

عکس‌العمل چغندر قند به کاربرد کودهای نیتروژنه کندرها Sugar beet response to the application of slow-release nitrogen fertilizers

عبدالحسین ضیائیانی^{۱*}، محمود نیرومندجهرمی^۲ و حمید نوشاد^۳

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

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

چکیده

تصور بر این است که با استفاده از 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 استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، اثرات شش تیمار کودی شامل سه سطح ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیتروژن مورد نیاز محاسبه شده براساس آزمون خاک، از دو منبع اوره و اوره فرمالدئید، مقایسه شد. قبل از 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. علاوه بر 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) عملکرد ریشه و شکر سفید را به ترتیب حدود ۱۵۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بهبود داد. میانگین عملکرد ریشه 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، چغندر قند، کودهای نیتروژنه کندرها، نیتروژن آمونیومی، نیتروژن نیتراتی

* - نویسنده مسئول ziaaian@yahoo.com

۱- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس - شیراز

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

۳- مربی مؤسسه تحقیقات چغندر قند - کرج

مقدمه

تلاش‌های فراوانی به منظور 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 غذایی توسط گیاهان سه مزیت اصلی برای کودهای کندرها عنوان شده است:

- کاهش تلفات عناصر غذایی از طریق شستشو،
- کاهش واکنش‌های شیمیایی 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 ناشی از شوری حاصل از مصرف بیش از 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 غذایی 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 آبشویی جذب نمایند. از طرف دیگر این کودها نیاز به تقسیط کمتری دارند و سوختگی ناشی از مصرف این کودها حتی در مقادیر بالا جدی نیست (هرچند توصیه به

در مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر ایران، بعد از آب، نیتروژن گلوگاه رشد گیاهان است. نیاز گیاهان به این عنصر عمدتاً توسط کودهای شیمیایی برطرف می‌گردد. چغندر قند 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 چغندر قند بسیار مهم می‌باشد زیرا این گیاه اولاً 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 چغندر قند در کشور انجام شده است (Tataro 1973; Klarstaqy 1984; Farshad 1986; Klarstaqy 1996; Dryashnas 1992). تحقیقات انجام شده عمدتاً بر روی اوره یا دیگر کودهای با حلالیت بالا بوده است. پویائی نیتروژن و حلالیت بالای اوره از جمله 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. علاوه بر 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 به دلیل حلالیت زیاد، کارایی آن پائین است.

همکاران (Martin et al. 2000)، شایو (Shaviv 2001) و شوچی و همکاران (Shoji et al. 2001) از جمله محققینی هستند که در زمینه کودهای نیتروژنه کندها 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 ناشی از کاربرد کودهای نیتروژنه در سیب‌زمینی را بررسی نمودند. آن‌ها در این تحقیق اثرات سه روش محلولپاشی، استفاده از کودهای کندها 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 آبشویی نترات از کودهای کندها بسیار کمتر از (۳۰٪) مقدار مشابه مصرفی از کودهای محلول بود و نترات این کودها عمدتاً در خاک تجمع یافته بود. شوچی و همکاران (2001) ضمن تحقیقی اثرات اوره و کودهای نیتروژنه کندها را در آزمایش‌های گلدانی بر روی سه گیاه شلغم، کاهو و هویج بررسی نمودند و دریافتند که کاربرد کودهای نیتروژنه کندها 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. به عبارت دیگر هرچه دوره رشد طولانی‌تر شود کاربرد کودهای نیتروژنه کندها مؤثرتر خواهد بود. شایو (2001) اثرات کودهای کامل کندها را بر روی

مصرف معقول است). کودهای کندها ممکن است بسیار گران‌تر از کودهای محلول باشند اما منافع حاصل از آن‌ها به خصوص از لحاظ محیط زیست می‌تواند بر بالا بودن قیمت آن‌ها غلبه نماید. نیتروژن موجود در کودهای کندها به تدریج توسط موجودات ریز خاک آزاد می‌شوند و به همین دلیل فاکتورهای محیطی به خصوص 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 کندها در دنیا است. تحقیقات نسبتاً خوبی در رابطه با امکان استفاده از اوره با پوشش گوگرد در چغندر به عمل 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 کندها است که با عنوان تجارتي اوره فرم در بازار وجود دارد. این کود از ترکیب اوره با فرمالین به دست می‌آید و حاوی ۳۸ درصد نیتروژن است. ۷۰ درصد نیتروژن آن غیر محلول 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 کندها صورت گرفته است. پاور (Power 1979)، کارتر و همکاران (Carter et al. 1986)، مارتین و

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	۲۰۰	۱	۵۲۵
	فرمالدئید			
T5	اوره	۱۵۰	۱	۴۰۰
	فرمالدئید			
T6	اوره	۲۵۰	۱	۶۵۰
	فرمالدئید			

*- شاهد آزمایش

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. آن‌ها 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 ناشی از مصرف سرک آن را کاهش داد. در نتیجه تصور بر این است که با استفاده از کودهای نیتروژنه کندرها از طریق محدود کردن 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 کم کردن تعداد تقسیط و به تبع آن کاهش هزینه‌های تولید و بالا بردن راندمان جذب نیتروژن در چغندر قند با استفاده از کودهای کندرها انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه عکس‌العمل چغندر قند به کاربرد کود نیتروژنه کندرهای اوره فرمالدئید و مقایسه آن با کود اوره محلول، در سال ۱۳۸۲، تحقیقی در سه مزرعه از مزارع چغندرکاری استان خراسان، به‌عنوان مناطق

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 احيایی و بهبهانی‌زاده (Ehyae and Behbahanzadeh 1993) تهیه شده است، بافت

به‌روش هیدرومتر، pH به‌وسیله الکتروود شیشه‌ای در عصاره گل‌اشباع، هدایت الکتریکی با دستگاه الکتروکاندکتومتر، کربنات کلسیم از روش تیتراسیون و کربن‌آلی به‌روش دی‌کرومات پتاسیم، نیتروژن به‌روش کج‌دال، فسفر قابل جذب به‌روش اولسن، پتاسیم قابل جذب با روش استات‌آمونیم 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. کود اوره در سه نوبت (قبل از کشت، وجین اول و وجین دوم) و کود اوره فرمالدئید تنها در یک نوبت (قبل از کشت) مصرف گردید. علاوه بر 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 قبل از 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 چنדרقند) بود. هر کرت شامل چهار خط به عرض ۵۰ سانتی‌متر و طول ۱۵ متر به مساحت ۳۰ 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 استفاده از 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.

جدول ۲ میانگین نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی برخی خصوصیات خاک مزارع مورد آزمایش (۱۳۸۲)

منطقه	هدایت الکتریکی		اسیدیته	مواد خنثی‌شونده		کربن‌الی	فسفر	پتاسیم	مس	منگنز	آهن	روی	بافت
	(دسی‌زیمنس بر متر)	(درصد)											
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

افزون بر این، اثر متقابل معنی‌داری بین تیمارهای

براساس نتایج تجزیه واریانس، تیمارهای

کودی با مناطق مشاهده نشد گرچه مزارع از نظر

کودی تأثیر معنی‌داری بر متغیرهای مورد مطالعه

عملکرد ریشه، قند و درصد قند اختلاف معنی‌داری نشان

نداشتند. در سه منطقه مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری

دادند.

بین مصرف اوره و اوره فرمالدئید مشاهده نگردید.

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

منابع خطا	درجه آزادی	عملکرد ریشه	عملکرد قند خالص	درصد قند	راندمان استحصال
مزرعه	۲	۱۲۱۶ *	۳۸/۹۴ **	۴۳/۶۱ *	۲۷۷ ^{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

عملکرد ریشه

کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره

نتایج نشان داد که در مزرعه آستان قدس

فرمالدئید به دست آمد که عملکرد آن حدود هفت تن در

(مزرعه شماره یک) استفاده از اوره فرمالدئید در دو

هکتار بیش از شاهد (۱۰۰٪ اوره) بود. در این منطقه نیز

سطح ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد کود توصیه شده موجب بهبود

کاربرد دو سطح ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیتروژن مورد نیاز

عملکرد ریشه در مقایسه با همان سطوح اوره گردید.

براساس آزمون خاک از منبع اوره فرمالدئید در مقایسه

نتایج منطقه چناران (مزرعه شماره دو) نیز نشان داد که

با همین تیمارها از منبع اوره عملکرد ریشه بیشتری

حداکثر عملکرد ریشه به میزان ۶۱/۶۲۷ تن در هکتار از

تولید نمود. برعکس دو مزرعه فوق، نتایج به دست آمده

مقایسه با همین تیمارها از منبع اوره عملکردیسه بیشتری تولید نمودند. بالاترین میانگین عملکردیسه در سه منطقه به میزان ۴۸/۸۴ تن در هکتار از اعمال تیمار ششم یعنی کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره فرمالدئید به دست آمد که نسبت به شاهد حدود ۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داشت.

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 عملکردیسه بیشتری تولید نمودند. در مجموع سه مزرعه سطوح ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیتروژن موردنیاز براساس آزمون خاک از منبع اوره فرمالدئید در

جدول ۴ تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکردیسه چغندرقد (تن در هکتار)

تیمارها	مزرعه ۱	مزرعه ۲	مزرعه ۳	میانگین سه مزرعه
مصرف اوره برابر ۱۰۰ درصد 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

کاربرد تیمارهای اوره فرم با میانگین درصدقند حاصل از کاربرد تیمارهای اوره حاکی از برتری کاربرد اوره فرمالدئید بود (جدول ۵).

براساس داده‌های به دست آمده از هر سه مزرعه، بین تیمارهای مختلف، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما مقایسه میانگین درصدقند حاصل از

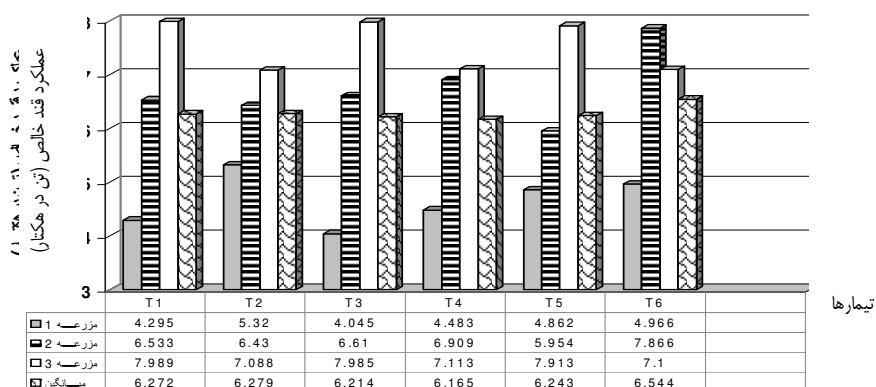
جدول ۵ تأثیر تیمارهای کودی بر درصد قند در مزارع مختلف (درصد)

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

بر اساس نتایج به دست آمده کاربردهای مذکور بر اختلاف عملکرد قند خالص در مزرعه اثر معنی داری نداشت. در مزرعه آستان قدس بالاترین عملکرد قند از تیمار اوره به میزان ۷۵ درصد آزمون خاک برابر ۵/۳۲۰ تن در هکتار به دست 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 قند خالص 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 بیش از شاهد بود. در منطقه سرخس تیمارهای اوره در مجموع بهتر از اوره فرمالدئید بودند. حداکثر عملکرد قند خالص این مزرعه به میزان ۷/۹۸۹ تن در هکتار از کاربرد ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به دست آمد. شکل ۱ اثر کاربرد مقادیر مختلف اوره و اوره فرمالدئید را بر عملکرد قند خالص در مزارع مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل ۱ تأثیر کاربرد مقادیر مختلف اوره و اوره فرمالدئید بر عملکرد قند خالص چغندر قند (تن در هکتار)

راندمان استحصال

فرمالدئید تأثیر بیشتری بر راندمان استحصال داشت. مقایسه میانگین راندمان استحصال حاصل از کاربرد تیمارهای اوره و تیمارهای اوره فرمالدئید حاکی از برتری کاربرد اوره فرمالدئید بود.

براساس نتایج به دست آمده اثر معنی داری از کاربرد کودهای مذکور بر راندمان استحصال در هیچ یک از مزارع مورد مطالعه به دست نیامد هر چند که در هر سه مزرعه استفاده از برخی تیمارهای اوره

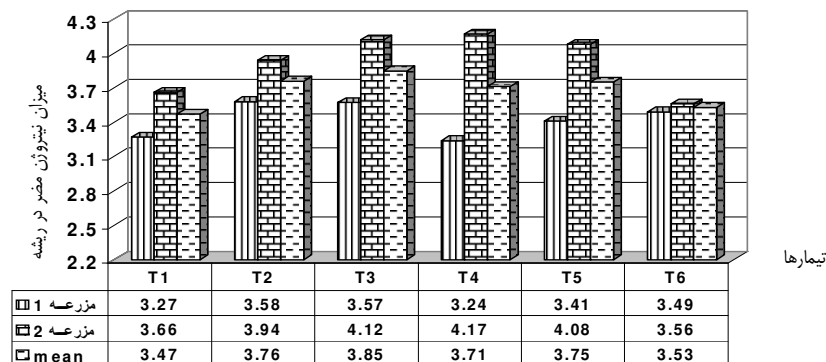
جدول ۶ تأثیر تیمارهای کودی بر راندمان استحصال چغندرقد در مزارع مختلف (درصد)

تیمارها	مزرعه ۱	مزرعه ۲	مزرعه ۳	میانگین سه مزرعه
مصرف اوره برابر ۱۰۰ درصد 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

به دست 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 به دست آمد (شکل ۲).

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 به همین دلیل در دو مزرعه از سه مزرعه، غلظت نیتروژن در ریشه‌ها اندازه‌گیری شد. براساس داده‌های به دست آمده اثر معنی داری از کاربرد کودهای مذکور بر میزان نیتروژن ریشه‌ها



شکل ۲ تأثیر تیمارهای مختلف بر مقدار نیتروژن مضره ریشه‌های چغندرقد (میلی‌اکی‌والان گرم در یک صد گرم وزن تر ریشه)

مقادیر نیتروژن خاک

به تدریج و در طول دوره رشد گیاه آزاد نماید و نیازی به مصرف نیتروژن به صورت سرک نبوده است. این موضوع در گیاهی مانند چغندرقد که اولاً دوره رشد نسبتاً طولانی دارد و ثانیاً برگ‌های پهن آن مستعد برگ سوزی است اهمیت زیادی دارد. علاوه بر این‌ها می‌توان مشکلات ناشی از کاربرد سرک نیتروژن و هزینه‌های مربوط به آن را اضافه نمود (جدول ۷ تا ۹). شجوی و همکاران (2001) نیز قبلاً چنین نتایجی را گزارش کرده‌اند.

به منظور بررسی پایداری کود و اثرات باقی‌مانده آن، میزان یون‌های نیترات و آمونیوم در خاک در تیمارهای مختلف، در چهار مرحله از دوره رشد گیاه اندازه‌گیری شد. در آزمایش فوق کوداوره فرمالدئید تنها در یک نوبت (قبل از کاشت) و اوره در سه نوبت مصرف شده بود. با وجود این به نظر می‌رسد که مقدار نیتروژن خاک اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف و در تاریخ‌های متفاوت تقریباً برابر بود. این موضوع نشان می‌دهد که اوره فرمالدئید توانسته است نیتروژن خود را

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

۸۲/۹/۲۴		۸۲/۷/۲۱		۸۲/۶/۱۶		۸۲/۵/۴		تاریخ نمونه برداری	تیمارها
NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄		
۳۰/۲	۵/۶	۱۳/۴	۵/۶	۸۹/۶	۵/۳	۵/۹	۵/۶	مصرف اوره برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	
۳۲/۸	۵/۳	۷۶/۱	۱۰/۰	۳۶/۴	۲/۸	۵/۶	۳/۹	مصرف اوره برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	
۴۵/۴	۴/۲	۳۱/۱	۵/۶	۷۷/۰	۷/۰	۵/۹	۵/۰	مصرف اوره برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	
۳۰/۵	۵/۶	۵۳/۵	۶/۴	۸۹/۸	۳/۰	۵/۰	۳/۶	مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	
۲۸/۳	۵/۶	۶۸/۳	۷/۰	۱۴۷/۵	۴/۸	۵/۶	۵/۰	مصرف اوره فرمالدئید برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	
۴۰/۹	۵/۶	۸۰/۰	۴/۲	۱۱۶/۶	۴/۵	۵/۳	۵/۳	مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	
۳۶/۱	۵/۰	۴۰/۲	۷/۱	۶۷/۷	۵/۰	۵/۸	۴/۸	میانگین تیمارهای اوره	
۳۲/۳	۵/۶	۷۲/۳	۵/۹	۱۱۸/۰	۴/۱	۵/۳	۴/۶	میانگین تیمارهای اوره فرمالدئید	

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

۸۲/۹/۲۶		۸۲/۷/۳۰		۸۲/۷/۲۳		۸۲/۵/۳۰		تاریخ نمونه برداری	تیمارها
NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄		
۸۵/۴	۵/۹	۱۴۱/۴	۱۱/۸	۸۲/۶	۴/۵	۱۹/۶	۳/۴	مصرف اوره برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	
۶۳/۶	۸/۴	۱۱۲/۵	۷/۸	۱۱۰/۶	۶/۴	۶۴/۹	۹/۲	مصرف اوره برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	
۴۰/۶	۶/۷	۱۵۱/۷	۹/۵	۵۸/۲	۷/۰	۵۱/۵	۱۴/۰	مصرف اوره برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	
۶۱/۹	۶/۴	۱۹۶/۰	۹/۰	۲۸/۰	۵/۹	۷۲/۸	۴/۸	مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	
۵۲/۱	۶/۴	۲۱۵/۶	۳/۶	۱۱۴/۸	۵/۶	۱۳۸/۴	۳/۶	مصرف اوره فرمالدئید برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	
۱۶۹/۱	۶/۷	۱۶۲/۱	۶/۲	۶۴/۹	۴/۵	۲۵/۵	۳/۴	مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	
۶۳/۲	۷/۰	۱۳۵/۲	۹/۷	۸۳/۸	۶/۰	۴۵/۳	۸/۹	میانگین تیمارهای اوره	
۹۴/۳	۶/۵	۱۹۱/۱	۶/۳	۶۹/۲	۵/۳	۸۷/۴	۳/۹	میانگین تیمارهای اوره فرمالدئید	

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

۸۲/۹/۲۴		۸۲/۷/۲۷		۸۲/۷/۱		۸۲/۶/۴		تاریخ نمونه برداری	تیمارها
NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄		
۱۷/۴	۶/۲	۱۹/۰	۳/۴	۴۸/۴	۷/۳	۳۷/۵	۸/۷	مصرف اوره برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	
۲۹/۷	۷/۰	۲۲/۴	۴/۲	۴۴/۵	۷/۳	۴۳/۱	۸/۱	مصرف اوره برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	
۲۵/۵	۶/۲	۲۸/۳	۴/۰	۲۳/۵	۶/۰	۶۷/۵	۱۰/۶	مصرف اوره برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	
۲۵/۱	۶/۲	۵۲/۱	۳/۶	۶۲/۱	۴/۸	۴۹/۳	۸/۴	مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک	
۸/۴	۶/۴	۱۱/۵	۲/۲	۲۳/۵	۶/۴	۵۸/۸	۱۰/۹	مصرف اوره فرمالدئید برابر ۷۵ درصد آزمون خاک	
۲۵/۶	۱۷/۱	۲۸/۰	۴/۵	۲۴/۹	۶/۲	۴۱/۱	۴۱/۴	مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک	
۲۴/۲	۶/۵	۲۳/۲	۳/۹	۳۸/۸	۶/۹	۴۹/۴	۹/۱	میانگین تیمارهای اوره	
۱۹/۷	۹/۹	۳۰/۵	۳/۴	۳۶/۸	۵/۸	۴۹/۸	۲۰/۲	میانگین تیمارهای اوره فرمالدئید	

میزان نیترات برگها

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.

به منظور 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، به جز اولین نوبت نمونه‌برداری، با گذشت زمان میانگین میزان نیترات گیاهی کاهش می‌یابد روند کاهش در مورد

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

مزرعه سرخس		مزرعه چناران		مزرعه آستان قدس رضوی				تیمارها
۱/۱	۶/۴	۷/۳	۱۱/۳۰	۱/۹/۲۴	۷/۲۱	۶/۱۸	۵/۴	
۸۰۰	۵۰۰	۶۵۰	۳۱۵۰	۷۰۰	۱۳۵۰	۳۵۰۰	۱۱۵۰	مصرف اوره برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک
۸۵۰	۵۵۰	۱۲۵۰	۴۹۵۰	۶۵۰	۱۱۰۰	۴۲۵۰	۹۰۰	مصرف اوره برابر ۷۵ درصد آزمون خاک
۷۵۰	۴۰۰	۱۱۰۰	۳۷۵۰	۷۰۰	۱۱۰۰	۳۰۰۰	۱۴۰۰	مصرف اوره برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک
۴۵۰	۴۵۰	۱۲۵۰	۲۸۰۰	۱۱۰۰	۲۲۵۰	۳۹۰۰	۹۵۰	مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۰۰ درصد آزمون خاک
۸۰۰	۵۰۰	۲۱۰۰	۳۷۵۰	۱۱۰۰	۱۷۵۰	۵۲۵۰	۸۵۰	مصرف اوره فرمالدئید برابر ۷۵ درصد آزمون خاک
۸۵۰	۴۵۰	۲۰۰۰	۳۴۰۰	۱۲۵۰	۲۴۰۰	۵۴۰۰	۱۰۰۰	مصرف اوره فرمالدئید برابر ۱۲۵ درصد آزمون خاک
۸۰۰	۴۸۳	۱۰۰۰	۳۹۵۰	۶۸۳	۱۱۸۳	۳۵۸۳	۱۱۵۰	میانگین تیمارهای اوره
۷۰۰	۴۶۷	۱۷۸۳	۳۳۱۷	۱۱۵۰	۲۱۳۳	۴۸۸۳	۹۳۳	میانگین تیمارهای اوره فرمالدئید

بحث و نتیجه‌گیری

کندها 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

نتایج به دست آمده نشان داد که در مجموع کاربرد اوره فرمالدئید به عنوان یک کود نیتروژنه

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 آبشویی 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 ناشی از 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 چغندر قند 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.

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 کندرها اوره فرمالدئید وجود ندارد. اما شایو (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

References:**منابع مورد استفاده:**

- Ali Ehyae 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 cultivation. 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)