

تأثیر مقادیر مختلف کودهای نیتروژن و فسفر بر میزان جذب و کارایی نیتروژن در چغندر قند

حمید نوشاد^۱، محمد عبداللهیان نوقابی^{۲*} و بابک بابایی^۱
۱، مری موسسه تحقیقات چغندر قند، ۲، دانشیار موسسه تحقیقات چغندر قند
(تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۲۸ - تاریخ تصویب: ۹۱/۵/۳)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف کودهای نیتروژن و فسفر بر کارایی مصرف و بیلان نیتروژن در چغندر قند رقم زرکان آزمایشی به صورت فاکتوریل (۳ × ۵) در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند واقع در کرج در یک خاک لومی در سال ۱۳۸۶ اجرا شد. پنج سطح نیتروژن شامل مقدار موجود در خاک (شاهد)، ۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره طی دو مرحله، ۵۰ درصد بعد از آب دوم و الباقی پس از مرحله تنک و وجین مصرف شد. سطوح کود فسفر شامل مقدار موجود در خاک (شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار (از منبع سوپر فسفات تریپل) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر مقدار جذب نیتروژن توسط اندام هوایی و ریشه چغندر قند و همچنین کارایی میزان جذب نیتروژن کل گیاه معنی دار بود ولی کاربرد مقادیر مختلف کود فسفر و همچنین اثر متقابل نیتروژن و فسفر بر کارایی و بیلان نیتروژن تأثیر معنی داری نداشت. بیشترین و کمترین مقدار نیتروژن جذب شده توسط کل گیاه چغندر قند معادل ۴۴۷ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب مربوط به تیمار کاربرد ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و تیمار شاهد بود. از کل نیتروژن جذب شده توسط چغندر قند، ۴۴٪ به اندام‌های هوایی و ۵۶٪ به ریشه اختصاص یافت. از لحاظ کارایی استفاده از نیتروژن برای عملکرد شکر، بالاترین میزان کارایی در تیمار بدون مصرف کود (N₀P₀) با تولید حدود ۵۳ کیلوگرم شکر به ازای هر کیلوگرم نیتروژن جذب شده (۳۵٪) بیشتر از تیمار مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) حاصل شد. میانگین کارایی استفاده از نیتروژن نیز معادل ۴۰ کیلوگرم شکر به ازای یک کیلوگرم نیتروژن جذب شده توسط گیاه بود. به طور کلی، جهت اطمینان در دستیابی به پتانسیل واقعی تولید نیاز است برای هر تن محصول ریشه چغندر قند حدود ۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در نظر گرفته شود. بنابراین برای جلوگیری از آلودگی محیط زیست و افزایش کارایی کودهای نیتروژن، لازم است پس از تجزیه خاک و محاسبه مقدار موجودی نیتروژن و در نظر گرفتن عملکرد مورد انتظار، در صورت کمبود و ضرورت از طریق مصرف کود شیمیایی مقدار مورد نیاز را جبران نمود.

واژه‌های کلیدی: جذب نیتروژن، عملکرد شکر، فسفر، کارایی استفاده، کارایی جذب

مقدمه

گیاهان دچار کمبود نیتروژن هستند. مهمترین راه تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاهان مصرف کودهای نیتروژنی می‌باشد. نتایج بررسی‌های متعدد نشان می‌-

از آنجایی که ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته، مقدار ماده آلی خاک پایین است و بیشتر

مصرف بیش از حد کود و یا باقیمانده نیتروژن در خاک، گیاه بیش از ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن جذب خواهد نمود (Winner, 1993). در گزارش دیگری در ایالت میشیگان آمریکا (۱۹۸۵) برای تولید ۱۰ تن ریشه چغندر قند ۲۰، ۲ و ۱۷ کیلوگرم در هکتار به ترتیب نیتروژن، فسفر (P_2O_5) و پتاس (K_2O) توسط برگها برداشت می‌شود (Buchner & Sturm, 1985). ۱۰ تن ریشه بعلاوه اندام هوایی در حدود ۴۰-۵۵ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۲۰-۱۵ کیلوگرم P_2O_5 و ۱۰۰-۶۰ کیلوگرم K_2O نیاز است. در گزارش دیگر برای تولید همین مقدار ریشه بدون اندام هوایی حدود نصف این مقادیر نیاز است (Hills, 1982).

یکی از برنامه‌های کاربردی برای کاهش مصرف کود نیتروژن، تخمین باقیمانده نیتروژن آلی محصولات قبلی می‌باشد (Whitmore & Groot, 1997). در چغندر قند به ویژه اندام‌های هوایی، دارای مقدار زیادی نیتروژن هستند که می‌توان از آنها به عنوان منبع نیتروژن در خاک استفاده نمود (Moraghan & Smith, 1996). Vos & van der Putten (2000) گزارش کردند که ۴۷ درصد از کود نیتروژن در محصول چغندر قند در اندام هوایی آن ذخیره می‌شود و این مقدار در برگ بیشتر از ساقه می‌باشد. مقدار متوسط نیتروژن در اندام هوایی چغندر قند ۱۰۰ تا ۴۵۰ کیلوگرم می‌باشد که در پاییز همراه با شخم در خاک مدفون می‌گردد و تا حدودی می‌توان نیاز غذایی محصولات بعدی را تأمین کرد (Buchner & Sturm, 1985; Vos & van der Putten, 2000). در تحقیق دیگری که توسط Olsson & Bramstorp (1994) انجام شد، نشان دادند اندام هوایی چغندر قند حاوی ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌باشند. طی آزمایشی در برومبارن در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ که از صفر تا ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار استفاده شد، محتوای نیتروژن محصول از ۹۸ تا ۳۲۳ کیلوگرم نیتروژن جذب کرده بودند. ولی تنها ۱۰ کیلو نیتروژن در هکتار در خاک باقی مانده بود (Malnou et al., 2003).

در زراعت چغندر قند، حدود نصف مقدار فسفر در ریشه و نصف دیگر در برگها است. در زراعت‌هایی که

دهد که درصد بازیافت نیتروژن پایین و بین ۲۷ تا ۳۳٪ است (Rezaei & Malakooti, 2003; Lotfollahi et al., 2004). اگرچه تمرکز کشاورزان در کشورهای توسعه یافته روی حداکثر محصول در واحد سطح می‌باشد، اما اخیراً به چرخه محیطی و مسایل زیست محیطی بویژه غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی کم عمق نیز توجه شده است. بنابراین افزایش کارایی نیتروژن با استفاده از ارقام با کارایی بالا و کاهش مصرف نیتروژن، خطر آلودگی نیترات در منابع آب سطحی و زیر زمینی را به شدت کاهش می‌دهد که با مدیریت صحیح زراعی می‌توان بازیافت نیتروژن بالاتر از ۸۵٪ را انتظار داشت (Bryson, 2007 & Allen, Lopez-bellido و همکاران ۲۰۰۵) نتیجه گیری کردند که کارایی مصرف نیتروژن در چغندر قند به مقدار نیتروژن قابل دسترس خاک، مقادیر کود نیتروژن مصرفی و میزان آب قابل دسترس بستگی دارد.

مطالعات اخیر در بسیاری از کشورها به دانش جذب در چغندر قند کمک کرده است. طی تحقیقی در اتریش مشخص گردید که از کود نیتروژن مصرف شده، ۵۰ درصد آن توسط گیاه جذب، ۲۰ درصد در خاک باقی مانده و ۳۰ درصد از طریق دنیتریفیکاسیون یا شستشو از بین رفته است (Winner, 1993). تمامی کودی که به خاک اضافه می‌شود جذب گیاه نمی‌گردد، بلکه قسمت قابل توجهی از آن به طرق مختلف از دسترس گیاه خارج می‌شود. بخشی از کود داده شده از خاک شسته شده و وارد آب زهکش و سرانجام آب‌های زیرزمینی می‌گردد و آن را آلوده می‌سازد (Gastal & Lemaire, 2002; Wang et al., 2002). بنابراین گیاه مقداری از نیاز خود را از طریق کود و قسمتی را از طریق نیتروژن باقیمانده در خاک (عمدتاً از پوسیدن بقایای گیاهی به اضافه مقداری از کودهای مصرف نشده زراعت قبلی) تأمین می‌نماید (Broeshart, 1983). مقدار کودی که قبلاً به چغندر قند داده شده تأثیر زیادی بر روی مقدار نیتروژن موجود در گیاه در زمان برداشت دارد. بدون هیچگونه کودی، گیاه ممکن است در زمین‌های فقیر و بدون ذخیره نیتروژن، مقدار ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در زمین‌های حاصلخیز مقدار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در خود نگه دارد. گزارشاتی موجود است که با

واکنش نشان نمی‌دهد. پژوهش حاضر به منظور محاسبه نیاز چغندر قند به نیتروژن با عنایت به مقدار باقیمانده نیتروژن در خاک و عملکرد مورد انتظار به ازاء تولید هر واحد وزن ریشه و همچنین بررسی نقش مصرف توام نیتروژن و فسفر در بهبود کارایی این عنصر برای رقم متحمل به رایزومانی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور اجرای این تحقیق از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۱۵ تیمار با چهار تکرار استفاده شد. سطوح مختلف کود نیتروژن شامل شاهد (مقدار موجود در خاک)، ۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره تأمین و طی دو مرحله مصرف شد. سطوح مختلف کود فسفر شامل: شاهد (مقدار موجود در خاک)، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل مورد استفاده قرار گرفت. این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند واقع در کمال شهر کرج، ضلع غربی جاده قزل الحصار طی سال ۱۳۸۶ انجام شد. طول جغرافیایی آن ۳۵ درجه و ۱۵ دقیقه و ۲۵ ثانیه شمالی و عرض جغرافیایی آن ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه و ۲۶ ثانیه شرقی، و ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۱۳۰۰ متر می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه معادل ۲۴۳ میلی‌متر است. این منطقه با داشتن ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز خشک جزء مناطق آب و هوایی مدیترانه‌ای گرم و خشک همراه با زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک جزء مناطق با رژیم رطوبتی خشک محسوب می‌گردد.

هر کرت آزمایشی شامل شش خط بطول ۱۰ متر و فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر بود، بنابراین مساحت هر کرت حدود ۳۰ متر مربع در نظر گرفته شد. جهت کاشت چغندر قند از بذور رقم زرکان استفاده شد. این بذر نخستین رقم هیبرید منورم اصلاح شده ایرانی، تیپ نرمال متمایل به قندی (N-Z) و متحمل به بیماری رایزومانی است. فاصله بوته‌ها در روی ردیف ۲۰-۱۵ سانتی‌متر و در نهایت تراکم بوته حدود ۱۰۰۰۰ بوته در هکتار بود. فاصله بین کرت‌ها یک متر و فاصله بین

برای مدت طولانی فسفر مصرف نشده باشد، مقدار جذب این عنصر ناچیز خواهد بود. به‌عنوان مثال می‌توان منطقه روتامستد انگلستان را نام برد که مقدار جذب P_2O_5 حدود ۵ کیلوگرم در هکتار و مقدار محصول نیز کم می‌باشد. برعکس در مزارع فعلی با کود کافی که محصول بیشتری تولید می‌نمایند، مقدار جذب می‌تواند تا ۱۰۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار افزایش یابد که رقم مناسب آن بین ۵۰ تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار (معادل ۲۲ تا ۳۹ کیلوگرم فسفر خالص) می‌باشد (Winner, 1993). برخی محققین میزان بهینه فسفر موجود در اندام هوایی و ریشه چغندر قند را به ترتیب ۰/۳۴ درصد و ۰/۱۵ درصد گزارش کردند (Drycott & Christenson, 2003). در کشورهای که کشت چغندر قند رایج است این عنصر برای سال‌های متمادی مصرف شده است. حتی در مناطق شمالی اروپا، فسفر با آب شسته نمی‌شوند و مقدار فسفر قابل جذب آن در حال افزایش است، علت این است که مقدار فسفر به خاک داده شده از مقدار جذب شده توسط گیاه بیشتر است. در بسیاری از آزمایش‌های اخیر به این نتیجه رسیده‌اند که واکنش چغندر قند به فسفر معمولاً ناچیز است (Winner, 1993). در محدوده جذب P_2O_5 کمتر از ۵ کیلوگرم در هکتار و بیشتر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد چغندر قند کاهش می‌یابد. گزارش‌های زیادی حاکی از این است که ۸۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 برای حصول عملکرد بالا کافی است. Allison & Chapman (1995) معتقدند گیاه برای تولید ریشه به طور متوسط به جذب ۳۰ تا ۷۰ کیلوگرم P_2O_5 در هر هکتار در طول دوره رشد نیاز دارد. مقدار کود فسفر مورد نیاز برای تولید یک تن ریشه در سال ۱۹۷۰ از ۳/۳ به ۱/۱ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار در سال ۱۹۹۹ کاهش یافت (Draycoot & Martindale, 2000).

متأسفانه اکثر کشاورزان، به هنگام مصرف کودهای شیمیایی مقدار مصرف فسفر را همانند نیتروژن دانسته، حال آنکه نیاز فسفر گیاهان حدود یک‌دهم نیتروژن است (Malakooti & Homaei, 2004). معمولاً اگر فسفر قابل جذب خاک از محدوده ۱۵ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک بیشتر باشد، کمبود فسفر در چغندر قند مشاهده نشده و به افزایش مصرف کودهای فسفاته

ریشه و اندام هوایی) از واحد نیتروژن مصرفی است که طبق رابطه ۱ محاسبه گردید (Lopez-Bellido et al., 2005).

رابطه ۱)

$$UPE = \frac{Nt}{Nf}$$

در این رابطه:

UPE: کارایی جذب نیتروژن (Kg Kg^{-1})

Nt: کل نیتروژن جذب شده توسط ریشه (برای کارایی جذب ریشه) یا اندام هوایی (برای کارایی جذب اندام هوایی) که از حاصل ضرب غلظت نیتروژن در وزن خشک هر اندام جداگانه محاسبه شد (Kg).

Nf: مجموع کود نیتروژن مصرفی و نیتروژن معدنی موجود در خاک (Kg) می‌باشد.

کارایی استفاده از نیتروژن^۲ (UTE) عبارت است از نسبت ریشه یا شکر تولید شده به کل نیتروژن جذب شده بوسیله گیاه که از رابطه ۲ محاسبه شد (Lopez-Bellido et al., 2005).

رابطه ۲)

$$UTE = \frac{Wg}{Nt}$$

در این رابطه:

UTE: کارایی استفاده از نیتروژن (Kg Kg^{-1})

Wg: وزن محصول (ریشه یا شکر) و Nt کل نیتروژن جذب شده توسط گیاه چغندر قند (Kg) می‌باشد.

در نهایت کارایی مصرف نیتروژن^۳ (NUE) از حاصل ضرب کارایی جذب نیتروژن (UPE) در کارایی استفاده از نیتروژن (UTE) طبق رابطه ۳ محاسبه گردید (Lopez-Bellido et al., 2005).

$$NUE = UPE \times UTE \quad \text{رابطه ۳)}$$

نتایج بدست آمده با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS و MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار

تکرارها ۵ متر در نظر گرفته شد. قبل از اجرای پروژه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش نمونه برداری انجام و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آن اندازه گیری شد (جدول ۱). نیمی از کود نیتروژن بعد از آب دوم و نیمی دیگر بعد از انجام تنک و وجین در مرحله ۲-۴ برگی مصرف شد. جهت اعمال تیمارها، مقادیر کودی مورد نیاز هر کرت آزمایشی به صورت جداگانه توزین و اعمال شد و تمامی مقادیر کود فسفر قبل از کاشت بوسیله روتیواتور کاملاً با خاک مخلوط شد. کلیه عملیات زراعی از قبیل وجین، مبارزه با آفات و بیماری‌ها مطابق با روش‌های معمول انجام شد. آبیاری پس از تبخیر حدود ۷۵ تا ۸۵ میلی‌متر از سطح طشتک تبخیر کلاس A هر هفت الی ده روز یکبار به روش نشستی و با سیفون انجام شد.

هنگام برداشت محصول ریشه‌های موجود در قسمت وسط هر کرت از سطحی معادل هشت مترمربع (چهار ردیف وسط هر یک به طول ۴ متر) به عنوان معیار کرت برداشت شدند و پس از توزین و شستشو توسط دستگاه اتوماتیک "ونما" نمونه تصادفی خمیر از مجموع ریشه‌ها تهیه و برای تجزیه‌های کیفی و تعیین صفات درصد قند (SC)، نیتروژن مضره (a-amino-N)، املاح سدیم (Na) و پتاسیم (K) به آزمایشگاه تکنولوژی قند موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند ارسال گردید. عملکرد ریشه (RY)، عملکرد شکر (SY) و عملکرد شکر سفید یا خالص (WSY) با استفاده از روش‌های استاندارد و متداول تعیین گردید (Abdollahian-Noghabi et al., 2005). وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، مقدار نیتروژن کل در اندام هوایی و ریشه چغندر قند نیز طبق روش‌های متداول تعیین گردید (Ehyaei & Behbahanizadeh, 1993; Emami, 1996).

برای اندازه گیری جذب نیتروژن در چغندر قند از روش Wiesler et al. (2001) و Zhao et al. (2006) استفاده شد.

کارایی جذب نیتروژن (UPE) ۱ میزان توانایی گیاه برای جذب نیتروژن خاک را بیان می‌کند. به عبارت دیگر مقدار نیتروژن جذب شده توسط گیاه (مجموع

گرفته و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری)

EC (dS/m)	pH	درصد کربن آلی	درصد اشباع	کلاس بافتی	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس
۰/۶۰	۷/۸	۰/۸۵	۴۴/۲	لومی	۳۵/۰	۴۱/۰	۲۴/۰
NO ₃ ⁻ (mg/Kg)	NH ₄ ⁺ (mg/Kg)	P (mg/Kg)	K (mg/Kg)	Na (me/lit)	Ca (meq/lit)	Mg (meq/lit)	
۱۴/۰	۹/۰	۱۱/۰	۵۴۸/۰	۰/۷۶	۱/۹	۱/۵	

نتایج و بحث

عملکرد ریشه (RY)^۱

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از بین عوامل مورد بررسی تأثیر سطوح کود نیتروژن برای عملکرد ریشه معنی دار بود ($P < 0.01$). مقایسه میانگین تیمارهای کود نیتروژن نشان داد که بیشترین میزان تولید ریشه مربوط به تیمار ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که با میانگین تولید ۸۵/۸۹ تن در هکتار با سایر تیمارها (به جز تیمار شاهد با میانگین تولید ۷۲/۸۵ تن در هکتار) از لحاظ آماری در یک گروه قرار داشتند (جدول ۴).

بررسی روند تغییرات واکنش گیاه به مقادیر مختلف کود نیتروژن حاکی از آن می‌باشد که با عنایت به شرایط نسبتاً مناسب مزرعه آزمایشی (جدول ۱) از جمله میزان نیتروژن معدنی خاک (مجموع نیترات و آمونیوم) در زمان کاشت که حدود ۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، و میزان مواد آلی خاک که حدود ۱/۷ درصد (معادل ۰/۸۵ درصد کربن آلی) و همچنین بافت مطلوب لومی، نیتروژن مورد نیاز در طول دوره رشد جهت دستیابی به عملکرد مناسب مهیا بوده‌است. وجود این شرایط باعث شده که چغندر قند به مصرف کود تا مقدار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار واکنش معنی‌داری نشان دهد و عملکرد ریشه نسبت به تیمار شاهد حدود ۹ تن در هکتار افزایش یافت (جدول ۴). ولی با کاربرد مقادیر

بیشتر نیتروژن، گیاه واکنش معنی‌داری به مصرف آن نشان نداد. به طوری که با افزایش نیتروژن تا سطوح ۱۶۰، ۲۰۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد ریشه چغندر قند به ترتیب معادل ۸۵/۸۹، ۸۱/۳۴ و ۸۵/۴۵ تن در هکتار و از لحاظ آماری در یک گروه قرار داشتند (جدول ۴). نتایج بدست آمده از این آزمایش با نتایج (جدول ۴). نتایج بدست آمده از این آزمایش با نتایج (Leilah et al., 2005) و (Ebrahimian et al., 1999) و (Wiesler et al., 2001) مطابقت دارد.

ضمناً با توجه به عدم تأثیر معنی‌دار کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن بر عیار چغندر قند ($P > 0.76$)، در نتیجه تغییرات عملکرد شکر (که حاصل ضرب عملکرد ریشه در عیار چغندر قند است؛ Abdollahian-Noghabi et al., 2005) تحت تأثیر سطوح نیتروژن نیز روندی مشابه با عملکرد ریشه داشت که از ارائه نتایج صرف نظر گردید.

جذب نیتروژن در گیاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف نیتروژن، بر مقدار نیتروژن جذب شده توسط قسمت‌های مختلف، و در کل گیاه چغندر قند به‌طور معنی‌داری ($P < 0.001$) تأثیر گذاشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که بیشترین مقدار نیتروژن جذب شده توسط کل گیاه چغندر قند مربوط به تیمار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و معادل ۴۴۷ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. میانگین نیتروژن بدست آمده از این تیمار با میانگین‌های بدست آمده از دو تیمار ۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در یک کلاس

1. Root yield

احتساب سهم قسمت سر و طوقه با غلظت نیتروژن حدود یک درصد در ماده خشک که حدود ۴ درصد وزن تر کل ریشه بود و به صورت ضایعات دور ریخته شده- است.

به طور کلی، جهت اطمینان در دستیابی به پتانسیل واقعی تولید (حدود ۸۵ تن ریشه در هکتار) توصیه می-شود جهت تولید هر تن ریشه چغندر قند حدود ۵ کیلوگرم نیتروژن خالص مد نظر قرار گیرد. لذا پس از تجزیه خاک و محاسبه مقدار موجودی و در نظر گرفتن کارایی مصرف در صورت نیاز به مقدار بیشتر از طریق مصرف کود شیمیایی تامین می-گردد. به هر صورت نتایج این آزمایش نشان داد که علیرغم مصرف زیاد نیتروژن، گیاه توانایی استخراج بیشتر نیتروژن از خاک را نداشت. مقدار نیتروژن جذب شده توسط گیاه چغندر قند برای تولید محصول مناسب علیرغم عدم استفاده از مقادیر زیاد کود حدود ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار برآورد شده است (Draycott, 2006). بدیهی است که مصرف بیش از حد کودهای نیتروژن باعث کاهش واکنش گیاه به جذب نیتروژن و راندمان مصرف می-شود. نتایج برخی تحقیقات قبلی نیز موید این مطلب است (Fathollah Taleghani, 1998). نتایج تحقیق دیگری در خصوص بهبود مصرف نیتروژن در شرایط اقلیمی ایران نشان داد که چنانچه میزان نیترات عمق صفر تا ۳۰ سانتی-متری خاک در هنگام تنک و وجین مزرعه چغندر قند (حدود ۴۰-۳۰ روز پس از کاشت) معادل ۲۵ میلی-گرم در کیلوگرم خاک باشد، برای تولید ریشه حدود ۸۵ تن در هکتار نیاز به مصرف کود نیتروژن نمی-باشد (Noshad & Niromand, 2010). نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد (جدول ۲) اثر مقادیر متفاوت مصرف فسفر تأثیر معنی داری بر مقدار نیتروژن جذب شده توسط چغندر قند نداشت. ضمناً نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد (جدول ۲) اثر متقابل مقادیر نیتروژن و فسفر نیز برای صفت نیتروژن جذب شده معنی دار نشد.

در مجموع رقم زرقان از میزان نیتروژن جذب شده حدود ۴۵٪ آن را به ریشه‌ها اختصاص داده است (جدول ۳). از طرفی مقدار نیتروژن تخصیص یافته به اندام‌های مختلف چغندر قند تحت تأثیر شرایط محیطی، رقم گیاه،

آماری قرار گرفت (جدول ۳). کمترین مقدار نیتروژن جذب شده توسط کل گیاه چغندر قند مربوط به تیمار شاهد و معادل ۲۵۰/۱ کیلوگرم در هکتار بود. میانگین نیتروژن بدست آمده از این تیمار با میانگین بدست آمده از تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در یک کلاس آماری قرار گرفت (جدول ۳). جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد که، مقدار نیتروژن جذب شده توسط کل گیاه چغندر قند در تیمار کودی ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار ۷۸٪ بیشتر از تیمار شاهد است. با توجه به مقدار نیتروژن جذب شده توسط کل گیاه چغندر قند در تیمار شاهد می‌توان گفت که خاکی با چنین مشخصات (جدول ۱-۱) توانسته ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای رشد این گیاه را مهیا کند. نتایج بدست آمده با گزارش Fathollah Taleghani (1998) مطابقت نداشت، که علت این امر را می‌توان به تفاوت در مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک و احتمالاً در توانایی رقم زرقان در جذب این عنصر از خاک دانست. پس می‌توان نتیجه گرفت که بر اساس موجودی خاک و پتانسیل منطقه، رقم زرقان برای تولید هر تن ریشه نیاز به جذب حدود ۵ کیلوگرم نیتروژن توسط ریشه و اندام هوایی دارد. تحقیق دیگری برای تولید یک تن ریشه ۵ کیلوگرم نیتروژن خالص را برآورد کرده است (Eckhoff, 1997). با افزایش نیتروژن تا ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار میزان جذب نیتروژن در کل گیاه حدود ۵۲ درصد نسبت به تیمار شاهد بطور معنی داری افزایش یافت ولی در تیمار ۱۲۰ میزان جذب نیتروژن در کل گیاه نسبت به شاهد حدود ۲۶ درصد افزایش داشت که از لحاظ آماری معنی دار نبود. با افزایش مقادیر نیتروژن میزان جذب نیتروژن در کل گیاه در تیمار ۲۰۰ نسبت به ۱۶۰ حدود ۲۰ درصد و در تیمار ۲۴۰ نسبت به ۲۰۰ حدود ۸ درصد افزایش نشان داد که از لحاظ آماری معنی دار نبود (جدول ۳).

در مجموع با افزایش معنی دار میانگین عملکرد ریشه و شکر خالص در تیمار ۱۲۰ نسبت به تیمار شاهد بر اساس شرایط این خاک می‌توان مقدار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص را توصیه نمود (جدول ۴). بعلاوه تفاوت در میزان جذب توسط رقم‌های مختلف چغندر قند و اختلاف در میزان تولید اندام هوایی، وهمچنین با

ملاحظه‌ای نداشت (جدول ۵). بنابراین در شرایط این آزمایش در خاکی با بافت لومی، درصد کربن آلی حدود ۰/۸۵ و میزان فسفر قابل جذب حدود ۱۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک توانایی تامین این عنصر را برای تولید مناسب ریشه چغندر قند دارا می‌باشد.

تاریخ کاشت، مدیریت مصرف کود تغییر می‌یابد. در این تحقیق مصرف مقادیر مختلف کود فسفر بر متوسط عملکرد ریشه، عملکرد شکر خالص، کارایی جذب نیتروژن، کارایی استفاده از نیتروژن در تولید شکر و کارایی مصرف نیتروژن در تولید شکر تاثیر قابل

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس برای صفات مورد بررسی در چغندر قند

صفات/منابع تغییر	df	عملکرد ریشه	عملکرد شکر خالص	درصد نیتروژن ریشه	مقدار جذب نیتروژن ریشه	درصد نیتروژن اندام هوایی	مقدار جذب نیتروژن اندام هوایی
تکرار (Rep)	۳	۳۸۶/۸ *	۷/۵۵ *	۰/۰۲۳ ns	۳۵۲۶/۳ ns	۰/۱۵۵ ns	۱۲۰۶۸/۱ ns
نیتروژن (N)	۴	۳۲۹/۷۷ *	۴/۴۸ ns	۰/۹۲۸ **	۳۵۲۶/۳ ns	۷/۳۵ **	۵۷۷۰۳/۰ **
فسفر (P)	۲	۹۶/۵۶ ns	۰/۳۰۴ ns	۰/۰۱۲	۹۰۷/۱ ns	۰/۱۰۲ ns	۷۴۴/۷ ns
اثر متقابل (N×P)	۸	۱۲۶/۳ ns	۲/۳۴ ns	۰/۰۲۰ ns	۳۲۳۷/۳ ns	۰/۰۶۸ ns	۲۸۶۳/۴ ns
خطا (Error)	۴۲	۹۳/۹۳	۱/۸۳	۰/۰۱۴	۴۹۱۹/۹	۰/۰۴۹	۴۲۶۶/۳
ضریب تغییرات (%)		۱۱/۸۹	۱۲/۵۱	۱۴/۸۶	۴۳/۱۶	۸/۵۷	۳۱/۹۵

ns, *, ** و ns به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و غیر معنی‌دار

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف کود نیتروژن برای مقادیر جذب نیتروژن در اندام های مختلف چغندر قند

مقادیر کود نیتروژن (kg/ha)	نیتروژن کل ریشه چغندر قند		نیتروژن کل اندام هوایی چغندر قند	
	غلظت در وزن خشک (%)	مقدار جذب (kg/ha)	غلظت در وزن خشک (%)	مقدار جذب (kg/ha)
۰	۰/۴۴۸۳ c	۱۵۱/۸ a	۱/۳۶ d	۹۸/۲۵ c
۱۲۰	۰/۵۷۵۰ c	۱۴۶ a	۲/۲۷ c	۱۸۴/۶ b
۱۶۰	۰/۸۹۱۷ b	۱۶۸/۶ a	۲/۷۳ b	۲۱۰/۳ ab
۲۰۰	۰/۹۱۸۳ b	۱۷۶/۳ a	۳/۱۷ a	۲۵۱/۸ ab
۲۴۰	۱/۱۲۶ a	۱۶۹/۹ a	۳/۳۳ a	۲۷۷/۱ a
میانگین	۰/۷۹۳۸	۱۶۲/۵۲	۲/۵۷	۲۰۴/۴۱
EMS (dfe 42)	۰/۰۱۴	۴۹۱۹/۹	۰/۰۴۹	۴۲۶۶/۳

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار ندارند.

عملکرد شکر خالص

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد شکر خالص در سطح ۰/۶ معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارهای کود نیتروژن نشان داد که بیشترین میزان تولید شکر خالص مربوط به تیمار ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که با

میانگین تولید ۱۱/۳ تن در هکتار با تیمار ۱۲۰ و ۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در یک گروه قرار داشتند و تیمار عدم مصرف کود نیتروژن با میانگین تولید ۹/۸۸ تن در هکتار حداقل تولید شکر را به خود اختصاص داد که با تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن از نظر آماری در یک گروه قرار داشتند (جدول ۴). بر اساس نتایج تجزیه

واریانس، اثر اصلی مقادیر مختلف فسفر و همچنین اثر متقابل مقادیر نیتروژن و فسفر نیز برای صفت عملکرد شکر خالص معنی دار نشد (جدول ۲).

کارآئی جذب نیتروژن (UPE)^۱

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس آزمایش، کارآئی جذب نیتروژن در سطوح مختلف مصرف نیتروژن معنی دار نبود ($P > 0.7$). همچنین نتایج نشان داد، کارآئی جذب نیتروژن در سطوح مختلف مصرف فسفر نیز غیر معنی دار می باشد ($P > 0.95$). ضمناً اثر متقابل مقادیر نیتروژن و فسفر نیز برای صفت کارآئی جذب نیتروژن معنی دار نشد ($P > 0.75$). نتایج مقایسه میانگین نیز نشان داد کارآئی جذب نیتروژن تحت تاثیر مقادیر مختلف کود فسفر قرار نگرفت (جدول ۵). احتمالاً عدم معنی دار شدن صفات مورد بررسی ناشی از ثابت بودن موجودی اولیه نیتروژن خاک در تمام کرت‌ها بوده است که با افزایش کود نیتروژن به خاک میزان جذب نیتروژن توسط اندام هوایی و همچنین غلظت نیتروژن جذب شده در ماده خشک افزایش یافته است (جدول ۳). به عبارتی می توان بیان کرد که نسبت صورت و مخرج کسر با افزایش و کاهش نیتروژن مصرفی تا حدودی به یک نسبت تغییر یافته و در نهایت تغییرات در نتیجه کسر تفاوت چندانی نداشته و معنی دار نشده است.

کارآئی استفاده از نیتروژن در تولید شکر (UTE_{SY})^۲

نتایج تجزیه واریانس حاکی از اختلاف معنی دار ($P < 0.007$) بین تیمارهای کود نیتروژن می باشد. نتایج مقایسه میانگین تیمارهای کود نیتروژن نشان داد که بیشترین کارآئی استفاده از نیتروژن در تیمار شاهد به مقدار حدود ۵۲ کیلوگرم با تیمارهای مصرف ۱۲۰ و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن به مقدار حدود ۴۳ و ۳۸ کیلوگرم در یک گروه قرار گرفته است و سپس کمترین کارآئی استفاده از نیتروژن از تیمارهای مصرف ۲۰۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با تولید حدود ۳۱ و ۳۴ کیلوگرم شکر بازای هر کیلوگرم نیتروژن جذب شده در گروهی جداگانه جای دارند (جدول ۴). سطوح مختلف

کود فسفر بر میانگین کارآئی استفاده از نیتروژن در تولید شکر تاثیر معنی داری نداشت (جدول ۵). مقایسه میانگین سطوح مختلف نیتروژن (جدول ۴) نشان می دهد که کارآئی استفاده از نیتروژن در تولید شکر با افزایش در مصرف کود کاهش یافته است. به طوری که کارآئی استفاده از نیتروژن در تیمار شاهد ۳۵٪ بیشتر از تیمار مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار می باشد. به طوری که میانگین مقدار کارآئی استفاده از نیتروژن معادل ۴۰ کیلوگرم شکر بازاء یک کیلوگرم نیتروژن جذب شده توسط گیاه است. کارآئی استفاده از نیتروژن برخلاف کارآئی جذب نیتروژن به عوامل داخلی گیاه بستگی داشته که این مطلب با گزارشات قبلی مطابقت دارد (Fathollah Taleghani, 1998, Fan et al., 2004).

بدین ترتیب بجای استفاده بی رویه از کودهای نیتروژن در زراعت چغندر قند باید به دنبال راه هایی جهت افزایش کارآئی جذب نیتروژن بود. تا بدین طریق با مصرف کمتر کود نیتروژن مقادیر مناسب نیتروژن جذب گیاه شود. باتوجه به این که در این تحقیق مشخص گردید که جهت تولید هر تن ریشه حدود ۵ کیلوگرم نیتروژن خالص مورد نیاز است، بنابراین بایستی مدیریت صحیح استفاده از این کود را به منظور افزایش کارایی آن بکار گرفت که می توان به این روش ها اشاره کرد. یکی از روش های افزایش کارایی استفاده از نیتروژن مصرف بر اساس نتایج تجزیه خاک و در نظر گرفتن موجودی خاک (نیترات و آمونیوم)، میزان مواد آلی، تقسیط بهینه نیتروژن با توجه به بافت و درصد ماده آلی خاک، پرهیز از مصرف پیش کشت کود نیتروژن و استفاده در دوره کاشت (پس از آب دوم و در زمان تنک و وجین)، استفاده از روش کودکاری به جای پخش سطحی، و در صورت امکان توسط سیستم آبیاری (کود آبیاری) و تقسیط ۲ تا ۳ بار انجام شود.

کارآئی مصرف نیتروژن (NUE_{SY})^۳

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کارآئی مصرف نیتروژن در سطوح مختلف مصرف نیتروژن معنی دار بود ($P < 0.00$). جدول مقایسه میانگین (جدول ۴)

3 Nitrogen use efficiency_{SY}

1. Nitrogen uptake efficiency

2. Nitrogen utilization efficiency_{SY}

تیمارهای آزمایش حاکی از آن است که با مصرف هر چه بیشتر کود مقدار کارآئی مصرف نیتروژن کاهش می‌یابد.

جدول ۴- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف کود نیتروژن برای صفت‌های عملکرد ریشه (RY)، عملکرد قند خالص (WSY)، کارآئی جذب نیتروژن (UPE)، کارآئی استفاده از نیتروژن در تولید شکر (UTE_{SY}) و کارآئی مصرف نیتروژن در تولید شکر (NUE_{SY}) در چغندر قند.

NUE _{SY}	UTE _{SY}	UPE	WSY (t/ha)	RY (t/ha)	کاربرد کود نیتروژن (kg/ha)
۳۸/۸ a	۵۲/۸۱ a	۰/۸ a	۹/۸۸ b	۷۲/۸۵ b	۰
۳۱/۴۸ b	۴۲/۳۲ ab	۰/۷۶ a	۱۱/۱۳ a	۸۱/۹۵ a	۱۲۰
۲۹/۶۴ bc	۳۸/۹۲ ab	۰/۸ a	۱۱/۲۷ a	۸۵/۸۹ a	۱۶۰
۲۵/۴۳ c	۳۱/۲۸ b	۰/۸۳ a	۱۰/۵۱ ab	۸۱/۳۴ a	۲۰۰
۲۵/۴۶ c	۳۴/۴۹ b	۰/۸۱ a	۱۱/۳۰ a	۸۵/۴۵ a	۲۴۰
۳۰/۱۶	۴۰/۱۶	۰/۸	۱۰/۸۱	۸۱/۴۹	میانگین (Mean)
۱۵/۳۶	۲۱۱/۸	۰/۰۴۷	۱/۸۳	۲۱۶/۵۲	EMS (dfe 42)

* میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار ندارند. بدین ترتیب تیمار شاهد با توان تولید حدود ۳۹ کیلوگرم شکر بازای یک کیلوگرم نیتروژن قابل دسترس در خاک در گروهی جداگانه از نظر آماری قرار گرفته است. و سپس تیمارهای مصرف ۱۲۰ و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن با کارآئی مصرف نیتروژن حدود ۳۱ و ۲۹ در گروهی جداگانه و تیمارهای مصرف ۲۰۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن و با حدود ۲۵ کیلوگرم شکر بازای یک کیلوگرم نیتروژن موجود در خاک در یک گروه مشترک طبقه بندی شده‌اند، که با گزارشات منتشر شده توسط فن و همکاران (Fan et al., 2004) مطابقت دارد.

جدول ۵- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف کود فسفر برای صفت‌های عملکرد ریشه (RY)، عملکرد قند خالص (WSY)، کارآئی جذب نیتروژن (UPE)، کارآئی استفاده از نیتروژن در تولید شکر (UTE_{SY}) و کارآئی مصرف نیتروژن در تولید شکر (NUE_{SY}) در چغندر قند.

NUE _{SY}	UTE _{SY}	UPE	WSY (t/ha)	RY (t/ha)	کاربرد کود فسفر (kg/ha)
۲۹/۶۶ a	۴۲/۴۹ a	۰/۷۷a	۱۰/۶۸ a	۷۸/۹۷ a	۰
۳۰/۲۲ a	۳۹/۳۱ a	۰/۸۲ a	۱۰/۸۹ a	۸۲/۹۴ a	۵۰
۳۰/۶۰ a	۳۸/۷۰ a	۰/۸۲ a	۱۰/۸۹ a	۸۲/۵۸ a	۱۰۰
۳۰/۱۶	۴۰/۱۶	۰/۸	۱۰/۸۲	۸۱/۴۹	میانگین (Mean)
۱۵/۳۶	۲۱۱/۸	۰/۰۴۷	۱/۸۳	۲۱۶/۵۲	EMS (dfe 42)

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار ندارند.

می‌باشد ($P>0.74$). همچنین اثر متقابل مقادیر نیتروژن و فسفر نیز بر کارآئی مصرف نیتروژن معنی‌دار نشد ($P>0.54$). سطوح مختلف کود فسفر بر میانگین کارآئی مصرف نیتروژن در تولید شکر تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۵). همانگونه که بیان شده کارآئی

کارآئی مصرف نیتروژن در تیمار شاهد حدود ۱۹٪ نسبت به تیمار ۱۲۰ و حدود ۲۴٪ نسبت به تیمار ۱۶۰ و حدود ۳۶٪ نسبت به دو تیمار ۲۰۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن بیشتر بود. اثر مقادیر متفاوت فسفر بر کارآئی مصرف نیتروژن، حاکی از غیر معنی‌دار بودن تیمار مذکور

به طوری که هر چه مقدار نیتروژن اولیه در خاک بیشتر باشد کارایی مصرف نیتروژن در مقادیر پایین تر تیمارهای کودی کاهش می یابد و بالعکس هر چه مقدار نیتروژن اولیه در خاک کمتر باشد کارایی مصرف نیتروژن در مقادیر بالاتر تیمارهای کودی آغاز می شود (Lopez-Bellido et al., 2005). در زراعت چغندر قند افزایش بیش از حد نیتروژن باعث افزایش رشد اندام هوایی از طریق تولید برگ بیشتر و در نتیجه افزایش سهم طوقه و مقدار ناخالصی های موجود در ریشه و نهایتاً باعث کاهش عملکرد شکر قابل استحصال در واحد سطح می شود.

مصرف نیتروژن (NUE_{SY}) از حاصل ضرب کارایی جذب نیتروژن (UPE) در کارایی استفاده از نیتروژن (UTE) بدست می آید. تجزیه آماری نشان داد که تغییرات کارایی جذب نیتروژن (UPE) تحت تاثیر مقادیر کود نیتروژن قرار نگرفت. بنابراین معنی دار شدن کارایی مصرف نیتروژن (NUE_{SY}) بیشتر مربوط به تغییرات در کارایی استفاده از نیتروژن (UTE) می باشد. طبق برخی گزارشات با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، کارایی مصرف نیتروژن کاهش می یابد (Drycott & Christenson, 2003). لازم به بیان است که مقدار و زمان شروع کاهش نسبت به افزایش نیتروژن مصرفی، بستگی به مقدار نیتروژن اولیه موجود در خاک دارد.

REFERENCES

1. Abdollahian-Noghabi, M., Shaikholeslami, R. & Babaei, B. (2005). Technical terms of sugar beet yield and quality. *Sugar beet J*, 21(1), 101-104. (In Farsi).
2. Allen, V. B., & Bryson, G. M. (2007). Essential Elements-Macronutrients. II. Nitrogen. P. 21-51. In Allen, V. B., and J. P. David (ed.) *Hand book of Plant Nutrition*. CRC Press, Boca Raton, London, New York.
3. Allison, M. F. & Chapman, J. (1995). Role of phosphate in beet crop nutrition. *British Sugar Beet Review* 63 (4), 12-14.
4. Broeshart, H. (1983). *¹⁵N tracer techniques for the determination of activer root distribution and nitrogen uptake by sugar beet*. Proceedings of the IIRB Congress. pp, 121-124.
5. Borowiec, S., Zablocki, A., Welte, E. & Szablcs, I. (1989). The effect of cultivated plants on nitrate – nitrogen concentration in drainage water. Protection of water quality from harmful emissions with special regard to nitrate and heavy metals. Proceeding of the 5th international symposium of CIEC, 259-262.
6. Buchner, A. & Sturm, H. (1985). *Gezielter duengen*. DLG-Verlag, Frankfurt/M., Germany.
7. Draycott, P. A. & Martindale, W. (2000). *Phosphate its origin and role for sugar beet*. British Sugar Beet Review 68, 5-10.
8. Draycott, A. P. & Christenson, D. R. (2003). *Nutrients for sugar beet production: Soil-plant relationships*. CABI Publishing, Wallingford.
9. Draycott, A. P. (2006). *Sugar beet*. First edition. Black Well Publishing. 474p.
10. Ebrahimian, H. R., Khodadady H. & Jahadakbar, M. R. (1999). Determination of the optimum N, P and K fertilizers for sugar beet in Shahrekoed. *Sugar beet J*, 14(1&2) 87-101. (In Farsi).
11. Echhoff, J. L. A. (1997). *Nitrogen and harvest date interactions in Sugar beets*. Estern agricultural research center Sidney, Mt Montana State University.
12. Ehyaei, M. & Behbahanizadeh, A. A. (1993). *The methods of soil chemical analysis*. Bulletin of Soil and Water Research Institute. No. 893. (In Farsi).
13. Emami, A. (1996). *The methods of plant analysis*. Bulletin of Soil and Water Research Institute. No. 982. (In Farsi).
14. Fan, X., Li, F., Lin, F. & Kumar, D. (2004). Fertilization with a new type of coated urea: Evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 25: 853-865.
15. Fathollah Taleghani, D. (1998). *Study of water and nitrogen use efficiency, pattern and plant density of sugar beet*. Ph. D. dissertation, Azad University, Science and Research Branch, Tehran. (In Farsi).
16. Gastal, F. & Lemaire, G. (2002). N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. *J. Exp. Bot.* 53, 789-799.
17. Hills, F. J. (1982). *Sugar beet Fertilization*. Univ. of California, Cooperative Extension Bull. 1891, USA.
18. Koocheki, A. & Zand, E. (1996). *Agriculture from ecology point of view*. Jahad-e-Daneshgahi Mashad Press. 228 pp. (In Farsi).
19. Leilah, A. A., Badawi, M. A., Said, E. M. Ghonema, M. H. & Abdou, M. A. E. (2005). Effect of planting dates, plant population and nitrogen fertilization on sugar beet productivity under the newly reclaimed sandy soils in Egypt. *Scientific Journal of King Fasial University (Basic and Applied Sciences)*. 6(1), 14-26.

20. Lotfollahi, M. M., Malakooti, M. J. & Saffari, H. (2004). *New methods of wheat nutrition: Increasing nitrogen efficiency in sandy soil by using urea with sulphore coated*. (pp. 751-759). Sana Press, Tehran. (In Farsi).
21. Lopez-Bellido, L., Lopez-Bellido, R. J. & Redondo, R. (2005). Nitrogen efficiency in wheat under rainfed Mediterranean conditions as affected by split nitrogen application. *Field Crops Research*, 94, 86-97.
22. Malnou, C. Jaggard, K.W. Sparkes, D. (2003). *Nitrogen usage by the sugar beet crop: the production of a canopy*. British Sugar Beet Review 71, 8-11.
23. Malakooti, M. J. & Homaei, M. (2004). *Soil fertility in arid and semi-arid regions "Problems and resolves"*. Tarbiat Modarres University Press. 482 pp. (In Farsi).
24. Moraghan, J. T. & Smith, L. J. (1996). Nitrogen in sugar beet tops and the growth of a subsequent wheat crop. *Agron. J.* 88, 521-526.
25. Noshad, H. & Niromand Jahromi M. (2010). *Improvement of nitrogen fertilizer application by using soil analysis for nitrate and ammonium content and the position of soil sampling in sugar beet*. Final report of Sugar Beet Seed Institute. (In Farsi).
26. Olsson, R. & Bramstorp, A. (1994). Fate of nitrogen from sugar- beet tops. In proceedings of the 57th winter congress of the International Institute for Beet Research, 16- 17 February, 189-212.
27. Rezaei, H. & Malakooti, M. J. (2003). The methods of increasing nitrogen efficiency and reducing nitrogen losses. In: *The principal of maize nutrition*. (pp. 39-49). Sana Press. (In Farsi).
28. Vos, J., & van der Putten, P.E.L. (2000). Nutrient cycling in a cropping system with potato, spring wheat, sugar beet, oats and nitrogen catch crops I. Input and off-take of nitrogen, phosphorus and potassium. *Nutrient Cycling Agroecosyst.* 56, 87-97.
29. Wang, Z. H., Zong, Z. Q., Li, S. X. & Chen, B. M. (2002). Nitrate accumulation in vegetables and its residual in vegetable fields. *Environ. Sci.* 23, 79-83.
30. Whitmore, A. P. & Groot, J. J. R. (1997). The decomposition of sugar beet residues: mineralization versus immobilization in contrasting soil types. *Plant Soil* 192, 237-247.
31. Wiesler, F., Bauer, M., Kamh, M., Engels, T. & Reusch, S. (2001). *The crop as indicator for side dress in nitrogen demand in sugar beet production – limitations and perspectives*. Institute of plant nutrition, pp: 93-99.
32. Winner, C. (1993). History of the crop. In D. A. Cooke & R. k. Scott (Eds.), *The sugar beet crop: Science to practice* (pp.1-35). Chapman & Hall Publication.
33. Zhao, R. F., Chen, X. P., Zhang, F. S., Zhang, H. L., Schroder, J. & Romheld, V. (2006). Fertilization and nitrogen balance in a wheat-maize rotation system in North China. *Agron. J.* 98, 938-945.