

تأثیر منابع و مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد ریشه و برخی ویژگی‌های کیفی چغندر قند

عزیز مجیدی^{۱*}، حسین تاییه‌زاد^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۰۷)

چکیده

مدیریت مصرف نیتروژن (N) یکی از عوامل مهم در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول چغندر قند است. هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی پاسخ گیاه چغندر قند به سه سطح کودی نیتروژن شامل مقدار مصرف بر مبنای آزمون خاک (۱۲۵ کیلوگرم در هکتار)، ۲۵ درصد کمتر و ۲۵ درصد بیشتر از آن و چهار منبع کودی شامل اوره، نیترات آمونیوم و نیتروژن کندها شامل اوره آغشته به گوگرد (تولید داخل) و اوره با پوشش گوگردی بودند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میان‌دوآب استان آذربایجان غربی به مدت دو سال زراعی (۸۷-۱۳۸۵) اجرا شد. نتایج نشان داد که سطوح کودی نیتروژن به‌طور معنی‌داری عملکرد ریشه، درصد قند و عملکرد شکر را تحت تأثیر قرار داده و بیش‌ترین مقدار این صفات با مصرف نیتروژن بر مبنای آزمون خاک بدست آمد. همچنین، غلظت نیتروژن برگ‌ها با افزایش سطوح کودی افزایش یافت. هیچکدام از عوامل مذکور تحت تأثیر منابع کودی نیتروژن قرار نگرفتند. منابع کود نیتروژن بر نیتروژن معدنی (نیتروژن-نیتراتی و نیتروژن-آمونومی) خاک تأثیر معنی‌داری داشتند. غلظت نیتروژن معدنی با افزایش سطوح کودی افزایش یافت. بیش‌ترین مقدار نیتروژن معدنی در تیمار مصرف نیتروژن بر مبنای آزمون خاک از منبع نیترات آمونیوم بدست آمد. از نتایج این تحقیق چنین استنباط می‌شود که برای تامین نیازهای چغندر قند به نیتروژن، می‌توان از مصرف یکباره نیتروژن توصیه شده قبل از کشت از منابع کودی نیتروژن کندها یا مصرف تقسیطی آن از منابع اوره یا نیترات آمونیوم استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: اوره، اوره با پوشش گوگردی، چغندر قند، مصرف تقسیط نیتروژن

۱- اعضای هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، ارومیه، ایران (مکاتبه کننده)

* پست الکترونیک: Az.majidi89@gmail.com

مقدمه

کودهای نیتروژنه کندرها به عنوان منابع تامین کودهای نیتروژنی معرفی شده‌اند. این منابع، از پتانسیل لازم برای تطابق بهتر با تقاضای نیتروژن چغندر قند نسبت به سایر منابع معدنی و همچنین کاهش خطر تلفات نیتروژن قبل از جذب توسط گیاه برخوردارند. منابع نیتروژن کندرها از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، مکانیزیم رهاسازی نیتروژن و جابه‌جائی آن در محیط ریشه متفاوت هستند (Sims, 2010). اوره با پوشش گوگردی یکی از منابع کودهای شیمیایی کندرها بوده که در کشاورزی ایران شناخته شده‌تر است. در منابع کودی کندرها، نیتروژن قابل استفاده به تدریج در طول فصل رشد از ذره کودی رها شده، که مقدار آن توسط سطح تماس ذره کودی با خاک، مقدار رطوبت خاک و دمای آن تحت تاثیر قرار می‌گیرند. بررسی‌ها نشان داده است که تامین نیتروژن از این منابع، نه تنها نیازهای چغندر قند را در اوایل فصل رشد تامین می‌کند، بلکه از عرضه بیشتر از نیاز محصول به نیتروژن که ممکن است کیفیت چغندر قند را کاهش دهد، جلوگیری خواهد کرد (Boring & Gehl, 2011).

تاثیر منابع کودی نیتروژن بر کارائی زراعی اساساً ناشی از اثر آن بر واکنش خاک و قابلیت استفاده عناصر است (Shaviv, 2001). سیف (Saif, 1991) گزارش کرد که اوره، بالاترین عملکرد ریشه و شکر را در چغندر قند تولید نمود. منابع سولفات آمونیوم و نترات آمونیوم به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. زلات (Zalat, 1993) دریافت که کود نیتروژنه حاصل از منبع نترات کلسیم بالاترین سطح برگ گیاه، عملکرد ریشه و اندام هوائی را نسبت به سولفات آمونیوم و اوره تولید نمود. نعمت الله (Nemeat Alla, 2001) گزارش کرد که تاثیر نیتروژن از منبع نترات آمونیوم نسبت به سایر منابع کودی یعنی اوره یا سولفات آمونیوم از نظر طول و قطر ریشه، وزن اندام هوائی (کیلوگرم بر گیاه)، عملکرد ریشه، اندام هوائی، شکر و درصد مواد جامد محلول بیشتر بود. سیمس (Sims, 2010) تحقیقات نسبتاً جدیدی را در مورد استفاده از یک کود نیتروژن کندرها با نام تجاری ESN ارائه نمود. در این کود یک پوشش پلیمری بر روی دانه‌های اوره قرار دارند. سرعت رهاسازی به وسیله این پوشش پلیمری، مقدار رطوبت و دمای خاک کنترل می‌گردد. نتایج تحقیقات نامبرده

نیتروژن (N) مهم‌ترین عنصر برای تولید محصول چغندر قند (*Beta vulgaris*, L) است. وضعیت نیتروژن گیاه، طول مدت کامل شدن رشد رویشی، کمیت و کیفیت چغندر قند را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Malnou *et al.*, 2006). مدیریت بهینه نیتروژن، رشد اولیه گیاه را بهبود بخشیده و مدت زمان لازم برای رشد کامل اندام هوائی (سایه‌انداز) را کاهش می‌دهد. در نتیجه، چغندر قند به طور مؤثرتری از انرژی خورشید برای تولید شکر استفاده خواهد کرد (Hoffmann & Mirlinder, 2005). نیاز به تولید بیشتر چغندر قند در واحد سطح، موجب مصرف بیشتر کودهای نیتروژنی در تولید این محصول شده است. در بعضی مناطق، مصرف بی‌رویه نیتروژن، کاهش کیفیت محصول را نیز در پی داشته است (Malnou *et al.*, 2008). تاثیری که این عنصر بر کیفیت محصول دارد نه تنها به مقدار مصرف آن بستگی دارد بلکه، به سایر عملیات مدیریتی مانند رقم، مقدار آب مصرفی و تراکم کشت نیز وابسته است.

چغندر قند در اوایل فصل رشد برای توسعه سیستم ریشه به بیشترین مقدار نیتروژن نیاز دارد. وجود نیتروژن اضافی در اواخر فصل رشد باعث افزایش ناخالصی ریشه شده و میزان قند استحصالی کاهش می‌یابد (Marchetti & Castelli, 2011). نتایج بررسی‌ها نشان داده است که بیشترین کیفیت محصول، در شرایطی که در اواخر فصل رشد (حدود شش هفته قبل از برداشت) چغندر قند با کمبود نیتروژن مواجه باشد، بدست خواهد آمد (Malnou *et al.*, 2008). با این وجود، بروز کمبودهای شدید این عنصر در اوایل فصل رشد، عملکرد ریشه چغندر قند را کاهش خواهد داد. بنابراین، مدیریت بهینه مصرف نیتروژن برای تولید عملکردهای بالا با کیفیت مطلوب محصول حیاتی است (Lamb *et al.*, 2011; Pospisil *et al.*, 2000). مصرف نیتروژن بیش از حد نیاز صرف نظر از ضررهای اقتصادی، موجب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی نیز می‌شود (Marchetti & Castelli, 2011). این محدودیت‌ها ایجاب می‌کند که نیتروژن به صورت مصرف سرک وقتی که چغندر قند در مراحل اولیه رشد است، مصرف شود.

برای به حداقل رساندن تلفات نیتروژن در ابتدای فصل رشد و تطابق بهتر با نیازهای چغندر قند به این عنصر،

رده بندی آمریکائی (USDA) جزو خاک‌های fine mixed mesic typic Calcixerepts بود.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۱۲ تیمار و سه تکرار به اجرا گذاشته شد. فاکتور اول مربوط به منابع کودی نیتروژن شامل اوره، اوره آغشته به گوگرد (تولید داخل کشور)، اوره با پوشش گوگردی (SCU تولید خارج کشور) و نیترات آمونیوم بوده و فاکتور دوم مربوط به مقادیر مصرف نیتروژن در سه سطح ۲۵ درصد کمتر از توصیه بر اساس آزمون خاک (N₁)، توصیه بر اساس آزمون خاک (N₂) و ۲۵ درصد بیشتر از مقدار توصیه شده بر اساس آزمون خاک (N₃) بودند. هر دو منبع اوره آغشته به گوگرد و اوره با پوشش گوگردی دارای ۳۶ درصد نیتروژن و ۱۰ درصد گوگرد بودند. قبل از کشت، نمونه های مرکب خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی متری از هر تکرار تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی آن بر اساس دستورالعمل مؤسسه تحقیقات خاک و آب اندازه گیری شدند. بافت خاک به روش هیدرومتر، pH به وسیله الکتروود شیشه ای در گل اشباع، هدایت الکتریکی با دستگاه الکتروکانداکتومتر در عصاره ی گل اشباع، کربن آلی به روش دی کرومات پتاسیم، نیتروژن به روش کج‌دال، فسفر قابل جذب به روش اولسن و پتاسیم قابل جذب با روش استات آمونیوم یک نرمال اندازه گیری شدند (Aliehaie, 1998). میانگین نتایج ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی خاک محل‌های اجرای آزمایش در جدول (۱) آورده شده است. خاک‌های مذکور غیرشور با pH قلیائی، آهک متوسط، مقدار مواد آلی و لطفاً اسم بافت خاک را بنوسید احتیاجی به ذکر متوسط نیست خواننده می فهمد که این متوسط یا سبک یا سنگین است. بوده و از نظر فسفر قابل جذب در حد متوسط و از نظر پتاسیم در شرایط بهینه قرار داشتند. بر اساس نتایج آزمون خاک و استفاده از مدل جامع کامپیوتری توصیه‌های کودی چغندر قند (Khademi et al., 2001)، در طی دو سال اجرای آزمایش، مقادیر عناصر فسفر، روی و نیتروژن خالص به ترتیب به میزان ۷۵ و ۵/۵ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار برآورد گردیدند.

کودهای حاوی فسفر و روی (Zn) به ترتیب از منابع سوپرفسفات‌تریپل و سولفات روی تأمین و در زمان کاشت به طور یکنواخت در کلیه کرت‌ها استفاده شد.

نشان داد که استفاده از ESN هیچگونه مزیتی نسبت به اوره در تولید محصول چغندر قند نداشت. ضیائیان و همکاران (Ziaeyan et al., 2011) با بررسی عکس العمل چغندر قند نسبت به مصرف کودهای کندرهای نیتروژن-دار در استان خراسان، گزارش کردند که تامین نیتروژن از منبع اوره فرم‌آلدئید در مقایسه با اوره، میانگین عملکرد ریشه و شکر چغندر قند را افزایش داده و تاثیر اوره فرم‌آلدئید نسبت به اوره بر افزایش نیتروژن معدنی خاک شامل N-NH₄⁺ و N-NO₃⁻ پس از برداشت محصول بیشتر بود.

تولید کودهای نیتروژنه-کندرها به منظور ارتقاء کارائی جذب نیتروژن و با در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی توسعه یافته‌اند. تحقیقات متعددی نشان داده که این کودها برای محیط زیست مناسب و سودمند بوده و می‌توان از آن در تعداد زیادی از محصولات بهره جست (Akiyama et al., 2010; Eckhoff & Flynn, 2008). در حالیکه تحقیقات گسترده ای در مورد مقادیر کودهای نیتروژنه در چغندر قند (Adams et al., 1983b; Jaggard et al., 2008; Stevens et al., 2009)، زمان مصرف کود (Malnou et al., 2008) و روش مصرف آن (Stevens et al., 2007) صورت گرفته ولی، اطلاعات در مورد اثرات متقابل منابع کودی نیتروژن با قابلیت آزاد سازی کند و سایر عوامل مانند مقدار مصرف کود اندک است. بنابراین، در این تحقیق برخی عوامل مؤثر و مرتبط با رشد چغندر قند در گیاه و خاک اندازه گیری شد تا به دو سؤال اساسی پاسخ داد:

۱) آیا استفاده از کودهای نیتروژن-کندرها، فوایدی برای تولید محصول چغندر قند در شرایط خاک‌های استان آذربایجان غربی دارد؟ ۲) مقدار مصرف بهینه کودهای نیتروژن از منابع مختلف آن چقدر است؟

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میان‌دوآب استان آذربایجان غربی از سال ۱۳۸۵ به مدت دو سال زراعی اجرا گردید. طول جغرافیائی محل اجرای آزمایش، ۴۶ درجه و ۹۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیائی ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۳۰۰ متر از سطح دریا است. خاک محل اجرای آزمایش بر اساس سیستم

برداشت به منظور حذف اثرات حاشیه در هر کرت، برداشت ریشه از چهار ردیف وسطی با مساحت ۱۲ متر مربع صورت گرفت و ریشه‌های برداشت شده توزین گردیدند. یک نمونه ۲۰ کیلوگرمی ریشه مربوط به هر کرت به طور تصادفی انتخاب و جهت خمیرگیری به آزمایشگاه منتقل شد. جهت اندازه‌گیری قند، از دستگاه رفاکتومتر نوع بتالیزر استفاده گردید. برای ارزیابی عملکرد شکر قابل استحصال، عملکرد ریشه به درصد قند در هر کرت ضرب شده و عملکرد شکر برای هر کرت محاسبه گردید. بعد از برداشت محصول، در هر کرت نمونه‌برداری خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی متری انجام و نیتروژن آمونیاکی و نیتراتی خاک‌ها با استفاده از روش عصاره‌گیری با پتاسیم کلرید دو نرمال بر اساس روش‌های استاندارد مؤسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شدند (Aliehaie, 1998). مجموع نیتروژن-آمونومی و نیتروژن-نیتراتی به عنوان ذخیره نیتروژن معدنی قابل استفاده خاک در نظر گرفته شد. از آزمون بارتلت جهت ارزیابی نرمال بودن اشتباه آزمایشات طی دو سال استفاده شد. نتایج ارزیابی آماری بیانگر نرمال بودن اشتباه آزمایشات بود. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای سطوح احتمال یک و پنج درصد استفاده گردید.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (۰-۳۰ سانتیمتر)

Table 1. Selected physicochemical properties of the soils (0-30 cm)

Year	EC	pH	CCE	OC	C	Si	P _{ava}	K _{ava}	Zn-DTPA
	(ds m ⁻¹)			(%)				(mg kg ⁻¹)	
First	0.72*	7.6	12.5	1.42	19.3	57.3	12.4	695	0.78
Second	0.56	7.9	10.1	1.54	24.2	52.0	10.8	665	0.66

* هر عدد میانگین سه تکرار است. (Each number is the average of three replicates.)

داری وجود داشت (جدول ۲). ارزیابی اثرات متقابل بین سال و منبع کودی نشان داد که صفت نیتروژن کل خاک در سطح آماری پنج درصد ($p < 0.05$) و صفات نیتروژن آمونومی، نیتروژن نیتراتی و نیتروژن معدنی خاک در سطح احتمال یک درصد ($p < 0.01$) اختلاف معنی‌دار داشته و در سایر صفات این تفاوت معنی‌دار نبود. برهم‌کنش منبع و مقدار نشان داد که صفات عملکرد شکر و نیتروژن برگ در سطح احتمال یک درصد و صفات عملکرد ریشه، درصد قند، نیتروژن نیتراتی، نیتروژن آمونومی و نیتروژن معدنی خاک در

هم‌چنین نصف کودهای اوره و نیترات آمونوم و تمامی مقادیر کودهای نیتروژن کندرها شامل اوره آغشته به گوگرد و اوره با پوشش گوگردی به‌طور همزمان با کودهای پایه در کرت‌های مربوطه مصرف شدند. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت بود که بین دو کرت ۱/۲ متر فاصله در نظر گرفته شد. طول هر ردیف کاشت هشت متر، فاصله بین ردیف‌های کشت ۶۰ سانتی متر، فاصله بوته روی ردیف ۱۷ سانتی متر و عمق کاشت چهار سانتی متر بود. عملیات کاشت با استفاده از دستگاه بذرکار سه ردیفه انجام شد. بذر مورد کاشت در این آزمایش واریته رسول از ارقام منورژم و تریپلوئید اصلاح شده توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند بود. پس از کاشت و استقرار بوته‌ها در مراحل ۲-۴ و ۶-۸ برگی به‌ترتیب نسبت به انجام عملیات تنک و پخش سرک کودهای اوره و نیترات آمونوم در تیمارهای آزمایشی اقدام شد. به منظور اندازه‌گیری نیتروژن کل برگ در دو ماه قبل از برداشت محصول، نمونه‌های برگ کامل بطور تصادفی از هر کرت تهیه و غلظت نیتروژن کل در برگ‌ها به روش تقطیر بعد از احیاء اندازه‌گیری شدند (Emami 1994). مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها و آبیاری به‌صورت یکسان در تمامی کرت‌ها به انجام رسید. قبل از برداشت به مدت چهار هفته آبیاری قطع گردید. در هنگام

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که بین سال‌ها برای صفات درصد قند، نیتروژن کل خاک، نیتروژن نیتراتی، نیتروژن آمونومی و نیتروژن معدنی خاک در سطح احتمال ۱٪؛ برای منبع، صفت نیتروژن برگ در سطح احتمال ۱٪ و برای صفات نیتروژن کل، نیتروژن نیتراتی، نیتروژن آمونومی و معدنی خاک در سطح احتمال ۵٪ و بین مقادیر سطوح نیتروژن برای صفات عملکرد ریشه، درصد قند، عملکرد شکر، نیتروژن برگ در سطح احتمال یک درصد ($p < 0.01$) تفاوت معنی

صفات نیتروژن آمونیومی و نیتروژن معدنی خاک این تفاوت در سطح آماری یک درصد معنی دار بود (جدول ۲).

سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری را نشان دادند. برم کنش سال، منبع و مقدار بیانگر اختلاف معنیداری در سطح آماری پنج درصد از نظر صفات درصد قند و نیتروژن نیتراتی بوده در حالی که، بین

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارها بر صفات مورد بررسی در دو سال اجرای آزمایش

Table 2. Variance analysis of treatments effect on studied traits at two years of experiment

Soil mineral N	N-NH ₄	N-NO ₃	Soil total N	Leaf N	Sugar yield	Sugar Percentage	Root yield	Source of variation
7873.87**	15.68**	8065.56**	0.066**	0.0001 ^{ns}	11562963 ^{ns}	337.31**	910.22 ^{ns}	Year (Y)
2288.36*	35.79*	2852.33*	0.0015*	0.544**	3007656 ^{ns}	0.39 ^{ns}	79.05 ^{ns}	Source (S)
232.12**	3.56**	284.42**	0.0001**	0.001 ^{ns}	95656.1 ^{ns}	2.22 ^{ns}	208.48 ^{ns}	S×Y
667.00*	0.25 ^{ns}	1120.19*	0.001*	0.637**	254233895**	29.40**	5427.38**	Rate (R)
103.14**	4.66**	142.27**	0.0001*	0.0001 ^{ns}	9759475 ^{ns}	0.13 ^{ns}	112.88 ^{ns}	R×Y
1135.25*	12.60*	773.87*	0.001*	0.696**	4416314**	14.78*	279.38*	R×S
184.48**	2.22**	104.83*	0.0003 ^{ns}	0.001 ^{ns}	339823 ^{ns}	3.09*	63.04 ^{ns}	R×S×Y
7.27	19.38	23.01	8.54	14.20	15.90	7.79	13.98	CV

ns, **, * به ترتیب معنی دار در سطح یک و پنج درصد و غیر معنی دار (ns, **, * Significant at 5 and 1% and no significant, respectively)

خاک، موجب افزایش عوامل مذکور شد ولی، مصرف بیشتر آن بر عملکرد ریشه و عملکرد شکر قابل استحصال محصول بی تاثیر بود (جدول ۳). نتایج مذکور با نتایج هوفمن و میرلندر (Hoffmann and Mirlinder, 2005)، سیمس (Sims, 2010) و استیونس و همکاران (Stevens et al., 2008) مطابقت داشت. نتایج حاصله بیانگر این واقعیت است که، اولاً نیتروژن نقش مهمی در تولید محصول بهینه چغندر قند بر عهده داشته و در صورت بروز کمبود آن در خاک، عملکردهای ریشه و شکر قابل استحصال به طور چشمگیری کاهش می یابند (جدول ۳). ثانیاً، در شرایطی که مقدار مصرف نیتروژن بیشتر از نیازهای محصول باشد نه تنها تأثیری بر عوامل مذکور نخواهد داشت، بلکه موجب کاهش کارایی مصرف کود (Akiyama et al., 2010)، افزایش هزینه های تولید (Adams et al., 1983b)، افزایش خطرات زیست محیطی (Malnou et al., 2008) و نیز کاهش کیفیت محصول خواهد شد. لمب و همکاران (Lamb et al., 2011) گزارش کردند که نیتروژن اضافی، کیفیت چغندر قند را با کاهش غلظت شکر و افزایش مقدار ناخالصی ها، کاهش داده و از این لحاظ مدیریت بهینه نیتروژن در بهبود و تولید محصول چغندر قند بسیار مهم است. منابع کودهای نیتروژنه کندها شامل اوره آغشته به گوگرد و اوره با پوشش گوگردی تفاوتی از نظر عملکرد ریشه، نداشتند. همچنین تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین منابع اوره، نیترات آمونیوم و کودهای

اثر تیمارها بر عملکرد ریشه، درصد قند ریشه و عملکرد شکر قابل استحصال: مقایسه میانگین عملکرد ریشه نشان داد که بین بر هم کنش مقادیر کودی نیتروژن و نوع منبع کودی، بیشترین افزایش عملکرد ریشه مربوط به کود اوره آغشته به گوگرد (تولید داخل) با میزان مصرف ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص با میزان ۹۸/۷ تن عملکرد ریشه در هکتار بود. کمترین میزان عملکرد ریشه در سطوح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در تمامی منابع کودی بوده است. لذا می توان نتیجه گرفت که میزان سطوح کودی بیش از نوع منبع کودی در عملکرد نهائی ریشه تاثیر گذاشته است که این مورد را می توان با عدم معنی داری انواع منبع کودی (جدول ۲ و ۳) مشاهده نمود. نوع منبع کودی بر روی درصد قند ریشه تأثیری نداشت، ولی سطوح ۱۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کودی تأثیر مثبتی بر افزایش درصد قند ریشه داشتند که این دو سطح در یک کلاس آماری قرار داشتند (جدول ۳). برای صفت درصد قند، اثر متقابل کودهای اوره، اوره آغشته به گوگرد و اوره با پوشش گوگردی با میانگین ۱۷/۲ درصد بیشترین و در یک کلاس آماری و کمترین اثر متقابل مربوط به کود اوره با میزان مصرف ۱۰۰ کیلوگرم و با مقدار ۱۴/۵ درصد قند بود. بین سطوح ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم تأثیر معنی داری از نظر درصد قند مشاهده نشد. نتایج مذکور نشان داد که نیتروژن تأثیر مثبتی بر عملکردهای ریشه و شکر قابل استحصال چغندر قند داشته و مصرف بهینه آن بر اساس آزمون

نیتروژن کندرها از نظر درصد قند ریشه و مقدار شکر قابل استحصال وجود نداشت.

جدول ۳ - میانگین اثر تیمارها بر روی برخی صفات اندازه گیری شده در آزمایش
Table 3. Average treatments effect on some traits measured in the experiment

Traits	N Source	N rates (kg.ha ⁻¹)			Average
		N ₁ (100)	N ₂ (125)	N ₃ (150)	
Root yield (Ton ha ⁻¹)	(Urea)	72.33 C**	85.0 B	96.16 AB	84.50 A
	(Sulfur Soaked Urea)	64.0 CD**	98.66 A	89.16 AB	83.94 A
	(Sulfur Coated Urea)	69.33 CD	94.83 AB	93.83 AB	86.0 A
	(Ammonium Nitrate)	60.33 D	92.83 AB	89.83 AB	81.0 A
	(Average)	66.50 b	92.83 a	92.25 a	
Sugar percentage (%)	(Urea)اوره	14.46 B	16.85 AB	17.40 A	16.24 A*
	(Sulfur Soaked Urea)	15.05 AB	17.10 AB	17.29 A	16.48 A
	(Sulfur Coated Urea)	15.72 AB	16.33 AB	17.31 A	16.45 A
	(Ammonium Nitrate)	15.14 AB	16.62 AB	16.80 AB	16.19 A
	(Average)	15.09 b	16.72 a	17.20 a	
Sugar yield (t ha ⁻¹)	(Urea)	10.47 c	14.55 ab	16.60 a	13.87 A
	(Sulfur Soaked Urea)	9.58 c	16.73 a	15.30 a	13.87 A
	(Sulfur Coated Urea)	10.72 c	15.27 a	16.12 a	14.04 A
	(Ammonium Nitrate)	9.12 c	15.33 a	14.93 a	13.13 A
	(Average)	9.97 b	15.47 a	15.74 a	
Leaf N (%)	(Urea)	3.23 G	3.43 E	3.70 C	3.45 A
	(Sulfur Soaked Urea)	3.36 F	3.13 H	3.10 H	3.20 C
	(Sulfur Coated Urea)	3.56 D	3.60 D	3.46 E	3.54 C
	(Ammonium Nitrate)	3.80 B	2.90 I	4.06 A	3.58 A
	(Average)	3.49 b	3.26 c	3.58 a	

* ** در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک بزرگ و کوچک به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵٪ اختلاف معنی دار ندارند.

* ** Values within the same column followed by a capital or a small letter are not significantly different at 5 and 1% levels, respectively

از منابع کندرها، تمامی مصرف کود در زمان کاشت و یکباره انجام می شود. با توجه به اینکه صفت عملکرد شکر ناشی از صفات عملکرد ریشه و درصد قند بوده و اثر متقابل سطوح ۱۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود برای این دو صفت عدم معنی - یداری را نشان می دهند، لذا میزان مصرف نیتروژن معادل ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع کودهای اوره آغشته به گوگرد، بیشترین مقدار عملکرد شکر قابل استحصال را با ۱۶/۷۳ تن در هکتار نشان داد. کم ترین عملکرد شکر در سطوح کودی ۱۰۰ کیلوگرم با میانگین ۹/۹۷ تن در هکتار برای همه منابع کودی بدست آمد. با در نظر گرفتن نتایج تاثیر تیمارها بر عملکرد شکر قابل استحصال، می توان دریافت که، در شرایط مشابه محل انجام این آزمایش، مصرف نیتروژن در حد توصیه بر مبنای آزمون خاک (تیمار N₂) ضروری است (جدول ۳). نورتون (Norton, 2011) گزارش کرد که مصرف بهینه

نتایج مشابهی توسط بورینگ و ژل (Boring & Gehl, 2011) در چغندر قند گزارش گردید. آنان دریافتند که در مناطق با بارندگی محدود، تاثیر کودهای کندرها با سایر منابع تامین نیتروژن از نظر کمیت و کیفیت محصول مشابه بود. آنان خاطر نشان کردند که کودهای نیتروژنه کندرها برای کاهش تلفات نیتروژن در مناطقی با میزان بارندگی زیاد مناسب بوده و استفاده از آن در چنین مناطقی می تواند تاثیر مطلوبی بر رشد چغندر قند داشته باشد. ضیائیان و همکاران (Ziaeyan et al., 2011) نیز گزارش کردند که تاثیر کود نیتروژنه کندرها اوره فرم آلدئید در مقایسه با اوره، بر عملکرد ریشه چغندر قند مشابه بود. در مناطق با بارندگی محدود، استفاده از کودهای نیتروژنه کندرها به جای منابع کودی محلول نیتروژن (اوره و نیترات آمونیوم) منجر به کاهش هزینه های تولید محصول می شود، زیرا در تامین نیتروژن

مصرف کود بر میزان جذب عنصر نیتروژن توسط گیاه موثر بوده اند. افزایش غلظت نیتروژن برگ در منبع نیترات آمونیوم نسبت به سایر منابع که در آن ها مقدار یکسانی از نیتروژن مصرف شده بود (جدول ۳)، نشان داد که تغییرات غلظت نیتروژن در گیاه، علاوه بر تاثیر مقدار مصرف کود، به برهم کنش ساختار شیمیائی منابع تامین نیتروژن با ذرات خاک به ویژه از نظر سینتیک جذب - و جذب این عنصر از ذرات کودی نیز بستگی دارد (Garcia et al., 1997; Timilsena et al., 2015).

این امر به ویژه در خاک‌های زراعی مناطق سردسیر بسیار حائز اهمیت است. در صورت استفاده از منبع نیترات آمونیوم برای تامین نیاز چغندر قند به نیتروژن، بلافاصله هر دو شکل شیمیائی نیترات و آمونیوم برای گیاه قابل استفاده است ولی، در صورت مصرف سایر منابع مورد مطالعه در این تحقیق، اوره باید ابتدا توسط آنزیم اوره‌آز به آمونیاک و آن نیز طی فرآیندهای شیمیائی به یون آمونیوم در خاک تبدیل شده تا برای گیاه قابل جذب باشد. فعالیت آنزیم اوره‌آز، که توسط ریزجانداران خاک تولید می‌شود، در دماهای پائین کاهش می‌یابد (Shaviv, 2001) و در نتیجه تبدیل اوره به اشکال قابل جذب نیتروژن یعنی آمونیوم و نیترات به احتمال قوی به کندی صورت می‌گیرد. بنابراین، در صورت پائین بودن مقدار نیتروژن قابل استفاده خاک در مراحل اولیه رشد چغندر قند، احتمالاً منبع نیترات آمونیوم نسبت به سایر منابع از کارائی بیشتری برخوردار است. تحقیقات بیشتری در این زمینه به ویژه در مناطق سردسیر کشور مورد نیاز است.

نتایج تجزیه و تحلیل آماری طرح نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین منابع کودی نیتروژن از نظر مقدار نیتروژن کل خاک پس از برداشت محصول وجود داشت (جدول ۴). مقدار نیتروژن کل خاک در تیمار منبع اوره با پوشش گوگردی و مقدار آن از منبع اوره بدست آمد. سایر منابع کودی نیتروژن از این لحاظ دارای تاثیر مشابهی بودند و در کلاس آماری پائین‌تری قرار گرفتند (جدول ۴). نتایج نشان داد که نیتروژن کل خاک، تحت تاثیر تیمارهای سطوح کودی قرار نگرفتند و مقادیر آن در خاک تقریباً ثابت ماند. برهم کنش منابع و سطوح کودی نیتروژن بر درصد نیتروژن کل خاک معنی‌دار نگردید، ولی نیتروژن-نیتراتی، نیتروژن-آمونومی و

نیتروژن بر مبنای آزمون خاک، عملکرد شکر قابل استحصال را افزایش و مصرف بیشتر نیتروژن هر چند افزایش عملکرد ریشه را به دنبال داشته، ولی درصد قند ریشه‌ها نسبت به توصیه بر مبنای آزمون خاک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. نقش نیتروژن در تغییرات هم‌زمان عملکردهای ریشه و شکر قابل استحصال چغندر قند به خوبی مورد مطالعه قرار گرفته (Adams et al., 1983a) و آزمون خاک یک وسیله کارآمد برای تعیین مقادیر مناسب مصرف نیتروژن بوده که ذخیره نیتروژن قابل استفاده خاک را نیز به حساب می‌آورد (Wilson et al., 2001). با این وجود، بسیاری از تولیدکنندگان نسبت به توصیه‌های آزمون خاک بدگان هستند زیرا، در اغلب موارد مقادیر توصیه نیتروژن کمتر از آن چیزی است که تولیدکنندگان انتظار دارند. در استان آذربایجان غربی بسیاری از تولیدکنندگان از نتایج آزمون خاک چشم‌پوشی کرده و کودهای نیتروژنه را بر اساس تجارب خود مصرف می‌کنند که معمولاً خیلی بیشتر از توصیه‌های آزمون خاک است. این امر می‌تواند منجر به افزایش ذخیره نیتروژن قابل استفاده خاک در منطقه شده و در نتیجه آزمون خاک مقادیر کمتر نیتروژن را نسبت به آنچه کشاورزان مصرف می‌کنند توصیه می‌نماید. ارزش بالای شکر ممکن است میل به مصرف زیاد نیتروژن را افزایش دهد که می‌تواند موجب افزایش قابل توجه هزینه‌ها، هم به دلیل مصرف زیادی نیتروژن و هم عملکرد پائین‌تر شکر گردد. آدامس و همکاران (Adams, 1983) گزارش کردند که به‌طور متوسط مصرف کود برای تولید عملکرد بهینه شکر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کمتر از مصرف آن برای تولید عملکرد بهینه ریشه است.

اثر تیمارها بر غلظت نیتروژن برگ و ذخیره برخی اشکال معدنی نیتروژن خاک: مقایسه میانگین غلظت نیتروژن برگ نشان داد که بین برهم کنش نیتروژن و منبع کود، بیشترین افزایش غلظت نیتروژن مربوط به منبع کودی نیترات آمونیوم در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم معادل کنترل شود بوده است غلظت نیتروژن برگ با ۲۸/۷ درصد کاهش، مربوط به همان منبع کودی با مصرف ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن مشاهده شد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که هم منبع کودی و هم مقدار

کودی نیتروژن قرار گرفتند. همچنین سطوح کودی نیتروژن نیز بر میزان ذخایر نیتروژن-نیتراتی، نیتروژن-آمونومی و قابلیت استفاده نیتروژن معدنی خاک تاثیرگذار بودند (جدول ۴). این پیشنهاد می‌کند که با مصرف بهینه نیتروژن و استفاده از منبع مناسب کودی، حداکثر قابلیت جذب نیتروژن برای تامین نیازهای چغندر قند فراهم می‌گردد.

نتایج بررسی‌های سایر محققین نیز نشان داده است که مقدار نیتروژن معدنی ذخیره‌ای موجود در خاک شامل اشکال آمونومی و نیتراتی تحت تاثیر مقادیر و منابع شیمیائی تامین نیتروژن قرار گرفته و هر دو عامل نقش تعیین کننده‌ای در تامین نیتروژن مورد نیاز چغندر قند ایفا می‌نمایند (Sims, 2010). بر اساس نتایج حاصله، بیشترین مقدار نیتروژن معدنی قابل استفاده در خاک با مصرف نیتروژن بر مبنای آزمون خاک و استفاده از منبع نیترات آمونوم تامین می‌شود. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که معمولاً اگر در ابتدای فصل رشد، ذخیره نیتروژن معدنی خاک کم باشد، ممکن است موجب کاهش رشد محصول چغندر قند شود در نتیجه، جذب نیتروژن در مراحل اولیه رشد توسط گیاه کاهش یافته و متعاقب آن ذخیره نیتروژن معدنی خاک به طور محدودی افزایش می‌یابد (Malnou *et al.*, 2008).

نیتروژن معدنی قابل استفاده در خاک تحت تاثیر بر-همکنش تیمارها قرار گرفتند. بیشترین غلظت نیتروژن-نیتراتی با مصرف ۱۲۵ کیلوگرم کود از منبع نیترات آمونوم بدست آمد که با سطح اول آن از منبع اوره با پوشش گوگردی در یک کلاس آماری قرار گرفته و نسبت به تیمار مشابه از منبع اوره بیش از ۱۲۵ درصد نیتروژن-نیتراتی خاک را افزایش داد (جدول ۴). بیشترین غلظت نیتروژن-آمونومی خاک در سطح دوم مصرف نیتروژن از منبع نیترات آمونوم حاصل شد. تیمار مذکور از نظر این ویژگی با اغلب تیمارها تفاوت معنی داری نداشت. تنها تفاوت مشاهده شده مربوط به سطح دوم اوره با پوشش گوگردی بود که تیمار مذکور از غلظت پائین‌تری نیتروژن-آمونومی نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود (جدول ۴). همچنین بیشترین غلظت نیتروژن معدنی، قابل استفاده خاک نیز از سطح دوم مصرف نیتروژن مربوط به منبع نیترات آمونوم بدست آمد که به تنهایی در یک کلاس آماری قرار گرفت. این تیمار نسبت به مقدار مصرف مشابه از منبع اوره بیش از ۱۰۰ درصد مقدار نیتروژن معدنی قابل استفاده خاک را افزایش داد (جدول ۴). نتایج مذکور نشان داد که مقدار نیتروژن کل و غلظت نیتروژن-نیتراتی و نیتروژن-آمونومی خاک تحت تاثیر منابع

جدول ۴- میانگین اثر تیمارها بر روی برخی صفات اندازه گیری شده در خاک

Table 4. Average treatments effect on some traits measured in the soil

Traits	N Source	N rates			Average
		N ₁	N ₂	N ₃	
Total N (%)	(Urea)	0.101 A	0.102 A	0.107 A	0.103 b
	(Sulfur Soaked Urea)	0.099 A	0.107 A	0.103 A	0.103 b
	(Sulfur Coated Urea)	0.106 A	0.123 A	0.111 A	0.114 a
	(Ammonium Nitrate)	0.106 A	0.108 A	0.105 A	0.107 ab
	(Average)	0.103 B	0.110 A	0.107 B	
N-NO ₃ (mg kg ⁻¹)	(Urea)	9.6 B	12.57 B	19.34 AB	13.84 B
	(Sulfur Soaked Urea)	11.33 B	16.11 AB	13.93 AB	13.79 B
	(Sulfur Coated Urea)	13.73 AB	13.80 AB	12.93 B	13.49 B
	(Ammonium Nitrate)	18.98 AB	28.40 A	20.27 AB	22.55 A
	(Average)	13.41 B	17.72 A	16.62 A	
N-NH ₄ (mg kg ⁻¹)	(Urea)	3.73 AB	4.20 AB	4.43 A	4.12 AB
	(Sulfur Soaked Urea)	4.20 AB	4.20 AB	4.20 AB	4.20 A
	(Sulfur Coated Urea)	3.50 AB	2.57 B	3.97 AB	3.34 B
	(Ammonium Nitrate)	3.50 AB	4.67 A	3.03 AB	3.73 AB
	(Average)	3.73 A	3.91 A	3.91 A	
Ava. Mineral N (mg kg ⁻¹)	(Urea)	13.34 F	16.57 DEF	23.57 B	17.83 B
	(Sulfur Soaked Urea)	15.63 EF	20.30 BCDE	18.90 BCDEF	18.28 B
	(Sulfur Coated Urea)	22.17 BCD	16.57 DEF	17.03 CDEF	18.59 B
	(Ammonium Nitrate)	22.40 BCD	33.13 A	23.10 BC	26.21 A
	(Average)	18.38 B	21.64 A	20.65 AB	

*، ** در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک بزرگ و کوچک به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵٪ اختلاف معنی دار ندارند.

*، ** Values within the same column followed by a capital or a small letter are not significantly different at 5 and 1% levels, respectively

معدنی خاک، تغییرات آن در طول فصل زراعی در پروفیل خاک و تاثیر این تغییرات بر رشد کمی و کیفی چغندر قند مورد مطالعه قرار گیرد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، نتایج تحقیق مذکور نشان داد که نیتروژن تاثیر مستقیمی بر عملکرد کمی و کیفی محصول چغندر قند دارد. در صورتی که مقدار مصرف آن کمتر از نیاز محصول باشد نه تنها، موجب کاهش عملکرد بلکه، موجب کاهش درصد قند و عملکرد شکر قابل‌استحصال خواهد شد. بنابراین، ضرورت دارد مقدار مصرف آن بر مبنای ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، مقدار ذخیره نیتروژن قابل استفاده در خاک و پتانسیل تولیدی محصول مورد انتظار برآورد گردد. از طرفی، مصرف بیش تر از نیاز گیاه، نه تنها موجب افزایش عملکرد و کیفیت محصول نمی‌گردد بلکه، سبب افزایش هزینه‌های تولید، خطرات آلودگی‌های زیست‌محیطی، تجمع نیتروژن مضره، کاهش درصد قند و عملکرد شکر قابل‌استحصال خواهد شد. معنی‌دار نبودن اثر منابع کودی بر عملکرد ریشه، درصد قند و عملکرد شکر قابل‌استحصال، بیانگر اثربخشی یکسان منابع کودی مورد مطالعه بر عوامل فوق تحت شرایط انجام این آزمایش است. چنین به نظر می‌رسد که در صورت استفاده از منابع اوره آغشته به گوگرد (تولید داخل کشور) و یا اوره با پوشش گوگردی (SCU تولید خارج کشور)، هزینه‌های تقسیط و مصرف سرک اوره حذف گردیده و کاهش هزینه‌های تولید مورد انتظار است. در هر صورت ضرورت دارد این مسئله از نظر جنبه‌های اقتصادی مورد بررسی قرار گیرد. علاوه بر این، اوره آغشته به گوگرد ساخت داخل کشور تاثیر مشابهی در مقایسه با اوره با پوشش گوگردی ساخت خارج کشور داشت که استفاده از تولید داخلی به جای وارد کردن SCU از خارج کشور را پیشنهاد می‌نماید. ارزیابی ذخیره نیتروژن معدنی خاک حداقل تا عمق ۶۰ سانتی متری معیار مهمی برای مصرف بهینه کود نیتروژنی در چغندر قند است. بنابراین، پیشنهاد می‌نماید در تحقیقات بعدی پویائی نیتروژن معدنی خاک تحت تاثیر منابع کودی مذکور، تغییرات آن در طول

بنابراین، کمبود نیتروژن خاک در ابتدای فصل رشد می‌تواند غلظت‌های بالاتر نیتروژن را در زمان‌های بعدی موجب شود زیرا ریشه‌ها در اثر کمبود نیتروژن در مراحل اولیه رشد، به اندازه کافی رشد نکرده‌اند تا از نیتروژن معدنی خاک در مراحل بعد استفاده کنند. هر چند که با افزایش مقدار مصرف نیتروژن در تیمارهای سطوح کودی، غلظت اشکال معدنی نیتروژن افزایش یافت، ولی در اغلب موارد تفاوتی بین تیمارهای N_2 و N_3 مشاهده نشد (جدول ۴). این امر می‌تواند به علت پویائی نیتروژن در خاک باشد. نورتون (Norton, 2011) گزارش کرد که مقدار نیتروژن قابل استفاده خاک متغیر بوده و الگوی فصلی مشخصی را در طول فصل زراعی متناسب با منبع کودی، مقدار مصرف کود و زمان مصرف آن نشان داده و مقدار آن متأثر از جذب توسط گیاه نیز می‌باشد. نتایج تحقیقات نامبرده نشان داد که مقدار نیتروژن قابل استفاده خاک معمولاً در اوایل تیر ماه افزایش می‌یابد که به دلیل تاثیر افزایش دما بر سرعت معدنی شدن نیتروژن بوده و ممکن است با اثرات مصرف اولیه کود نیتروژنه افزایش یابد. همچنین در محدوده زمانی تیر و مرداد کاهش سریعی در غلظت نیتروژن معدنی خاک مشاهده گردیده که احتمالاً به دلیل جذب حداکثر گیاه در این مرحله و افزایش جذب توسط ریزجانداران خاک باشد. وامرلی و همکاران (Vamerali et al., 2009) دریافتند که علاوه بر موارد مذکور، تغییرات غلظت نیتروژن معدنی خاک متأثر از آبشویی در نتیجه آبیاری نیز صورت می‌گیرد. در این تحقیق غلظت نیتروژن پس از برداشت محصول در عمق ۳۰-۰ سانتی متری اندازه‌گیری شده و مقدار نیتروژن لایه‌های زیرین که متأثر از ذخیره اولیه نیتروژن خاک و سطوح کودی نیتروژن است، مورد ارزیابی قرار نگرفت. بنابراین تحلیل صحیحی در رابطه با علت عدم اختلاف مشاهده شده بین غلظت نیتروژن خاک در بعضی از سطوح کودی نیتروژن را نمی‌توان ارائه نموده و نیازمند اندازه‌گیری آن در عمق‌های پائین تر است. تحقیقات اخیر تاکید می‌نمایند برای ارزیابی صحیح نیتروژن معدنی خاک ضروری است غلظت آن حداقل تا عمق ۶۰ سانتی متری اندازه‌گیری شود (Khan, 2013). بنابراین، پیشنهاد می‌نماید در تحقیقات بعدی پویائی نیتروژن

خاک از منابع کودی نیتروژن کندرها با پوشش گوگردی (تولید داخل) همزمان با کشت یا مصرف تقسیطی آن از منابع کودهای نیتروژنی محلول (اوره یا نترات آمونیوم) استفاده نمود.

فصل زراعی در پروفیل خاک و تأثیر این تغییرات بر رشد کمی و کیفی چغندر قند مورد مطالعه قرار گیرد. بطور کلی، از نتایج این تحقیق چنین استنباط می‌شود که برای تأمین نیازهای چغندر قند به نیتروژن، می‌توان از مصرف یکباره نیتروژن توصیه شده بر مبنای آزمون

References

- Adams R.M., Farris P.J. and Halvorson A.D. 1983a. Sugar beet nitrogen fertilization and economic optima: Recoverable sucrose vs. root yield. *Agronomy Journal*, 75: 173-176.
- Akiyama H., Yan X. and Yagi K. 2010. Evaluation of effectiveness of enhanced efficiency fertilizers as mitigation options for N₂O and NO emissions from agricultural soils. Meta-analysis. *Global Change Biology*, 16: 1837-1846.
- Aliahaie M. 1998. Methods of Soil Analysis (Vol. 2). Soil and Water Research Institute, No. 1024, Tehran, Iran, 116p. (In Persian)
- Boring T. and Gehl R. 2011. Delayed-release nitrogen fertilizer effects on sugar beet yield and quality. Available at: http://agbioresearch.msu.edu/saginawvalley/res_report08/delayedrelease_n_08.pdf.
- Eckhoff J. L.A. and Flynn C.R. 2008. Sugar beet response to nitrogen under sprinkler and furrow irrigation. *Journal of Sugar Beet Research*, 45: 19-29.
- Emami A. 1994. Methods of Plant Analysis (Vol. 1). Soil and Water Research Institute, No. 982, Tehran, Iran, 128p. (In Persian)
- Garcia C., Vallejo A. A.D.J., Garca L. and Cartagena M. C. 1997. Nitrogen use efficiency with the application of controlled release fertilizers coated with Kraft pine lignin. *Soil Science and Plant Nutrition*, 43: 443-449.
- Hoffmann C.M. and Mirlinder B. 2005. Composition of harmful nitrogen in sugar beet (*Beta vulgaris* L.), amino acids, betaine, nitrate as affected by genotype and environment. *European Journal of Agronomy*, 22: 255-265.
- 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. *Journal of Agriculture Science*, 147: 287-301.
- Khan M. 2013. Sugarbeet production guide. Available at: www.sbreb.org.
- Lamb J.A., Bredehoeft M.W., and Dunsmore C. 2011. Nitrogen management strategies for increasing sugar beet root quality Available at: http://www.sbreb.org/research/soil/soil11/Nmanagement_Lamb.pdf.
- Malnou C.S., Jaggard K. W., and Sparkes D.L. 2006. A canopy approach to nitrogen fertilizer recommendations for the sugar beet crop. *European Journal of Agronomy*, 25: 254-263.
- Malnou C.S., Jaggard K.W., and Sparkes D.L. 2008. Nitrogen fertilizer and the efficiency of the sugar beet crop in late summer. *European Journal of Agronomy*, 28: 47-56.
- Marchetti R. and Castelli F. 2011. Mineral nitrogen dynamics in soil during sugar beet and winter wheat crop growth. *European Journal of Agronomy*, 35:13-21.
- Nemeat Alla E.A. E. 2001. Yield and quality of sugar beet as affected by sources, levels and time application of nitrogen fertilizer. *Journal of Agriculture Research*, Tanta University, 27: 450-462.
- Norton J.B. 2011. Nitrogen source, timing, and rate alternatives for furrow-irrigated sugarbeet. Online. *Crop Management Doi*. 2011; 10.1094/CM-2011-0829-01-RS.
- Pospisil M., Pospisil A., and Rastija M. 2000. Effect of plant density and nitrogen rates upon the leaf area of seed sugar beet on seed yield and quality. *European Journal of Agronomy*, 12: 69-78.
- Saif L.M. 1991. Yield and quality of sugar beet as affected by nitrogen sources and rate of some microelements in Kafr El-Sheikh. Ph. D. Thesis, Faculty of Agriculture, Ain. Shams University.
- Shaviv A. 2001. Advances in controlled-release fertilizers. *Advances in Agronomy*. 71: 1-49..
- Sims A. L. 2010. Challenging current nitrogen recommendations: Sugar beet response to nitrogen in different RRV locations and soils - Report 2. In: *2009 Sugar beet Research and Extension Reports*, 40: 87-98.

- Stevens W.B., Blaylock A. D., Krall J. M., Hopkins B. G. and Ellsworth J. W. 2007. Sugar beet yield and nitrogen use efficiency with pre-plant broadcast, banded, or point-injected nitrogen application. *Agronomy Journal*, 99: 1252-1259.
- Stevens W.B., Violet R. D., Skalsky S. A. and Mesbah A.O. 2008. Response of eight sugar beet varieties to increasing nitrogen application: I. Root, sucrose, and top yield. *Journal of Sugar Beet Research*, 45: 65-83.
- Timilsena Y.P., Adhikari R., Casey P., Muster T., Gill H. and Adhikari B. 2015. Enhanced efficiency fertilizers: a review of formulation and nutrient release patterns. *Journal the Science of Food and Agriculture*, 95: 1131-1142.
- Vamerli T., Guarise M., Ganis A. and Mosca G. 2009. Effects of water and nitrogen management on fibrous root distribution and turnover in sugar beet. *European Journal of Agronomy*, 31: 69-76.
- Wilson R.G., Smith J.A. and Miller S.D. 2001. Sugar beet production guide. *Cooperation Extension Bulletin*. EC01-156. University of Nebraska, Lincoln, NE.
- Zalat S.S. 1993. Effect of some cultural practices on sugar beet. PhD. Thesis, Faculty of Agriculture, Zagazig University.
- Ziaeyan A., Niromand Jahromi M., and Noshad H. 2011. Sugar beet response to the application of slow-release nitrogen fertilizers. *Journal of Sugar Beet*, 27: 85-99. (In Persian)

Effect of Different Sources and Amounts of Nitrogen on Root Yield and Some Qualitative Characteristics of Sugar Beet

A.Majidi^{1*}, H. Tabiehzad²

(Received: May 2016 Accepted: July 2017)

Abstract

Nitrogen management (N) is one of the important factors in improving root yield and quality of sugar beet (*Beta Vulgaris*, L). Suitable source and rate of N fertilizer application are crucial to produce a high-yielding, high-quality sugar beet crop. The aim of this study was to evaluate the response of sugar beet to three levels of nitrogen fertilizer including N application based on soil test (125 kg ha⁻¹), 25% less and 25% more than that one and four N sources including Urea (U), ammonium-nitrate (AN) and two delayed-release N sources e.g. Urea soaked with sulfur (domestic production) and sulfur coated urea (SCU). A field experiment was carried out during 2006/2007 and 2007/2008 growing seasons at the agricultural experimental station of Miandoab in West Azerbaijan, Iran. Plots were arranged in a factorial randomized complete block design with three replications. The results revealed that, N rates influenced significantly root and sugar yields and the superiority was to adding 125 kg ha⁻¹ pertinent to soil-based-test rate treatment. N rates did not influence sugar beet response to N sources. The value of mentioned parameters was not affected by N sources. N sources had consistent effects on mineral N (N-NO₃ and N-NH₄) concentration in the soil. Mineral N content increased with increasing N rates. The highest amount of mineral N contents were measured in N rate applied based on soil test in the form of AN source. The obtained results are recommended by application of N entirely in pre-plant in the form of delayed-release sources or split application in the form of, Urea or AN.

Keywords: Nitrogen split application, Sugar beet, Sulfur coated urea, Urea

1-Scientific staff member (PhD), Soil and water Dept., Agricultural and Natural Resource Research and Education Center of West Azerbaijan, Agriculture Research, Education and Extension Organization, Urmia, Iran.

2- Scientific staff member, Soil and water Dept., Agricultural and Natural Resource Research and Education Center of West Azerbaijan, Agriculture Research, Education and Extension Organization, Urmia, Iran.

* Corresponding Author Email: Az.majidi89@gmail.com