



## تأثیر تراکم بوته و سطوح مختلف نیتروژن بر درصد پروتئین، عملکرد و تجمع نیترات در غده سیبزمینی

\*شهبازاد جماعتی‌ثمرین<sup>۱</sup>، احمد توبه<sup>۲</sup>، کاظم هاشمی‌مجد<sup>۳</sup>، علی اصغری<sup>۴</sup>، محمد حسن‌زاده<sup>۴</sup>،

رقیه ذبیحی‌محمودآباد<sup>۱</sup> و منوچهر شیرینی‌جناکرد<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل، <sup>۲</sup>گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی،

دانشگاه محقق اردبیلی، <sup>۳</sup>گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی،

<sup>۴</sup>گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمی

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۰/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۵/۱۴

### چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تراکم بوته و سطوح مختلف نیتروژن بر درصد پروتئین، عملکرد و تجمع نیترات در غده سیبزمینی رقم آگریا<sup>۱</sup>، برخی به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۸۵ در اردبیل انجام شد. عوامل آزمایشی عبارت بودند از سطوح کودی صفر، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و تراکم گیاهی ۵/۵، ۷/۵ و ۱۱ بوته در مترمربع. براساس نتایج آزمایش، تراکم ۱۱ بوته در مترمربع از نظر تعداد غده و وزن خشک آن، عملکرد غده و پروتئین در واحد سطح در بالاترین گروه قرار گرفت. کمترین وزن متوسط غده و درصد پروتئین آن نیز با همین تیمار به‌دست آمد. با افزایش کود نیتروژن تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد، وزن خشک، عملکرد و میزان پروتئین غده افزایش یافت. در اثر متقابل تراکم بوته و کود نیتروژن، بیشترین غلظت نیترات در وزن خشک غده با سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تراکم ۵/۵ بوته در مترمربع به‌دست آمد. بنابراین طبق نتایج به‌دست آمده در شرایط این آزمایش، مصرف ۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار و تراکم ۱۱ بوته در مترمربع برای دستیابی به بالاترین عملکرد و پروتئین و کمترین تجمع نیترات غده برای این رقم سیبزمینی در شرایط اردبیل مناسب به نظر می‌رسد.

**واژه‌های کلیدی:** پروتئین غده، تجمع نیترات، تراکم بوته، سیبزمینی، نیتروژن

## مقدمه

سیبزمینی یکی از مهمترین گیاهان صنعتی است که نقش عمده‌ای در تغذیه مردم جهان دارد و به‌خاطر عملکرد بسیار بالا، مقدار انرژی و پروتئین تولیدی آن در واحد سطح بیش از گندم و برنج است (خواجه‌پور، ۲۰۰۵).

نیترژن، یکی از عناصر ضروری برای رشد گیاه، از اجزای اصلی پروتئین‌ها می‌باشد. هنگامی که گیاه در شرایط غیر طبیعی (از جمله مصرف بیش از حد کود نیترژن) رشد نماید، تولید پروتئین کاهش یافته و نیترژن به شکل پروتئین در گیاه تجمع می‌یابد. نیترات یکی از شکل‌های غیر پروتئینی است که مصرف بیش از حد در حیره غذایی باعث ایجاد سمیت می‌شود (هرناندز<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰). مصرف بی‌رویه کودهای نیترژن می‌شود که حتی گیاهانی که در شرایط عادی نیترات را در اندام‌های خود ذخیره نمی‌کنند، پس ماده را به مقدار زیاد تجمع نمایند (دینتریوا و تسادکو<sup>۲</sup>، ۱۹۹۰).

با افزایش مصرف نیترژن و تراکم بوته عملکرد سیبزمینی افزایش می‌یابد (آساناما<sup>۳</sup> و همکاران، ۱۹۸۴). وادل<sup>۴</sup> و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که مصرف کود نیترژن، موجب افزایش عملکرد غده نسبت به شاهد شده است. در آزمایشی میانگین افزایش عملکرد غده سیبزمینی در اثر استفاده از کود نیترژن نسبت به شاهد، حدود ۳۴/۳ درصد بوده است. مارگاریت<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). پایتون<sup>۶</sup> (۱۹۹۰) و عباسی (۲۰۰۷) گزارش کردند که مصرف بهینه کود نیترژن وزن خشک گیاه، تعداد غده، وزن غده و خصوصیات کیفی و کمی غده‌ها را افزایش می‌دهد ولی مصرف بیش از حد آن سبب تأخیر در نمو و کاهش خصوصیات کیفی و کمی غده‌ها می‌شود. آزمایشی شهبازی (۲۰۰۵)، عباسی (۲۰۰۷) و سعیدی (۲۰۰۸) نشان داده است که مصرف بهینه کود نیترژن عملکرد سیبزمینی را افزایش می‌دهد اما اگر میزان نیترژن مصرفی از حد مطلوب تجاوز کند توسط وزن، تعداد، وزن خشک و عملکرد غده کاهش می‌یابد. در آزمایشی مصرف ۸۰ کیلوگرم کود نیترژن در هکتار در سیبزمینی، نتیجه بسیار مطلوب‌تری نسبت به سایر سطوح کودی نشان داده است.

- 1- Hernandes
- 2- Dinitrieva and Tsadko
- 3- Asanuma
- 4- Waddell
- 5- Marguerite
- 6- Payton

(بلانگر<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۰). شهبازی (۲۰۰۵)، عباسی و همکاران (۲۰۰۷) و سعیدی (۲۰۰۸) رابطه مثبتی بین کود نیتروژن و تجمع نترات در وزن تر و خشک غده گزارش کردند، میزان کود نیتروژن مصرفی، منبع نیتروژن، زمان کوددهی و میزان آب آبیاری تجمع نترات در غده را تحت تأثیر قرار می‌دهد (رومی‌زاده، ۲۰۰۲).

تراکم کشت در سیب‌زمینی، برخی از خصوصیات مهم گیاه، همچون عملکرد کل، توزیع اندازه غده و کیفیت غده تحت تأثیر قرار می‌دهد (ساموئل<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴). ماهر<sup>۳</sup> (۱۹۹۶) گزارش نمود که با افزایش تراکم کشت، میزان و کیفیت غده‌ها افزایش یافته و در تراکم‌های پایین، تعداد غده برداشت شده از واحد سطح کاهش می‌یابد. افزایش تراکم بوته احتمالاً به دلیل رقابت بین بوته‌ها در جذب مواد غذایی یا به لحاظ تعداد زیادتری که در اثر افزایش تراکم گیاه تولید می‌شوند، باعث کاهش اندازه غده‌ها می‌شود (براگا و کاسر<sup>۴</sup>، ۱۹۹۰). با افزایش تراکم بوته، بر عملکرد غده در واحد سطح افزوده می‌شود (جاگروپ<sup>۵</sup> و همکاران، ۱۹۹۳). با افزایش تراکم بوته، غلظت نترات غده‌ها کاهش می‌یابد (دینتریو<sup>۶</sup> و تسادکو<sup>۶</sup>، ۱۹۹۰). ییلما و آلوین<sup>۷</sup> (۲۰۰۲)، تراکم کاشت ۶۲۴ هزار بوته در هکتار را برای سیب‌زمینی توصیه نمودند.

با توجه به ضرورت تأمین میزان مطلوب نیتروژن برای رشد سیب‌زمینی، به‌عنوان یکی از مهمترین گیاهان صنعتی جهان، و عدم رشد مناسب این گیاه در مقادیر بیشتر و کمتر از میزان مطلوب نیتروژن، بررسی رشد سیب‌زمینی تحت مقادیر مختلف نیتروژن از اهداف این تحقیق می‌باشد. همچنین با توجه به این‌که استقرار تراکم مطلوبی از گیاهان، حداکثر بهره‌برداری از عوامل تولید در پی خواهد داشت. بنابراین بررسی هم‌زمان سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته در واحد سطح و اثرات آنها بر رشد و عملکرد کمی و کیفی سیب‌زمینی؛ و همچنین مصرف بهینه نیتروژن برای تولید عملکرد مطلوب از اهداف این تحقیق می‌باشند.

- 1- Belanger
- 2- Samuel
- 3- Maher
- 4- Beraga and Caesar
- 5- Jagroop
- 6- Dinitrieva and Tsadko
- 7- Yilma and Alvin

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تراکم بوته و سطوح مختلف نیتروژن بر پروتئین، عملکرد و تجمع نیترات در غده سیب‌زمینی رقم آگریا، طرحی به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی، با ۳ تکرار در سال ۱۳۸۵ در اردیبه‌ماه انجام شد. عوامل آزمایش عبارت بودند از، کود نیتروژن با منبع اوره و در ۲ مرحله (در زمان کاشت و مرحله خاک‌دهی پای بوته) و شامل ۴ سطح ۰، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و عامل دوم تراکم بوته در ۳ سطح ۰/۵، ۷/۵ و ۱۱ بوته در مترمربع، با ردیف‌های ثابت کاشت ۳ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۱ متر بودند.

جدول ۱- خصوصیات خاکشناسی طبق آزمون صورت گرفته در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک.

بافت خاک	درصد نیتروژن کل	درصد آهک کل	درصد اشیاع	درصد ماده آلی	درصد کربن آلی	pH	EC گل اشیاع (m mhos/cm)
لوم شنی	۰/۰۵۶	۱۳/۷۵	۴۷/۹۸	۱	۱/۱۷	۷/۰۹	۲/۶۸

هر کرت شامل ۷ ردیف ۳ متری و فاصله بین کرت‌ها ۱/۵ متر (جهت جلوگیری از تداخل کود به کرت‌های کناری) در نظر گرفته شد. غده‌های بذری ۶۰ تا ۷۰ گرمی به عمق کاشت ۱۲ سانتی‌متر (خواجه‌پور، ۲۰۰۵؛ عباسی، ۲۰۰۷؛ شیری، ۲۰۰۷)، در ۲۴ ردیف شش ماه کشت گردیدند. برداشت نهایی در زمان خشک شدن ۵۰ درصد اندام‌های هوایی، با حذف قسمت‌های هوایی گیاه ۱۰ روز قبل از برداشت انجام گرفت (خواجه‌پور، ۲۰۰۵). جهت تعیین عملکرد و اندازه‌گیری صفات مورد نظر، پس از حذف حواشی و ابتدا و انتهای خطوط کاشت، ۲ مترمربع از هر تراکم آزمایشی در نظر گرفته و برداشت شد. قبل از اندازه‌گیری صفات، غده‌ها همراه با ریشه و استولون کاملاً با آب شسته شده و سپس با آب مقطر آب‌کشی شدند. برای تعیین وزن خشک اندام‌ها نیز، نمونه‌ها را به‌صورت جداگانه در آون‌های تهویه‌دار به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد، تا ثابت شدن وزن نمونه‌ها قرار داده شد. میزان تجمع نیترات از طریق روش اسید سولفوسالیسیک (هلایسوا، ۱۹۷۰) استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. برای محاسبه درصد پروتئین غده، ابتدا درصد نیتروژن غده به روش کج‌لدال اندازه‌گیری و از حاصل ضرب این درصد در ضریب ثابت ۶/۲۵، درصد پروتئین غده

به دست آمد (سالووانان و کوویستوینن<sup>۱</sup>، ۱۹۹۶). عملکرد پروتئین نیز با استفاده از رابطه زیر استفاده گردید (عملکرد پروتئین غده = درصد پروتئین غده × وزن خشک غده). نتایج حاصل، با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و مقایسه میانگین از طریق آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید و نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد هر صفت متوسط وزن غده در بوته فقط برای تراکم بوته در سطح احتمال (P<۰/۰۵)، تجمع نیترا در وزن تر، به ترتیب، کود نیتروژن در سطح احتمال (P<۰/۰۱) و تراکم بوته در سطح احتمال (P<۰/۰۵) برای تعداد غده در بوته هر دو تیمار در سطح احتمال (P<۰/۰۵) و عملکرد پروتئین، وزن خشک، عملکرد و تجمع نیترا در وزن خشک غده هر دو تیمار در سطح احتمال (P<۰/۰۱) معنی دار بودند همچنین اثر متقابل بین تراکم بوته در واحد سطح و کود نیتروژن بر میزان پروتئین غده (P<۰/۰۵) و میزان تجمع نیترا در غده براساس وزن خشک (P<۰/۰۱) در واحد سطح معنی دار بود (جدول ۲).

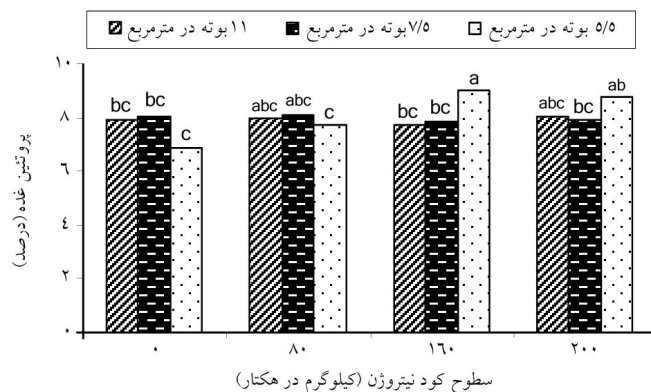
**درصد و عملکرد پروتئین غده:** مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در ترکیب تیماری ۱۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار و ۵/۵ بوته در مترمربع بالاترین و در ترکیب تیماری سطح صفر و ۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار در تراکم ۵/۵ بوته در مترمربع به طور منفرد پایین ترین میزان درصد پروتئین غده به دست آمد (شکل ۱). کمترین عملکرد پروتئین غده از تراکم ۵ بوته در مترمربع به دست آمد ولی با افزایش تراکم بوته افزایش یافت و تراکم ۱۱ بوته در مترمربع بیشترین حد قرار گرفت. کمترین عملکرد پروتئین غده از تیمارهای شاهد (بدون کود نیتروژن) و بیشترین مقدار آن از تیمارهای ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. ولی با افزایش بیشتر نیتروژن از سطح ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از عملکرد پروتئین به طور معنی دار کاسته شد (شکل ۲). احتمالاً دلیل کاهش متوسط وزن غده در تراکم‌های بالا و در نتیجه کاهش وزن خشک غده‌ها، عملکرد پروتئین غده کاهش می‌یابد. با افزایش کاربرد کود نیتروژن تا یک حد معین وزن خشک غده‌ها افزایش می‌یابد لذا انتظار می‌رود که عملکرد پروتئین نیز افزایش یابد. روند تغییرات مذکور توسط سعیدی (۲۰۰۸) نیز تأیید شده است.

1- Salo-Vaananen and Koivistoinen

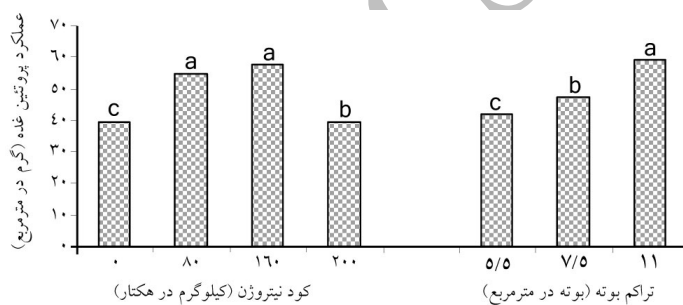
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تراکم بوته و سطح مختلف کود نیترژن بر صفات کمی و کیفی غده سیب‌زمینی.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)		عملکرد		وزن متوسط غده		وزن خشک غده		عملکرد غده در واحد سطح		تجمع نترات در غده		تجمع نترات در وزن تر غده	
		پروتئین غده	پرا زئین غده	تعداد غده در مترمربع	وزن متوسط غده	وزن متوسط غده	وزن خشک غده	تجمع نترات در واحد سطح	وزن خشک غده	تجمع نترات در واحد سطح	وزن خشک غده	تجمع نترات در واحد سطح	وزن خشک غده	تجمع نترات در واحد سطح	وزن خشک غده
تکرار	۲	۰/۰۰۸۰	۷/۱۸۱	۳/۴۳	۵۶/۶۶۱	۵۶/۶۶۱	۵۱/۳۱۰/۱	۱۵/۳۱۰/۱	۱۵/۳۱۰/۱	۱۵/۳۱۰/۱	۱۵/۳۱۰/۱	۱۵/۳۱۰/۱	۱۵/۳۱۰/۱	۱۵/۳۱۰/۱	۱۵/۳۱۰/۱
کود نیترژن (N)	۳	۰/۰۴۷	۳۱/۱۳۳	۳۳۷/۴۵	۱۷/۷۸۱	۱۷/۷۸۱	۳۳۸/۷۳۶	۳۷/۱۶۶۸۱/۳۱	۳۷/۱۶۶۸۱/۳۱	۳۷/۱۶۶۸۱/۳۱	۳۷/۱۶۶۸۱/۳۱	۳۷/۱۶۶۸۱/۳۱	۳۷/۱۶۶۸۱/۳۱	۳۷/۱۶۶۸۱/۳۱	
تراکم بوته (D)	۲	۰/۲۱۰	۹۰/۸۷۰	۱۰۲/۸۰۱	۱۵/۲۰۲	۱۵/۲۰۲	۱۷/۱۶۷۲۵/۱	۱۵/۲۰۲	۱۵/۲۰۲	۱۵/۲۰۲	۱۵/۲۰۲	۱۵/۲۰۲	۱۵/۲۰۲	۱۵/۲۰۲	
اثر متقابل NxD	۶	۰/۵۶۰	۴۲/۳۸۷	۸۵/۱۶۵	۷۳/۳۱۱	۷۳/۳۱۱	۳۷/۱۶۶۸۷	۳۷/۱۶۶۸۷	۳۷/۱۶۶۸۷	۳۷/۱۶۶۸۷	۳۷/۱۶۶۸۷	۳۷/۱۶۶۸۷	۳۷/۱۶۶۸۷	۳۷/۱۶۶۸۷	
اشتباه	۲۲	۶۱/۰	۳۱/۱۶۳	۱۰/۱۸۵	۳۸/۸۱	۳۸/۸۱	۱۵/۱۶۸۱	۳۵/۸۲۸/۱۱	۳۵/۸۲۸/۱۱	۳۵/۸۲۸/۱۱	۳۵/۸۲۸/۱۱	۳۵/۸۲۸/۱۱	۳۵/۸۲۸/۱۱	۳۵/۸۲۸/۱۱	
% CV	-	۶/۴	۱۳/۶	۵۷/۵۱	۲۰/۵۱	۲۰/۵۱	۰/۸۱	۶۳/۸۱	۶۳/۸۱	۶۳/۸۱	۶۳/۸۱	۶۳/۸۱	۶۳/۸۱	۶۳/۸۱	

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد.



شکل ۱- اثر متقابل رقم بوته و سطوح مختلف کود نیتروژن بر درصد پروتئین غده سیب‌زمینی.



شکل ۲- اثرات اصلی تراکم بوته و سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد پروتئین غده سیب‌زمینی.

عملکرد و اجزای عملکرد: کمترین تعداد غده در واحد سطح، وزن خشک و وزن تر غده در واحد سطح از تیمارهای شاهد (بدون کود نیتروژن) و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار حاصل گردید. در حالی که بیشترین مقادیر آنها مربوط به تیمارهای ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار بودند. این نتایج نشان دادند که با افزایش کاربرد کود نیتروژن تا ۸۰ کیلوگرم، تعداد غده در واحد سطح، وزن خشک و وزن تر غده در واحد سطح و وزن متوسط غده در بوته، افزایش یافت. مصرف بیش از حد نیتروژن موجب افزایش رشد رویشی گیاه می‌شود که در نتیجه آن، رقابت بین بوته‌ها برای دستیابی به نیازهای رشدی و جذب آب و مواد غذایی افزایش می‌یابد. پیامد این مسأله کاهش عملکرد و اجزای عملکرد

می‌باشد که چنین مسأله‌ای در این آزمایش در سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مشاهده گردید. چنین مسأله‌ای در تحقیقات دیگر نیز مشاهده شده است (شهبازی، ۲۰۰۵؛ سعیدی، ۲۰۰۸).

شهبازی (۲۰۰۵) و سعیدی (۲۰۰۸) گزارش کردند که نیتروژن مصرفی با افزایش تعداد غده‌ها، موجب افزایش وزن متوسط غده خواهد شد ولی اگر میزان نیتروژن مصرفی از حد مطلوب تجاوز کند، وزن غده کاهش خواهد یافت. کمترین و بیشترین تعداد غده در واحد سطح، وزن خشک و وزن تر غده در واحد سطح به ترتیب مربوط به تراکم‌های ۵/۵ و ۱۱ بوته در مترمربع بودند (شکل‌های ۳، ۵ و ۶). افزایش عملکرد در واحد سطح همراه با افزایش تراکم بوته توسط جاگروپ<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۳) نیز گزارش شده است. در تراکم ۵/۵ بوته در مترمربع بیشترین میزان وزن متوسط غده در بوته به دست آمد (شکل ۴).

افزایش تراکم بوته احتمالاً به دلیل رقابت بین بوته‌ها برای جذب مواد غذایی، یا به لحاظ تعداد غده‌های زیادی که در تراکم بالای سطح تولید می‌شوند، باعث کاهش اندازه متوسط غده‌ها می‌شود (براگا و کاسر<sup>۲</sup>، ۱۹۹۰). در این آزمایش افزایش تراکم بوته منجر به افزایش معنی‌دار تعداد و وزن خشک غده در واحد سطح شد (شکل‌های ۳ و ۵).

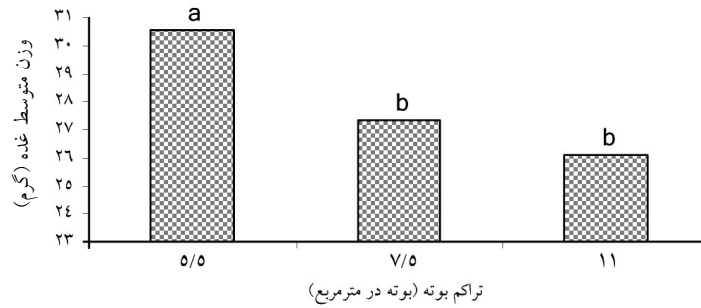


شکل ۳- اثرات اصلی تراکم بوته و سطوح مختلف کود نیتروژن بر تعداد غده سبزمینی.

1- Jagroop

2- Beraga and Caeser

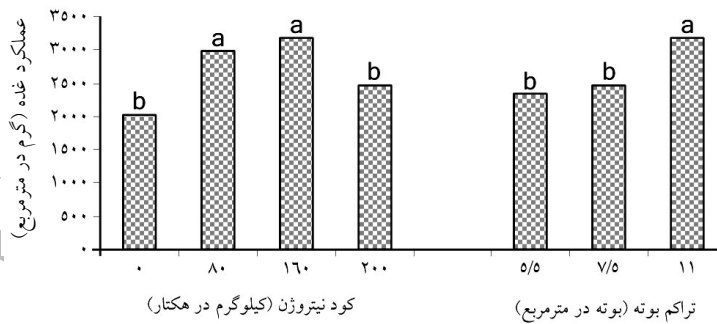




شکل ۴- اثر اصلی تراکم بوته بر وزن متوسط غده سیب زمینی.



شکل ۵- اثرات اصلی تراکم بوته و سطوح مختلف کود نیتروژن بر وزن خشک غده سیب زمینی.

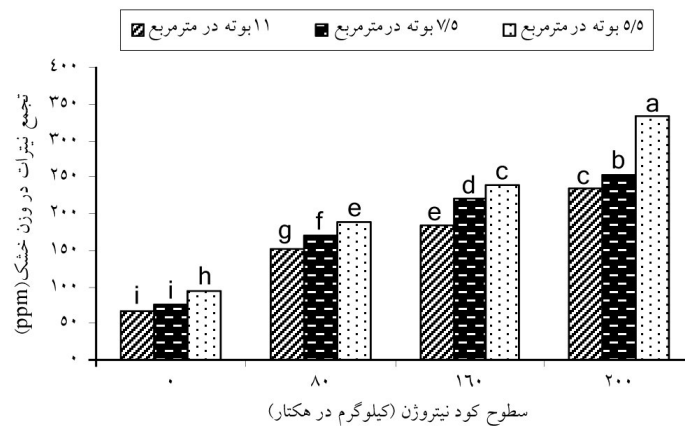


شکل ۶- اثرات اصلی تراکم بوته و سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد غده سیب زمینی.

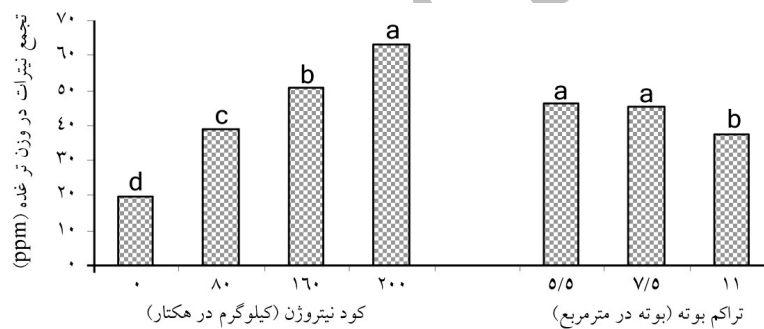
**تجمع نیترات:** با افزایش نیتروژن مصرفی، میزان نیترات غده‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافته و حداکثر آن در بالاترین سطح کودی مشاهده گردید (شکل‌های ۷ و ۸). با وجود اثر متقابل معنی‌دار بین سطوح کود نیتروژن و تراکم بوته در واحد سطح، مقایسه میانگین ترکیبات تیماری نشان داد که بیشترین میزان تجمع نیترات غده در واحد سطح از تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و با تراکم ۵/۵ بوته در مترمربع حاصل گردید. البته میزان تجمع نیترات در تمام سطوح کودی با افزایش تعداد بوته در واحد سطح با کاهش معنی‌دار مواجه گردید (شکل ۷). این امر نشان می‌دهد که با افزایش تراکم بوته، یک حجم مشخص نیتروژن باید در اختیار تعداد بیشتری گیاه قرار گیرد که در نتیجه آن سهم نیتروژن قابل جذب توسط بوته هر هکتار کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر نیتروژن اضافی که منجر به تجمع نیترات می‌شود توسط بوته کمتر جذب و به‌صورت شاخ و برگ تجمع یافته و میزان کمتری به غده اختصاص یافته است. همچنین در تمام سطوح تراکم بوته در واحد سطح با کاهش میزان نیتروژن به‌طور معنی‌داری از تجمع نیترات کاسته شده است (شکل ۷). این روند تغییرات نشان‌دهنده تغییر در مقدار، با وجود اثر متقابل معنی‌دار می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت با کاهش کاربرد نیتروژن و همچنین افزایش تعداد بوته در واحد سطح، از میزان تجمع نیترات به‌طور معنی‌دار کاسته شده است. در این مورد انتخاب بهترین ترکیب تراکم بوته و کود نیتروژن با توجه به استانداردهای مجاز میزان نیترات در غده سیب‌زمینی باید صورت پذیرد. میزان مجاز مقابله‌پذیر نیترات در غده سیب‌زمینی ۲۵۰-۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در ماده خشک می‌باشد (دده<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳). افزایش تجمع نیترات، با افزایش مقدار کود نیتروژن توسط شهبازی (۲۰۰۵) و عباسی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش شده است. دنیتر و تسادکو<sup>۲</sup> (۱۹۹۰) در تحقیقات خود نتیجه مشابهی را در دست آورده‌اند. در واقع با مصرف بیش از حد نیتروژن، علاوه بر اینکه عملکرد کاهش می‌یابد، میزان تجمع نیترات در غده نیز افزایش می‌یابد که تجمع بیش از حد آن یک خصوصیت نامطلوب در تولید این محصول می‌باشد. بنابراین زارع سیب‌زمینی کار با کاربرد بی‌رویه کود نیتروژن ضمن اینکه عملکرد را بالا برده است، بلکه هزینه تولید را نیز افزایش داده و موجب پایین آمدن کیفیت محصول تولیدی یعنی افزایش تجمع نیترات در غده‌ها شده که از هر جنبه به ضرر زارع، مصرف‌کنندگان، محیط زیست و کشور می‌باشد.

1- Dede

2- Dinitrieva and Tsadko



شکل ۷- اثر متقابل تراکم بوته و سطوح مختلف کود نیتروژن بر تجمع نیترات در وزن خشک غده سیب‌زمینی.



شکل ۸- اثرات اصلی تراکم بوته و سطوح مختلف کود نیتروژن بر تجمع نیترات در وزن تر غده سیب‌زمینی.

**نتیجه‌گیری کلی:** همان‌طور که نتایج نشان داد، بیشترین میزان نیترات در وزن خشک و تر در ترکیب تیماری ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۵/۵ بوته در مترمربع حاصل شد. در سطوح کودی ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، میزان نیترات در هر دو وزن (خشک و تر) در حد قابل قبول و مطلوب و بسیار پایین‌تر از حد بحرانی و عملکرد غده و پروتئین نیز در این سطح کودی بالاتر، اما از نظر مقدار کمتر از ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن و از نظر گروه‌بندی هم‌گروه با همین مقدار بود. بنابراین مصرف ۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به صورت خالص، به همراه تراکم ۱۱ بوته در مترمربع، برای دستیابی به عملکرد بهینه که کمترین میزان تجمع نیترات در غده را داشته باشد، برای رقم آگریا در منطقه اردبیل توصیه می‌شود. با توجه به میانگین عملکرد غده سیب‌زمینی در منطقه اردبیل که برابر

۲۸۷ تن در هکتار می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ۲۰۰۷) و مقایسه آن با عملکردهای حاصل در این آزمایش، به نظر می‌رسد که توصیه کودی برای نیتروژن به مقدار ۸۰ کیلوگرم در هکتار برای تولید عملکرد معادل تولید منطقه مناسب باشد. همچنین تراکم ۱۱ بوته در مترمربع با توجه به داشتن بیشترین پروتئین، عملکرد و اجزای عملکرد در واحد سطح و کمترین تجمع نترات غده مناسب و قابل توصیه برای این رقم می‌باشد.

### فهرست منابع

- Abbasi, A. 2007. Investigation of nitrogen uptake and use efficiency in potato cultivars. M.Sc. thesis. University of Mohaghegh Ardabili. 115p. Ardabil, Iran.
- Abbasi, A., Tobeh, A., Asgharizakariya, R., Hosseinzadeh, A.A., and Aghazadeh, A. 2007. Study and investigation of nitrogen uptake and the rate of its accumulation in potato tubers as affected by different nitrogen rates. 9<sup>th</sup> Iranian congress of agronomy and plant breeding. 27-29 September 2007. Tehran University. 143p.
- Asanuma, K., Naka, J., and Kogure, K. 1984. The relationship between dry matter production and plant density in spring cropping potato plants. Technical Bulletin Faculty of Agriculture Kagawa Univ. 35: 53-59.
- Belanger, G., Walsh, J.R., Richards, J.E., Milburn, P.H., and Ziadi, N. 2000. Comparison of Three Statistical Models Describing Potato Yield Response to Nitrogen Fertilizer. *Agron J.* 92: 902-908.
- Beraga, L., and Caeser, K. 1990. Relationships between numbers of main stems and yield components of potato (*Solanum tuberosum L. CV. Erntestolz*) as influenced by different day length. *Potato Res.* 33: 257-267.
- Dede, O. 2003. The nitrate and nitrite level of the tuber of potato fertilized with different doses. *Ordu ziraat facultasi, keratinize teknik universities, Turkey*. In: [http://www.ziraat.ktu.tr/tarla/ozbay/ozbaueng\\_z.htm](http://www.ziraat.ktu.tr/tarla/ozbay/ozbaueng_z.htm). 2003.
- Dinitrieva, Z.A., and Tsadko, I.I. 1990. The plant density requirements of newly adapted potato cultivars. *Kartofel-i-Ovoshchi*. No 1: 12-13.
- Hernandes, M. 2000. Nitrate: Toxic Agent list. *CU toxic plant pages*. 320p.
- Hlaysova, D., Tucek, J., and Turek, B. 1970. Effect of fertilizer on the content of nitrates in potatoes. *Cesk. Hyg.* 15: 203-207.
- Jagroop, S., Mohan, S., Saimbhi, M.S., Kooner, K.S., Singh, J., and Sing, M. 1993. Growth and yield of potato cultivars as affected by plant density and potassium levels. *J. India Potato Association*. 20: 279-282.
- Khajehpour, M. 2005. Industrial crop production. Isfahan technology University, Jehad daneshgahi press. 580p.

- Maher, M.J. 1996. The effect of planting density on the production of potato minituber under protection. Proceedings of the Agricultural Research Forum, March 23 and 24, UCD.
- Marguerite, O., Jean-Pierre, G., and Jean-François, L. 2006. Threshold Value for Chlorophyll Meter as Decision Tool for Nitrogen Management of Potato. *Agron J* 98: 496-506.
- Payton, F.V. 1990. The effect of nitrogen fertilizer on the growth and development of the potato in the warm tropics. *Dissertation Abstracts International. B, Science and Engineering*. 50: 9. 33-71.
- Roomizadeh, S. 2002. Utilize of nitrogen critical level of potato in order to reduction of nitrogen fertilizer application. Isfahan center for agricultural researches. 32p.
- Saeidi, M. 2008. Investigation of tuber size and nitrogen of some growth aspects, qualitative and quantitative traits of potato tuber. M.Sc. thesis. University of Mohaghegh Ardabili. 119p, Ardabil. Iran.
- Salo-vaananen, P.P., and Koivistoinen, P. 1996. Determination of protein in foods: comparison of net protein and crude protein ( $N \times 6.25$ ) values. *Food Chemistry*, 57: 1. 27-31.
- Samuel, Y.C., Essah, D., Holm, G., and Jorg, D.M. 2004. Yield and quality of two U.S. Red Potatoes: Influence of nitrogen rate and plant population. <http://www.Crop science. Org/> 2004.
- Shahbazi, K. 2005. Evaluation of different nitrogen levels on qualitative and quantitative traits of potato tubers. M.Sc. thesis. University of Mohaghegh Ardabili. 162p, Ardabil. Iran.
- Shiri, M. 2007. Determination of growth trend and analysis of some qualitative and quantitative aspects of potato under different drop irrigation manners. M.Sc. thesis. University of Mohaghegh Ardabili. 95p, Ardabil. Iran.
- Statistical information of agriculture. 2007. Ministry of jehad-e-agriculture. Deputy of planning and economy, Information and technology bureau. First print, October 2007.
- Waddell, J., Gupta, S.C., Moncrief, J.F., Rosen, C.J., and Steele, D.D. 1999. Irrigation and Nitrogen Management Effects on Potato Yield, Tuber Quality, and Nitrogen Uptake. *Agron J*. 91: 991-997.
- Yilma, S., and Alvin, R.M. 2002. Effect of planting density and size of potato seed minitubers on the size of the produced potato seed tubers. Available on the <http://www.actahort.org>. 2002.



## The effect of plant density and various levels of nitrogen on protein percent, yield and nitrate accumulation in potato tuber

\***Sh. Jamaati-e-Somarin<sup>1</sup>, A. Tobeh<sup>2</sup>, K. Hashemimajd<sup>3</sup>, A. Asghari<sup>2</sup>, M. Hassanzadeh<sup>4</sup>, R. Zabihi Mahmoodabad<sup>1</sup> and M. Shiri-e-Janagard<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Young Researchers Club, Islamic Azad University-Ardabil Branch, Ardabil, Iran,

<sup>2</sup>Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, <sup>3</sup>Dept. of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, <sup>4</sup>Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University-Germi Branch, Germi, Iran

### Abstract

In order to evaluate plant density and different nitrogen levels on protein percent, yield and nitrate accumulation in potato tuber cv. Agria, a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted in Ardabil in 2006. Factors included nitrogen levels: 0, 80, 160 and 200 kg ha<sup>-1</sup> net nitrogen and plant densities: 5.5, 7.5 and 11 plant m<sup>-2</sup>. Results showed that plant density of 11 plant m<sup>-2</sup> caused the higher rates of tuber number, tuber dry weight, tuber yield and protein per unit area. The lowest mean tuber weight and protein percent was derived in this density, as well. With increasing nitrogen level up to 80 kg ha<sup>-1</sup>, number, yield, dry weight and protein content of tuber was increased. In plant density×nitrogen level interaction treatment, the most nitrate concentration in tuber dry weight was achieved using 200 kg ha<sup>-1</sup> net nitrogen and density of 5.5 plant m<sup>-2</sup>. So, based on the results, application of 80 kg ha<sup>-1</sup> net nitrogen and density of 11 plant m<sup>-2</sup> to get the highest yield and protein and the lowest nitrate concentration in tuber under the Ardabil conditions is recommended.

**Keywords:** Tuber protein; Nitrate concentration; Plant density; Nitrogen; Potato

---

\*- Corresponding Author; Email: [jamaati\\_1361@yahoo.com](mailto:jamaati_1361@yahoo.com)