

افزایش کارایی نیتروژن در سیب زمینی با استفاده از کودهای نیتروژنه کندرها

عبدالحسین ضیائیان^{۱*} و پیمان کشاورز

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس؛ ziaecian@yahoo.com

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی؛ pykeshavarz@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای نیتروژنه کندرها و مقایسه آن با اوره، طی دو سال، آزمایش‌هایی در استان خراسان اجرا گردید. در سال اول هشت تیمار کودی شامل مصرف ۱۴۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (به ترتیب معادل ۷۰ و ۱۰۰ درصد مقدار نیتروژن توصیه شده) از منبع اوره در دو نوبت، مصرف ۱۴۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع متیلن اوره قبل از کاشت، مصرف اوره فرم قبل از کاشت، مصرف ۱۴۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع متیلن اوره قبل از کاشت و ۴۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص از منبع اوره به صورت سرک و مصرف توأم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص از منبع اوره قبل از کاشت و ۴۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص از منبع متیلن اوره قبل از کاشت و ۴۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص از منبع اوره به صورت سرک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با هم مقایسه شدند. در سال دوم نیز اثر هفت تیمار کودی شامل ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (به ترتیب معادل ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیتروژن توصیه شده) از دو منبع اوره (در سه نوبت) و اوره فرم (در یک نوبت) همراه با یک تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژنه) در دو خاک با دو بافت متفاوت (لوم و لوم شنی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با هم مقایسه شدند. نتایج سال اول نشان داد که کاربرد کودهای نیتروژنه تأثیر معنی داری ($\alpha=1\%$) بر عملکرد و غلظت نیتروژن در برگ داشت. بیشترین عملکرد غده به میزان ۵۴/۶۶ تن در هکتار از کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع متیلن اوره بدست آمد که تفاوت بسیار جزئی با کاربرد همین مقدار نیتروژن از منبع اوره فرمالدئید داشت. برآورد اقتصادی تیمارهای مختلف در سال اول نشان داد که علی‌رغم بالاتر بودن سود خالص ناشی از کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از دو منبع اوره فرم آلدئید و متیلن اوره، بالاترین بازده اقتصادی از مصرف ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع متیلن اوره (معادل ۷۰٪ تیمار شاهد) بدست آمد. نتایج سال دوم نیز نشان داد که در هر دو بافت، حداکثر عملکرد غده از کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره فرم بدست آمد. آنالیز برگ و خاک تیمارهای مختلف نیز نشان داد که تفاوتی از لحاظ غلظت نیتروژن در برگ و در خاک تیمارهای مختلف در زمان‌های متفاوت وجود نداشت. این موضوع قدرت اوره فرم را در آزاد نمودن تدریجی نیتروژن از خود نشان می‌دهد زیرا در تمام زمان‌های مورد مطالعه، غلظت نیتروژن در برگ و خاک تیمارهای مربوط به اوره فرم حتی بیش از غلظت نیتروژن در برگ و خاک‌های تیمارهای اوره بود. در مجموع با توجه به نتایج بدست آمده از این آزمایش می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در شرایط مشابه استفاده از کودهای نیتروژنه کندرها (اوره فرم و متیلن اوره) در زراعت سیب زمینی توجیه اقتصادی دارد و این کودها کارایی مصرف نیتروژن را در این زراعت بالا می‌برند.

واژه‌های کلیدی: کودهای نیتروژنه کندرها، اوره فرمالدئید، سیب زمینی

۱- نویسنده مسئول، آدرس: زرقان، بلوار شهید بخشنده، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، بخش تحقیقات خاک و آب.

* دریافت: ۸۷/۵/۱۲ و پذیرش: ۸۹/۳/۱۷

همکاران^۱، ۱۹۸۶، مارتین و همکاران^۲، ۲۰۰۱، شایووی^۳، ۲۰۰۱) اما این تحقیقات بیشتر بر روی چمن و گیاهان غیر زراعی بوده است و اطلاعات کمی در مورد امکان کاربرد آن‌ها در زراعت‌های مختلف در دست است. پک و همکاران^۴ (۲۰۰۶) در تحقیقی در فلوریدا کاربرد کودهای نیتروژنه کندرها را با نیترات آمونیوم در سیب زمینی مطالعه نموده و دریافتند که هر چند بالاترین عملکرد از کاربرد نیترات آمونیوم بدست آمده بود اما بالاترین کارایی نیتروژن از کاربرد کودهای کندرها حاصل شده بود علاوه بر این اختلاف بین میزان نیتروژن نیتراتی و نیتروژن آمونیومی شستشو یافته از تیمارهای مختلف معنی دار بود. زومویا و همکاران^۵ (۲۰۰۲) میزان آبشویی نیترات را در اثر کاربرد کودهای اوره و اوره با پوشش گوگرد را مقایسه نمودند و دریافتند که کود نیتروژنه کندرها می‌تواند از طریق کاهش آبشویی، کارایی مصرف این عنصر را بهبود و عملکرد غده را افزایش دهد. در همین رابطه ال‌گیندی و همکاران^۶ (۲۰۰۰) نیز عکس‌العمل سیب زمینی به کودهای نیتروژنه کندرها را در سیستم‌های مختلف آبیاری مطالعه نموده و نشان داد که اثرات باقیمانده نیتروژن ناشی از کاربرد این کودها به مراتب بیش از اثرات باقیمانده کاربرد نیتروژن محلول در آب (اوره) بود. اطلاعات کمی در مورد امکان استفاده از کودهای کندرها در ایران در دست است. به منظور به دست آوردن اطلاعات بیشتر در مورد این کودها، مقایسه آن‌ها با کودهای رایج و محلول در آب، 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 این تحقیق اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات مصرف دو نوع کود نیتروژنه کندرهای تولید داخل (اوره فرمالدئید و متیلن اوره) بر روی ویژگی‌های کمی و کیفی سیب زمینی و مقایسه آن با کود اوره محلول در این زراعت، طی دو سال متوالی، آزمایش‌هایی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در مزرعه اجرا گردید. در سال اول هشت تیمار کودی شامل مصرف ۱۴۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (به ترتیب معادل ۷۰ و ۱۰۰ درصد مقدار نیتروژن توصیه شده) از منبع اوره در دو نوبت (نصف قبل از کشت و نصف به صورت سرک)، مصرف ۱۴۰ و ۲۰۰ کیلوگرم

نیتروژن مهمترین عنصر غذایی مورد نیاز نباتات زراعی و باغی است و بعد از آب، مهمترین عامل محدود کننده رشد نباتات مختلف است. این عنصر عمدتاً از طریق کودهای شیمیائی محلول و به خصوص اوره تأمین می‌گردد. حلالیت این کود در آب بسیار بالاست. پویائی بالای نیتروژن و حلالیت زیاد ترکیبات کودی این عنصر از راه‌های مختلف از جمله آبشویی، نیترات زدائی و ... کارایی مصرف این کودها را به خصوص در کشورهای در حال توسعه، پایین آورده است. به منظور افزایش بازافت کودهای نیتروژنه، تلاش‌های فراوانی برای کنترل سرعت تبدیل نیتروژن آلی به نیتروژن معدنی، یا کاهش سرعت تبدیل شکل‌های آمونیومی به نیترات مبذول شده است. در هر دو حال، خطر از دست رفتن نیتروژن از طریق آبشویی نیترات و دنیتراته شدن کم می‌شود. به علاوه مقدار جذب بیش از نیاز گیاه را (مخصوصاً در مراحل اولیه رشد که اثر سوء روی گیاه دارد) را کاهش می‌دهد. تصور می‌شود کودهای نیتروژنه کندرها از جمله اوره فرم و میتلن اوره بتوانند این مشکلات را تا حد زیادی حل نمایند. این کودها حدود ۳۸ درصد نیتروژن دارند و قادرند مواد غذایی قابل جذب خود را به آهستگی و در مدت زمان طولانی‌تر به درون محلول خاک آزاد کنند. با استفاده از کودهای کندرهای نیتروژنه از طریق محدود کردن میزان حلالیت ترکیبات کودی می‌توان راندمان کودهای نیتروژنه را افزایش داد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۰). سیب زمینی به عنوان یکی از مهمترین محصولات کشاورزی علاوه بر نقش مهمی که در صنعت دارد سهم به‌سزایی در تغذیه بسیاری از مردم جهان را به عهده دارد. مدیریت مصرف نیتروژن در این زراعت از اهمیت بالایی برخوردار است. بر اثر کاربرد نادرست نیتروژن در سیب زمینی، تشکیل گل و میوه افزایش یافته و بلوغ به تأخیر می‌افتد (نواب زاده، ۱۳۷۱). در ایران برای تأمین نیتروژن مورد نیاز سیب زمینی از کودهای نیتروژنه محلول مانند اوره و به صورت تقسیط استفاده می‌شود. مصرف اوره نه تنها احتمال آبشویی و هدر رفتن نیتروژن را افزایش می‌دهد بلکه مصرف چند باره آن به صورت سرک موجب برگ سوزی مزارع و بالا رفتن هزینه‌های کارگری می‌گردد. در صورتی که بتوان مصرف نیتروژن را با استفاده از کودهای کندرها یکبار و پیش از کاشت انجام داد، علاوه بر کاهش میزان مصرف کود و به تبع آن کاهش هزینه‌های تولید، بازده جذب نیتروژن نیز افزایش می‌یابد. تحقیقات نسبتاً زیادی در ارتباط با کاربرد این کودها صورت گرفته است (کارتر و

- 1- Carter et al.
- 2 - Martin et al.
- 3- Shaviv
- 4- Pack et al.
- 5- Zvomuya et al.
- 6- El-Gindy

مترمربع بود. روش کشت به صورت جوی و پشته (عرض پشته ها ۷۵ سانتی متر) و آبیاری به صورت نشتی صورت گرفت و از بذر سیب زمینی رقم آگریا جهت کاشت استفاده شد. به منظور تعیین غلظت نیتروژن و دیگر عناصر غذایی در برگ، در سال اول در یک نوبت نمونه برداری از چهارمین برگ از بالای ساقه اصلی (اولین برگ بالغ شده از نوک گیاه) در مرحله گل دهی صورت گرفت و در سال دوم از برگ‌های بالغ سیب زمینی در سه نوبت (تیر، مرداد و شهریور) نمونه برداری انجام و به آزمایشگاه ارسال گردید. نمونه‌های گیاهی آورده شده به آزمایشگاه ابتدا با آب معمولی و سپس با اسید هیدروکلریک ۱/۰ مولار شستشو و سپس دوبار با آب مقطر کاملاً تمیز گردید. سعی شد عملیات شستشوی نمونه‌ها خیلی سریع انجام گیرد. نمونه‌ها در هوای آزاد خشک شدند. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آن با دمای ۶۵-۷۰ درجه سلسیوس خشک شدند. در نمونه‌های خشک شده مقادیر آهن، روی، منگنز، نیتروژن، فسفر و پتاسیم تعیین شد. مقدار نیتروژن بافت های گیاهی به روش خاکستر نمودن تر و مقدار عناصر غذایی کم مصرف به روش خاکستر نمودن خشک در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس و سپس حل آنها در اسید کلریدریک شش نرمال تعیین شدند مقدار عناصر کم مصرف در برگ براساس دستورالعمل های موجود و توسط دستگاه جذب اتمی Perkins مدل ۳۱۱۰ تعیین گردید. (امامی، ۱۳۷۵). در نهایت برداشت محصول از ردیف وسط هر انجام و محاسبات آماری با استفاده از نرم افزارها MSTATC صورت گرفت.

نتایج و بحث

الف- نتایج تجزیه خاک و آب مزارع مورد مطالعه:

نتایج تجزیه شیمیایی خاک و آب محل های اجرای آزمایش به ترتیب در جدول های ۱ و ۲ نشان داده است. آزمایش در سال اول بر روی خاکی با بافت متوسط و دارای مقادیر کم نیتروژن، پتاسیم و عناصر کم مصرف قابل جذب خاک و در سال دوم بر روی دو مزرعه با دو بافت متفاوت اجرا گردید. آب آبیاری در هر دو سال از یک منبع بود و دارای کیفیت مطلوبی بود.

ب- نتایج تأثیر تیمارهای کودی:

۱- نتایج سال اول

۱-۱- تأثیر کودهای مختلف بر عملکرد کمی

براساس نتایج بدست آمده اختلاف عملکرد بین تیمارهای مختلف کودی از لحاظ آماری در سطح ۱٪ معنی دار بوده است. بالاترین عملکرد غده به میزان ۵۴/۶۶ تن در هکتار از کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع متیلن اوره (برابر ۱۰۰٪ تیمار شاهد) بدست

در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره فرم قبل از کاشت، مصرف ۱۴۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع متیلن اوره قبل از کاشت، مصرف توأم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص از منبع اوره فرم قبل از کاشت و ۴۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص از منبع اوره به صورت سرک و مصرف توأم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص از منبع متیلن اوره قبل از کاشت و ۴۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص از منبع اوره به صورت سرک در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار با هم مقایسه شدند. در سال دوم نیز اثر هفت تیمار کودی شامل ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (به ترتیب معادل ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیتروژن توصیه شده) از دو منبع اوره و اوره فرم همراه با یک تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژنه) در دو خاک با دو بافت متفاوت (لوم و لوم شنی) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار با هم مقایسه شدند. در سال دوم نیز اوره در سه بار (یک بار قبل از کشت و دو بار به صورت سرک) و اوره فرم یک بار (قبل از کشت) مصرف شدند. در هر سال، قبل از کشت، یک نمونه آب و از هر تکرار یک نمونه خاک مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی متری تهیه شد. در نمونه های خاک براساس دستورالعمل های موجود (علی احیایی، ۱۳۷۳) بافت به روش هیدرومتر (بلاک، ۱۹۶۵)، در عصاره گل اشیاع pH خاک به وسیله الکتروودشیشه‌ای (مک لین، ۱۹۸۲) مقدار هدایت الکتریکی با دستگاه الکتروکاندکتمتر (بلاک، ۱۹۶۵)، کربنات کلسیم با استفاده از روش تیتراسیون و کربن آلی به روش دی کرومات پتاسیم (نلسون، ۱۹۸۲)، ازت خاک به روش کجلدال، فسفر قابل جذب به روش (اولسن، ۱۹۵۴)، پتاسیم قابل جذب با روش استات آمونیوم یک نرمال (پیترسون و کاندسون، ۱۹۸۲) و عناصر کم مصرف به روش DTPA (لیندسی و نورول، ۱۹۷۸) اندازه گیری شدند (۴). نتایج تجزیه نمونه ها در جدول یک نشان داده شده است. بر اساس نتایج تجزیه خاک میزان کودهای مورد نیاز تعیین و در تمامی کرت ها به طور یکسان مصرف گردیدند. اوره توصیه شده در منطقه ۴۵۰ کیلوگرم معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در هر هکتار در نظر گرفته شد که در دو نوبت نیمی از آن پیش از کاشت و نیم دیگر قبل از گلدهی و به هنگام خاکدهی پای بوته ها مصرف گردید. کودهای کندرها نیز بر اساس طرح قبل از کشت مصرف شدند تا بدینوسیله امکان کاهش دفعات کود دهی مطالعه گردد. به عبارت دیگر در این پروژه علاوه بر اینکه مقادیر مختلف کودی مطالعه شد، تعداد دفعات کوددهی نیز بررسی گردید. ابعاد کرت آزمایشی بصورت (۲/۲۵×۳۰ متر) با مساحت ۶۷/۵

کندرها، کندتر از سرعت آزادسازی این یون از اوره است و ثانیاً سرعت و میزان تبدیل یون آمونیوم به یون نترات در مورد کودهای کندرها بسیار کندتر از کودهای معمولی نظیر اوره صورت می گیرد به همین دلیل یون آمونیوم به مدت طولانی تر در ریزوسفر ریشه باقی می ماند این امر باعث می شود که منطقه ریزوسفر مدت زمان بیشتری اسیدی باشد. نتیجه این امر به خصوص در خاک های آهکی، فراهمی بیشتر عناصر غذایی و به خصوص عناصر کم مصرف نظیر آهن می باشد (اینگلسن ۱۹۸۵). با این خصوصیت در خاک های زراعی ایران که اکثراً آهکی هستند حائز اهمیت می باشد.

۲- نتایج سال دوم

۲-۱- تأثیر تیمارهای مختلف بر عملکرد کمی:

در سال دوم اثر معنی داری از کاربرد کودهای مختلف بر عملکرد سیب زمینی بدست آمد (نمودارهای یک و دو). در هر دو خاک بالاترین عملکرد غده از کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره فرم آلدئید بدست آمد. اعمال این تیمار در مقایسه با اوره در خاک بافت سبک، عملکرد را حدود ۴۴ درصد بهبود بخشید که این افزایش قابل توجه است اما اعمال این تیمار در خاک بافت متوسط گرچه عملکرد غده را ۴/۴ درصد افزایش داد اما این افزایش عملکرد چشمگیر نبوده و نمی توان آن را ملاک قرار داد.

از طرف دیگر مقایسه دو منبع کودی نشان داد که بالاترین کارایی مصرف کود نیتروژنه در خاک های بافت سبک و بافت متوسط به ترتیب به میزان ۵۹/۷ و ۶۹/۲ درصد از کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره فرم آلدئید به دست آمد. نتایج همچنین نشان داد که عملکرد سیب زمینی به طور کلی در قطعه با بافت سبک کمتر از قطعه با بافت متوسط بود. یکی از دلایل آن می تواند استعداد بیشتر اتلاف نیتروژن به صورت آبشویی در خاک های سبک باشد. می توان نتیجه گیری نمود که در خاک های بافت سبک، به دلیل شتشوی بیشتر نیتروژن، کودهای کندرها کارایی بالاتری دارند.

۲-۲- تأثیر تیمارهای مختلف بر غلظت نیتروژن برگ و در خاک:

برای یافتن درک صحیحی از روند جذب نیتروژن توسط گیاه از تیمارهای مختلف و مقدار این عنصر در خاک، غلظت این عنصر در برگ ها و مقدار نیتروژن کل خاک در سه مرحله با اختلاف زمانی یک ماهه اندازه گیری گردید (جدول ۸ و ۹). براساس نتایج بدست آمده اولاً در مجموع در هر تاریخ و در یک تیمار مشابه از نظر مقدار نیتروژن کاربردی، غلظت نیتروژن در برگ های بوته های تغذیه شده از کاربرد اوره فرمالدئید در مقایسه

آمد که با عملکرد غده ناشی از کاربرد همین مقدار نیتروژن از منبع اوره فرم آلدئید تفاوت فاحشی نداشت (جدول ۳ و ۴). اعمال تیمارهای مذکور حدود ۱۲ درصد افزایش عملکرد را نسبت به تیمار شاهد سبب گردید. کمترین میزان عملکرد نیز از اعمال تیمار مصرف اوره به میزان ۷۰٪ تیمار شاهد بدست آمد. مقایسه بین سه کود نیتروژنه بر روی عملکرد سیب زمینی در سطوح مصرف ۱۰۰ و ۷۰ درصد نشان داد که بیشترین عملکرد غده به ترتیب از کاربرد اوره فرم آلدئید، متیلن اوره و در نهایت از اوره بدست آمده است. از آن جایی که مصرف اوره در این آزمایش تنها در دو تقسیم صورت گرفته، در نتیجه در مقایسه با کودهای نیتروژنه کندرها، احتمالاً به واسطه اتلاف نیتروژن به صورت آبشویی نتوانسته در تأمین نیتروژن گیاه موفق باشد، در صورتی که اگر مصرف اوره همانند عرف زارع در چند تقسیم انجام می گرفت، شاید نتیجه عوض می شد. بنابراین به طور کلی در محصولاتی که میزان کود مصرفی بالا یا تعداد تقسیم کود مصرفی زیاد باشد، کود های کندرها بهتر جواب خواهند داد.

۱-۲- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر غلظت عناصر در برگ:

جدول ۵ حدود کمبود، کفایت و بیش بود عناصر غذایی در برگ های سیب زمینی را نشان می دهد.

مقایسه داده های بدست آمده از اجرا تحقیق و استانداردهای موجود برای سیب زمینی (جدول ۵) نشان داد که غلظت نیتروژن و پتاسیم در کلیه تیمارهای آزمایشی کمتر از حد مطلوب و مورد نیاز سیب زمینی بوده است. در حالی که غلظت مطلوب نیتروژن در برگ های سیب زمینی ۶/۰ - ۴/۵۰ درصد گزارش شده است، حداکثر غلظت این عنصر در برگهای محصول مورد نظر ۴/۱۹٪ بود که مربوط به بالاترین سطح نیتروژن مصرفی یعنی مصرف ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره بوده است. یکی از علل این موضوع می تواند ناکافی بودن مصرف نیتروژن در تیمار شاهد باشد. دلیل دیگر می تواند عملکردهای بالا در مزرعه مورد نظر باشد. پائین تر بودن غلظت نیتروژن در برگ های مربوط به کودهای کندرها می تواند ناشی از اثر رقت (بالاتر بودن عملکرد در این تیمارها) باشد. از طرف دیگر علی رغم بالا بودن عملکرد در اثر مصرف اوره فرمالدئید، بر خلاف انتظار غلظت عناصر کم مصرف در برگ های مربوط به این تیمارها نسبتاً بالاتر بود. بر اساس یافته های محققین مختلف در اثر تجزیه هر دو کود اوره و اوره فرمالدئید یون آمونیوم آزاد می شود. یون آمونیوم در اثر فعالیت های میکروبی به سرعت به نترات تبدیل می شود. اما چون اولاً سرعت آزاد سازی یون آمونیوم از کودهای

عبارتی بیش از ۵۰۰ هزار تومان در هر هکتار سود عاید کشاورز نموده است. به عبارت دیگر اگر سطح مزرعه یک زارع ۵۰ هکتار فرض شود، سود ناشی از مصرف این کود برای زارع بالغ بر ۲۵ میلیون تومان خواهد بود. این سود اضافی در حالی بدست می آید که عوارض سوء زیست محیطی نیز در اثر مصرف کودهای کندرها به مراتب کمتر از کودهای نیتروژنه محلول می باشد ولی نمی توان آن را محاسبه نمود. حتی اگر ۳۸۵ کیلوگرم در هکتار اوره فرم (معادل ۷۰٪ تیمار شاهد) مصرف شود، علی رغم صرفه جوئی در میزان کود مصرفی و کم کردن تقسیط و کاهش صدمات زیست محیطی ۳۴۲۲۵۰۰ ریال در هر هکتار بیشتر از شاهد سود خواهد داشت. بالا رفتن کارایی مصرف نیتروژن ناشی از مصرف کودهای کندرها می تواند دلیل قانع کننده ای برای افزایش سود زارع باشد.

جمع بندی و نتیجه گیری

نتایج به دست آمده نشان داد که در مجموع اولاً کاربرد اوره فرمالدئید در مقایسه با اوره تأثیر بیشتری بر غلظت نیتروژن در برگ داشت. این تأثیر با گذشت زمان مشهودتر بود. ثانیاً در خاک های سبک در مقایسه با خاک سنگین تر، به علت بیشتر بودن احتمال شستشوی نیتروژن از کودهای نیتروژنه محلول نظیر اوره، کودهای کندرها کارتر بودند. به همین دلیل در خاک های سبک کاربرد کودهای کندرها به عنوان یک راه حل پیشنهادی برای افزایش کارایی کودهای نیتروژنه قابل توصیه می باشد. ثالثاً نتایج بدست آمده همچنین نشان داد که علی رغم این که کود های کندرها تنها در یک مرحله و آن هم قبل از کاشت مصرف شده است اما اثرات آن در خاک با مقدار نیتروژن کل حاصل از کاربرد اوره تفاوت چندانی نداشت. این موضوع نشان داد که کودهای کندرها قادرند نیتروژن خود را به تدریج و در طول دوره رشد گیاه آزاد نمایند و نیازی به مصرف سرک آن ها نمی باشد. طبیعی است که منحنی آزاد سازی نیتروژن بایستی بر اساس الگوی رشد هر نبات تنظیم گردد. این امر نیازمند تحقیقات بیشتری می باشد. برآورد اقتصادی کودها نیز نشان داد که علی رغم قیمت نسبتاً بالای کودهای اوره فرمالدئید و متیلن اوره، در مقایسه با اوره، مصرف این کودها در سیب هکتار از حداقل ۱۰۹۲۵۰۰ ریال تا ۵۱۷۵۰۰۰ ریال بیشتر از اوره سود داشته است. از طرف دیگر علی رغم بالاتر بودن سود خالص ناشی از کاربرد دو تیمار اوره فرم آلدئید و متیلن اوره به میزان ۱۰۰٪ تیمار شاهد، بالاترین بازده اقتصادی از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع متیلن اوره (۱۰۰٪ تیمار شاهد) بدست آمد. با اعمال این تیمار ۵۴/۶۶ تن در هکتار سیب زمینی تولید شده است که در مقایسه با شاهد، ۶ تن در هکتار و یا به

با غلظت نیتروژن در برگ های تغذیه شده با اوره بالاتر بود. ثانیاً با گذشت زمان اثرات اوره فرمالدئید بر غلظت نیتروژن در برگ ها در مقایسه با اوره مشهودتر بود. ثالثاً کودهای کندرها در خاک های سبک، به علت بیشتر بودن احتمال شستشوی نیتروژن از کودهای نیتروژنه محلول نظیر اوره، کارتر از خاک های سنگین بود. به همین دلیل در خاک های سبک کاربرد کودهای کندرها به عنوان یک راه حل پیشنهادی برای افزایش کارایی کودهای نیتروژنه قابل توصیه می باشد. نتایج بدست آمده همچنین نشان داد که علی رغم این که کود های کندرها تنها در یک مرحله و آن هم قبل از کاشت مصرف شده است اما اثرات آن در خاک با مقدار نیتروژن کل حاصل از کاربرد اوره تفاوت چندانی نداشت. این موضوع نشان داد که کودهای کندرها قادرند نیتروژن خود را به تدریج و در طول دوره رشد گیاه آزاد نمایند و نیازی به مصرف سرک آن ها نمی باشد. طبیعی است که منحنی آزاد سازی نیتروژن بایستی بر اساس الگوی رشد هر نبات تنظیم گردد. این امر نیازمند تحقیقات بیشتری می باشد.

محاسبات اقتصادی مصرف کود

چون هدف از مصرف کودهای شیمیایی افزایش عملکرد و در نتیجه افزایش درآمد زارع است به همین جهت باید کود مصرفی عملکرد را آن اندازه بالا ببرد که برای زارع سودی عاید نماید، لذا باید سود حاصل از مصرف کود را در آزمایش های کودی محاسبه نمود. در این تحقیق نیز در سال اول، محاسبات اقتصادی بر اساس قیمت های کودهای مصرفی و همچنین قیمت روز سیب زمینی به صورت زیر انجام گرفت.

برآورد اقتصادی این کودها نشان داد که علی رغم قیمت نسبتاً بالای کودهای اوره فرمالدئید و متیلن اوره، در مقایسه با اوره، مصرف این کودها در سیب زمینی دارای توجیه اقتصادی بوده است به طوری که در هر هکتار از حداقل ۱۰۹۲۵۰۰ ریال تا ۵۱۷۵۰۰۰ ریال بیشتر از اوره سود داشته است. از طرف دیگر علی رغم بالاتر بودن سود خالص ناشی از کاربرد دو تیمار اوره فرم آلدئید و متیلن اوره به میزان ۱۰۰٪ تیمار شاهد، بالاترین بازده اقتصادی از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع متیلن اوره (۱۰۰٪ تیمار شاهد) بدست آمد. با اعمال این تیمار ۵۴/۶۶ تن در هکتار سیب زمینی تولید شده است که در مقایسه با شاهد، ۶ تن در هکتار و یا به

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مزارع مورد آزمایش

بافت	Fe	Mn	Zn	K	P	O.C	T.N.V	pH	Ec
	میلی گرم در کیلوگرم				درصد				dSm ⁻¹
سال اول	۴/۰	۸/۷	۰/۳۱	۱۳۰	۲۲/۰	۰/۴۶	۱۶/۵	۸/۳	۱/۷۵
سال قطعه ۱	۳/۹	۵/۳	۰/۳۶	۱۶۰	۶/۰	۰/۴۴	۱۶/۷	۸/۱	۰/۷۱
دوم قطعه ۲	۳/۳	۸/۵	۰/۴۶	۱۰۵	۱۰/۰	۰/۵۰	۱۹/۵	۸/۲	۰/۶۶

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب محل آزمایش

Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SAR	pH	Ec
میلی اکی والان بر لیتر								dSm ⁻¹
۲/۵	۶/۵	۰/۸	۴	۳/۲	۲/۴	۳/۸۸	۸/۴	۰/۹۴

جدول ۳- اثر مصرف مقادیر مختلف کودهای اوره، اوره فرم آلدئید و متیلن اوره بر عملکرد غده (تن / هکتار)*

میانگین	تیمارها
۴۸/۶۶ de	T1 مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره (شاهد)
۳۲/۰۰ f	T2 مصرف ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره
۵۴/۳۳ ab	T3 مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره فرم
۵۲/۶۶ abc	T4 مصرف ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره
۵۱/۰۰ bcd	T5 مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره فرم + ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره
۵۴/۶۶ a	T6 مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره فرم
۵۰/۳۳ cd	T7 مصرف ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره
۴۶/۰۰ e	T8 مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع متیلن اوره + ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره

* میانگین های دارای حروف مشترک با آزمون دانکن (P=۰/۵) فاقد تفاوت معنی دار می باشند

جدول ۴- جدول تجزیه واریانس نتایج عملکرد

منابع خطا	درجات آزادی	مجموع مربعات	مربع میانگین ها	مقدار F	سطح معنی داری
تکرار	۲	۲۴/۶۴	۱۲/۳۲	۳/۳۲	۰/۰۶۶
تیمار	۷	۱۱۳۱/۱۰	۱۶۱/۶۰	۴۳/۵۱	۰/۰۰۰
اشتباه	۱۴	۵۲/۰۴	۳/۷۱		
کل	۲۳	۱۲۰۷/۷۸			

CV= 10.96 %

جدول ۵- حدود کمبود، کفایت و بیش بود عناصر غذایی در برگ های سیب زمینی (Benton Jones, et al, 1991)

عناصر غذایی	کمبود	مطلوب	زیاد بود
درصد			
N	۳/۵۰ - ۴/۴۹	۴/۵۰ - ۶/۰	> ۶/۰
P	۰/۲۲ - ۰/۲۸	۰/۲۹ - ۰/۵	> ۰/۶
K	۸/۵۰ - ۹/۲۹	۹/۳۰ - ۱۱/۵	> ۱۱/۵
Ca	۰/۶۵ - ۰/۷۵	۰/۷۶ - ۱/۰	> ۱/۰
Mg	۰/۷۰ - ۰/۹۹	۱/۰۰ - ۱/۲	> ۱/۲
میکرو گرم بر گرم			
B	۱۸ - ۲۴	۲۵ - ۵۰	> ۵۰
Cu	۵ - ۶	۷ - ۲۰	> ۲۰
Fe	۴۰ - ۴۹	۵۰ - ۱۰۰	> ۱۰۰
Mn	۲۰ - ۲۹	۳۰ - ۲۵۰	> ۲۵۰
Zn	۳۵ - ۴۴	۴۵ - ۲۵۰	> ۲۵۰

جدول ۶- میانگین تأثیر کاربرد مقادیر و منابع مختلف (اوره، اوره فرم و متیلن اوره) بر غلظت عناصر غذایی در برگ‌ها

تیماها	نیترژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	مس	منگنز	بر
		%				ug/g		
T1	۴/۱۹ a	۰/۳۳	۲/۰۳	۱۳۵	۳۰	۱۴	۹۹	۵۷
T2	۳/۸۵ Bc	۰/۳۸	۲/۱۱	۱۸۲	۳۲	۹	۸۴	۶۶
T3	۴/۰۸ Ab	۰/۳۵	۲/۱۶	۱۶۶	۲۴	۱۰	۹۳	۹۲
T4	۳/۶۹ C	۰/۴۲	۲/۳۲	۱۶۴	۲۳	۱۱	۲۲۷	۵۱
T5	۳/۳۱ d	۰/۴۵	۲/۰۳	۱۵۴	۱۶	۱۰	۷۶	۷۹
T6	۴/۱۵ Ab	۰/۳۹	۳/۱۸	۱۰۹	۳۸	۱۰	۲۰	۵۲
T7	۳/۶۸ C	۰/۳۸	۲/۷۰	۱۳۶	۲۷	۱۱	۵۸	۴۰
T8	۳/۶۳ c	۰/۴۷	۳/۰۷	۱۵۹	۱۷	۱۶	۱۰۰	۵۰

میانگین‌های دارای حروف مشترک با آزمون دانکن ($p=0/5$) فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۷- جدول تجزیه واریانس نتایج غلظت نیترژن در برگ‌ها

منابع خطا	درجات آزادی	مجموع مربعات	مربع میانگین‌ها	مقدار F	سطح معنی‌داری
تکرار	۲	۰/۰۸	۰/۰۴	۱/۵۵	۰/۲۵
تیما	۷	۱/۹۴	۰/۲۸	۱۰/۸۵	۰/۰۰۰
اشتباه	۱۴	۰/۳۶	۰/۰۳		
کل	۲۳	۲/۳۸			

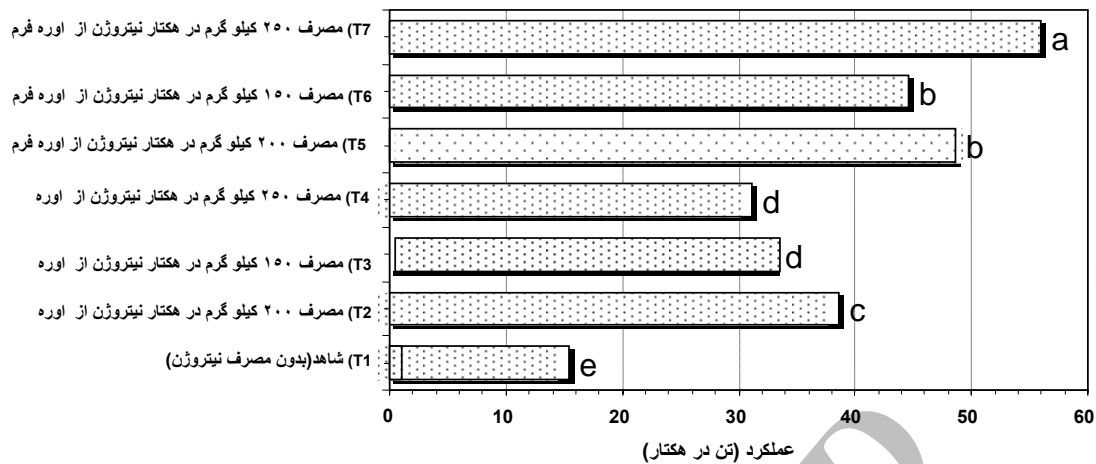
CV= 4.18 %

جدول ۸- اثر تیمارهای مختلف بر غلظت نیترژن برگ (بر حسب درصد) در مراحل مختلف رشد در دو خاک با بافت مختلف

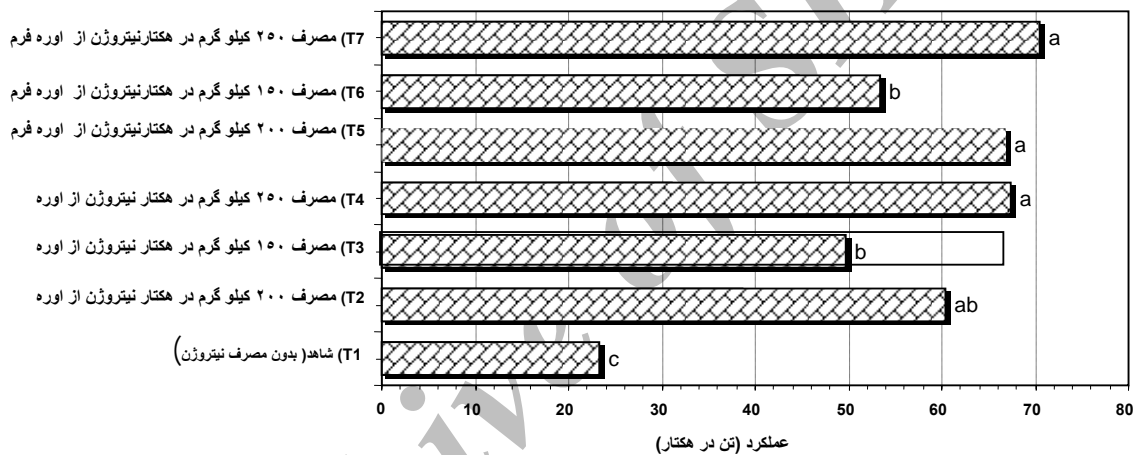
تیماها	قطعه با خاک بافت سبک			قطعه با خاک بافت متوسط		
	۱۷ تیر	۱۷ مرداد	۱۷ شهریور	۱۷ تیر	۱۷ مرداد	۱۷ شهریور
T1 (بدون مصرف نیترژن (شاهد))	۲/۸۱	۲/۱۲	۱/۸۵	۳/۰۸	۲/۶۳	۲/۰۲
T2 (کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیترژن از اوره)	۴/۳۸	۳/۴۲	۲/۴۰	۵/۳۵	۴/۴۰	۳/۵۰
T3 (کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیترژن از اوره)	۴/۱۹	۳/۱۴	۲/۳۱	۵/۰۵	۴/۱۰	۳/۲۷
T4 (کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم نیترژن از اوره)	۳/۸۰	۳/۲۲	۲/۱۸	۵/۶۵	۴/۷۴	۳/۶۷
T5 (کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیترژن از اوره فرم)	۴/۲۹	۴/۰۲	۳/۵۳	۵/۴۳	۴/۶۲	۳/۶۰
T6 (کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیترژن از اوره فرم)	۴/۲۰	۳/۸۰	۳/۲۰	۵/۱۴	۴/۳۵	۳/۴۱
T7 (کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم نیترژن از اوره فرم)	۴/۵۶	۴/۱۰	۳/۷۰	۵/۸۳	۴/۸۲	۳/۷۰

جدول ۹- تغییرات غلظت نیترژن کل خاک در تیمارهای مختلف کودی در طول دوره رشد در دو بافت متفاوت (بر حسب درصد)

تیماها	قطعه با خاک بافت سبک			قطعه با خاک بافت متوسط		
	۱۷ تیر	۱۷ مرداد	۱۷ شهریور	۱۷ تیر	۱۷ مرداد	۱۷ شهریور
T1 (بدون مصرف نیترژن (شاهد))	۰/۰۴۵	۰/۰۴۶	۰/۰۴۳	۰/۰۵۶	۰/۰۵۳	۰/۰۵۴
T2 (کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیترژن از اوره)	۰/۰۴۷	۰/۰۵۳	۰/۰۴۴	۰/۰۵۸	۰/۰۴۱	۰/۰۴۹
T3 (کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیترژن از اوره)	۰/۰۳۷	۰/۰۳۸	۰/۰۳۴	۰/۰۵۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۶
T4 (کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم نیترژن از اوره)	۰/۰۳۵	۰/۰۳۳	۰/۰۳۱	۰/۰۵۱	۰/۰۳۹	۰/۰۵۱
T5 (کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیترژن از اوره فرم)	۰/۰۴۴	۰/۰۴۳	۰/۰۴۱	۰/۰۴۲	۰/۰۳۷	۰/۰۴۵
T6 (کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیترژن از اوره فرم)	۰/۰۴۲	۰/۰۴۵	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۳۹	۰/۰۴۲
T7 (کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم نیترژن از اوره فرم)	۰/۰۴۶	۰/۰۳۸	۰/۰۴۰	۰/۰۴۹	۰/۰۴۰	۰/۰۴۸



شکل ۱- میانگین اثر مصرف مقادیر مختلف کودهای اوره، اوره فرم آلدئید بر عملکرد سیب زمینی (قطعه بافت سبک)*



شکل ۲- میانگین اثر مصرف مقادیر مختلف کودهای اوره، اوره فرم آلدئید بر عملکرد سیب زمینی (قطعه بافت متوسط)*
*در هر دو شکل میانگین های دارای حروف مشترک با آزمون دانکن (p=۰/۵) فاقد تفاوت معنی دار می باشند

جدول ۱۰- برآورد اقتصادی مصرف کودهای نیتروژنه کندرها در مقایسه با اوره در سیب زمینی در سال اول

تیمارها	عملکرد (تن/هکتار)	نسبت به شاهد (تن/هکتار)	قیمت اضافه عملکرد (تومان در هکتار)	قیمت کود (تومان)	سود خالص نسبت به شاهد (تومان در هکتار)	بازده %
T1	۴۸/۶۶	-	-	۲۲۵۰۰	-	-
T2	۳۲/۰۰	-۱۶/۶۶	-۱۶۶۶۰۰۰	۱۵۷۵۰	-۱۶۵۰۲۵۰	-
T3	۵۴/۳۳	۵/۶۷	۵۶۷۰۰۰	۸۲۵۰۰	۴۸۴۵۰۰	۸۸۱
T4	۵۲/۶۶	۴/۰۰	۴۰۰۰۰۰	۵۷۷۵۰	۳۴۲۲۵۰	۸۸۹
T5	۵۱/۰۰	۲/۳۴	۲۳۴۰۰۰	۳۹۷۵۰	۱۹۴۲۵۰	۶۱۷
T6	۵۴/۶۶	۶/۰۰	۶۰۰۰۰۰	۸۲۵۰۰	۵۱۷۵۰۰	۹۴۱
T7	۵۰/۳۳	۱/۶۷	۱۶۷۰۰۰	۵۷۷۵۰	۱۰۹۲۵۰	۲۸۴
T8	۴۵/۳۳	-۳/۳۳	-۳۳۳۰۰۰	۳۹۷۵۰	-۳۷۲۷۵۰	-

• در این محاسبات قیمت هر کیلوگرم سیب زمینی ۱۰۰ تومان، هر کیلوگرم اوره ۵۰ تومان و هر کیلوگرم کودهای اوره فرم آلدئید و متیلن اوره ۱۵۰ تومان در نظر گرفته شده است و هزینه های اضافی کود پاشی سرک در محاسبات منظور نشده است.

فهرست منابع:

۱. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه، نشریه فنی شماره ۱۸۲. چاپ اول. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
۲. علی‌احیایی، م. ۱۳۷۳. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک، جلد ۲، نشریه فنی شماره ۱۰۲۴، موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.
۳. ملکوتی، م. ج. ، م. نفیسی و ب. متشروع زاده. ۱۳۸۰. عزم ملی برای تولید کود در داخل کشور - گامی ارزنده به سوی خودکفایی و دستیابی به کشاورزی پایدار. نشر آموزش کشاورزی. ۴۲۰ صفحه.
۴. نواب زاده سهی، م. ۱۳۷۱. تعیین نرم‌های دریس برای سبب زمینی در خاک‌های آهکی ایران (منطقه دماوند) پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
5. Carter, M. F., P. L. G. Vlek, and J. T. Touchton. 1986. Agronomic evaluation of new ureaforms for flooded rice. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 1055 -1060.
6. El-Gindy, A. M., M. H. Mahmoud, and A. H. El-Guibali. 2000. Response of plant to slow release fertilizers under drip irrigation systems. *Annals of Agricultural Science (Cairo)*, Vol. 1: 197-212.
7. Engelstad, O. P. 1985. Fertilizer Technology and Use. pp. 293-319. *Soil Sci. Soc. of America, Inc. Madison, WI.*
8. Hanafi, M. M, S. M. El-Taib, M. B. Ahmad, and S. R. Omar. 2002. Evaluation of controlled-release compound fertilizers in soil. *Commun Soil Sci. Plant Anal.* 33: (7&8): 1139-1156.
9. Martin, R. J., M. D. Craighead, P. H. Williams, and C. S. Tregurtha. 2001. Effect of fertiliser rate and type on the yield and nitrogen balance of a Pukekohe potato crop. *Agronomy New Zealand*, Vol.31, pp.71-80, [Online]. available on <http://www.cabsubsets.org/cabsbin/bw>.
10. Pack, J., M. Hutchinson Chad and H. Simonne Eric. 2006. Evaluation of controlled-release fertilizers for northeast Florida chip potato production. *J. Plant Nutr.* 29: 1301-1313.
11. Shaviv, A. 2001. Advances in controlled-release fertilizers. *Advances in Agronomy*, 71: 1-49.
12. Zvomuya, F., C. J. Rosen, M. P. Russelle, and S. C. Gupta. 2002. Nitrate Leaching and Nitrogen Recovery Following Application of Polyolefin-Coated Urea to Potato. *J. Plant Nutri.* 20: 989-1001.