	14.25^{ns}	0.267^{ns}	0.085^{ns}
رقم*نیتروژن*بور(V*N*B)	2	0.092^{ns}	7.194^{ns}	0.111^{ns}	93.861^{ns}	1.453^{ns}	0.104^{ns}
خطا(Error)	16	0.659	9.514	1.188	22.792	1.381	0.102
ضریب تغییرات(CV)		6.83	9.74	8.40	1.95	9.75	17.59

*، ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و غیر معنی دار.

in respectively significant at 5% ,1% and non-significant

جدول۳- مقایسه میانگین سطوح نیتروژن بر صفات مورد مطالعه

-Comparison means nitrogen rates the main effects on study trait۳ Table

صفات مورد بررسی / سطوح نیتروژن	قطر ریشه(mm) (Root diameter)	طول ریشه(cm) (Root length)	عملکرد ریشه (kg/m^2) (Root yield)	وزن خشک ریشه(g/m^2) (Root biomass)
آزمون خاک (Soil testing)	11.08 b	29.94 b	12.17 b	233.94 b
۱/۵ برابر آزمون خاک (1.5 time soil testing)	12.69 a	33.39 a	13.78 a	254.95 a

نتیجه‌گیری کلی

تاثیر نیتروژن در افزایش عملکرد ریشه از مکانیسم مثبت آن بر روی تعداد و وزن خشک برگ‌ها ناشی شده است. چرا که در صورت کارایی بالای این اجزا، ترکیبات هیدروکربنه‌ی بیشتری ساخته شده و در مراحل بعدی رشد در ریشه‌ها ذخیره می‌شود و با توجه به اینکه عملکرد قند از اجزای عملکرد ریشه محسوب می‌شود لذا عملکرد ریشه نیز بالا می‌رود.

- تاثیر مثبت بور بر عملکرد و درصد قند، نقش آن را در یکی از مراحل متابولیسم قند نشان می‌دهد. بنابراین استفاده‌ی بهینه (نبود شرایط سمی یا کمبود) از این عنصرمی‌تواند در افزایش عملکرد شکر و متعاقب آن کیفیت چغندرقند موثر باشد.

-مصرف خاکی بور نسبت به محلول‌پاشی آن تاثیر بهتری در افزایش کیفیت چغندر داشت. دلیل آن می‌تواند دسترسی طولانی مدت گیاه به این عنصر باشد.

- درصد عیار قند هر دو رقم مورد آزمایش در شرایط اجرای این تحقیق از حد انتظار پایین بود که علت آن احتمالا مربوط به مرطوب بودن خاک در اثر بارندگی‌هایی باشد که در آخرفصل رشد حادث شده است، در نتیجه منجر به رشد رویشی ناخواسته در گیاه شد.

References منابع مورد استفاده

- ✓ Abdollahian Noghabi, M.R., Sheykholeslami and B. Babaei. 2005. Terms and meanings of technological quantity and quality of sugar beet. Journal of Sugar beet, 21: 101-104. (In Farsi).
- ✓ Amjadi, P. 2003. Effects of harvest time ant variety on qualitative and quantitative characters of root sugar accumulation in sugar beet. Ms Theses. Karaj. University of Tehran.
- ✓ Baker, A.V. and Pilbeam, D.J. 2007. Hand book of plant nutrition. Boron by Umesh C. Gupta., pp.241-278.
- ✓ Baradaran Firoozabadi, M. 2002. The effect of morphological and physiological traits of sugerbeet varieties in drought stress. (in farsi).
- ✓ Bilbao, M., Martinez, J.J and Delgado, A. 2004. Evaluation of soil nitrate as a predictor of nitrogen requirement for sugar beet grown in a Mediterranean climate. Agron. J. 96:18-25.
- ✓ Butrus, L.E and Nimal, M.N. 1981. Potato and sugar beet yield and water use efficiency under different irrigation systems and water stress. Agronomy Abstracts.73rd annual meeting American Society of Agronomy.P:209.
- ✓ Camberato, J.J. 2004. Foliar application on sugar beet. Journal of Fruit and Ornamental Plant Res. 12: 120-126.
- ✓ Dolan, L. and J. Davies. 2004. Cell expansion in roots Current opinion in Plant Biology. 7: 33 – 39.
- ✓ Draycott, A.P and Christenson, D.R. 2003. Nutrients for sugar beet production, soil plant relationship, CABI Publishing, pp. 1-105.
- ✓ Gangwar, M.S. and Srivastava, H.K. 1977. Effect of B application on yield and quality of suqer beet. GB Pant University of Aqriculture and Technology, India. Pantanaqar.
- ✓ Grazebisz, W., Przygocka-Cyna, K., Lukowiak, R. and Biber, H. 2010. An evaluation of macronutrient nutritional status of suger beets in critical stages of growth in response to foliar application of multi-micro nutrient fertilizers, J. Elemental, 15(3):493-507.
- ✓ Helal, F. A., Taalab, A. S. and Safaa, A. M. 2009. Influence of nitrogen and boron nutrition on nutrient balance and sugar beet yield grown in calcareous soil, Ozean J. of Applied Sciences,2(1):1-10.
- ✓ Hoseinpour, M., A.R.Paknajad, A.Naderi, R.Eslamizadeh. 2013. Effect of different rates of nitrogen on growth characteristics, quality and quantity traits of sugar beet, Journal of Sugar beet, 29(1):33-51. (in farsi).
- ✓ Hokmabadchi, A.R. 2015. Effect of seed priming on yield and suger content on sugar beet varieties, MsC thesis, faculty of agriculture, IAU Khoy branch, (in farsi).
- ✓ Jahedi, A., A.Novruzi, M.Hasani, F. Hamdi. 2012. Effect of irrigation methods and nitrogen on quality and quantity of sugar beet. Journal of Sugar beet, 28(1):43-53. (in farsi).

- ✓ Khiamim, S., D.Mazaheri, M. Banayanaval, M.Jahansooz. 2003. Investigation of physiologic and technologic characteristics of sugar beet in different rates of density and nitrogen fertilizer, Journal of research and Building, 60:21-29. (in farsi).
- ✓ Kristek, A., Biserka, A. and Kristek, S. 2006. Effect of the foliar boron fertilization on sugar beet root yield and quality, Agriculture-Scientific and professional Review,12(1):22-26.
- ✓ Lee, C.Y. 1997. The effect of nitrogen fertilization on the total amino acid content of table beet roots. J. Sci. Food Agric. 24, 843-845.
- ✓ Malakuti,M.J., A.Riazi. 2007. Soil fertility of dry region, press of Tabiat Modaress University. (in farsi).
- ✓ Noshad, H., R. Mohamadian, F. Hamdi. 2014. Effect of organic fertilizer content of amino acids on nitrogen efficiency and quality and quantity traits of sugar beet, Journal of sugar beet, 30(2):167-181. (in farsi).
- ✓ Nitchelm, J. J. and Regitnig, P. J. 2006. Effect of composted cattle manures on sugar beet production, Rograss Sugar Ltd, 5405-64 the street, Taber, AB, Canada, T1G2C4.
- ✓ Przemysław, B., Grzebisz, W., Fec M., Lukowiak, R. and Szczepaniak, W. 2010. Row method sugar beet fertilization with multicomponent fertilizer based on urea-ammonium nitrate solution as a way to increase nitrogen efficiency, Journal of Central European Agriculture, 11(2): 225-234.
- ✓ Ramazan, C.O. Errol. 2002. Root yield and quality of sugar beet in relation to sowing date, plant population and harvesting date interaction, Turk J. Agric., 18: 133-139.
- ✓ Roberts, T.L. 2008. Improving nutrient use efficiency. Turk. J. Agric. 32:177-182.
- ✓ Sadowski, A. And E. Jadczuk. 1997. Effects of nitrogen fertilization in sour cherry orchard, Proceedings of the Third International Symposium on Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Trees, 448: 475-480.
- ✓ Seyedesmailzadeh, S.N. 2011. Effect of macro and microelements on quality and quantity yield of sugerbeet, MsC. thesis faculty of agriculture, IAU Mahabad branch, (in farsi).
- ✓ Yarnia,M., A.Farajzadeh, F.Razavi, N.Nobari. 2009. Effect of micronutrients on sugar beet var. Rasoul, Journal of Iranian Agronomy Science, 13(3):521-532. (in farsi).