

بررسی تاثیر کود سرک نیتروژن با استفاده از کلروفیل متر بر عملکرد و اجزاء عملکرد سیب زمینی رقم آگریا

محمد جواد ارشدی^{۱*}، حمید رضا خزاعی^۱ و محمد کافی^۱

چکیده

در بین عناصر ضروری برای رشد و نمو گیاه سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) نیتروژن نقش مهم تری در افزایش سطح برگ، سرعت رشد بخش‌های هوایی و عملکرد غده دارد. بنابراین برای تعیین زمان و مقدار کود نیتروژن تکمیلی در مراحل مختلف رشد سیب زمینی، به کارگیری یک روش قابل اعتماد برای ارزیابی نیتروژن قابل جذب خاک در طول فصل رشد مورد نیاز می‌باشد. بدین منظور جهت استفاده از کلروفیل متر برای تشخیص زمان نیاز گیاه به کود نیتروژن و افزایش کارایی مصرف آن، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. کود نیتروژن سرک در دو سطح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در دو شاخص نیتروژن ۹۰ و ۹۵ درصد، با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد شاخص نیتروژن ۹۵ درصد در مقابل شاخص نیتروژن ۹۰ درصد از کارایی بیشتری در افزایش عملکرد برخوردار است، اما در شاخص ۹۵ درصد، سطوح کود نیتروژن ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. شاخص‌های نیتروژن و سطوح کود نیتروژن نیز تاثیر معنی داری بر روی تعداد ساقه اصلی و تعداد غده در بوته نداشتند. افزایش مقادیر کود سرک درصد غده‌های درشت و متوسط را افزایش و درصد غده‌های ریز را کاهش داد. تولیدکنندگان سیب زمینی بایستی کود نیتروژن را برای بهینه کردن عملکرد محصول به کار برند، اما به کارگیری کافی و به موقع کود نیتروژن نیازمند استفاده از یک روش سریع و مقرون به صرفه است. به نظر می‌رسد مدیریت مصرف کود نیتروژن به کمک دستگاه کلروفیل متر علاوه بر دستیابی به عملکرد غده مطلوب، منجر به کاهش مصرف کودهای نیتروژن می‌گردد.

کلمات کلیدی: کود نیتروژن، عملکرد، اجزای عملکرد سیب زمینی، کلروفیل متر، شاخص نیتروژن

۱. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

*: نویسنده مسوول

بررسی تاثیر کود سرک نیتروژن با استفاده از کلروفیل متر بر عملکرد و ...

شدید نیتروژن، این گونه برگ‌ها به‌طور کامل زرد شده و سپس از گیاه جدا می‌شوند (کافی و همکاران، ۱۳۷۸). مصرف بیش از حد نیتروژن باعث می‌شود که نیتروژن به شکل قابل استفاده در خاک باقی مانده و در اواخر فصل رشد، رشد رویشی قسمت‌های هوایی را تحریک کند. این امر تشکیل غده‌ها را به تاخیر انداخته و منجر به دیررسی محصول می‌شود و باعث می‌گردد که در مرحله غده‌بندی و حجیم شدن غده‌ها، بخش اعظمی از تولید گیاه صرف رشد غیر اقتصادی ساقه‌های هوایی و برگ‌ها شود که در نتیجه افت عملکرد و کاهش کیفیت محصول را به دنبال خواهد داشت (روبرتس و همکاران، ۱۹۸۲ و وسترن و کلینکوب، ۱۹۸۵). تلفات نیتروژن نه تنها از نظر اقتصادی مهم است، بلکه ممکن است سبب آلودگی محیط زیست شود. بدین ترتیب که آب‌شویی نیتروژن از نیمرخ خاک، منجر به آلودگی آب‌های زیرزمینی، به ویژه آب‌های آشامیدنی می‌گردد (ایرفان و همکاران، ۱۹۹۹ و جکلا، ۱۹۹۲). در پژوهش‌های گوناگون، اتلاف نیتروژن به‌صورت آب‌شویی بین ۵ تا ۳۰ درصد نیتروژن مصرفی برآورد شده است. هم‌چنین در تحقیقات گوناگون گزارش شده است که آب‌شویی سالیانه نترات برای مصرف ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۳۸ و ۵۲ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (یزدان‌دوست همدانی، ۱۳۸۲ و آبرل و همکاران، ۱۹۹۰).

انجام آزمایش‌های کودی از طریق دادن مقادیر مختلف کود به خاک و سنجش تغییرات عملکرد محصول، از راه‌های اولیه تعیین نیاز کودی گیاه به‌شمار می‌رود. برای محصول سیب‌زمینی عمده نیتروژن مورد نیاز معمولاً در زمان کاشت به‌کار برده می‌شود. بررسی‌ها نشان‌دهنده است که درسیب-زمینی چنان‌چه مقدار نیتروژن مورد نیاز گیاه در چند مرحله مورد استفاده قرار گیرد از دست رفتن کود نیتروژن به‌وسیله تثبیت، غیر متحرک شدن، دنیتریفیکاسیون و یا آب‌شویی به حداقل رسیده و گیاه در زمان نیاز به اندازه کافی نیتروژن دریافت می‌کند و بدین ترتیب کارآیی مصرف نیتروژن در گیاه افزایش می‌یابد (کافی و همکاران، ۱۳۷۸). بنابراین برای تعیین زمان و مقدار مورد نیاز کود نیتروژن تکمیلی در مراحل مختلف رشد گیاه نیاز به یک روش قابل

سیب زمینی از محصولات غده ای است که نقش مهمی در تغذیه مردم جهان دارد و در بسیاری از کشورهای اروپایی، جانشین گندم شده است (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵). این محصول در حدود ۱۴۰ کشور دنیا کشت می‌شود که بیش از ۱۰۰ کشور آن در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری واقع شده‌اند، اما هنوز بیشترین تولید آن در مناطق معتدله کشورهای صنعتی متمرکز است (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵). سطح زیر کشت این محصول در دنیا در سال ۲۰۰۷ میلادی حدود ۲۰ میلیون هکتار و میزان تولید جهانی آن در همان سال ۳۲۰/۷ میلیون تن بوده و میانگین عملکرد آن نیز ۱۶/۷ تن در هکتار بوده است (فائو، ۲۰۰۷). بر طبق همین گزارش، سطح زیر کشت سیب زمینی در ایران در سال ۲۰۰۷ حدود ۱۶۵۰۰۰ هکتار و متوسط عملکرد آن حدود ۲۱ تن در هکتار بوده است. سیب زمینی پس از گندم، برنج و ذرت، مقام چهارم تولید را به خود اختصاص داده و پس از گندم، برنج، ذرت و جو پنجمین محصول غذایی دنیا به‌شمار می‌رود و از نظر تعداد کشورهای تولید کننده، در مقام دوم بعد از ذرت قرار دارد (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵).

با توجه به اهمیت گیاه سیب‌زمینی هر گونه اقدامی در جهت افزایش عملکرد این گیاه امری مفید و ضروری خواهد بود، یکی از راه‌های دستیابی به عملکرد مطلوب در سیب‌زمینی مدیریت نیتروژن در طول فصل رشد است. به‌طور کلی فراهمی نیتروژن، عامل مهمی در افزایش عملکرد محصول است، از طرف دیگر نیتروژن از گران‌ترین نهاده‌ها در تولید محصول محسوب می‌شود. بنابراین مدیریت کارآمد نیتروژن توسط زارعین با منابع محدود، بخش بسیار مهمی از مدیریت سیستم خاک و محصول به‌شمار می‌رود (آلن، ۱۹۷۲).

پژوهش‌ها نشان داده که در بین عناصر ضروری برای رشد، نیتروژن اثر بیشتری در افزایش سطح برگ، سرعت رشد قسمت‌های هوایی و غده بذری سیب‌زمینی دارد. کمبود نیتروژن در اغلب گیاهان به‌صورت زرد شدن برگ‌ها یا رنگ پریدگی برگ‌ها (کلروز)، به‌خصوص در برگ‌های پائین گیاه بروز می‌کند، تحت شرایط کمبود

از دمبرگ و بررسی غلظت نیتروژن نیتراتی دمبرگ، در تمام مراحل رشدی بهتر از روش قرائت گیری دستگاه SPAD وضعیت نیتروژن کانوپی‌ها را مشخص می‌سازد اما این روش یک روش تخریبی است. همچنین آن‌ها دریافتند به‌کارگیری تصاویر ماهواره‌ای کوئیک‌برد برای دقیق بودن نیازمند داده‌هایی با پیکسل‌های بالا است و این امر هزینه زیادی را می‌طلبد.

این بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از دستگاه SPAD روشی آسان، سریع و مقرون به‌صرفه است. به‌طور کلی تحقیقات زیادی در رابطه با استفاده از دستگاه کلروفیل متر SPAD روی ذرت، برنج، گندم، سیب‌زمینی و سایر محصولات کشاورزی صورت گرفته و کارایی بالای این روش در ارزیابی وضعیت نیتروژن گیاه و تعیین میزان کود نیتروژن مورد نیاز گیاه در مراحل مختلف رشد جهت حصول عملکرد مطلوب مشخص شده است (صالحی و همکاران، ۱۳۸۲ و مورداک و همکاران، ۱۹۹۷).

هدف از این پژوهش، استفاده از کلروفیل متر به منظور تشخیص زمان نیاز گیاه سیب زمینی به نیتروژن و افزایش کارایی مصرف نیتروژن و کاهش تلفات آن و دستیابی به عملکرد مطلوب در زراعت سیب‌زمینی رقم آگریا بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام و از سیب‌زمینی رقم آگریا استفاده شد. فواصل روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر و بین ردیف ۷۵ سانتی-متر و تراکم بوته ۵۳۳۰۰ بوته در هکتار در نظر گرفته شد. طول ردیف‌ها نیز ۶ متر بود و در هر کرت نیز ۵ ردیف لحاظ شد که دو ردیف کناری به عنوان حاشیه بودند. در هر بلوک یک کرت شاهد در نظر گرفته شد که مقدار نیتروژن آن همیشه در حد مطلوب بود، بدین-ترتیب که مقدار کل نیتروژن مصرفی آن ۳۰ درصد بیشتر از مقدار پیشنهاد شده توسط آزمایشگاه خاک بود. مقدار کود پیشنهاد شده توسط آزمایشگاه خاک

اعتماد برای ارزیابی نیتروژن قابل جذب خاک در طول فصل رشد می‌باشد. یکی از روش‌های تعیین وضعیت نیتروژن گیاه استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD) است. دستگاه کلروفیل‌متر یک دستگاه سبک‌وزن دستی بوده که امکان اندازه‌گیری و قرائت سریع نسبت کلروفیل برگ را در مقایسه با کرت مرجع، بدون آسیب و خسارت به برگ امکان‌پذیر می‌سازد. کار با این دستگاه بسیار سریع و آسان بوده و قرائت‌گیری در مدت چند ثانیه می‌تواند انجام شود. عدد دستگاه کلروفیل‌متر شاخصی از نسبت کلروفیل موجود در گیاه بوده و در واقع نوعی سنجش میزان سبزی‌نگی گیاه می‌باشد و از آن‌جا که کلروفیل‌متر میزان سبزی‌نگی گیاه را ارزیابی می‌کند، از طریق مقایسه عدد آن با قرائت کلروفیل‌متر در گیاهان شاهد کوددهی شده می‌توان به محتوای نیتروژن گیاه نیز پی برد. این موضوع به محقق اجازه می‌دهد که عملیات کوددهی به گیاه را بر اساس نیاز واقعی گیاه برنامه‌ریزی کند و ریسک کاهش محصول در اثر کمبود مواد غذایی و هزینه ناشی از کوددهی اضافی را کاهش دهد (احمدجان و همکاران، ۱۹۹۹).

زبارت و همکاران (۲۰۰۳) آزمایشی را برای بهینه کردن مدیریت نیتروژن در مزرعه سیب‌زمینی با خصوصیات متغیر خاک انجام داد. آن‌ها تیمارهای کودی مختلف نیتروژن را در یک مزرعه با مقیاس آزمایشی در دو سال برای بررسی تغییرات وضعیت نیتروژن به‌کار برد. میزان نیتروژن سیب‌زمینی و کلروفیل برگ را با استفاده از دستگاه Field scout متر و دستگاه SPAD-502 مورد ارزیابی قرار داد. نتایج حاصل نشان داد که بین داده‌های دو دستگاه و میزان نیتروژن گیاه و عملکرد کل غده همبستگی مثبت خوبی وجود دارد.

جیندنگ و همکاران (۲۰۰۶) در یک آزمایش سه ساله از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ در دانشگاه مینسوتای آمریکا، وضعیت نیتروژن کانوپی‌های سیب‌زمینی را با سه روش نمونه‌برداری از دمبرگ، قرائت‌گیری دستگاه SPAD و بررسی تصاویر ماهواره‌ای کوئیک‌برد^۱ در شش میزان نیتروژن از ۳۴ تا ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها دریافتند که روش نمونه‌برداری

بررسی تاثیر کود سرک نیتروژن با استفاده از کلروفیل متر بر عملکرد و ...

کلروفیل متر، از برگ چه نوک در اولین برگ کاملاً توسعه یافته از قسمت بالای ساقه استفاده می‌شد (جاکوئینتو و همکاران، ۲۰۰۰؛ جیندانگ و همکاران، ۲۰۰۶ و مورداک و همکاران، ۱۹۹۷) و به ازای هر گیاه فقط یک قرائت-گیری انجام می‌گردید. اندازه‌گیری‌ها نیز در یک نقطه مرکزی روی برگچه بین رگبرگ اصلی و حاشیه برگ انجام می‌شدند. در این آزمایش قرائت-گیری توسط کلروفیل متر تا اواخر مرحله پر شدن غده ادامه یافت.

جهت تعیین همبستگی بین قرائت‌های دستگاه کلروفیل متر و میزان نیتروژن برگ، در دو مرتبه در اوایل و اواخر دوره پر شدن غده در طول فصل رشد تعداد ۳۰ عدد برگ از کرت‌های آزمایشی به صورت تصادفی انتخاب و قرائت‌گیری شد و میزان نیتروژن برگ با استفاده از روش کج‌دال تعیین گردید. کلیه عملیات زراعی مانند وجین، خاک‌دهی و سمپاشی مطابق با نیاز مزرعه به طور یکسان در تمام کرت‌ها انجام شد. در انتهای فصل رشد از دو ردیف میانی هر کرت آزمایشی، محصول ۴ بوته برای ارزیابی عملکرد و اجزاء عملکرد برداشت شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم گراف‌های مربوطه با استفاده از نرم‌افزارهای EXCEL، STAT C و CurveExpert 1.3 انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

زمان و مقدار کاربرد کود سرک نیتروژن بر اساس شاخص های نیتروژن و مقادیر مختلف کود سرک در جدول ۱ آورده شده است.

عملکرد

در شاخص نیتروژن ۹۰ درصد مصرف هر نوبت کود سرک به میزان ۱۰۰ کیلوگرم (در مجموع ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ۱۵۰ کیلوگرم (در مجموع ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با شاهد (در مجموع ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) باعث کاهش معنی‌دار عملکرد غده سیب‌زمینی گردید (شکل ۱، الف). در شاخص نیتروژن ۹۵ درصد مصرف هر نوبت کود سرک به میزان ۱۰۰ کیلوگرم (در مجموع ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ۱۵۰ کیلوگرم (در مجموع ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) در

کیلوگرم در هکتار کود پایه و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سرک بود (در مجموع ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار)، بر این اساس مقدار کود نیتروژن مصرف شده برای کرت شاهد ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد که کود سرک آن در تاریخ‌های ۳۲، ۷ و ۶۱ از کاشت و به ترتیب به میزان ۱۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اعمال گردید. از این کرت جهت مقایسه قرائت‌های دستگاه کلروفیل متر با سایر تیمارها استفاده می‌شد.

بر اساس نتایج آزمایشگاه خاک مقدار ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم (K_2O) و ۹۶ کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر (P_2O_5) و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به عنوان کود پایه به‌طور یکسان برای تمام کرت‌ها به خاک اضافه شد (برای کرت شاهد کود نیتروژن بیشتری در نظر گرفته شد). هم‌چنین pH خاک حدود ۸/۶ تعیین شد و بر اساس توصیه آزمایشگاه، جهت کاهش pH خاک، مقدار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به خاک اضافه گردید.

در این آزمایش دو سطح کود سرک به میزان ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار اعمال شد. زمان مصرف کود اوره سرک به وسیله دستگاه کلروفیل متر (مدل Minolta-502) تعیین شد. بدین ترتیب که هر هفته از هر کرت ۱۰ تا ۱۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و با استفاده از دستگاه کلروفیل متر تخمینی از کلروفیل آن‌ها برآورد و نتایج با کرت شاهد مقایسه می‌شد. از نسبت قرائت کرت مورد نظر به قرائت کرت شاهد شاخص نیتروژن تعیین گردید (جاکوئینتو و همکاران، ۲۰۰۰؛ مورداک و همکاران، ۱۹۹۷ و اسنپ و همکاران، ۲۰۰۲):

$$\text{شاخص نیتروژن} = \frac{\text{قرائت کرت مورد نظر}}{\text{قرائت کرت شاهد}} \times 100$$

در این آزمایش دو سطح شاخص نیتروژن به میزان ۹۰ و ۹۵ درصد مورد استفاده قرار گرفت.

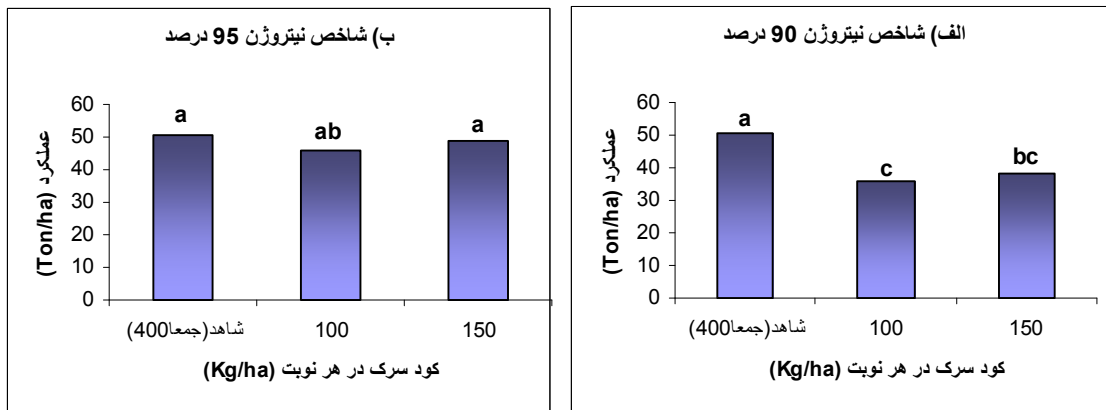
در هر یک از دو تیمار چنانچه شاخص نیتروژن به کمتر از ۹۰ یا ۹۵ درصد می‌رسید اقدام به کوددهی سرک در دو سطح ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار می‌شد. قرائت‌گیری از سه ردیف مرکزی هر کرت انجام شده و برای قرائت‌گیری با دستگاه

مقایسه با شاهد (در مجموع ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) (شکل ۱، ب). باعث تغییر معنی‌داری در عملکرد غده سیب‌زمینی نشد

جدول ۱: زمان و مقادیر کاربرد کود سرک نیتروژن در شاخص‌های مختلف نیتروژن

شاخص نیتروژن (درصد)		کود سرک (کیلوگرم در هکتار)
۹۵	۹۰	
۳۰۰	۲۰۰	۱۰۰
(۹۶) و (۶۸)	(۹۶)، (۷۵)	
۳۰۰	۱۵۰	۱۵۰

اعداد داخل پرانتز زمان مصرف کود سرک بر اساس تعداد روز پس از کاشت هستند.



شکل ۱: مقایسه میانگین تاثیر کود سرک نیتروژن بر عملکرد غده در شاخص نیتروژن ۹۰ (الف) و ۹۵ درصد (ب). (میانگین - های دارای حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند)

تقریباً مصادف با اواسط غده‌بندی گیاه سیب‌زمینی بود. بنابراین به نظر می‌رسد مرحله غده‌بندی مرحله مهمی از نظر نیاز گیاه به نیتروژن محسوب می‌شود و کوددهی در این مرحله می‌تواند منجر به افزایش عملکرد گردد. این نتایج با یافته‌های محققین دیگر مطابقت دارد. اسنپ و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند گیاه سیب‌زمینی در مرحله غده‌بندی بیشترین جذب نیتروژن را از خاک دارد و در این مرحله در صورت کاهش شاخص نیتروژن به زیر ۹۶ درصد، می‌بایست بلافاصله اقدام به کوددهی نیتروژن برای گیاه نمود. در نتیجه به کارگیری کود نیتروژن در زمانی که گیاه بیشترین نیاز را به نیتروژن دارد، می‌تواند در افزایش عملکرد موثر باشد. در این آزمایش در شاخص نیتروژن ۹۵ درصد، به کارگیری کود

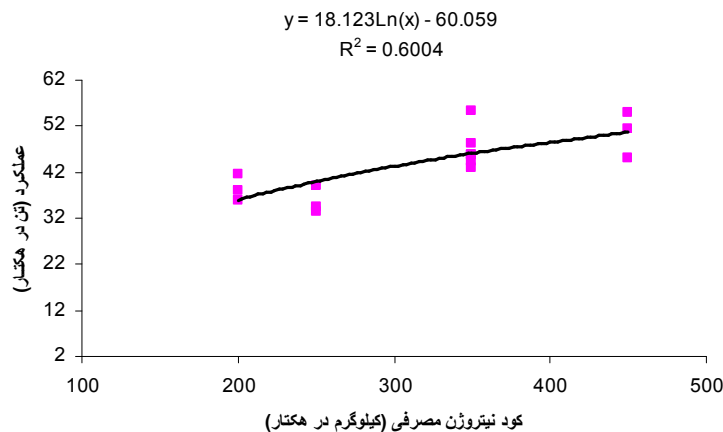
نتایج این آزمایش نشان داد در بین دو شاخص نیتروژن به کار گرفته شده، شاخص ۹۵ درصد در مقایسه با شاخص ۹۰ درصد از کارایی بیشتری برخوردار است، اما در شاخص ۹۵ درصد، بین توزیع سطوح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (در سه مرتبه) و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (در دو مرتبه) اختلاف معنی‌داری وجود ندارد که با توجه به هزینه‌های بالای توزیع کود در مزرعه، به نظر می‌رسد توزیع کود سرک در سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در دو مرتبه مناسب‌تر خواهد بود.

در این آزمایش ۶۸ روز پس از کاشت، نیاز گیاه سیب‌زمینی به کود نیتروژن احساس شد. به طوری که تیمارهایی که با شاهد در یک گروه آماری قرار گرفتند، در این تاریخ نیازمند کود نیتروژن تلقی شدند. این مرحله

بررسی تاثیر کود سرک نیتروژن با استفاده از کلروفیل متر بر عملکرد و ...

مورد مصرف کود به خوبی صادق است. برطبق این قانون، بازده هر واحد سرمایه گذاری جدید، کمتر از بازده واحدهای سرمایه گذاری قبلی می باشد و این رابطه در مورد تغییرات عملکرد غده سیب زمینی نسبت به کود نیتروژن نیز صادق می باشد.

نیتروژن بیشتر برای شاهد منجر به افزایش عملکرد نشد. بنابراین به نظر می رسد به کارگیری کود نیتروژن بیشتر برای گیاه سیب زمینی تا حد معینی منجر به افزایش عملکرد شده و از آن حد به بعد تاثیری در افزایش عملکرد نخواهد داشت (شکل ۲). بررسی ها (جاکوئینتو و همکاران، ۲۰۰۰؛ موردادک و همکاران، ۱۹۹۷ و اسنپ و همکاران، ۲۰۰۲) نشان داده اند که قانون بازده نزولی در



شکل ۲: رابطه مقادیر کود نیتروژن مصرفی با عملکرد غده سیب زمینی

سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هر نوبت (در مجموع ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده گردید (شکل ۳، الف).

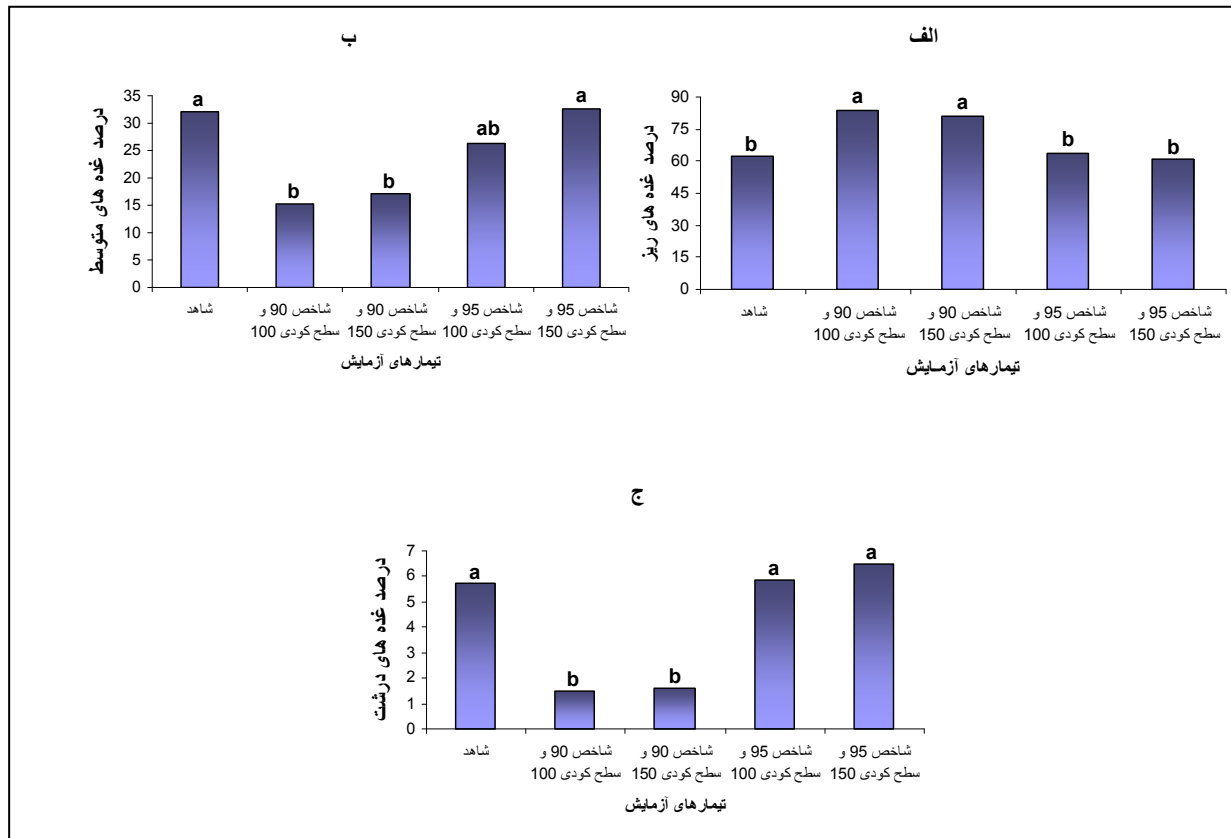
اثر نیتروژن بر درصد غده های متوسط در سطح ۵ درصد معنی دار شد. بیشترین درصد غده های متوسط در شاخص ۹۵ درصد و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هر نوبت (در مجموع ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد و کمترین درصد غده های متوسط در شاخص ۹۰ درصد و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هر نوبت (در مجموع ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده گردید (شکل ۳، ب).

اثر نیتروژن بر درصد غده های درشت در سطح ۵ درصد معنی دار شد. بیشترین درصد غده های درشت در شاخص ۹۵ درصد و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هر نوبت (در مجموع ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد و کمترین درصد غده های درشت در شاخص ۹۰ درصد و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هر نوبت (در مجموع ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده گردید (شکل ۳، ج). در این آزمایش با افزایش مقادیر کود نیتروژن سرک، درصد غده های متوسط و درشت افزایش یافت.

با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می رسد مصرف بی رویه کودها نه تنها برای گیاه مفید نباشد، بلکه از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه نبوده و حتی ممکن است خساراتی را به دنبال داشته باشد. جیندنگ و همکاران (۲۰۰۶) بیان نمودند که هرگاه مقدار کود داده شده به خاک بیش از ظرفیت نگهداری خاک باشد، کود مازاد بر ظرفیت خاک وارد آب های زیرزمینی می شود و این امر می تواند باعث به خطر افتادن سلامت اکوسیستم ها گردد. بنابراین توصیه نوع و میزان کود مصرفی برای هر گیاه و در هر مزرعه می بایست با انجام آزمایشات دقیق و مناسب به عمل آید.

اندازه غده

اثر نیتروژن بر درصد غده های ریز در سطح ۵ درصد معنی دار شد. بیشترین درصد غده های ریز در شاخص ۹۰ درصد و سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هر نوبت (در مجموع ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد و کمترین درصد غده های ریز در شاخص ۹۵ درصد و



شکل ۳: مقایسه میانگین تاثیر کود نیتروژن بر اندازه غده، الف، ب و ج به ترتیب اثر کود نیتروژن بر درصد غده های ریز، متوسط و درشت هستند

متوسط و درشت منجر به بازارپسندی بهتر محصول گردد.

تعداد ساقه اصلی در بوته

در شاخص نیتروژن ۹۰ درصد مصرف هر نوبت کود سرک به میزان ۱۰۰ کیلوگرم (در مجموع ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ۱۵۰ کیلوگرم (در مجموع ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با شاهد (در مجموع ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) باعث تغییر معنی داری در تعداد ساقه اصلی در بوته سیب زمینی نگردید (شکل ۴، الف). هم-چنین در شاخص نیتروژن ۹۵ درصد مصرف هر نوبت کود سرک به میزان ۱۰۰ کیلوگرم (در مجموع ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ۱۵۰ کیلوگرم (در مجموع ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با شاهد (در مجموع ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) باعث تغییر معنی داری در تعداد ساقه اصلی در بوته سیب زمینی نشد (شکل ۴، ب). در این آزمایش مشاهده شد که سطوح مختلف کود سرک نیتروژن و شاخص های نیتروژن تاثیر معنی-

شجاعی نوفرست و جواهری (۱۳۸۲) در مطالعات خود بر روی اثرات مصرف کود روی (Zn) بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی بیان نمودند که اگر شرایط محیطی اجازه بدهد، رقم آگریا توانایی درشت تر کردن غده های خود و در نتیجه افزایش عملکرد را دارد. اسپارو و چاپمن (۲۰۰۳) گزارش کردند کاربرد کود سرک نیتروژن باعث افزایش عملکرد غده رقم راست بریانک^۱ می شود که این افزایش عملکرد بیشتر ناشی از اندازه غده است تا تعداد غده، اما کاربرد کود سرک باعث افزایش عملکرد غده های بدشکل نیز می شود. بررسی ها نشان داده است که ریزی و درشتی غده های سیب زمینی نقش مهمی در بازارپسندی این محصول ایفا می-کند. معمولاً غده های با وزن متوسط (۷۵ تا ۲۵۰ گرم) بازارپسندی بهتری دارند. بنابراین فراهمی نیتروژن در زمانی که گیاه به این عنصر نیاز دارد، علاوه بر حصول عملکرد بیشتر، می تواند از طریق افزایش غده های

1. Russet Burbank

بررسی تاثیر کود سرک نیتروژن با استفاده از کلروفیل متر بر عملکرد و ...

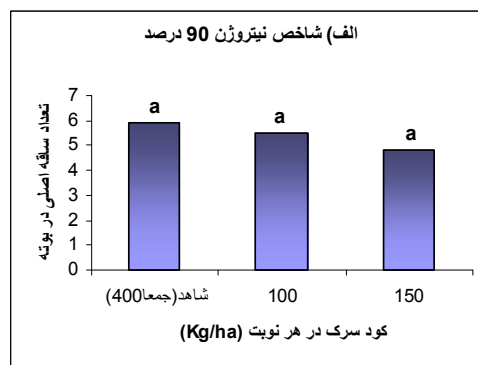
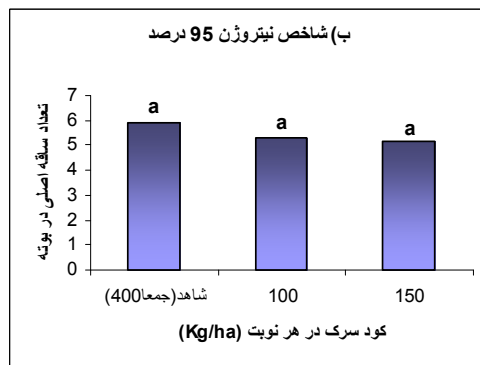
کیلوگرم در هکتار) و ۱۵۰ کیلوگرم (درمجموع ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با شاهد (در مجموع ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) باعث تغییر معنی‌داری در تعداد غده در بوته سیب‌زمینی نگردید (شکل ۵، الف). هم‌چنین در شاخص نیتروژن ۹۵ درصد مصرف هر نوبت کود سرک به میزان ۱۰۰ کیلوگرم (درمجموع ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ۱۵۰ کیلوگرم (درمجموع ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با شاهد (در مجموع ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) باعث تغییر معنی‌داری در تعداد غده در بوته سیب‌زمینی نشد (شکل ۵، ب). در این آزمایش مشاهده شد که سطوح کود سرک نیتروژن و شاخص‌های نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر روی تعداد غده در بوته ندارند، این موضوع به کیفی بودن صفت تعداد غده در هر بوته نسبت داده شد.

داری بر روی تعداد ساقه اصلی در بوته ندارند، این موضوع به کیفی بودن صفت تعداد ساقه در هر بوته نسبت داده شد (صفات کیفی تحت تاثیر محیط قرار نمی‌گیرند). آلن (۱۹۷۲) در مطالعات خود بر روی عملکرد سیب‌زمینی، گزارش کرد تعداد ساقه اصلی در هر بوته به اندازه و سن فیزیولوژیک غده و خصوصیات فیزیولوژیکی رقم (تعداد چشم در غده بذری) بستگی دارد. لماگا و کیسر (۱۹۹۰) بیان کردند که افزایش تعداد ساقه در هر رقم، باعث تولید تعداد غده بیشتر در آن می‌شود. اما این صفت یک صفت کیفی است و جدا کردن اثر محیط از اثر ژنوتیپ در مورد آن مشکل است.

تعداد غده در بوته

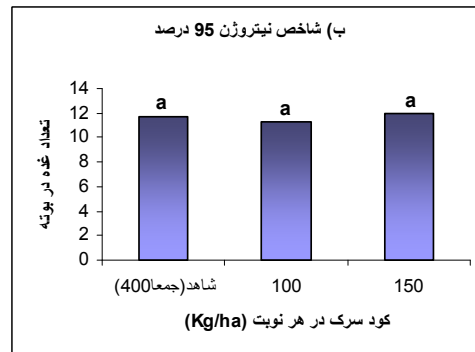
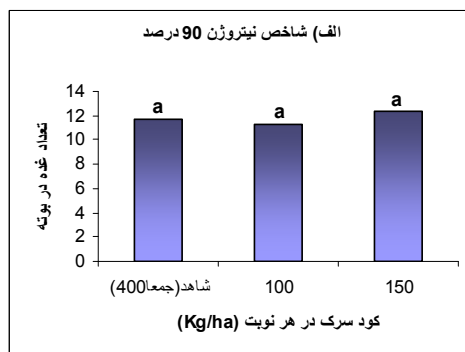
در شاخص نیتروژن ۹۰ درصد مصرف هر نوبت

کود سرک به میزان ۱۰۰ کیلوگرم (درمجموع ۲۰۰



شکل ۴: مقایسه میانگین تاثیر کود سرک نیتروژن بر تعداد ساقه اصلی در بوته در شاخص نیتروژن ۹۰ (الف) و

۹۵ درصد (ب)



شکل ۵: مقایسه میانگین تاثیر کود سرک نیتروژن بر تعداد غده در بوته در شاخص نیتروژن ۹۰ (الف) و ۹۵ درصد (ب)

گزارش کرد که تعداد غده در هر بوته سیب‌زمینی با تعداد ساقه هوایی همبستگی مثبتی دارد و با افزایش

هاورکورت و همکاران (۱۹۹۰) نشان دادند که

بین تعداد استولون-های گیاه سیب‌زمینی و تعداد غده در بوته همبستگی مثبتی وجود دارد. آلن (۱۹۷۲)

میزان مصرف کود نیتروژن، غلظت نیتروژن برگ در گیاه نیز افزایش می‌یابد (شکل ۷، ب).

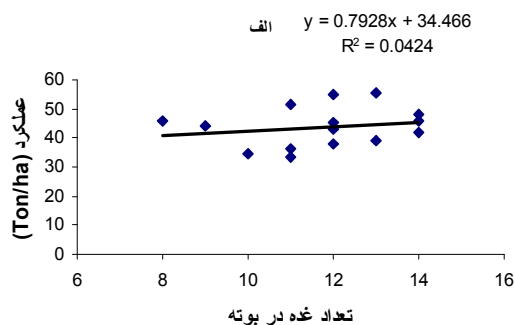
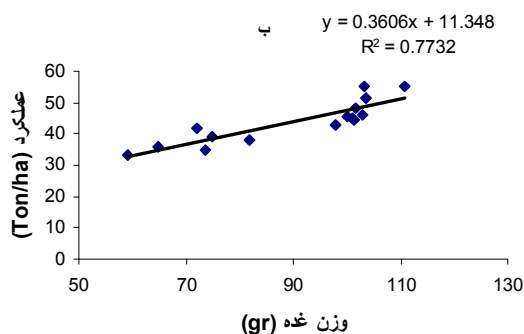
در این آزمایش مشاهده شد تجمع نیتروژن در برگ‌های گیاه سیب‌زمینی با افزایش مصرف کود نیتروژن افزایش می‌یابد. این نتیجه با نتایج پژوهشگران دیگر مطابقت دارد. بیندی و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعات خود بیان نمودند بین قرائت‌های کلروفیل‌متر و محتوای نیتروژن گیاه سیب‌زمینی همبستگی مثبتی وجود دارد. پنگ و همکاران (۱۹۹۳) نیز در مطالعات خود بر روی تعیین نیاز کودی گیاه برنج با استفاده از کلروفیل‌متر گزارش کردند که بین میزان نیتروژن گیاه و عدد کلروفیل‌متر رابطه خطی و مثبتی وجود دارد که البته این رابطه خود به مرحله رشدی گیاه و ارقام برنج بستگی دارد. این نتایج نشان می‌دهد که با استفاده از کلروفیل‌متر می‌توان به محتوای کلروفیل برگ پی برد و به کمک آن به تخمینی از وضعیت نیتروژن گیاه دست یافت. مزیت این روش، صرفه‌جویی در وقت و هزینه برای تخمین میزان کلروفیل برگ است، چرا که روش‌های معمول استخراج و اندازه‌گیری کلروفیل زمان بر و پرهزینه هستند. در حالی که تخمین میزان کلروفیل براساس قرائت عدد دستگاه کلروفیل‌متر، سریع و آسان است. بنابراین کلروفیل‌متر می‌تواند به عنوان یک وسیله جهت تخمین سریع و بدون تخریب کلروفیل گیاه سیب زمینی به کار رود.

تعداد ساقه در هر بوته تعداد غده تشکیل شده نیز افزایش می‌یابد.

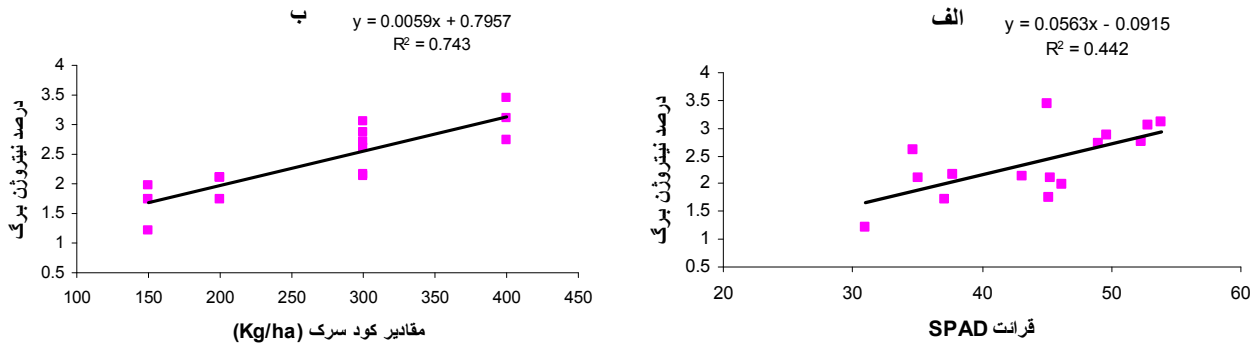
به‌طور کلی عملکرد غده سیب‌زمینی حاصل تعداد غده و متوسط وزن غده است. در این مطالعه تعداد غده در سطوح مختلف کود نیتروژن و در شاخص‌های متفاوت نیتروژن، تغییر معنی‌داری نداشت. در نتیجه همبستگی تعداد غده با عملکرد معنی‌دار نشد. در حالی که متوسط وزن غده با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (شکل ۶). از آن جایی که انتظار می‌رود بین اجزاء عملکرد یک همبستگی منفی وجود داشته باشد و در این مطالعه با افزایش سطوح کود نیتروژن و شاخص‌های نیتروژن، متوسط وزن غده افزایش یافت و تعداد غده در بوته کاهش نیافت، بنابراین افزایش عملکرد تیماری که بیشتر کود دریافت کرده بود به افزایش وزن غده نسبت داده شد و افزایش وزن غده عامل اصلی در افزایش عملکرد تیمار بیشتر کود خورده بود. یزدان‌دوست (۱۳۸۲) گزارش کرد همبستگی عملکرد غده با تعداد غده در بوته منفی و با متوسط وزن غده مثبت و معنی‌دار است.

میزان نیتروژن برگ

نتایج نشان داد با افزایش درصد نیتروژن برگ، قرائت‌های SPAD افزایش می‌یابد و بین قرائت‌های SPAD و درصد نیتروژن برگ همبستگی مثبتی وجود دارد (شکل ۷، الف). هم‌چنین در این آزمایش مشاهده شد با افزایش



شکل ۶: رابطه وزن و تعداد غده در بوته با عملکرد. به ترتیب همبستگی بین تعداد غده در بوته با عملکرد (الف) و وزن غده با عملکرد (ب)



شکل ۷: رابطه مقادیر SPAD با درصد نیتروژن برگ (الف) و رابطه سطوح کود سرک نیتروژن با درصد نیتروژن برگ (ب)

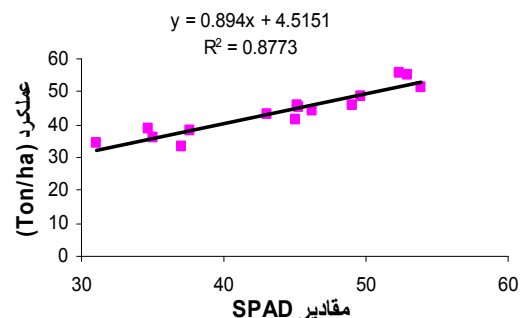
قرائت‌های SPAD

نتایج این آزمایش نشان داد بین عدد قرائت کلروفیل‌متر و میزان عملکرد همبستگی مثبتی وجود دارد و تیمارهای با عملکرد بالاتر، دارای قرائت SPAD بیشتری نسبت به دیگر تیمارها هستند (شکل ۸). این موضوع به میزان سطوح کود نیتروژن سرک، نسبت داده شد (شکل ۹). نتایج ما با نتایج محققین دیگر در این رابطه مطابقت دارد. جانکوینتو و همکاران (۱۹۹۷) و (۲۰۰۰) در مطالعات خود عدد قرائت ۳۹ کلروفیل‌متر SPAD را به عنوان عدد بحرانی قرائت SPAD در زراعت سیب‌زمینی تلقی کردند و با رسیدن قرائت SPAD به زیر این شاخص اقدام به کوددهی می‌نمودند. آن‌ها دریافته‌اند که بین قرائت SPAD و میزان عملکرد گیاه یک رابطه خطی وجود دارد و با افزایش قرائت SPAD، میزان عملکرد نیز افزایش می‌یابد.

شکل ۹: رابطه سطوح کود نیتروژن با مقادیر SPAD

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد مصرف مقادیر بیشتر کودهای نیتروژن، افزایش معنی‌داری در عملکرد غده ایجاد نمی‌کند، بلکه تنها احتمال آبشویی بیشتر نیتروژن و تجمع غلظت نیترات در غده‌ها را افزایش می‌دهد، بنابراین روش توصیف شده در این مقاله می‌تواند برای مدیریت نیتروژن تکمیلی برای گیاه سیب‌زمینی سودمند باشد و به تصمیم‌گیری آسان در خصوص زمان و مقدار به-کارگیری نیتروژن تکمیلی در زراعت سیب‌زمینی کمک کند. کاربرد این روش علاوه بر کاهش آبشویی نیتروژن و کاهش تجمع نیترات در غده، می‌تواند سبب صرفه‌جویی مصرف کودهای نیتروژن در کشور گردد که ارزش ریالی آن بسیار قابل توجه خواهد بود. عیب این روش این است که دستگاه کلروفیل‌متر SPAD-502 تنها نسبت کلروفیل پهنک برگ کرت مورد نظر را در مقایسه با کرت شاهد نشان می‌دهد و نه مقدار واقعی کلروفیل را، بنابراین انجام آزمایشات بیشتر برای دستیابی به یک منحنی استاندارد بین عدد کلروفیل‌متر و محتوای واقعی کلروفیل برگ برای محاسبه مقدار دقیق نیتروژن مورد نیاز گیاه ضروری به نظر می‌رسد.



شکل ۸: رابطه مقادیر SPAD با عملکرد

منابع

- رضایی، ع. و سلطانی، ا. ۱۳۷۵. زراعت سیب‌زمینی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- شجاعی نوفرست، ک. و جواهری، س. ۱۳۸۲. بررسی اثرات زمان، میزان و روش مصرف کود روی بر عملکرد و اجزاء عملکرد و مقدار جذب روی در دو رقم سیب‌زمینی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۱ (۲): ۱۹۱-۱۹۸.
- صالحی، م.، کوچکی، ع. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۲. میزان نیتروژن و کلروفیل برگ به عنوان شاخصی از تنش خشکی در گندم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۱ (۲): ۱۹۹-۲۰۵.
- کافی، م.، لاهوتی، م.، زند، ا.، شریفی، ح. ر.، و گلدانی، م. ۱۳۷۸. فیزیولوژی گیاهی. جلد اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- یزدان‌دوست همدانی، م. ۱۳۸۲. مطالعه تاثیر مصرف نیتروژن بر عملکرد، اجزاء عملکرد و تجمع نترات در ارقام سیب‌زمینی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۴ (۴): ۹۷۷-۹۸۵.
- Ahmad John, I. S., Reid, F., Alan, N. N. and Hansen, C. 1999. Nitrogen sensing for precision agriculture using chlorophyll maps. ASAE/CSAE-SCGR Annual International Meeting. Sheraton Center. Toronto, ON, Canada, July 18-21.
- Allen, E. J. 1972. The effect of row width on the yield of three potato varieties. *Journal of Agriculture Science Cambridge*, 79: 315-321.
- Bindi, M. Hacour, A. Vandermeiren, K. Craigon, J. Ojanpera, K. Sellden, G. hogy, p. Finnan, J. and Fibbi, L. 2002. Chlorophyll concentration of potatos grown under elevated carbon dioxide and/or ozone concentrations. *European Journal of Agronomy*, 17: 319-335.
- FAO. 2007. FAO statistical databases. Available online at <http://www.fao.org>
- Gianquinto, G., Sambo, P., and Bona, S. 1997. The use of SPAD-502 chlorophyll meter for dynamically optimizing the Nitrogen supply in potato crop. International Symposium on Timing of Field Production in Vegetable Crops. University of Podova, Legnaro, Italy.
- Gianquinto, G., P. Sambo, and Pimpini, F. 2003. The use of SPAD-502 chlorophyllmeter for dynamically optimising the nitrogen supply in potato crop: first results. *Acta Horticulturae*, 627: 225-230.
- Haverkort, A. J., De Wart, M. V. and Bodlaender, K. B. A. 1990. Inter-relationships of the number of initial sprouts, stems, stolons and tubers per potato plant. *Potato Research*, 33: 269-274.
- Irfan, S. Ahmad Jhon, F. Reid, Noboru Noguchi, and Alan C. Hansen. 1999. Nitrogen Sensing For Precision Agriculture Using Chlorophyll Maps. ASAE/CSAE-SCGR Annual International Meeting Sheraton Center Torento, on Canada, July: 18-21.
- Jindong, W., J. Carl, and Marvin, E. 2006. Comparision of petiole nitrate concentrations, SPAD chlorophyll readings, and Quick Bird satellite imagery in detecing nitrogen status of potato canopies. *Field Crops Research*, 101: 96-103.
- Jokela, W. E. 1992. Nitrogen fertilizer and dairy manure effects on corn yield and Siol nitrate. *Journal of Soil Science*, 56: 148-154.
- Lemaga, B. and Caesar, K. 1990. Relationships between numbers of main stems and yield components of potato as influenced by different dsylengths. *Potato Research*, 33: 257-267.
- Murdock, L., Jones, S. Bowley, P. Needham, J. James, and . Howe, P. 1997. Using a chlorophyll meter to make nitrogen recommendations on wheat. Co operative Extension Service. University of Kentucky, College of Agriculture.
- Oberle, S. L., and Keeney, D. R. 1990. Soil type, precipitation, and fertilizer N effects on corn yields. *Journal of Production Agriculture*, 3: 522-527.
- Peng, S., Garacia, F. E. . Laza, R. C Sanico, A. L. Viperas, R.M. and assman, K. G. 1996. Increased N- use efficiency using a chlorophyll meter on high- yielding irrigated rice. *Field Crops Research*, 47: 243-257.
- Roberts, S., Weaver, W. H. and Phelps, J. P. 1982. Effect of time of fertilization on nitrogen and yield of Russet Burbunk potatoes under center pivot irrigation. *Potato Journal*, 59: 77-86.

بررسی تاثیر کود سرک نیتروژن با استفاده از کلروفیل متر بر عملکرد و ...

- Snapp, S., Smucker, D. and Vitosh, M. 2002. Nitrogen management for Michigan Potatoes. Crop and Soil Sciences Dept, 1-4.
- Sparrow, L.A. and Chapman, S.R. 2003. Effects of nitrogen fertilizer on potato (*Solanum tuberosum* L,cv. *Russet burbank*) in Tasmania.1: Yield and quality. Australian Journal of Experimental Agriculture, 43: 631-641.
- Zebarth, B.J., Rees, H., Trembly, N., Fournier, P., and Leblan, B., 2003. Mapping patial variation in potato Nitrogen status using the N sensor. Proceedings of the XXVI International Horticultural Congress, TorontoCanada, 11 -17.

Effect of Nitrogen Topdress Fertilizer Application by Using Chlorophyll Meter on Yield and Yield Components of Potato (*Agria cv.*)

Arshadi¹, M. j., Khazae¹, H. R. and Kafi¹, M.

Abstract

Among the essential elements for potato (*Solanum tuberosum* L.) crop growth, nitrogen has more important role in leaf area increment, shoots growth rate and tuber yield. Therefore, to determine the time and value of supplemental nitrogen fertilizer in different stages of potato crop growth, it is required to use a reliable method to assess the uptakable nitrogen of soil during growing season. Therefore, in order to use chlorophyll meter to identify the required appropriate time of potato crop to nitrogen fertilizer and increment of nitrogen use efficiency, an experiment was conducted based on randomized complete blocks design with three replications in research farm of Ferdowsi University, College of Agriculture. Nitrogen topdress fertilizer was applied in two levels of 100 and 150 kgN.ha⁻¹ and in two nitrogen index of 90 and 95 percent. The results indicated that 95 percent nitrogen index versus 90 percent nitrogen index performs a better efficiency in increment of potato crop yield. However, in 95 percent index, nitrogen fertilizer levels of 100 and 150 kgN.ha⁻¹ did not show significant difference in tuber yield. Nitrogen indices and nitrogen fertilizer levels did not perform significant effect on number of main stems and number of tubers in plant. The percentage of medium and large tubers were increased when the nitrogen fertilizer level was increased. Potato producers should apply nitrogen fertilizer to improve their yield but in time and sufficient application of nitrogen fertilizer requires an economic and fast procedure. It seems that application of nitrogen fertilizer by using chlorophyll meter, in addition to make desirable yield of tuber, reduce the nitrogen fertilizers level.

Keywords: Nitrogen Fertilizer, Yield and Yield Components of Potato, Chlorophyll Meter, Nitrogen Index

1. M.Sc Student, Assistant Professor and Professor respectively, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

*: Corresponding Author
