

اثر نیتروژن و بور بر عملکرد و عیارقند دو رقم چغندر قند

خلیل خلیلو^۱ و فرزاد جلیلی^۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر نیتروژن و بور بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم تجاری چغندر قند، آزمایشی در حومه شهرستان خوی با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه ۳۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۵۵ 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 (a₂) و رقم ایرانی ۰۰۴ (a₁) در کرت‌های اصلی، فاکتور دوم: نیتروژن در دو سطح شامل آزمون خاک (b₁) و ۱/۵ برابر آزمون خاک (b₂) در کرت‌های فرعی و فاکتور سوم: مصرف بور در سه سطح شامل عدم مصرف (c₁)، محلول‌پاشی (c₂) و مصرف خاکی (c₃) در کرت‌های فرعی - فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان دادند که اثر رقم فقط بر طول ریشه معنی‌دار بود. به طوری که بیش‌ترین طول ریشه با ۳۲/۵۰ سانتی‌متر به رقم ایرانی (a₁) 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، چغندر قند

✓ 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

چغندر قند به عنوان یک گیاه صنعتی و استراتژیک، اصلی ترین منبع تولید شکر مورد نیاز کشور می باشد. محصولات فرعی چغندر قند، ملاس و تفاله می باشند. از تخمیر ملاس، می توان مقدار زیادی الکل تولید کرد. تفاله حاوی مواد قندی، سلولزی و نیتروژنه می باشد که در تغذیه و تامین علوفه حیوانات مورد استفاده واقع می شود (Abdollahian et al., 2005).

عملکرد شکر تحت تأثیر وزن ریشه و درصد قند آن است. عوامل متعددی بر کمیت و کیفیت عملکرد ریشه چغندر قند موثر هستند که از آن جمله می توان به رقم، آرایش کاشت، نوع آب و هوا و اقلیم، زمان کاشت و برداشت، وضعیت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه به ویژه نوع کود، مقدار و زمان کوددهی و مدیریت و برنامه ریزی آبیاری اشاره کرد (Baradaran, 2002).

نیتروژن به عنوان یکی از عناصر غذایی پرمصرف، نقش مهمی در توسعه اندام های هوایی و انجام اعمال متابولیکی گیاه بر عهده دارد. گرچه افزایش مصرف نیتروژن به طور مستقیم بر افزایش عملکرد ریشه چغندر قند تأثیر می گذارد، ولی قابلیت تحرک بالای این عنصر و نقش آلاینده گی آن در محیط زیست و منابع آب زیرزمینی و همچنین تأثیر منفی آن بر کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند، در صورت عدم توجه به طول دوره ی رشد و مرحله رشدی گیاه در زمان مصرف، از عمده عوامل محدودکننده ی مصرف نیتروژن بشمار می روند.

بنابراین مصرف به موقع و در حد نیاز این عنصر غذایی در تولید محصولات زراعی به ویژه زراعت چغندر قند، از اهمیّت ویژه ای برخوردار است. استفاده از کود نیتروژنه هرچند موجب افزایش عملکرد ریشه می شود، ولی با افزایش نیتروژن خاک به ویژه در اواخر فصل رشد، درصد قند ریشه و قابلیت استحصال آن به شدت کاهش می یابد. خیامیم و همکاران (Khiamim et al., 2003) در آزمایشی روی چغندر قند به این نتیجه دست یافتند که با افزایش نیتروژن خاک، ارتفاع بخش هوایی افزایش می یابد. پرزمیسلاو و همکاران (Prezemyslaw et al., 2010) معتقدند تأثیراتی که کودهای نیتروژنه روی کیفیت چغندر قند 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 چغندر قند می شود.

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

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 چغندر صورت می‌پذیرد، تا بر اساس آن با معرفی الگوی مناسب مصرف و موثر به ارتقاء خصوصیات کمی و بهبود ویژگی‌های کیفی در مزارع چغندر قند 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 ایرانی ۰۰۴) 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 اسپلینت اسپلینت پلات سه عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اول: رقم در ۲ سطح شامل رقم خارجی فلورس (a₂) و رقم ایرانی ۰۰۴ (a₁) در کرت‌های اصلی، عامل دوم: نیتروژن در ۲ سطح شامل آزمون خاک (b₁)، ۵۰٪ بیشتر از آزمون خاک (b₂) در کرت‌های فرعی و عامل سوم: مصرف بور در ۳ سطح شامل مصرف خاکی (c₃)، محلول‌پاشی (c₂)، عدم مصرف (c₁) در کرت‌های فرعی - فرعی در نظر گرفته شدند.

(Gangvar and Srivastava, 2009) در آزمایشی با به کار بردن بور در چغندر قند 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 چغندر قند می‌شود. نتایج مطالعات ایشان نشان می‌دهد که استفاده از ۵۰ ppm بور به طور معنی‌داری رشد بخش هوایی و عملکرد ریشه‌ی چغندر قند را بهبود می‌بخشد. همچنین مصرف بور اثر متقابل مثبتی با نیتروژن دارد. به طوری که مصرف همزمان ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در هر کیلوگرم خاک و ۵۰ میلی‌گرم بور، موجب تعادل تغذیه‌ای چغندر قند 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 چغندر قند را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. بارکر و پیلیم (Baker and Pilbeam, 2007) عنوان کرده‌اند که چغندر قند 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 چغندر قند افزایش می‌دهد.

شد. رقم فلورس که این رقم دیپلوئید، 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 ۰۰۴ که این رقم دیپلوئید، 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 سانتی متری تهیه شد که نتایج تجزیه‌ی آن در جدول (۱) آمده است.

هر واحد آزمایشی به ابعاد ۳×۵ متر و شامل ۶ ردیف کاشت به فاصله‌ی ۵۰ سانتی متر، فاصله بوته روی ردیف، ۱۰ سانتی متر و طول ردیف‌ها ۵ متر در نظر گرفته شد. تعداد کل کرت‌ها ۳۶ واحد و مساحت مورد آزمایش در حدود ۶۰۰ 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 چغندر قند هیبرید جدید و منوژرم تایید شده توسط موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه بذر چغندر قند کرج استفاده جدول ۱- نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش

Table 1-Physicochemical properties of the studied soil

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

فروردین ماه توسط بذرکار پنوماتیک، با عمق کاشت ۴ سانتی متر و با تراکم حدود ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار اعمال شد. به طوری که برای حصول تراکم مورد نظر، فاصله بین خطوط کاشت ۵۰ سانتی متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. روش کاشت نیز به صورت خشکه کاری بود. یک سوم کود نیتروژن در مرحله‌ی ۶-۴ برگی طبق آزمون خاک در

به منظور آماده سازی 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 آماده سازی زمین، کاشت در ۱۲

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. داده‌های 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 ۰.۵٪ 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 معنی دار نبود (جدول ۲). 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 (جدول ۳). 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-

گرت‌های 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 یادداشت برداری شدند عبارت بودند از: قطر ریشه، طول ریشه، عملکرد ریشه (وزن ریشه)، وزن خشک ریشه، درصد قند (عیار)، درصد ملاس.

عملیات برداشت چغندر قند 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. به منظور حذف اثرات حاشیه‌ای در هر کرت، برداشت از ردیف‌های وسط انجام گرفت.

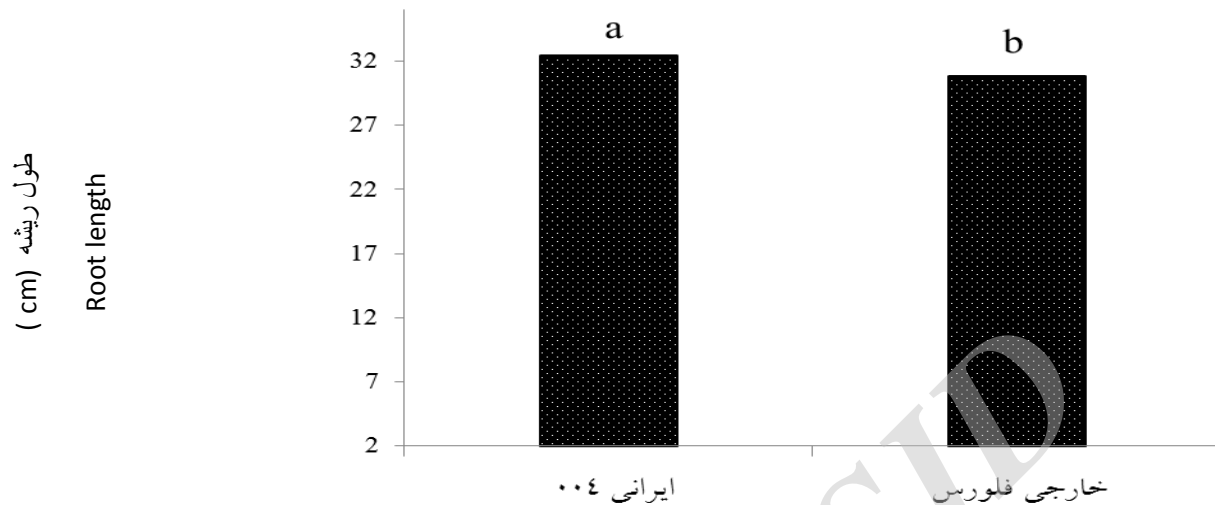
برای تعیین درصد قند چغندر قند، یک نمونه ۲۵-۲۰ کیلوگرمی از هر یک از تیمارها تهیه و برای تهیه خمیر ریشه و تجزیه کیفی به آزمایشگاه قند کارخانه قند خوی ارسال گردید و با دستگاه بتالایزر اندازه‌گیری شد.

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 سیتوکینین از هورمون‌های گیاهی هستند که با تحریک تقسیمات سلولی سبب افزایش رشد قطری در ریشه‌ی می‌شوند (Ramazan and Ero, 2002). حکم‌آبادچی (Hokmabadchi, 2015) در مطالعه خود بر روی تاثیر پرایمینگ بذر بر عملکرد و درصد قند ارقام تجاری چغندر قند 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 کننده رشد و هورمون‌های رشدی از جمله اکسین باشد که در

خاک تولید و رشد قطری ریشه 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 معنی داری در سطح احتمال پنج درصد از نظر صفت مورد مطالعه داشت. ولی اثر متقابل آن‌ها بر طول ریشه معنی دار نبود (جدول ۲). از طرف دیگر اثر بور و نیز اثرات متقابل سایر فاکتورهای مورد مطالعه نیز بر این صفت معنی دار نبود. بر اساس آزمون مقایسه میانگین داده‌ها، بیش‌ترین طول ریشه با $32/5$ سانتی‌متر مربوط به رقم ایرانی 004 (a_1) بود که در اولین گروه آماری کلاس a قرار گرفت. همچنین رقم خارجی فلورس (a_2) با تولید ریشه‌هایی به طول $30/8$ سانتی‌متر، گروه آماری b را به خود اختصاص داد (شکل ۱).



شکل 1- مقایسه میانگین طول ریشه در دو رقم مورد مطالعه

Figure 1. Comparison means of variety on root lengths

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 تنظیم‌کننده‌ی 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 معنی‌دار بود. ولی اثر متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). 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

به دلیل ویژگی‌های فیزیولوژیکی متفاوت در ریشه‌ی ارقام مورد مطالعه، رقم ایرانی با توجه به سازگاری بیشتر به آب‌وهوای ایران، با داشتن گیرنده‌های 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 $33/39$ سانتی‌متر می‌باشد که در کلاس آماری a قرار دارد و کمترین میزان طول ریشه با متوسط $29/94$ سانتی‌متر مربوط به تیمار b_1 (طبق آزمون خاک) است که کلاس آماری b را به خود اختصاص داده است.

نیتروژن با $36/62$ تن در هکتار به دست آمد، اما با مصرف 120 کیلوگرم اوره در هر هکتار عملکرد 100 درصد افزایش یافت و به $71/85$ تن در هکتار رسید. با افزایش میزان کود اوره به 180 کیلوگرم در هر هکتار عملکرد به $81/56$ 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 $56/1$ تن در تیمار صفر به $80/9$ تن در هکتار در تیمار 240 کیلوگرم افزایش می‌دهد.

اثر بور نیز بر عملکرد ریشه معنی‌دار بود (جدول ۲). همان‌طور که تغییرات موجود در شکل (۲) نشان می‌دهد، بیشترین عملکرد ریشه مربوط به تیمار C_3 (مصرف خاکی) با میانگین آماری $13/67$ کیلوگرم بر مترمربع بود که در کلاس آماری a قرار گرفت. بعد از آن تیمار C_2 (محلول‌پاشی) با میانگین آماری $13/08$ کیلوگرم بر مترمربع در کلاس ab واقع شد و کمترین عملکرد ریشه مربوط به تیمار C_1 (عدم مصرف) با متوسط $12/17$ کیلوگرم بر مترمربع بود که کلاس آماری b را به خود اختصاص داد.

فاکتورهای مورد مطالعه نیز بر این صفت معنی‌دار نبود. بر اساس آزمون مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد بیش‌ترین عملکرد ریشه با $13/78$ 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 $12/17$ 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 چغندر قند مشخص شد که عملکرد ریشه با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی تا 100 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 268 کیلوگرم در هکتار نیتروژن اعلام کردند.

افزایش مصرف کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد ریشه‌ی چغندر قند می‌گردد. در نتایج حاصل از یک بررسی کمترین عملکرد در سطح صفر کود

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

مترمربع کمترین وزن خشک ریشه را به خود اختصاص داد و در گروه آماری (b) قرار گرفت (جدول ۳). اثرات اولیه کود نیتروژن، تولید مادهی خشک در برگها و ریشه می‌باشد. استفاده از کود نیتروژن مقدار کل آمینواسیدهای چغندر قند 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).

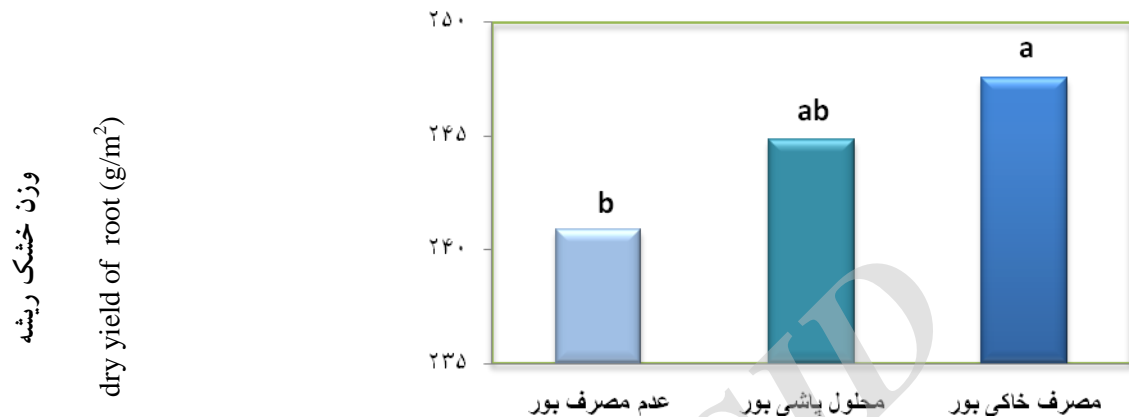
اثر بور نیز بر وزن خشک ریشه معنی‌دار شد (جدول ۲). همان‌طور که تغییرات موجود در شکل (۳) نشان می‌دهد، بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به تیمار C₃ (مصرف خاکی) با میانگین آماری ۲۴۷/۵۸ گرم بر مترمربع بود که در کلاس آماری a قرار گرفت. بعد از آن تیمار C₂ (محلول‌پاشی) با میانگین آماری ۲۴۴/۸۳ گرم بر مترمربع در کلاس ab واقع شد و کمترین وزن خشک ریشه مربوط به تیمار C₁ (عدم مصرف) با متوسط ۲۴۰/۹۲ 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 چغندر قند افزایش می‌دهد، بنابراین می-

در نتایج آزمایش‌هایی که طی سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۷۴ 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 چغندر قند شود. مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار بوراکس در مزارع چغندر قند 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 چغندر قند 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 (جدول ۲). بیشترین وزن خشک ریشه با متوسط ۲۵۴/۹۴ گرم بر مترمربع مربوط به تیمار b₂ (دو برابر آزمون خاک) بود که در گروه آماری a قرار گرفت. و تیمار b₁ (طبق آزمون خاک) با ۲۳۳/۹۴ گرم بر

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

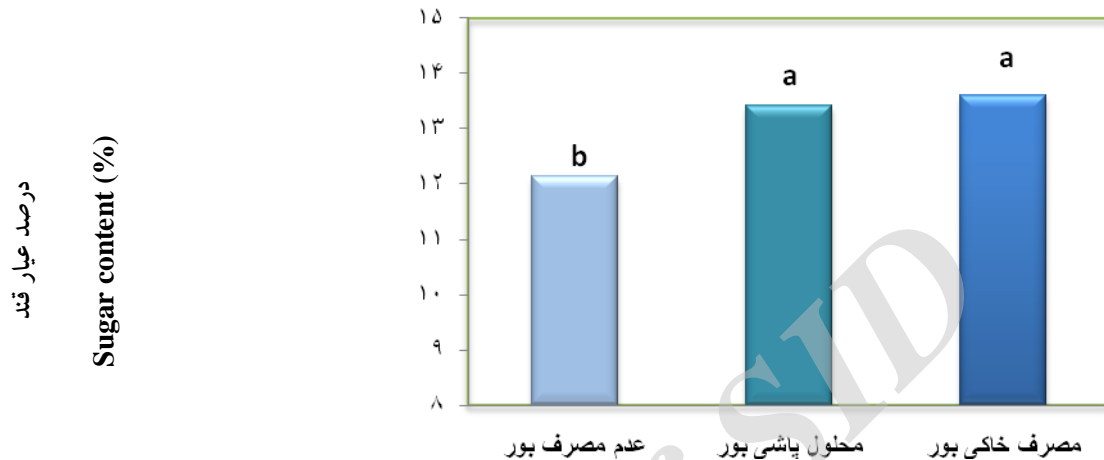
درصد بود که کلاس آماری **b** را به خود اختصاص داد (جدول ۳).

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 فسفات آمونیم 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

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 (جدول ۲). بر اساس آزمون مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد بیشترین درصد قند مربوط به تیمار C₃ (مصرف خاکی) با میانگین آماری ۱۳/۶۰ درصد بود که در کلاس آماری **a** قرار گرفت. بعد از آن تیمار C₂ (محلول پاشی) با میانگین آماری ۱۳/۴۱ درصد در کلاس **ab** واقع شد و کمترین درصد قند مربوط به تیمار C₁ (عدم مصرف) با متوسط ۱۲/۱۴

دادند که اثر نیتروژن بر افزایش درصد عیار قند معنی- دار نیست.

کود نیتروژن بر خصوصیات رشدی و صفات کمی و کیفی چغندر قند پائیزه در طی دو سال متوالی نشان



شکل ۳- مقایسه میانگین تاثیر بور بر درصد عیار قند

Figure 3. Comparison means of boron on sugar content

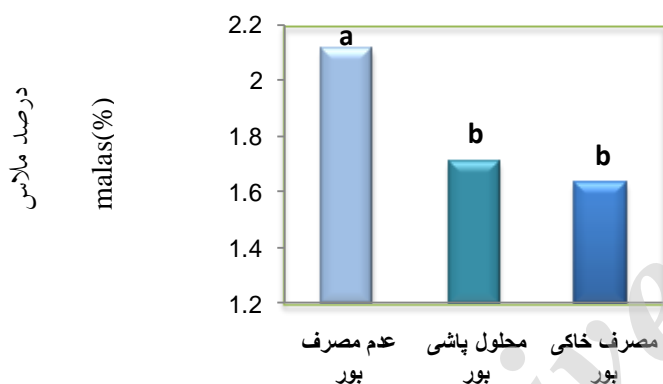
در مطالعه‌ی نو شاد و همکاران (Yarnia *et al.*, 2009) در مطالعه‌ی خود بر روی تاثیر روش کاربرد عناصر ریزمغذی بر تولید چغندر رقم منورم رسول نشان دادند که محلول پاشی بور با ۱۵/۵۲٪ و مصرف خاکی آن با ۱۸/۰۷٪ سبب افزایش درصد قند می‌شود. بیکر و پیلیم (Baker and Pilbeam, 2007) عنوان کرده‌اند که چغندر قند به مقدار 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 چغندر قند 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

در مطالعه‌ی نو شاد و همکاران (Noshad *et al.*, 2014) بر روی اثر کودهای آلی حاوی اسیدهای آمینه بر کارایی نیتروژن مصرفی و خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند نیز اثر نیتروژن بر درصد قند معنی دار 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 چغندر قند موجب افزایش ۱۰/۸ درصد در عیار قند این محصول می‌شود. بر اساس نتایج آنها، مصرف کود بصورت محلول پاشی بور به میزان ۱ کیلوگرم در هکتار طی مراحل تشکیل برگ‌های اولیه و ۱۴-۱۰ روز بعد از آن، برای خاک‌هایی که دچار کمبود هستند، توصیه می‌شود. یارنیا و همکاران

سطوح مختلف کود نیتروژن قرار ندارد. کاهش مقدار ملاس با مصرف بور در راستای افزایش درصد قند و عملکرد ریشه معنی دار به نظر می‌رسد.

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



شکل ۴- مقایسه میانگین تاثیر بور بر درصد ملاس

Figure 4. Comparison means of boron on malas content

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی مربوط به درصد ملاس نشان داد، با اینکه اثر بور به لحاظ آماری تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد داشت، ولی اثرات ساده و متقابل سایر فاکتورهای مورد مطالعه بر این صفت معنی دار نبود (جدول ۲). بر اساس آزمون مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد بیشترین درصد ملاس قند مربوط به تیمار C₁ (عدم مصرف) با میانگین آماری ۲/۱۲ درصد بود که در کلاس آماری a قرار گرفت. بعد از

آن تیمار C₂ (محلول پاشی) با میانگین آماری ۱/۷۱ درصد در کلاس b واقع شد و کمترین درصد ملاس مربوط به تیمار C₃ (مصرف خاکی) با متوسط ۱/۶۳ درصد بود که کلاس آماری b را به خود اختصاص داد (شکل ۴). در مطالعه‌ی انجام گرفته بر روی تاثیر روش‌های مختلف آبیاری و نیتروژن بر عملکرد کیفی و کمی چغندر قند که توسط جاهدی و همکاران (Jahedi et al., 2012) صورت گرفت، مشخص شد که درصد ملاس تحت تاثیر

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

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

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

جدول ۳- مقایسه میانگین سطوح نیتروژن بر صفات مورد مطالعه

Table 3- Comparison means nitrogen rates the main effects on study trait

صفات مورد بررسی	قطر ریشه (mm)	طول ریشه (cm)	عملکرد ریشه (kg/m ²)	وزن خشک ریشه (g/m ²)
سطوح نیتروژن	(Root diameter)	(Root length)	(Root yield)	(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

نتیجه گیری کلی

کمبود) از این عنصر می تواند در افزایش عملکرد شکر و متعاقب آن کیفیت چغندر قند موثر باشد. - مصرف حاکی بور نسبت به محلول پاشی آن تاثیر بهتری در افزایش کیفیت چغندر داشت. دلیل آن می تواند 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 احتمالاً مربوط به مرطوب بودن خاک در اثر بارندگی هایی باشد که در آخر فصل رشد حادث شده است، در نتیجه منجر به رشد رویشی ناخواسته در گیاه شد.

تاثیر نیتروژن در افزایش عملکرد ریشه از مکانیسم مثبت آن بر روی تعداد و وزن خشک برگ ها ناشی شده است. چرا که در صورت کارایی بالای این اجزاء، ترکیبات هیدروکربن های بیشتری ساخته شده و در مراحل بعدی رشد در ریشه ها ذخیره می شود و با توجه به اینکه عملکرد قند از اجزای عملکرد ریشه محسوب می شود لذا عملکرد ریشه نیز بالا می رود.

- تاثیر مثبت بور بر عملکرد و درصد قند، نقش آن را در یکی از مراحل متابولیسم قند نشان می دهد. بنابراین استفاده ی بهینه (نبود شرایط سمی یا

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 and 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 sugarbeet 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 sugar beet. GB Pant University of Agriculture and Technology, India. Pantanaqar.
- ✓ Grazebisz, W., Przygocka-Cyna, K., Lukowiak, R. and Biber, H. 2010. An evaluation of macronutrient nutritional status of sugar 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 sugar 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. Banayanaival, 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. Jadcuk. 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).