DOI: http://dx.doi.org/10.22092/jsb.2011.686

عکس‌العمل چغندرقند به کاربرد کودهای نیتروژنه کندرها

Sugar beet response to the application of slow-release nitrogen fertilizers

عبدالحسین ضیائیان[1]* ، محمود نیرومندجهرمی[2] و حمید نوشاد[3]

تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۱۲

ع. ا. ضیائیان، م. نیرومندجهرمی و ح. نوشاد. ۱۳۹۰. عکس‌العمل چغندرقند به کاربرد کودهای نیتروژنه کندرها. **مجله چغندرقند ۲۷(۱): ۹۹-۸۵**

چکیده

تصور بر این است که با استفاده‌از کودهای نیتروژنه کندرها(Nitrogen slow-release fertilizers) به‌توان حلالیت این کود را کاهش و راندمان آن را بالا برد. اثرات کاربرد اوره (کود نیتروژنه محلول) و اوره فرمالدئید (کود نیتروژنه کندرها) در سه منطقه مهم چغندرکاری استان خراسان، بررسی شد. در هر منطقه، با استفاده‌از طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، اثرات شش تیمار کودی شامل سه سطح ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیتروژن موردنیاز محاسبه شده براساس آزمون خاک، از دو منبع اوره و اوره فرمالدئید، مقایسه شد. قبل‌از کاشت و سه بار در طول دوره داشت نمونه خاک تهیه و میزان نیتروژن نیتراتی و آمونیومی آن‌ها تعیین گردید. در طول دوره داشت در سه نوبت نمونه برگ تهیه و میزان نیتروژن نیتراتی آن‌ها اندازه‌گیری شد. علاوه‌بر این در زمان برداشت نیز خصوصیات کمی و کیفی ریشه‌ها تعیین گردید. نتایج نشان داد که کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره فرمالدئید (معادل ۶۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره فرمالدئید) در مقایسه با تیمار مصرف صددرصد نیتروژن از منبع اوره (شاهد) عملکردریشه و شکرسفید را به ترتیب حدود ۱۵۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بهبود داد. میانگین عملکردریشه و شکر با کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره فرمالدئید به ترتیب ۴۸/۸۳۶ و ۶/۵۴۴ تن در هکتار بود. کاربرد اوره فرمالدئید در مقایسه با اوره، غلظت نیتروژن نیتراتی و آمونیومی خاک‌ها را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: اوره، اوره فرمالدئید، چغندرقند، کودهای نیتروژنه کندرها، نیتروژن آمونیومی، نیتروژن نیتراتی

۱ - استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس- شیراز * - نویسنده مسئول ziaeian@yahoo.com

۲- کارشناس بخش تحقیقات جغندرقند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس- شیراز

۳- مربی مؤسسه تحقیقات چغندرقند- کرج

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر ایران، بعداز آب، نیتروژن گلوگاه رشد گیاهان است. نیاز گیاهان به این عنصر عمدتاً توسط کودهای شیمیایی برطرف می‌گردد. چغندرقند یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی است که نقش مهمی در مصارف صنعتی از جمله تولید شکر دارد. نیاز نیتروژنی این محصول از طریق کاربرد کودهای نیتروژنه برطرف می‌گردد اما مدیریت مصرف آن در چغندرقند بسیار مهم می‌باشد زیرا این گیاه اولا دوره رشد نسبتاً طولانی دارد ثانیاً در اوائل رشد به نیتروژن بیشتری نیاز دارد در حالی که در اواخر رشد، زیادی نیتروژن موجب افزایش نیتروژن مضره و نهایتاً کاهش درصد شکر استحصالی می‌گردد (Gattanach and Faning 1993). تحقیقات متعددی در رابطه با تغذیه نیتروژن در زراعت چغندرقند در کشور انجام شده است (Tataro 1973; Klarstaqy 1984; Farshad 1986; Klarstaqy 1992; Dryashnas 1996). تحقیقات انجام شده عمدتاً بر روی اوره یا دیگر کودهای با حلالیت بالا بوده است. پویائی نیتروژن و حلالیت بالای اوره ازجمله عواملی هستند که باعث هدر رفتن نیتروژن موجود در این کود از طریق آبشویی می‌شوند و از این طریق موجبات آلودگی محیط زیست را فراهم می‌نمایند. علاوه‌بر این مصرف تقسیطی اوره به صورت سرک از طرفی موجب برگ سوزی گیاه می‌شود و از طرف دیگر مستلزم صرف هزینه و نیروی کارگری مجدد است. با این همه به‌دلیل حلالیت زیاد، کارایی آن پائین است. تلاش‌های فراوانی به‌منظور افزایش بازیافت کودهای نیتروژنه صورت گرفته است. اعتقاد بر این است که در برخی موارد کودهای کندرها نسبت به کودهای محلول برتری دارند. از نقطه نظر بهبود بازیافت عناصر غذائی توسط گیاهان سه مزیت اصلی برای کودهای کندرها عنوان شده است:

– کاهش تلفات عناصرغذائی از طریق شستشو،

– کاهش واکنش‌های شیمیائی و بیولوژیکی

– کاهش نیترات‌سازی سریع و اتلاف نیتروژن از طریق تصعید گاز آمونیاک و تخریب نیترات‌ها (نیترات‌زدایی).

مزایای دیگر کودهای کندرها را می‌توان کاهش صدمه به بذر و جوانه در اثر تجمع کمتر نمک و کاهش برگ سوزی ناشی‌از شوری حاصل از مصرف بیش‌از حد کود دانست. البته بهبود کیفیت محصولات زراعی، توزیع بهتر کود در طول دوره رشد، افزایش ارزش کود باقی‌مانده، حفظ محیط زیست، بهبود خواص فیزیکی و انباری کود نیز جزء محاسن این کودها محسوب می‌گردد(Malakouti et al. 2000). بیشتر کودهای کندرها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که آزادسازی عناصر غذائی را با تأخیر انجام می‌دهند. زیرا عناصر موجود در آن‌ها در طول فصل رشد با سرعت کمتری آزاد می‌شود و در نتیجه گیاهان قادرند این عناصر را بدون از دست رفتن آن از طریق آبشوئی جذب نمایند. از طرف دیگر این کودها نیاز به تقسیط کمتری دارند و سوختگی ناشی‌از مصرف این کودها حتی در مقادیر بالا جدی نیست (هرچند توصیه به

مصرف معقول است). کودهای کندرها ممکن است بسیار گران‌تر از کودهای محلول باشند اما منافع حاصل از آن‌ها به‌خصوص از لحاظ محیط زیست می‌تواند بر بالا بودن قیمت آن‌ها غلبه نماید. نیتروژن موجود در کودهای کندرها به‌تدریج توسط موجودات ریز خاک آزاد می‌شوند و به همین دلیل فاکتورهای محیطی به‌خصوص دما، رطوبت، تهویه، بافت و اسیدیته (pH) روی رهاسازی نیتروژن از این کودها مؤثرند (Malakouti and. Nafisi 1994). اوره با پوشش گوگرد (SCU) یکی از معروف‌ترین و رایج‌ترین کودهای نیتروژنه کندرها در دنیاست. تحقیقات نسبتاً خوبی در رابطه با امکان استفاده از اوره با پوشش گوگرد در چغندر به‌عمل آمده است (Firouz Mahdavi 1976; Khademi 1996; Khalaj and Myrnya 2001). علاوه بر کود اوره با پوشش گوگردی، اوره فرمالدئید نیز یکی دیگر از کودهای نیتروژنه کندرهاست که با عنوان تجارتی اوره فرم در بازار وجود دارد. این کود از ترکیب اوره با فرمالین به‌دست می‌آید و حاوی ۳۸ درصد نیتروژن است. ۷۰درصد نیتروژن آن غیرمحلول در آب سرد است. فعالیت کودهای اوره فرم به نسبت پلیمرهای مختلف در مخلوط بستگی دارد. هر چه زنجیرهای مولکولی کوچکتر باشد، نیتروژن قابل استفاده بیشتری برای گیاه وجود خواهد داشت (Hanafi et al. 2002). تحقیقات نسبتاً گسترده‌ای در ارتباط با کاربرد کودهای نیتروژنه کندرها صورت گرفته است. پاور (Power 1979)، کارتر و همکاران (Carter et al. 1986)، مارتین و همکاران (Martin et al. 2000)، شاویو (Shaviv 2001) و شوجی و همکاران (Shoji et al. 2001) ازجمله محققینی هستند که در زمینه کودهای نیتروژنه کندرها تحقیق نموده‌اند. بیشتر تحقیقات انجام شده در این رابطه بر روی گیاهان چند ساله از جمله چمن بوده است. در عین حال پژوهش‌هایی نیز بر روی گیاهان زراعی یک ساله انجام شده است. مارتین و همکاران (2001) امکان کاهش صدمات زیست محیطی ناشی‌از کاربرد کودهای نیتروژنه در سیب‌زمینی را بررسی نمودند. آن‌ها در این تحقیق اثرات سه روش محلولپاشی، استفاده از کودهای کندرها و خاک کاربرد کودهای نیتروژنه محلول را با هم مقایسه نمودند و دریافتند که از لحاظ عملکرد تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مشابه وجود نداشت اما میزان آبشوئی نیترات از کودهای کندرها بسیار کمتر از (۳۰٪) مقدار مشابه مصرفی از کودهای محلول بود و نیترات این کودها عمدتاً در خاک تجمع یافته بود. شوجی و همکاران (2001) ضمن تحقیقی اثرات اوره و کودهای نیتروژنه کندرها را در آزمایش‌های گلدانی بر روی سه گیاه شلغم، کاهو و هویج بررسی نمودند و دریافتند که کاربرد کودهای نیتروژنه کندرها در نباتاتی که دوره رشد طولانی‌تر دارند مانند هویج در مقایسه با نباتاتی که دوره رشد کوتاه‌تری دارند مانند تربچه مؤثرتر است و در مورد شلغم با دوره رشد متوسط نیز میزان تأثیر متوسط بود. به‌عبارت دیگر هرچه دوره رشد طولانی‌تر شود کاربرد کودهای نیتروژنه کندرها مؤثرتر خواهد بود. شاویو (2001) اثرات کودهای کامل کندرها را بر روی

پنبه مطالعه نمود و دریافت که کاربرد این کودها در مقایسه با کودهای محلول عملکرد وش را افزایش و جذب فسفر و نیتروژن و پتاسیم را بهبود بخشیده بود. آن ها دریافتند که کاربرد کودهای کندرها در مقایسه با کودهای محلول عملکرد را بین ۱۸ تا ۳۳ درصد و راندمان جذب را از هشت تا ۱۸/۶ درصد بهبود بخشیده بود. در مجموع نتایج بررسی‌ها نشان داده است در صورتی که به‌توان، بدون کاهش قابل توجهی در عملکرد، مقدار کودهای حاوی نیتروژن را کاهش داد و یا آن که تعداد دفعات مصرف (تعداد تقسیط) را کم نمود می‌توان هزینه‌های تولید و خطر برگ سوزی ناشی‌از مصرف سرک آن را کاهش داد. در نتیجه تصور بر این است که با استفاده ازکودهای نیتروژنه کندرها از طریق محدودکردن میزان حلالیت ترکیبات کودی می‌توان ضمن مصرف یکباره آن، راندمان کودهای نیتروژنه را افزایش داد.

این تحقیق به منظور مطالعه امکان کاهش میزان مصرف کود و یا کم‌کردن تعداد تقسیط و به تبع آن کاهش هزینه‌های تولید و بالا بردن راندمان جذب نیتروژن در چغندرقند با استفاده از کودهای کندرها انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه عکس‌العمل چغندرقند به‌کاربرد کودنیتروژنه کندرهای اوره فرمالدئید و مقایسه آن با کوداوره محلول، در سال ۱۳۸۲، تحقیقی در سه مزرعه از مزارع چغندرکاری استان خراسان، به‌عنوان مناطق عمده چغندرکاری کشور شامل مزرعه آستان قدس (مزرعه شماره ۱)، مزرعه مستقر در منطقه چناران (مزرعه شماره ۲) و مزرعه مستقر در جاده سرخس (مزرعه شماره ۳) اجرا گردید. در این تحقیق شش تیمار کودی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با هم مقایسه شدند. تیمارهای کودی به شرح جدول ۱ می‌باشد:

جدول ۱ شرح تیمارهای آزمایش و چگونگی مصرف آنها در طول اجرای طرح

تیمار	منبع کود	مقدار نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	تعداد دفعات کوددهی	مقدار مصرف منبع کودی در هکتار
T1*	اوره	۲۰۰	۳	۴۳۶
T2	اوره	۱۵۰	۳	۳۲۶
T3	اوره	۲۵۰	۳	۵۴۳
T4	اوره فرمالدئید	۲۰۰	۱	۵۲۵
T5	اوره فرمالدئید	۱۵۰	۱	۴۰۰
T6	اوره فرمالدئید	۲۵۰	۱	۶۵۰

*- شاهد آزمایش

در اجرای این آزمایش قبل از کاشت از عمق ۳۰- ۰ سانتی‌متری هر تکرار یک نمونه مرکب خاک تهیه شد. در نمونه‌های خاک، بر اساس دستورالعمل‌های متداول در مؤسسه تحقیقات خاک و آب که توسط احیایی و بهبهانی‌زاده (Ehyaee and Behbahanizadeh 1993) تهیه شده است، بافت

به‌روش هیدرومتر، pH به‌وسیله الکترود شیشه‌ای در عصاره گل‌اشباع ، هدایت الکتریکی با دستگاه الکتروکاندکتومتر، کربنات کلسیم از روش تیتراسیون و کربن‌آلی به‌روش دی‌کرومات پتاسیم، نیتروژن به‌روش کجلدال، فسفر قابل جذب به‌روش اولسن، پتاسیم قابل جذب با روش استات‌آمونیوم یک نرمال و عناصر کم مصرف به‌روش DTPA اندازه‌گیری شدند (جدول ۱). براساس نتایج تجزیه نمونه‌ها و دستورالعمل‌های مؤسسه تحقیقات خاک و آب (Malakouti and Ghaibi 2000) میزان نیتروژن مورد نیاز تیمار شاهد تعیین گردید و بر اساس آن تیمارهای دیگر طراحی شدند. منابع کودی نیز شامل دو منبع اوره و اوره فرمالدئید بود. کوداوره در سه نوبت (قبل‌از کشت، وجین اول و وجین دوم) و کود اوره فرمالدئید تنها در یک نوبت (قبل از کشت) مصرف گردید. علاوه‌بر نیتروژن، دیگر کودهای مورد نیاز شامل ۱۲۰ تا ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، ۵۰ تا ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و صفر تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار از هریک از کودهای کم‌مصرف براساس آزمون خاک و دستورالعمل‌های مؤسسه تحقیقات خاک و آب تأمین و قبل‌از کاشت به کرت‌ها اضافه شد.

روش کشت به‌صورت نواری، عملیات کاشت با کارگر، دور آبیاری ۱۵-۱۲ روزه و بذر کشت شده رقم مقاوم دروتی (رقم مورد توصیه مؤسسه تحقیقات چغندرقند) بود. هر کرت شامل چهار خط به عرض ۵۰ سانتی‌متر و طول ۱۵ متر به مساحت۳۰ مترمربع بود که با فاصله یک متر از یکدیگر جدا شده بودند. در طول دوره داشت مراقبت‌های لازم براساس یافته‌های تحقیقاتی انجام شد. به منظور تعیین میزان نیتروژن آمونیومی و نیتراتی در خاک و هم‌چنین میزان نیترات برگ‌ها در طول دوره داشت، در سه نوبت از خاک و سه نوبت از برگ‌های بوته‌های هر تیمار نمونه‌برداری گردید و براساس روش‌های استاندارد مؤسسه تحقیقات خاک و آب تجزیه شدند. نیتروژن آمونیاکی و نیتراتی خاک‌ها با استفاده‌از روش عصاره‌گیری خاک با کلرور پتاسیم دو نرمال و غلظت نیتروژن نیتراتی در برگ‌ها به‌روش تقطیر بعد از احیا اندازه‌گیری شدند. در نهایت ریشه‌های دو ردیف وسط هر کرت با حذف حاشیه‌ها برداشت و محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC و گروه‌بندی میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه خاک

براساس نتایج به‌دست آمده خاک‌های مورد نظر بدون شوری با کربن‌آلی کم، درصد مواد خنثی‌شونده نسبتاً بالا و فسفر و پتاسیم کم تا متوسط بود. خاک مزارع مورد مطالعه از نظر روی و آهن فقیر و از نظر منگنز، مس متوسط بود. نتایج تجزیه خاک محل‌های اجرای آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول۲ میانگین نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی برخی خصوصیات خاک مزارع مورد آزمایش (۱۳۸۲)

منطقه	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	مواد خنثی‌شونده (درصد)	کربن‌آلی	فسفر	پتاسیم	مس	منگنز	آهن	روی	بافت
					میلی گرم در کیلوگرم						
۱	۰/۷۱	۸/۱	۱۶/۷	۰/۴۴	۶/۱	۱۰۵	۰/۸۸	۵/۳	۳/۸	۰/۴۶	لوم شنی
۲	۰/۶۶	۸/۲	۱۹/۵	۰/۵۰	۱۰/۰	۱۳۵	۰/۵۴	۸/۵	۵/۵	۰/۶۶	لوم
۳	۰/۷۴	۸/۰	۱۸/۶	۰/۴۷	۱۲/۶	۱۶۵	۱/۴۴	۶/۷	۶/۵	۰/۷۷	لوم رسی

تجزیه واریانس داده‌ها

براساس نتایج تجزیه واریانس، تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری بر متغیرهای مورد مطالعه نداشتند. در سه منطقه مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری بین مصرف اوره و اوره فرمالدئید مشاهده نگردید. افزون بر این، اثر متقابل معنی‌داری بین تیمارهای کودی با مناطق مشاهده نشد گرچه مزارع از نظر عملکردریشه، قند و درصدقند اختلاف معنی‌داری نشان دادند.

جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس و میانگین مربعات برخی متغیرهای اندازه‌گیری شده در مزارع مختلف چغندرقند (۱۳۸۲)

منابع خطا	درجه آزادی	عملکرد ریشه	عملکرد قند خالص	درصد قند	راندمان استحصال
مزرعه	۲	۱۲۱۶ *	۳۸/۹۴ **	۴۳/۶۱ *	۲۷۲ ns
اشتباه ۱	۶	۱۶۵ ns	۱/۲۹ ns	۳/۲۳ ns	۷۶ ns
تیمار کودی	۵	۱۱ ns	۰/۱۶ ns	۰/۲۱ ns	۲۳ ns
تیمار کودی× مزرعه	۱۰	۶۵ ns	۱/۰۲ ns	۰/۲۶ ns	۱۹ ns
اشتباه ۲	۳۰	۶۰ ns	۱/۲۲ ns	۰/۳۷ ns	۱۹ ns
کل	۵۳	۱۱۲	۲/۵۱	۲/۱	۳۵
ضریب تغییرات		۱۶/۳	۱۷/۶	۳/۹	۵/۲

ns، ** و * به ترتیب نمایانگر غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

عملکردریشه

نتایج نشان داد که در مزرعه آستان قدس (مزرعه شماره یک) استفاده‌از اوره فرمالدئید در دو سطح ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد کود توصیه شده موجب بهبود عملکردریشه در مقایسه با همان سطوح اوره گردید. نتایج منطقه چناران (مزرعه شماره دو) نیز نشان داد که حداکثر عملکردریشه به میزان ۶۱/۶۲۷ تن در هکتار از کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره فرمالدئید به‌دست آمد که عملکرد آن حدود هفت تن در هکتار بیش از شاهد (۱۰۰٪ اوره) بود. در این منطقه نیز کاربرد دو سطح ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیتروژن مورد نیاز براساس آزمون خاک از منبع اوره فرمالدئید در مقایسه با همین تیمارها از منبع اوره عملکردریشه بیشتری تولید نمود. برعکس دو مزرعه فوق، نتایج به‌دست آمده

از مزرعه مستقر در جاده سرخس (مزرعه شماره سه) نشان داد که در این منطقه کاربرد دو سطح ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیتروژن موردنیاز براساس آزمون خاک از منبع اوره در مقایسه با همین تیمارها از منبع اوره فرمالدئید عملکردریشه بیشتری تولید نمودند. در مجموع سه مزرعه سطوح ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیتروژن موردنیاز براساس آزمون خاک از منبع اوره فرمالدئید در مقایسه با همین تیمارها از منبع اوره عملکردریشه بیشتری تولید نمودند. بالاترین میانگین عملکردریشه در سه منطقه به میزان ۴۸/۸۴ تن در هکتار از اعمال تیمار ششم یعنی کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره فرمالدئید به‌دست آمد که نسبت به شاهد حدود ۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داشت.

جدول ۴ تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکردریشه چغندرقند (تن در هکتار)

تیمارها	مزرعه ۱	مزرعه ۲	مزرعه ۳	میانگین سه مزرعه
مصرف اوره برابر ۱۰۰درصد آزمون خاک	۳۶/۱۷۰	۵۴/۵۰۰	۵۱/۵۴۳	۴۷/۴۰۴
مصرف اوره برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	۴۴/۹۲۰	۵۳/۸۳۳	۴۶/۴۶۰	۴۸/۴۰۴
مصرف اوره برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	۳۴/۵۴۳	۵۳/۹۱۷	۵۳/۵۸۶	۴۷/۳۴۸
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	۳۷/۵۸۳	۵۸/۰۸۳	۴۷/۰۴۷	۴۷/۵۷۱
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	۳۷/۵۸۳	۴۷/۰۰۰	۵۰/۳۳۳	۴۵/۶۴۰
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	۳۸/۹۶۰	۶۱/۶۲۷	۴۵/۹۲۰	۴۸/۸۳۶
میانگین تیمارهای اوره	۳۸/۵۴۰	۵۴/۰۸۳	۵۰/۵۳۰	۴۷/۷۱۹
میانگین تیمارهای اوره فرمالدئید	۳۸/۰۴۰	۵۲/۲۳۷	۴۷/۷۶۷	۴۷/۳۴۹
نسبت درصد اوره فرمالدئید به اوره	۹۹	۹۵	۹۵	۹۹

درصدقند

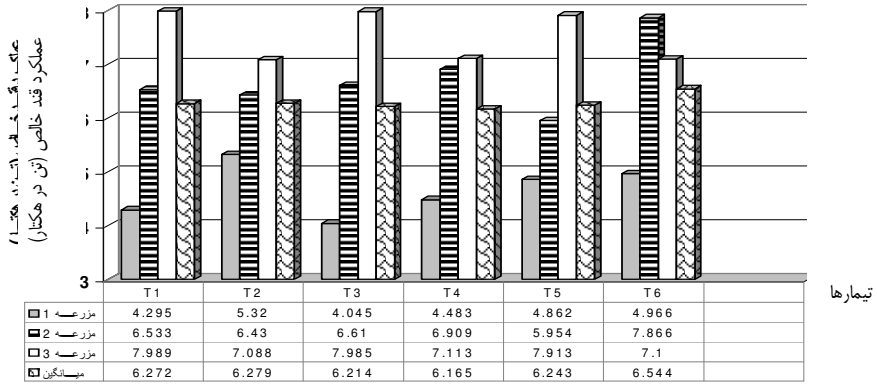
براساس داده‌های به‌دست آمده از هر سه مزرعه، بین تیمارهای مختلف، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما مقایسه میانگین درصدقند حاصل‌از کاربرد تیمارهای اوره فرم با میانگین درصدقند حاصل‌از کاربرد تیمارهای اوره حاکی از برتری کاربرد اوره فرمالدئید بود (جدول ۵).

جدول ۵ تأثیر تیمارهای کودی بر درصدقند در مزارع مختلف (درصد)

تیمارها	مزرعه ۱	مزرعه ۲	مزرعه ۳	میانگین سه مزرعه
مصرف اوره برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	۱۴/۴۷	۱۴/۷۵	۱۷/۰۸	۱۵/۶۷
مصرف اوره برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	۱۴/۶۳	۱۴/۶۸	۱۷/۴۲	۱۵/۵۸
مصرف اوره برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	۱۴/۴۲	۱۵/۱۳	۱۷/۲۳	۱۵/۵۹
مصرف اوره فرم آلدئید برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	۱۴/۴۰	۱۴/۵۵	۱۷/۳۵	۱۵/۴۳
مصرف اوره فرم آلدئید برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	۱۴/۵۷	۱۵/۵۷	۱۷/۳۳	۱۵/۸۲
مصرف اوره فرم آلدئید برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	۱۴/۰۸	۱۴/۸۸	۱۷/۵۲	۱۵/۸۳
میانگین تیمارهای اوره	۱۴/۵۱	۱۴/۸۵	۱۷/۲۴	۱۵/۶۱
میانگین تیمارهای اوره فرمالدئید	۱۴/۳۵	۱۵/۰۰	۱۷/۴۰	۱۵/۶۹
نسبت درصد اوره فرمالدئید به اوره	۹۹	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱

عملکرد قند خالص

براساس نتایج به‌دست آمده کاربرد کودهای مذکور بر اختلاف عملکرد قندخالص در مزرعه اثر معنی‌داری نداشت. در مزرعه آستان قدس بالاترین عملکرد قند از تیمار اوره به میزان ۷۵درصد آزمون خاک برابر۵/۳۲۰ تن در هکتار به‌دست آمد که نسبت به شاهد بیش از یک تن در هکتار افزایش عملکرد داشت. در این مزرعه استفاده از اوره فرمالدئید در مقایسه با اوره برتر بود. در منطقه چناران نیز حداکثر عملکرد قندخالص به میزان ۷/۸۶۶ تن در هکتار از کاربرد ۶۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره فرمالدئید به دست آمد که عملکرد ریشه آن حدود ۱/۳ تن در هکتار بیش‌از شاهد بود. در منطقه سرخس تیمارهای اوره در مجموع بهتر از اوره فرمالدئید بودند. حداکثر عملکرد قندخالص این مزرعه به میزان ۷/۹۸۹ تن در هکتار از کاربرد ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌دست آمد. شکل ۱ اثر کاربرد مقادیر مختلف اوره و اوره فرمالدئید را بر عملکرد قندخالص در مزارع مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل ۱تأثیر کاربرد مقادیر مختلف اوره و اوره فرمالدئید بر عملکرد قندخالص چغندرقند (تن در هکتار)

راندمان استحصال

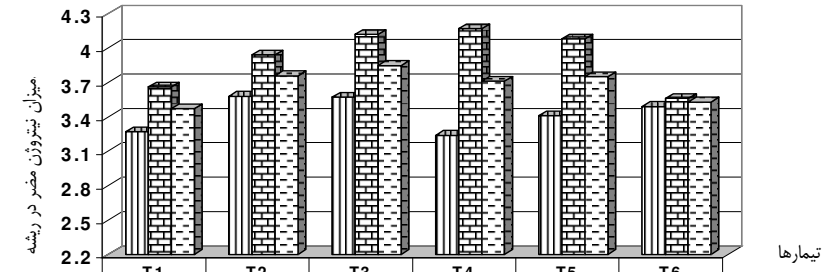
براساس نتایج به‌دست آمده اثر معنی‌داری از کاربرد کودهای مذکور بر راندمان استحصال در هیچ‌یک از مزارع مورد مطالعه به‌دست نیامد هر چند که در هر سه مزرعه استفاده از برخی تیمارهای اوره فرمالدئید تأثیر بیشتری بر راندمان استحصال داشت. مقایسه میانگین راندمان استحصال حاصل‌از کاربرد تیمارهای اوره و تیمارهای اوره فرمالدئید حاکی از برتری کاربرد اوره فرمالدئید بود.

جدول ۶ تأثیر تیمارهای کودی بر راندمان استحصال چغندرقند در مزارع مختلف (درصد)

تیمارها	مزرعه ۱	مزرعه ۲	مزرعه ۳	میانگین سه مزرعه
مصرف اوره برابر ۱۰۰درصد آزمون خاک	۸۴/۳	۸۱/۸	۸۷/۸	۸۴/۶۳
مصرف اوره برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	۸۲/۹	۸۱/۳	۸۷/۱	۸۳/۷۵
مصرف اوره برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	۸۲/۹	۸۱/۵	۸۶/۷	۸۳/۷۰
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	۸۳/۴	۸۰/۹	۸۷/۶	۸۰/۶۳
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	۸۴/۰	۸۱/۶	۸۸/۳	۸۴/۶۵
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	۸۴/۸	۸۱/۹	۸۸/۱	۸۴/۸۹
میانگین تیمارهای اوره	۸۳/۱	۸۱/۵	۸۷/۳	۸۴/۰
میانگین تیمارهای اوره فرمالدئید	۸۴/۴	۸۱/۵	۸۸/۰	۸۴/۶

میزان نیتروژن ریشه‌ها

میزان نیتروژن ریشه‌ها در زمان برداشت می‌تواند از یک طرف بیان‌گر وضعیت تغذیه‌ای نیتروژن بوته‌ها در زمان داشت و از طرف دیگر بیان‌گر میزان نیتروژن مضره ریشه‌ها باشد به‌همین دلیل در دو مزرعه از سه مزرعه، غلظت نیتروژن در ریشه‌ها اندازه‌گیری شد. براساس داده‌های به‌دست آمده اثر معنی‌داری از کاربرد کودهای مذکور بر میزان نیتروژن ریشه‌ها به‌دست نیامد. در عین حال، بالاترین غلظت نیتروژن ریشه‌ها در مزرعه آستان قدس به میزان ۳/۵۸ میلی‌اکی‌والان در صد گرم ریشه از اعمال تیمار اوره به میزان ۷۵ درصد آزمون خاک و در منطقه چناران به میزان ۴/۱۷ میلی‌اکی‌والان در صد گرم ریشه از کاربرد ۵۲۵ کیلوگرم در هکتار اوره فرمالدئید به‌دست آمد (شکل ۲).



	T1	T2	T3	T4	T5	T6
مزرعه 1	3.27	3.58	3.57	3.24	3.41	3.49
مزرعه 2	3.66	3.94	4.12	4.17	4.08	3.56
mean	3.47	3.76	3.85	3.71	3.75	3.53

شکل ۲ تأثیر تیمارهای مختلف بر مقدار نیتروژن مضر ریشه‌های چغندرقند (میلی‌اکی‌والان گرم در یک صد گرم وزن‌تر ریشه)

مقادیر نیتروژن خاک

بـه‌منظـور بررسـی پایـداری کـود و اثـرات باقی‌مانده آن، میزان یـون‌هـای نیتـرات و آمونیـوم در خاک در تیمارهای مختلف، در چهار مرحله از دوره رشد گیاه اندازه‌گیری شد. در آزمایش فوق کوداوره فرمالدئید تنها در یک نوبت (قبل ازکاشـت) و اوره در سـه نوبـت مصرف شده بود. با وجود این به نظر می‌رسد که مقـدار نیتروژن خاک اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلـف و در تاریخ‌های متفاوت تقریباً برابر بود. این موضوع نشان می‌دهد که اوره فرمالدئید توانسته است نیتروژن خود را به‌تدریج و در طول دوره رشد گیاه آزاد نماید و نیازی به مصرف نیتروژن بـه‌صـورت سـرک نبـوده اسـت. ایـن موضوع در گیاهی مانند چغندرقنـد کـه اولا دوره رشـد نسبتا طولانی دارد و ثانیاً بـرگ‌هـای پهـن آن مـستعد برگ سوزی است اهمیت زیادی دارد. علاوه‌بـر ایـن‌هـا می‌توان مـشکلات ناشـی‌از کـاربرد سـرک نیتـروژن و هزینه‌های مربوط به آن را اضافه نمود (جداول ۷ تا ۹). شوجی و همکاران (2001) نیز قبلاً چنـین نتـایجی را گزارش کرده‌اند.

جدول ۷ تأثیر تیمارها بر میزان نیترات و آمونیوم خاک مزرعه آستان قدس در مراحل مختلف رشد چغندرقند (میکروگرم بر گرم)

تاریخ نمونه برداری	۸۲/۵/۴		۸۲/۶/۱۶		۸۲/۷/۲۱		۸۲/۹/۲۴	
تیمارها	NH_4	NO_3	NH_4	NO_3	NH_4	NO_3	NH_4	NO_3
مصرف اوره برابر ۱۰۰درصد آزمون خاک	۵/۶	۵/۹	۵/۳	۸۹/۶	۵/۶	۱۳/۴	۵/۶	۳۰/۲
مصرف اوره برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	۳/۹	۵/۶	۲/۸	۳۶/۴	۱۰/۰	۷۶/۱	۵/۳	۳۲/۸
مصرف اوره برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	۵/۰	۵/۹	۷/۰	۷۷/۰	۵/۶	۳۱/۱	۴/۲	۴۵/۴
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	۳/۶	۵/۰	۳/۰	۸۹/۸	۶/۴	۵۳/۵	۵/۶	۳۰/۵
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	۵/۰	۵/۶	۴/۸	۱۴۷/۵	۷/۰	۶۸/۳	۵/۶	۲۸/۳
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	۵/۳	۵/۳	۴/۵	۱۱۶/۶	۴/۲	۸۰/۰	۵/۶	۴۰/۹
میانگین تیمارهای اوره	۴/۸	۵/۸	۵/۰	۶۷/۷	۷/۱	۴۰/۲	۵/۰	۳۶/۱
میانگین تیمارهای اوره فرمالدئید	۴/۶	۵/۳	۴/۱	۱۱۸/۰	۵/۹	۷۲/۳	۵/۶	۳۲/۳

جدول ۸ تأثیر اعمال تیمارها بر میزان نیترات و آمونیوم خاک مزرعه منطقه چناران در مراحل مختلف رشد چغندرقند (میکروگرم بر گرم)

تاریخ نمونه برداری	۸۲/۵/۳۰		۸۲/۷/۳		۸۲/۷/۳۰		۸۲/۹/۲۶	
تیمارها	NH_4	NO_3	NH_4	NO_3	NH_4	NO_3	NH_4	NO_3
مصرف اوره برابر ۱۰۰درصد آزمون خاک	۳/۴	۱۹/۶	۴/۵	۸۲/۶	۱۱/۸	۱۴۱/۴	۵/۹	۸۵/۴
مصرف اوره برابر ۷۵درصد آزمون خاک	۹/۲	۶۴/۹	۶/۴	۱۱۰/۶	۷/۸	۱۱۲/۵	۸/۴	۶۳/۶
مصرف اوره برابر ۱۲۵درصد آزمون خاک	۱۴/۰	۵۱/۵	۷/۰	۵۸/۲	۹/۵	۱۵۱/۷	۶/۷	۴۰/۶
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۰۰درصد آزمون خاک	۴/۸	۷۲/۸	۵/۹	۲۸/۰	۹/۰	۱۹۶/۰	۶/۴	۶۱/۹
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۷۵درصد آزمون خاک	۳/۶	۱۳۸/۴	۵/۶	۱۱۴/۸	۳/۶	۲۱۵/۶	۶/۴	۵۲/۱
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۲۵درصد آزمون خاک	۳/۴	۲۵/۵	۴/۵	۶۴/۹	۶/۲	۱۶۲/۱	۶/۷	۱۶۹/۱
میانگین تیمارهای اوره	۸/۹	۴۵/۳	۶/۰	۸۳/۸	۹/۷	۱۳۵/۲	۷/۰	۶۳/۲
میانگین تیمارهای اوره فرمالدئید	۳/۹	۸۷/۴	۵/۳	۶۹/۲	۶/۳	۱۹۱/۱	۶/۵	۹۴/۳

جدول ۹ تأثیر اعمال تیمارها بر میزان نیترات و آمونیوم خاک مزرعه جاده سرخس در مراحل مختلف رشد چغندرقند (میکروگرم بر گرم)

تاریخ نمونه برداری	۸۲/۶/۴		۸۲/۷/۱		۸۲/۷/۲۷		۸۲/۹/۲۴	
تیمارها	NH_4	NO_3	NH_4	NO_3	NH_4	NO_3	NH_4	NO_3
مصرف اوره برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	۸/۷	۳۷/۵	۷/۳	۴۸/۴	۳/۴	۱۹/۰	۶/۲	۱۷/۴
مصرف اوره برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	۸/۱	۴۳/۱	۷/۳	۴۴/۵	۴/۲	۲۲/۴	۷/۰	۲۹/۷
مصرف اوره برابر ۱۲۵درصد آزمون خاک	۱۰/۶	۶۷/۵	۶/۰	۲۳/۵	۴/۰	۲۸/۳	۶/۲	۲۵/۵
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	۸/۴	۴۹/۳	۴/۸	۶۲/۱	۳/۶	۵۲/۱	۶/۲	۲۵/۱
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	۱۰/۹	۵۸/۸	۶/۴	۲۳/۵	۲/۲	۱۱/۵	۶/۴	۸/۴
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	۴۱/۴	۴۱/۱	۶/۲	۲۴/۹	۴/۵	۲۸/۰	۱۷/۱	۲۵/۶
میانگین تیمارهای اوره	۹/۱	۴۹/۴	۶/۹	۳۸/۸	۳/۹	۲۳/۲	۶/۵	۲۴/۲
میانگین تیمارهای اوره فرمالدئید	۲۰/۲	۴۹/۸	۵/۸	۳۶/۸	۳/۴	۳۰/۵	۹/۹	۱۹/۷

میزان نیترات برگ‌ها

به‌منظور بررسی وضعیت جذب نیترات توسط گیاه، نمونه‌هایی در چند مرحله از رشد گیاه برداشت و میزان نیترات آن‌ها اندازه‌گیری شد (جدول ۱۰). داده‌ها نشان دادند که در مزرعه آستان قدس، به‌جز اولین نوبت نمونه‌برداری، با گذشت زمان میانگین میزان نیترات گیاهی کاهش می‌یابد روند کاهش در مورد تیمارهای اوره در مقایسه با تیمارهای اوره فرم شدیدتر بود. در دو منطقه دیگر نیز میزان نیترات گیاهی حتی تا آخر دوره رشد حفظ شده است. این یافته نشان می‌دهد که اوره فرمالدئید قادر بوده است که نیتروژن خود را به تدریج و در طول دوره رشد گیاه آزاد و در اختیار گیاه قرار دهد.

جدول ۱۰ تأثیر اعمال تیمارهای مختلف کودی بر میزان نیترات برگ چغندرقندها در مراحل مختلف رشد (میکروگرم بر گرم)

	مزرعه آستان قدس رضوی				مزرعه چناران		مزرعه سرخس	
تیمارها	۵/۴	۶/۱۸	۷/۲۱	/۹/۲۴	//۳۰	۷/۳	۶/۴	/۷/۱
مصرف اوره برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	۱۱۵۰	۳۵۰۰	۱۳۵۰	۷۰۰	۳۱۵۰	۶۵۰	۵۰۰	۸۰۰
مصرف اوره برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	۹۰۰	۴۲۵۰	۱۱۰۰	۶۵۰	۴۹۵۰	۱۲۵۰	۵۵۰	۸۵۰
مصرف اوره برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	۱۴۰۰	۳۰۰۰	۱۱۰۰	۷۰۰	۳۷۵۰	۱۱۰۰	۴۰۰	۷۵۰
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	۹۵۰	۳۹۰۰	۲۲۵۰	۱۱۰۰	۲۸۰۰	۱۲۵۰	۴۵۰	۴۵۰
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	۸۵۰	۵۳۵۰	۱۷۵۰	۱۱۰۰	۳۷۵۰	۲۱۰۰	۵۰۰	۸۰۰
مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	۱۰۰۰	۵۴۰۰	۲۴۰۰	۱۲۵۰	۳۴۰۰	۲۰۰۰	۴۵۰	۸۵۰
میانگین تیمارهای اوره	۱۱۵۰	۳۵۸۳	۱۱۸۳	۶۸۳	۳۹۵۰	۱۰۰۰	۴۸۳	۸۰۰
میانگین تیمارهای اوره فرمالدئید	۹۳۳	۴۸۸۳	۲۱۳۳	۱۱۵۰	۳۳۱۷	۱۷۸۳	۴۶۷	۷۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده نشان داد که در مجموع کاربرد اوره فرمالدئید به عنوان یک کود نیتروژنه کندرها ضمن حفظ عملکرد در سطح شاهد، توانست عیار قند را جزئی بالا ببرد و در نهایت موجب افزایش بطئی تولید شکر گردد. به طوری که این افزایش‌ها از

لحاظ آماری معنی‌دار نبود و برای حصول نتایج قطعی نیاز به انجام آزمایش‌های تکمیلی می‌باشد. چنین نتایجی قبلاً توسط مهدوی (1976) و خادمی (1996) گزارش شده است. محققین فوق با بررسی و مقایسه دو کود اوره و اوره با پوشش گوگرد دریافتند که هر چند اوره با پوشش گوگرد تأثیر بیشتری نسبت به اوره داشت اما این برتری از نظر آماری معنی‌دار نبود. مارتین و همکاران (2001) نیز با انجام تحقیقی بر روی سیب‌زمینی دریافتند که از لحاظ عملکرد تفاوت معنی‌داری بین کود محلول اوره و کود کندرهای اوره فرمالدئید وجود ندارد. اما شاویو (2001) عنوان داشت که کاربرد کودهای کندرها در مقایسه با کودهای محلول عملکرد وش پنبه را افزایش و میزان جذب فسفر و نیتروژن و پتاسیم بهبود می‌دهد. براساس نتایج به‌دست آمده از سه مزرعه، میزان نیترات گیاهی در تیمارهای اوره فرمالدئید، به‌خصوص در زمان برداشت، به مراتب بیش از تیمارهای مشابه اوره بود. نتایج این یافته نشان می‌دهد که اوره فرمالدئید قادر است که نیتروژن خود را به‌تدریج و در طول دوره رشد گیاه آزاد و در اختیار گیاه قرار دهد. نتایج به‌دست آمده از تجزیه خاک تیمارهای مختلف در مراحل مختلف رشد و در مناطق مختلف نشان داد که کاربرد اوره فرمالدئید در مقایسه با اوره، غلظت نیترات خاک‌ها را افزایش داده است. بنابراین به‌نظر می‌رسد که کاربرد اوره فرمالدئید می‌تواند نیتروژن موردنیاز گیاه را حتی در مراحل آخر رشد تأمین نماید. به عبارت دیگر روند آزاد شدن نیتروژن از اوره فرمالدئید به گونه‌ای است که نیازهای گیاه را تأمین می‌کند. این موضوع قبلاً توسط مارتین و همکاران (2001) گزارش شده است. این محققین دریافتند که میزان آبشوئی نیترات از کودهای کندرها بسیار کمتر از کودهای محلول است (۳۰٪) و نیترات این کودها عمدتاً در خاک تجمع می‌یابد. این موضوع انجام تحقیقات بیشتری را در این زمینه تأکید می‌کند. با توجه به این که از سه نقطه مورد مطالعه، در دو نقطه افزایش عملکرد شکر سفید ناشی‌از کاربرد اوره فرمالدئید به میزان بیش از یک تن در هکتار مشاهده شد و تنها در نقطه سوم، که احتمالاً به‌خاطر سنگین بودن بافت است، عملکرد شکرخالص شاهد بالاتر از تیمار فوق بود، بنابراین، این امر سبب تعدیل نتایج گردید. از طرف دیگر در این تحقیق محاسبات اقتصادی انجام نشد اگر هزینه‌های دادن کود سرک و خسارات ناشی از برگ سوزی در محاسبات منظور گردد می‌توان به درک بهتری از مقایسه این دو کود داشت. این امر لزوم بررسی بیشتر بر روی کاربرد اوره فرمالدئید در چغندرقند را به‌خصوص از دیدگاه اقتصادی تأکید می‌کند. به‌طور کلی بنظر می‌رسد که در صورت لزوم می‌توان در مزارع چغندرکاری مشابه با این مزارع، از اوره فرمالدئید به جای اوره استفاده نمود ولی برای حصول نتیجه‌گیری قطعی نیاز به انجام آزمایش‌های بیشتر می‌باشد.

References: منابع مورد استفاده:

Ali Ehyaee M, Behbahani zadeh AA. Description of Soil Chemical Analysis Methods. Technical publication No. 1024, Vol. 2. 1993. Soil and Water Research Institute. Tehran (in Persian)

Carter MF, Vlek PLG, Touchton JT. Agronomic evaluation of new ureaforms for flooded rice. Soil Sci. Soc. of Am. J. 1986. 50: 3, 1055 -1060.

Dryashnas A. Determination of the DRIS Norms in winter sugar beet (Safi-Abad Dezful). 1996. Project Final Report No. 76/396 of Safi Abad Agriculture Research Center, Dezful. (in Persian, abstract in English)

Emami A. Methods of Plant Analysis. Technical Publication No. 182. 1996. Soil and Water Research Institute, Tehran (In Persian)

Farshad A. Effect of different nitrogen sources, amounts and application time on sugar beet production in Zarghan. 1986. Project Final Report. Soil and Water Research Institute, Tehran. (in Persian)

Firoz Mahdavi A. Comparison of the effects of consumption methods of urea and SCU for sugar beet cualtivation. Technical publication No. 483, 1976. Soil and Water Research Institute, Tehran. (in Persian)

Gattanach A, Faning C. Fertilizer Sugar beet. North Dokota State University. 1993. NDSU Extension Service, Available on the http://www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/soilfert/sf714w.htm

Hanafi MM, El-Taib SM, Ahmad MB, Omar SR. Evaluation of controlled-release compound fertilizers in soil. Communi. in Soil Sci. and Plant Anal. 2002. 33: 7/8. 1139-1156.

Khademi Z. Comparision the effects of urea and sulfur coated urea in sugar beet in Khuzestan. 1996. Project Final Report. Soil and Water Research Institute, Tehran. (in Persian, abstract in English)

Khalaj MA, Myrnya SKh. Effect of rice variety on increasing nitrogen use efficiency and reducing environmental pollution. Proceeding of The 7th Iranian Soil Science Congress.

26– 29 August 2001. Shahrekord University– College of Agriculture. Islamic Republic of Iran. (in Persian)

Klarstaqy K. Sugar Beet Nutrition. Technical publication No. 644 (translated). 1984. Soil and Water Research Institute, Tehran. (in Persian)

Klarstaqy K. Determination of sugar beet nitrogen and phosphorus fertilizers needs by EUF method in Khorasan. 1992. Project Final Report. Soil and Water Research Institute, Tehran. (in Persian, abstract in English)

Klarstaqy K. Optimum fertilizer usage in sugar beet in Khorasan. 1995. Project Final Report. Soil and Water Research Institute, Tehran. (in Persian, abstract in English)

Malakouti MJ, Ghaibi MN. Determination the critical level of nutrients in soil, plant and fruit in order to increase yield, fruit quality and quantity of the country's strategic products. Agricultural Education Publishing. 2000. Karaj. (in Persian)

Malakouti MJ, Nafisi M. Fertilization of dryland and irrigated soil (translation), Tarbiat Modarres University Publication, 1994. Tehran. (in Persian)

Malakouti MJ, Nafisi N, Motesharrezadeh B. National effort for production of fertilizers as a step toward self-sufficiency and sustainable agriculture. Agricultural Education Publishing. 2000. Karaj. (in Persian)

Martin RJ, Craighead MD, Williams PH, Tregurtha CS. Effect of fertilizer rate and type on the yield and nitrogen balance of a Pukekohe potato crop. Agronomy New Zealand. 2001. Vol. 31, pp. 71-80, available on http://www.cabsubsets. org/cabsbin/bw.

Power JF. Use of slow-release N fertilizer on native mited prairie. Agron. J. 1979. 71: 446-449.

Shaviv A. Advances in controlled-release fertilizers. Advances in Agronomy. 2001. 71: pp.1-49.

Shoji S, Delgado J, Mosier A, Miura Y. Use of controlled release fertilizers and nitrification inhibitors to increase nitrogen use efficiency and to conserve air and water quality. Commun. in Soil Sci. and Plant Anal. 2001. 32: 7/8, 1051-1070.

Tataro E. The results of chemical fertilizer on sugar beet, wheat, cotton and melon in Mashhad. Technical Publication No. 356. 1973. Soil and Water Research Institute, Tehran. (in Persian)