

مطالعه تاثیر مصرف نیتروژن بر عملکرد، اجزاء عملکرد و تجمع نیترات در ارقام سیب‌زمینی

محمد یزدان‌دوست همدانی
عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی همدان
تاریخ پذیرش مقاله ۸۲/۳/۷

خلاصه

به منظور مطالعه تاثیر کود نیتروژن بر رشد و عملکرد سیب‌زمینی و بررسی ارتباط مقدار مصرف نیتروژن با تجمع نیترات در ارقام سیب‌زمینی، این آزمایش در سال ۱۳۷۸ در مرکز تحقیقات کشاورزی همدان، ایستگاه اکباتان اجراء گردید. دو رقم سیب‌زمینی (دیامانت و مارفونا) و شش میزان کود نیتروژن (براساس آزمون خاک و شامل مقادیر ۸۶، ۱۲۹/۵، ۱۷۲/۵، ۲۱۵/۵، ۲۵۹ و ۳۴۵ کیلو گرم نیتروژن در هکتار) به روش فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. در طول فصل رشد، زمان سبز شدن، گلدهی، تشکیل غده و رسیدن به پوشش کامل مزرعه و در زمان برداشت متوسط تعداد ساقه و غده در هر بوته، متوسط وزن غده و عملکرد اندازه‌گیری شدند. همچنین پس از برداشت، مقدار ازت نیتراته در غده‌ها تعیین گردید. با افزایش مصرف نیتروژن زمان گلدهی و تشکیل غده به تاخیر افتاد. رقم و کود نیتروژن تاثیر بسیار معنی‌داری بر متوسط وزن غده و عملکرد غده در هکتار داشتند. رقم مارفونا با متوسط وزن غده ۷۲/۵ گرم و عملکردی معادل ۳۴۰۰۴ کیلو گرم در هکتار نسبت به دیامانت برتری داشت. بیشترین عملکرد غده با مصرف مقدار نیتروژن توصیه شده بر اساس آزمون خاک (۳۷۵ کیلو گرم کود اوره در هکتار) به دست آمد و مصرف مقادیر بیشتر کود اثر معنی‌داری بر عملکرد نداشت. مقدار نیترات غده‌ها تحت تاثیر رقم قرار نگرفت اما در مقادیر مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری را نشان داد. بالاترین غلظت نیترات از مصرف بیشترین مقدار کود نیتروژن (۷۵۰ کیلو گرم کود اوره) حاصل شد. در نهایت به نظر می‌رسد مصرف کود نیتروژن بر اساس نتایج آزمون خاک علاوه بر تولید عملکرد غده مطلوب، مانع تجمع زیانبار نیترات در غده‌ها نیز می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی، کود نیتروژن، نیترات، اجزاء عملکرد

مقدمه

تولید هر تن غده سیب‌زمینی موجب جذب و استخراج ۴/۵ تا ۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از خاک توسط اندامهای هوایی و غده‌ها می‌شود (۵، ۶، ۸). مدیریت مصرف و کاربرد مقادیر مناسب نیتروژن در زراعت سیب‌زمینی امری دقیق و حساس است. کاربرد مقادیر کمتر یا بیشتر از نیاز و مصرف زود یا دیر هنگام نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی غده‌های تولیدی مؤثر است. مصرف کافی کودهای نیتروژنه در اوائل فصل رشد سبب

گسترش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تولید مواد پرورده می‌گردد (۴، ۸، ۱۴). کمبود نیتروژن در اوائل فصل رشد ممکن است با تاثیر سوء بر غده بندی عملکرد را کاهش دهد (۱۶). از طرف دیگر، مصرف مقدار زیادی نیتروژن، رشد رویشی اندامهای هوایی را تحریک نموده، تشکیل غده‌ها را به تاخیر می‌اندازد و باعث دیررسی محصول می‌شود و در نتیجه افت عملکرد و کاهش کیفیت آن را به دنبال دارد (۴، ۶، ۸، ۱۸، ۲۵، ۲۶).

گسترش بیش از حد شاخ و برگ و اندامهای هوایی در نتیجه مصرف بیش از حد نیتروژن، سبب رقابت بین اندامهای هوایی و غده‌های در حال رشد برای مواد پرورده میشود و راندمان تولیدی گیاه کاهش می‌یابد. برطبق اکثر مطالعات انجام شده (۲، ۳، ۴، ۸، ۱۵، ۲۵، ۲۶) با مصرف نیتروژن، عملکرد سیب زمینی تا حد معینی افزایش یافته، از آن به بعد مصرف مقادیر بیشتر نیتروژن تغییر معنی داری در عملکرد ایجاد ننموده است.

رئسی و خواجه پور (۱۳۷۱) اثر بسیار معنی دار نیتروژن بر عملکرد غده را گزارش کردند. در این مطالعه چهار سطح نیتروژن (۰، ۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار) به کار رفت. حداکثر عملکرد با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد و افزایش نیتروژن از ۱۸۰ به ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد نگردید. حسندخت و همکاران (۱۳۷۷) عکس‌العمل ارقام آئولا و مورن را به مصرف مقادیر ۱۲۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار ارزیابی کردند. در این بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد غده بسیار معنی دار بود و حداکثر عملکرد با مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. مصرف نیتروژن بر متوسط وزن غده تاثیر معنی داری نداشت. هوشمند (۱۳۷۷) اثر چهار مقدار نیتروژن (۰، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) را بر سه رقم مارفونا، آگریا و کوزیما بررسی کرد. در این مطالعه عملکرد غده در واحد سطح، متوسط تعداد غده و ساقه در بوته و درصد ماده خشک غده بین ارقام و سطوح نیتروژن اختلاف بسیار معنی داری را نشان دادند. بیشترین عملکرد غده در تیمارهای ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد که تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند.

روست (۱۹۹۵) مقادیر مختلف نیتروژن از صفر تا ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را بر سه رقم ماتیلدا^۱، آگریا و پاندا^۲ بکار برد و گزارش کرد که همه ارقام نسبت به مصرف کود عکس‌العمل مشابهی نشان دادند. حداکثر عملکرد با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. با افزایش مصرف نیتروژن فراوانی غده‌های درشت افزایش یافت. در مقابل،

مولرهاگن (۱۹۹۳) عکس‌العمل متفاوت ارقام به مصرف مقادیر مختلف کود نیتروژن را گزارش کرده است. این محقق با مصرف مقادیر ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش کرد که در رقم بیت^۳ با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد غده افزایش یافت ولی در ارقام دان‌وا^۴ و ماتیلدا حداکثر عملکرد با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. در این مطالعه نیز کاربرد مقادیر بالای کود نیتروژن باعث تولید غده‌های درشت‌تر گردید. اوساکی و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که با مصرف مقادیر صفر تا ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعداد غده‌ها در هر بوته و اندازه غده‌ها افزایش یافت. پروسا (۱۹۹۳) نیز افزایش متوسط وزن غده را با افزایش مصرف کود نیتروژن گزارش کرده است.

مصرف کود نیتروژن علاوه بر عملکرد کمی سیب زمینی، کیفیت غده‌های تولیدی را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. مصرف نیتروژن می‌تواند با افزایش درصد نیتروژن غده‌ها و تبدیل آنها به پروتئین موجب بهبود ارزش غذایی غده‌ها شود (۸). در عین حال، در اثر مصرف بیش از اندازه کودهای نیتروژنه، ممکن است بخشی از آن به صورت نیترات در غده‌ها تجمع یابد و در صورتی که مقدار نیترات از حد مجاز فراتر رود، برای سلامتی انسان در طولانی مدت تهدید آمیز خواهد بود. ابتلاء به بیماری کمبود اکسیژن و تشکیل ترکیبات سرطانزای نیتروز آمین از عوارض ورود بیش از حد نیترات به بدن است. حد بحرانی سمیت نیترات در محصول سیب‌زمینی ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد (۱۱). به دلیل آثار زیانباری که وجود نیترات اضافی در اندامهای مصرفی گیاهان برای انسان و دام دارد، لازم است میزان نیترات در محصولات مختلف به ویژه سیب زمینی و محصولاتاتی که مصرف روزمره دارند در حداقل مقدار ممکن باشد (۱۲). در مطالعات مختلفی تاثیر مصرف کودهای نیتروژنه بر تجمع نیترات در غده‌های سیب‌زمینی بررسی شده است (۷، ۱۶، ۲۲، ۲۳). ردا و همکاران (۱۹۹۳) با مطالعه سه رقم سیب زمینی میزان نیترات را در غده‌های سیب زمینی از ۲۱۳/۲ تا ۴۹۷/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم برای تیمارهای بدون مصرف نیتروژن و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش

مصرف شد (۷، ۱۳). سپس با استفاده از دستگاه شیارساز، جوی و پشته‌هایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر ایجاد و زمین آزمایش براساس نقشه طرح تقسیم‌بندی گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار پیاده شد. دو رقم سیب‌زمینی هلندی (دیامانت و مارفونا) و شش میزان کود نیتروژن، به قرار زیر مورد بررسی قرار گرفتند:

$$N_0 = 50\% N_2 = 86 \text{ Kg N/ha}$$

$$N_1 = 75\% N_2 = 129.5 \text{ Kg N/ha}$$

$$N_2 = 172.5 \text{ Kg N/ha} = \text{مقدار نیتروژن بر مبنای آزمون خاک}$$

$$N_3 = N_2 + 25\% N_2 = 215.5 \text{ Kg N/ha}$$

$$N_4 = N_2 + 50\% N_2 = 259 \text{ Kg N/ha}$$

$$N_5 = 2 N_2 = 345 \text{ Kg N/ha}$$

نصف تیمارهای کود نیتروژن در هر کرت آزمایشی در هنگام کاشت مصرف و با خاک مخلوط شد. عملیات کاشت در ۲۶ اردیبهشت ماه انجام شد و قبل از کاشت غده‌ها با استفاده از قارچ‌کش زینب ضدعفونی شده، سپس در فواصل ۲۵ سانتی‌متر روی هر ردیف با دست کاشته شدند. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف به طول ۸ متر بود. آبیاری به صورت نشتی و با استفاده از سیفون و برحسب فواصل زمانی (دوره زمانی) در طول فصل رشد انجام گرفت. به منظور جلوگیری از اختلاط آب آبیاری تیمارهای کودی، آبیاری هر تکرار و هر کرت به صورت مستقل انجام گردید و از خروج آب تکرارها و کرتها جلوگیری شد. طی دوره رشد و در مواقع لازم کنترل علف‌های هرز به صورت دستی انجام گردید. همچنین برای مبارزه با آفات وحشرات از سموم اکامت و فنتیون با غلظت‌های ۱/۵ در هزار استفاده شد. قبل از شروع گلدهی در تیمارها، باقیمانده کود نیتروژن در هر تیمار همزمان با خاکدهی پای بوته‌ها مصرف گردید.

صفات نموی شامل تعداد روز مورد نیاز از زمان کاشت تا مراحل سبزشدن و گلدهی (بر مبنای ۵۰ درصد بوته‌ها در هر کرت)، شروع تشکیل غده‌ها (زمان آغاز تورم استولون‌ها در ۳ بوته از هر کرت) و رسیدن به پوشش کامل مزرعه (پوشش کامل سطح خاک در هر کرت) در هر یک از کرت‌های آزمایشی یادداشت‌برداری گردید. به علاوه، در موقع برداشت ۱۰ بوته متوالی از هر کرت به طور تصادفی انتخاب شده، متوسط تعداد

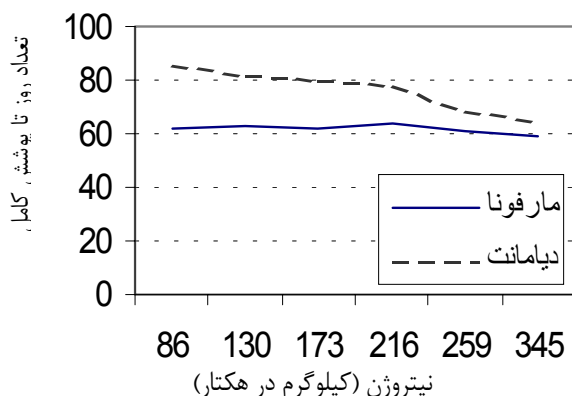
کردند. پروسا (۱۹۹۶) با مطالعه ۶ رقم سیب زمینی و مقادیر صفر، ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش کرد که مقدار نیترات غده‌ها از ۱۲۹/۲ میلیگرم در کیلوگرم با عدم مصرف کود نیتروژن تا ۲۰۸ میلیگرم در کیلوگرم با مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت.

این مطالعه به منظور بررسی اثرات مصرف مقادیر متفاوت نیتروژن بر مراحل رشد و عملکرد ارقام سیب‌زمینی و ارتباط آن با تجمع نیترات جهت دستیابی به مناسبترین مقدار نیتروژن مورد نیاز برای تولید عملکرد مطلوب به همراه غلظت مناسب نیترات در غده‌های سیب‌زمینی و شناخت رابطه بین اجزاء عملکرد و عملکرد غده اجراء گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۷۸ در مرکز تحقیقات کشاورزی همدان، ایستگاه اکباتان با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و ارتفاع حدود ۱۷۳۳ متر از سطح دریا اجرا گردید. این منطقه دارای آب و هوای مدیترانه‌ای با تابستانهای نسبتاً معتدل و خشک و زمستانهای سرد و مرطوب است. متوسط بارندگی سالانه حدود ۳۲۰ میلیمتر می باشد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی رسی است. زمین محل آزمایش در سال قبل آیش بود. عملیات آماده‌سازی و تهیه بستر کاشت شامل شخم پائیزه و عملیات تکمیلی شامل دوبار دیسک عمود بر هم و تسطیح زمین به محض مهیا شدن شرایط رطوبتی خاک در بهار انجام گردید. پس از آماده‌سازی زمین دو نمونه خاک مرکب از اعماق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری تهیه و به آزمایشگاه ارسال شد و براساس نتایج آزمون خاک (۰/۶۹=درصد کربن آلی، قسمت در میلیون) ۱۵/۶=فسفر قابل جذب و (قسمت در میلیون) ۳۵۰=پتاسیم قابل جذب) و حد بحرانی عناصر غذایی توصیه‌های کودی مناسب صورت گرفت (۷، ۱۳). بر این اساس به دلیل بالا بودن میزان فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک، کود فسفر و پتاس توصیه نشد و کود اوره معادل ۳۷۵ کیلوگرم در هکتار تعیین گردید، همچنین قبل از کاشت معادل ۷۵ کیلوگرم سولفات آهن، ۳۰ کیلوگرم سولفات منگنز و ۳۷/۵ کیلوگرم سولفات روی در هکتار، به طور یکنواخت در کل قطعه آزمایشی

این وضعیت را می‌توان با تفاوت تیپ رشد دو رقم مارفونا و دیامانت مرتبط دانست. رقم دیامانت دارای تیپ رشد ایستاده بوده و در اثر مصرف بیشتر نیتروژن و تحریک رشد شاخه‌های هوایی، پوشش سریعتر حاصل می‌گردد. اما در رقم مارفونا که تیپ رشد خوابیده دارد، تیمارهایی که نیتروژن کمتری دریافت کرده‌اند نیز به سرعت در سطح خاک گسترده شده و پوشش حاصل می‌شود.



شکل ۱- اثر متقابل رقم × نیتروژن بر زمان رسیدن به پوشش کامل مزرعه در سیب زمینی

ب) متوسط تعداد ساقه و غده در بوته، متوسط وزن غده و عملکرد غده در هکتار

متوسط تعداد ساقه و غده در هر بوته در ارقام مورد بررسی تفاوت‌های بسیار معنی داری را نشان دادند، اما تحت تاثیر مصرف کود نیتروژن قرار نگرفتند (جدول ۳). رقم مارفونا تعداد ساقه بیشتر (۷/۳ ساقه) و دیامانت تعداد غده بیشتری (۱۰/۶ غده) در هر بوته داشتند (جدول ۴). این امر باعث شد که در این مطالعه همبستگی تعداد ساقه و غده روی دو رقم، منفی و معنی‌دار شود ($I = -0/62^{**}$). ولی بر اساس گزارش‌های موجود افزایش تعداد ساقه در هر رقم، باعث تولید تعداد غده بیشتر در آن می‌شود (۶ و ۱۷). متوسط وزن غده تحت تاثیر رقم و مصرف کود نیتروژن قرار گرفت و تفاوت‌های بسیار معنی داری را نشان داد (جدول ۳). متوسط وزن غده در رقم مارفونا (۷۲/۵ گرم) نسبت به دیامانت (۴۹/۱ گرم) بیشتر بود. با افزایش مصرف نیتروژن متوسط وزن غده افزایش یافت، اما این افزایش از تیمار N2 به بعد معنی‌دار نبود (جدول ۴). افزایش متوسط وزن غده‌ها در نتیجه مصرف کود نیتروژن در مطالعات دیگر نیز

ساقه و غده در هر بوته و متوسط وزن غده (تعداد غده‌ها / عملکرد ۱۰ بوته) اندازه‌گیری شدند. به منظور تعیین عملکرد سطحی معادل ۹ مترمربع از ۲ ردیف میانی هر کرت (با حذف یک متر حاشیه از هر طرف) برداشت و توزین شد. از غده‌های هر کرت نمونه‌ای تصادفی به وزن یک کیلو گرم تهیه و غلظت نیترات در آنها به روش کالریمتری بعد از احیا (روش دی آزو) تعیین شد (۱).

صفات اندازه‌گیری شده در هر کرت مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن مقایسه شدند. محاسبات آماری با استفاده از برنامه کامپیوتری SAS و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

الف) صفات نموی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس صفات نموی که در جدول ۱ ارائه شده است، دوره سبز شدن در ارقام مورد مطالعه یکسان بود و حدود ۲۱ روز به طول انجامید، اما تعداد روز لازم تا زمان گلدهی، تشکیل غده و پوشش کامل مزرعه تفاوت‌های بسیار معنی‌داری داشتند. مدت زمان لازم برای رسیدن به هر یک از این مراحل در رقم مارفونا کمتر بود که بیانگر زودرسی نسبی آن در مقایسه با دیامانت است (جدول ۲). مصرف مقادیر مختلف نیتروژن تاثیری بر طول دوره سبز شدن نداشت اما سایر مراحل را به شدت تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف نیتروژن (جدول ۲) نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن، زمان گلدهی و تشکیل غده‌ها به تاخیر افتاد و پوشش کامل مزرعه سریعتر حاصل گردید. در سایر مطالعات نیز (۴، ۸، ۱۸) دیررسی محصول، تاخیر در تشکیل غده‌ها و تحریک رشد رویشی اندام‌های هوایی در نتیجه مصرف نیتروژن گزارش شده است.

زمان پوشش کامل مزرعه تحت تاثیر اثر متقابل رقم × نیتروژن قرار گرفت (جدول ۱) که نشان دهنده عکس‌العمل متفاوت ارقام نسبت به مصرف نیتروژن است. افزایش مصرف نیتروژن در رقم دیامانت باعث تسریع در پوشش سطح خاک گردید و مدت زمان لازم از ۸۶ روز در تیمار N0، به ۶۴/۷ روز در تیمار N5 کاهش یافت. اما مصرف نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر سرعت پوشش مزرعه در رقم مارفونا نداشت (شکل ۱).

کمترین مصرف نیتروژن حاصل شد و با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد افزایش یافت، اما اختلاف بین تیمارهای N2 تا N5 معنی دار نگردید (جدول ۴). در مطالعات دیگر نیز عملکرد غده با افزایش مصرف کود نیتروژن تا حد معینی افزایش یافته و پس از آن عکس العمل معنی داری مشاهده نشده است (۲، ۴، ۸، ۱۵). پروسا (۱۹۹۳) گزارش کرد که با مصرف مقادیر صفر تا ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد سیب زمینی بطور خطی افزایش یافت. در این مطالعه احتمالاً به دلیل پائین بودن مقدار نهایی مصرف کود (۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن) رابطه خطی حاصل شده است.

با افزایش مقدار کود نیتروژن، راندمان کود کاهش یافت. مصرف اولین واحد کود نیتروژن (تیمار N1) ۳۲ درصد و دومین واحد کود (N2) ۱۶ درصد عملکرد غده را افزایش داد. راندمان کود با مصرف اولین واحد ۱۵۶ کیلوگرم و برای دومین واحد کود مصرفی ۱۰۳ کیلو گرم غده تر به ازاء هر کیلوگرم نیتروژن بود. رئیسی و خواجه پور (۱۳۷۱) نیز کاهش در راندمان کود با افزایش مقدار کود نیتروژن مصرفی را گزارش کردند.

عملکرد غده سیب زمینی حاصل تعداد غده و متوسط وزن هر غده است (۱۷). در این مطالعه، تعداد غده در سطوح متفاوت نیتروژن تغییر معنی داری نداشت و در دو رقم مورد مطالعه هم تفاوت کمی وجود داشت (به طور متوسط ۱/۵ غده در هر بوته)، بنابراین همبستگی تعداد غده با عملکرد معنی دار نشد. در حالیکه متوسط وزن غده با عملکرد همبستگی مثبت و بسیار معنی داری داشت ($r=0.95^{**}$) و بنابر این افزایش وزن غده عامل اصلی در افزایش عملکرد بود. سیفامیری و همکاران (۱۳۷۷) نیز همبستگی عملکرد غده را با تعداد غده در بوته منفی و با متوسط وزن غده مثبت و معنی دار گزارش کردند. رابطه متوسط وزن غده و عملکرد در شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس این رابطه و در شرایطی مشابه مطالعه حاضر، افزایش هر گرم به متوسط وزن غده، عملکرد غده را ۳۷۴/۶ کیلوگرم افزایش می دهد. رقم مارفونا علی رغم دارا بودن تعداد غده کمتر از طریق افزایش متوسط وزن غده، عملکرد بیشتری را تولید کرد. در بررسی سه رقم آئولا، دراگا و مارفونا، سیفامیری و همکاران (۱۳۷۷) گزارش کردند که رقم مارفونا به دلیل دارا

گزارش شده است (۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۴). در حالیکه در مطالعه حسندخت و همکاران (۱۳۷۷) مصرف نیتروژن تاثیر معنی داری بر متوسط وزن غده نداشت.

جدول ۱- تجزیه واریانس زمان سبز شدن، گلدهی، تشکیل غده ها و

پوشش کامل مزرعه در سال ۱۳۷۸

میانگین مربعات		زمان گلدهی	زمان تشکیل غده	زمان سبز شدن	درجه آزادی	منابع تغییرات
تکرار	رقم نیتروژن	رقم \times نیتروژن	خطا	C.V.	زمان پوشش کامل مزرعه	زمان تشکیل غده
۲	۵	۵	۲۲	۳/۷۷	۲۳/۰۳	۲/۱۱
۱	۵	۵	۲۲	۴/۳۴	۲۴۰/۲۵**	۱۰۳/۳۶**
۱	۵	۵	۲۲	۳/۷۸	۱۳۷/۷۶**	۵۴/۸۹**
۱	۵	۵	۲۲	۳/۷۸	۷۷/۷۲**	۷/۴۳
۱	۵	۵	۲۲	۳/۳۵	۶/۸۱	۳/۸۹
۱	۵	۵	۲۲	۳/۷۸	۳/۷۷	۴/۳۴

** : معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین های تعداد روز تا زمان سبز شدن، گلدهی، تشکیل غده ها و پوشش کامل مزرعه در ارقام و سطوح نیتروژن*

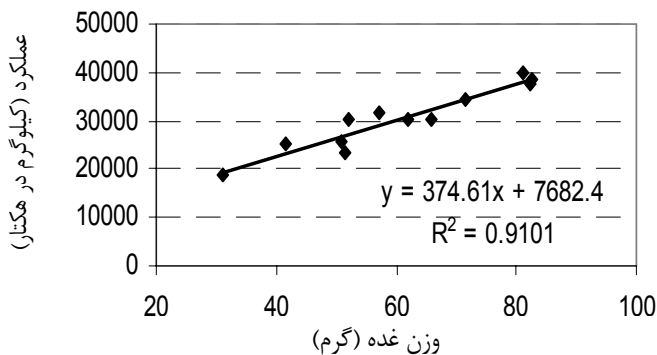
رقم	زمان سبز شدن	زمان گلدهی	زمان تشکیل غده	زمان پوشش کامل مزرعه
دیامانت	۲۱	۵۱/۰ a	۴۷/۲ a	۷۶/۶ a
مارفونا	۲۱	۴۵/۸ b	۴۳/۸ b	۶۱/۸ b

نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)

N0=86	۲۰/۵	۴۴/۸ c	۴۲/۵ d	۷۴/۲ a
N1=129.5	۲۰/۵	۴۵/۳ c	۴۲/۷ d	۷۲/۵ a
N2=172.5	۲۱/۰	۴۵/۲ c	۴۳/۸ cd	۷۰/۸ a
N3=215.5	۲۱/۵	۴۹/۵ b	۴۶/۰ bc	۷۱/۰ a
N4=259	۲۱/۲	۵۳/۳ a	۴۷/۸ ab	۶۴/۸ b
N5=345	۲۱/۳	۵۲/۳ a	۵۰/۰ a	۶۱/۸ b

* در هر تیمار و در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد تفاوت معنی دار می باشند.

اختلاف بین ارقام از نظر عملکرد غده بسیار معنی دار بود (جدول ۳). رقم مارفونا با متوسط ۳۴۰۰۴ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیشتری را نسبت به دیامانت (۲۶۹۲۰ کیلوگرم در هکتار) تولید کرد. مصرف مقادیر مختلف نیتروژن نیز تاثیر بسیار معنی داری بر عملکرد غده گذاشت. کمترین عملکرد با



شکل ۲- رابطه بین متوسط وزن غده و عملکرد غده در سیب زمینی

بودن وزن بیشتر غده از عملکرد بیشتری برخوردار بود. تعداد و وزن غده همبستگی منفی و بسیار معنی داری داشتند ($T = -0.73^{**}$) که بیانگر اثر منفی افزایش تعداد غده‌ها بر متوسط وزن هر غده می‌باشد. این رابطه در شکل ۳ نشان داده شده است. اثر متقابل رقم \times نیتروژن بر هیچیک از این صفات معنی دار نبود (جدول ۳) و نشان می‌دهد که تغییرات این صفات در نتیجه مصرف نیتروژن در هر دو رقم از روند مشابهی برخوردار بوده است.

جدول ۳- تجزیه واریانس متوسط تعداد ساقه و غده در بوته، متوسط وزن غده و عملکرد غده در هکتار

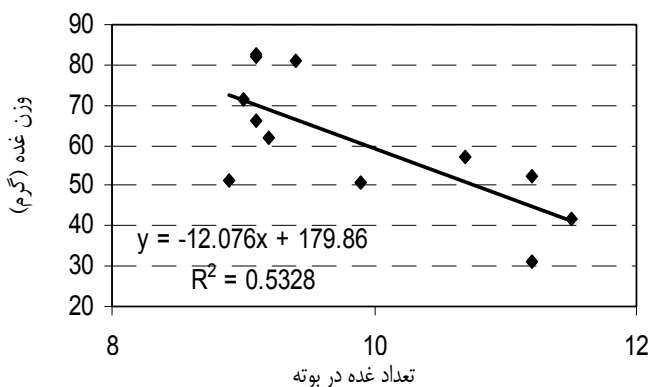
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد ساقه			تعداد غده		عملکرد غده
		در بوته	در بوته	متوسط وزن غده	میانگین مربعات		
تکرار	۲	۰/۹۱	۲۳/۸۰	۱۹۹۴/۶۷**	۶۳۵۰/۱۵۹۶		
رقم	۱	۳۲/۴۹**	۲۱/۰۱**	۴۹۰۰/۰۰**	۴۵۱۶۵۴۵۸۸**		
نیتروژن	۵	۰/۶۳	۱/۱۹	۷۳۷/۵۹**	۱۷۲۴۲۶۶۴۵**		
رقم \times نیتروژن	۵	۰/۲۸	۱/۲۶	۹۳/۹۹	۱۶۴۹۰۵۳۴		
خطا	۲۲	۰/۷۲	۲/۴۸	۱۱۱/۲۷	۲۲۸۶۵۴۴/۴		
C.V.		۱۳/۳۴	۱۵/۹۶	۱۷/۳۵	۱۵/۷۰		

** : معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های متوسط تعداد ساقه و غده در بوته و متوسط وزن غده در ارقام و سطوح نیتروژن*

رقم	تعداد ساقه		تعداد غده		عملکرد غده (کیلو گرم در هکتار)
	در بوته	بوته	غده (گرم)	بوته	
مارفونا	۷/۳ a	۹/۱ b	۷۲/۵ a	۳۴۰۰۴ a	
دیامانت	۵/۴ b	۱۰/۶ a	۴۹/۱ b	۲۶۹۲۰ b	
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)					
	۶/۴	۱۰/۰	۴۱/۳ c	۲۰۹۶۳ c	N0=86
	۶/۸	۱۰/۳	۵۳/۷ bc	۲۷۷۰۴ b	N1=129.5
	۵/۸	۹/۱	۶۶/۷ ab	۳۲۱۷۶ ab	N2=172.5
	۶/۴	۱۰/۱	۶۷/۲ ab	۳۴۰۵۶ a	N3=215.5
	۶/۲	۹/۵	۶۶/۷ ab	۳۲۲۲۴ ab	N4=259
	۶/۴	۱۰/۰	۶۹/۳ a	۳۵۶۴۸ a	N5=345

*در هر تیمار و در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد تفاوت معنی دار می‌باشند.



شکل ۳- رابطه بین تعداد غده در بوته و متوسط وزن غده در سیب زمینی

ج) غلظت نیترات در غده‌ها

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان تجمع نیترات در غده (جدول ۵)، در ارقام مورد بررسی تفاوت معنی داری مشاهده نشد، اما تیمارهای مختلف کود نیتروژن تفاوت معنی داری را نشان دادند. طباطبایی (۱۳۷۵) گزارش کرد که تجمع نیترات در دو رقم دیامانت و دراگا تفاوت معنی داری داشت و در شرایط مدیریتی یکسان غلظت نیترات در رقم دیامانت به مراتب کمتر بود. میانگین نیترات غده‌ها در تیمارهای نیتروژن در شکل ۴ نشان داده شده است. با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن میزان نیترات غده‌ها افزایش یافت و تیمار N5 (۳۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) با میانگین ۲۳۹ میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده خشک بیشترین میزان نیترات را در غده دارا بود. از آنجا که این مقدار بسیار نزدیک به حد بحرانی سمیت است (۲۵۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم (۱۱)) و برخی مشاهدات نیز در این تیمار فراتر از حد مجاز بوده‌اند به نظر می‌رسد مصرف این مقدار کود نیتروژن و مقادیر بیش از آن باعث تجمع زیانبار نیترات در غده می‌گردد. افزایش مقدار

رفت ، اما در رقم دیامانت مصرف ۶۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار غلظت نیترات را به حد بحرانی رساند .

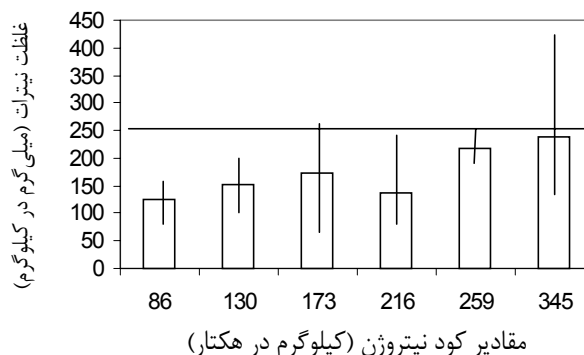
جدول ۵- تجزیه واریانس میزان ازت نیتراته غده سیب زمینی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۱۸۵۹/۳۶
رقم	۱	۶۶۶۹/۴۴
نیتروژن	۵	۱۲۲۹۹/۷۱*
رقم × نیتروژن	۵	۳۶۳۶/۵۸
خطا	۲۲	۴۳۹۷/۱۲

* : معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می دهد که مصرف کود نیتروژن بر اساس آزمون خاک و با توجه به حد بحرانی این عنصر در خاک می تواند ضمن تولید عملکرد غده مطلوب از تجمع زیانبار مازاد نیترات در غده ها نیز جلوگیری کند . مصرف مقادیر بیشتر کودهای نیتروژنه افزایش معنی داری در عملکرد غده ایجاد نمی کند ، بلکه با افزایش غلظت نیترات در غده ها سلامت مصرف کننده را نیز تهدید می نماید .



شکل ۴- میانگین نیترات غده (میلی گرم در کیلو گرم ماده خشک)

در تیمارهای نیتروژن

خطوط عمودی دامنه تغییرات در هر تیمار و خط افقی حد بحرانی سمیت نیترات است

نیتروژن نیتراته در غده های سیب زمینی در نتیجه افزایش مصرف کود نیتروژنه در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (۷، ۱۶، ۲۲). در مطالعه ردا و همکاران (۱۹۹۳) مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث تجمع زیانبار نیترات در غده ها شد، ولی در مطالعه پروسبا (۱۹۹۶) با مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار غلظت نیترات از حد مجاز فراتر نرفت . در مطالعه طباطبایی (۱۳۷۵) نیز با مصرف ۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار غلظت نیترات در غده های رقم دراکا از حد مجاز فراتر

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

۱. امامی، ع . ۱۳۷۵ . روشهای تجزیه گیاه . جلد اول . نشریه فنی شماره ۹۸۲ . مؤسسه تحقیقات خاک وآب. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی .
۲. حسندخت، م. ر.، کاشی. ع. ک.، حامدی. م. و ه. غفاری. ۱۳۷۷. بررسی اثر کود دامی و ازت بر صفات کمی و کیفی سیب زمینی. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. صفحه ۵۰۲ .
۳. خدادادی، ح. ۱۳۷۵. نیاز سیب زمینی به کودهای ازته و فسفره در منطقه شهرکرد. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران . اصفهان. صفحه ۲۱۶ .
۴. خلقانی، ج ، رحیمزاده خوئی. ف.، مقدم. م. و ح. رحیمیان مشهدی. ۱۳۷۶. تجزیه فرآیند رشد سیب زمینی در سطوح متفاوت ازت و تراکم بوته. دانش کشاورزی. شماره های ۱ و ۲ (جلد ۷) : ۵۷-۳۳.
۵. خواجه پور، م. ر. . ۱۳۷۰. تولید نباتات صنعتی، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.
۶. رضائی، ع. و ا. سلطانی . ۱۳۷۵. زراعت سیب زمینی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۷. رومی زاده، س. ۱۳۷۷. توصیه کود ازته بر اساس آزمون خاک. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. صفحات ۵۱۷-۵۱۸ .
۸. رئیسی، ف. و م. ر. خواجه پور ۱۳۷۱. تاثیر مقادیر کودهای ازت، فسفر و پتاسیم بر رشد و عملکرد سیب زمینی رقم کوزیما. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۳، شماره های ۳ و ۴ : ۴۸-۳۷ .

۹. سیف‌امیری، ص.، هاشمی دزفولی، ا.، سیادت، ع.، ولیزاده، م. و م.ضعیفی‌زاده. ۱۳۷۷. بررسی تاثیر تاریخهای مختلف کاشت بر عملکرد غده و اجزای عملکرد سه رقم سیب‌زمینی در منطقه اردبیل. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. صفحات ۳۲۴-۳۲۵.
۱۰. طباطبایی، س.ج. ۱۳۷۵. اثر مقادیر مختلف اوره و تاثیر متقابل آن با فسفر و پتاسیم بر عملکرد و تجمع نیترات در غده های سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس. تهران، ایران
۱۱. ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران، انتشارات نشر آموزش کشاورزی. کرج، ایران
۱۲. ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۹. کنترل غلظت نیترات در سیب زمینی، پیاز و سبزیها ضرورتی انکار ناپذیر در حفظ سلامتی جامعه. خاک و آب. ویژه نامه کشاورزی پایدار. جلد ۱۲. شماره ۹: ۱-۶
۱۳. ملکوتی، م.ج. و م.ن.غیبی. ۱۳۷۶. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. نشریه شماره ۱۱. نشر آموزش کشاورزی. کرج.
۱۴. مؤدب شبستری، م.م. و م. مجتهدی. ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی.
۱۵. هوشمند، س. ۱۳۷۷. بررسی تاثیر مقادیر ازت و پتاسیم بر سه رقم سیب‌زمینی. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. صفحات ۵۴۹-۵۵۰.
16. Joern, B. C. & M. L. Vitosh. 1995. Influence of applied nitrogen on potato. Part I: yield, quality and nitrogen uptake. *Am. Potato J.* 72:51-63.
17. Lemaga, B. & K. Caesar. 1990. Relationships between numbers of main stems and yield components of potato as influenced by different daylengths. *Potato Research.* 33:257-267.
18. Menzel, C.M. 1985. The control of storage organ formation in potato and other species: A review. Part. 1. *Field Crop Abstracts.* 38 : 527-537.
19. Molerhagen, P. J. 1993. The influence of nitrogen fertilizer application on tuber yield and quality in three potato varieties grown at different locations in Norway. *Norsk – landbruks for sking.* 7 : 279-296.
20. Osaki, M., K. Sagara & A. Tanaka. 1992. Effect of nitrogen application on growth of various organs of potato plant. *Japanese journal of soil science and Plant nutrition.* 63: 46-52.
21. Prosba, B.U. 1993. The influence of planting date and the level of nitrogen fertilizer application on the accumulation and structure of potato yield. *Biuletyn – Instytutu – Ziemiaka.* 43 : 65-73.
22. Prosba, B.U. 1996. The effects of nitrogen rates and planting dates on nitrate content in potato tubers. *Biuletyn – Instytutu – Ziemiaka.* 46 : 73 – 81.
23. Reda, S., E. Lojkowska & Z. Jastrzebska. 1993. The influence of nitrogen fertilizer application on nitrate content in potato tubers. *Biuletyn – Instytutu – Ziemiaka.* 42 : 29-37.
24. Reust, W. 1995. Nitrogen fertilization and the quality of three new potato varieties grown at two sites in Switzerland. *Revue Suisse d'Agriculture.* 27 : 319 – 323.
25. Roberts, S., W. H. Weaver & J. P. Phelps. 1982. Effect of time of fertilization on nitrogen and yield of Russet Burbank potatoes under center pivot irrigation. *Amer. Potato J.* 59: 77-86.
26. Westerman, D.T. & G.E. Kleinkopf. 1985. Nitrogen requirements of potatoes. *Agron. J.* 77: 616-621.

A Study of the Effect of Nitrogen Rates on Yield, Yield Components and Nitrate Accumulation in Potato Varieties

M. YAZDANDOOST HAMEDANI

Scientific Member, Hamedan Agric. Research Center

Accepted May. 28. 2003

SUMMARY

This experiment was conducted in Agricultural Research Center of Hamedan to study the effect of nitrogen fertilizer on the growth and yield of potato as well as the relationship between nitrogen application rate and nitrate accumulation in tubers of potato varieties. Two potato varieties (Diamant and Marfona) and six nitrogen rates (based on soil analysis and including 86.2, 129.4, 172.5, 215.6, 258.7 and 345 kgN/ha) were taken to be arranged factorially in a Randomized Complete Block Design of three replications. During the growth season, date of emergence, flowering, tuber formation as well as complete soil coverage, and at harvesting time, the number of tubers and stems per plant, tuber weight and final yield were measured. After harvest, nitrate rate in tubers was determined. Results showed that with increase in nitrogen rate, dates of flowering and tuber formation were delayed, whereas complete soil coverage was accelerated. Nitrogen fertilizer had no significant effect on the number of tubers and stems per plant but the effect of variety was significant. The effects of variety and nitrogen fertilizer on tuber weight and yield were significant. Tuber weight and yield in Marfona (72.5 gr and 34004 kg/ha respectively) was higher than in Diamant. Nitrate concentration in tubers increased with increasing nitrogen application and was the highest (239 mg/kg) with 345 kgN /ha. The results in this experiment showed that nitrogen application based on soil analysis leads to suitable tuber yield with acceptable levels of nitrate concentration .

Key words: Potato, Nitrogen fertilizer, Nitrate, Yield components