

اثر تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک بر عملکرد غده و اجزای عملکرد سه رقم سیب‌زمینی

بهرام میرشکاری^۱

چکیده

به منظور تعیین تاثیر تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک از توباکنر، سوپر نیتروپلاس و سوپر نیترو بر عملکرد غده سه رقم سیب‌زمینی، آزمایشی در تبریز به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی 86-1385 انجام شد. فاکتور اول (A) شامل سه رقم سیب‌زمینی آگریا، ساتینا و کوزیما و فاکتور دوم (B) شامل تلقیح غده بذری با کودهای بیولوژیک از توباکنر، سوپر نیترو، سوپر نیتروپلاس و شاهد بدون تلقیح بود. نتایج نشان داد که در صورت تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک از توباکنر، سوپر نیتروپلاس و سوپر نیترو، کاهش به ترتیب معادل 28، 34 و 26 درصد در تعداد غده‌های با قطر کمتر از 40 میلی‌متر حاصل می‌شود. استفاده از از توباکنر باعث بهبود درصد غده‌های با قطر بزرگ‌تر از 60 میلی‌متر در هر سه رقم سیب‌زمینی شد. تیمارهای دارای بیشترین تعداد غده در هر بوته از متوسط وزن غده کمتری بعد از شاهد برخوردار بودند. عملکرد بیولوژیک از 22/5 تن در هکتار در شاهد با افزایش معادل 18، 14 و 12 درصد به ترتیب در سطوح تلقیح بذر با از توباکنر، سوپر نیتروپلاس و سوپر نیترو تغییر یافت. با در نظر گرفتن اندازه غده‌ها، در سه رقم سیب‌زمینی آگریا، ساتینا و کوزیما از عملکرد کل به ترتیب حدود 79، 75 و 78 درصد در حالت تلقیح بذر با از توباکنر، 63، 73 و 76 درصد در حالت تلقیح بذر با سوپر نیتروپلاس و 74، 66 و 73 درصد در حالت تلقیح بذر با سوپر نیترو به غده‌های مناسب برای استفاده بذری یا خوراکی اختصاص داشت، در حالی که این ارقام در شاهد به ترتیب حدود 49، 41 و 45 درصد بودند. بنابراین با توجه به نتایج این آزمایش، توصیه می‌شود که بذور سیب‌زمینی قبل از کاشت با کودهای بیولوژیک تلقیح شوند.

واژه‌های کلیدی: از توباکنر، تلقیح بذر، سوپر نیترو، سوپر نیتروپلاس، سیب‌زمینی، عملکرد بیولوژیک.

تاریخ دریافت: 90/12/2 تاریخ پذیرش: 91/11/26

1- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران. mirshekari@iaut.ac.ir

مقدمه

سیب‌زمینی با نام علمی *Solanum tuberosum* L. و متعلق به تیره *Solanaceae* یکی از گیاهان پرتوقع است که برای رشد و نمو به عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در حد کفایت نیاز دارد و کمبود هر یک از عناصر غذایی در خاک سبب کاهش عملکرد و یا افت کیفیت آن می‌شود (Bajaj, 1999). مقدار نیتروژن لازم برای زراعت سیب‌زمینی بسته به هدف تولید و میزان ماده آلی خاک از 100 تا 300 کیلوگرم در هکتار متغیر است (Salaredini and Mojtehed, 1993).

سالانه نزدیک به 40×10^6 تن کود نیتروژنه در جهان به خاک‌ها افزوده می‌شود. نیتروژن از راه تثبیت بیولوژیک نیز به خاک بازگردانده می‌شود و مقدار این تثبیت در جهان 140×10^6 تن در سال برآورده شده است که با توجه به این موضوع، کودهای شیمیایی حدود 35 درصد نیتروژن تثبیت شده از طریق بیولوژیک را در خاک تأمین می‌کنند (Asadi Rahmani and Fallah, 2001). امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به همراه دارد و آلودگی ناشی از آن‌ها که باعث برهم خوردن تعادل اکوسیستمی می‌شود، بدون تردید کاربرد کودهای بیولوژیک علاوه بر اثرات مثبتی که بر خصوصیات خاک دارد، از جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی نیز مثرتر واقع شده و می‌تواند جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی باشد (Subba, 2007; Asadi Rahmani and Fallah, 2001). راندمان تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌ها بسته به سویه آن متغیر است و در بعضی از آن‌ها در زمان کوتاه‌تری به حداکثر می‌رسد (Subba, 2007).

بقایای مواد کربن‌دار نظیر کمپوست، کودهای بیولوژیک، کودهای دامی و گونه‌های گیاهی به‌عنوان کودهای سبز در صورتی که به مقدار کافی مصرف شوند می‌توانند مقدار مواد آلی خاک را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش دهند که این افزایش، اثرات مفیدی بر افزایش حاصل‌خیزی خاک و محصول بر جای خواهد گذاشت. با توجه به جذب بسیار زیاد نیتروژن توسط سیب‌زمینی برای محصول عمده بازارپسند و با توجه به این‌که عملکرد سیب‌زمینی هم از مقادیر کم و هم از مقادیر زیاد نیتروژن خاک آسیب می‌بیند، مدیریت نیتروژن در خاک و نگهداری نیتروژن قابل استفاده برای سیب‌زمینی از اهمیت

ویژه ای برخوردار می‌باشد (Mohammadzadeh, 2007). افزایش عملکرد غده سیب‌زمینی تا 42 درصد در نتیجه تاثیر کودهای بیولوژیک گزارش شده است (Hossein et al., 2009). در مطالعه عبدالوهاب و ریاض (Abd-El-Vahab and Riaz, 2006) افزایش عملکرد سیب‌زمینی ناشی از تیمار کودهای بیولوژیک در شرایط تنش آبی بیشتر از شاهد بدون تنش بود.

این تحقیق با هدف تعیین تاثیر تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، سوپر نیتروپلاس و سوپر نیترو بر عملکرد غده و اجزای عملکرد سه رقم سیب‌زمینی در شرایط نیمه خشک سرد در تبریز اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال زراعی 86-1385 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز با مختصات جغرافیایی 46 درجه و 17 دقیقه طول شرقی و 38 درجه و 5 دقیقه عرض شمالی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. اقلیم منطقه از نوع نیمه خشک سرد است. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم شنسی و pH و EC آن به ترتیب برابر 7/4-8 و 0/6-1/2 دسی زیمنس بر متر می‌باشد. فاکتور اول (A) شامل سه رقم سیب‌زمینی آگریا، ساتینا و کوزیما و فاکتور دوم (B) شامل تلقیح غده بذری با کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، سوپر نیترو، سوپر نیتروپلاس و شاهد بدون تلقیح بود. ارقام آگریا، ساتینا و کوزیما به ترتیب دارای دوره رشد نیمه زودرس، متوسط رس و دیررس بودند. کودهای بیولوژیک مورد استفاده از موسسه فن‌آوری زیستی آسیا تهیه شدند. میکروارگانیسم‌های موجود در ازتوباکتر شامل *Azospirillum* spp. و *Azotobacter* spp. سوپر نیترو شامل *Azospirillum* spp. و *Bacillus subtilis* و سوپر نیتروپلاس شامل *Bacillus subtilis* و *Pseudomonas florescense* spp. هستند که با فرمولاسیون‌های پودر و مایع قابل حل در آب در محصولات نظیر گندم، برنج، جو، ذرت، نیشکر، چغندرقتد، کلزا، سویا، سیب‌زمینی و سبزی و صیفی جات مورد استفاده قرار می‌گیرند (Anonymous, 2008).

بیولوژیک جهت تولید بذر سیبزمینی دارای اهمیت باشد. میلیک و همکاران (Milic *et al.*, 2001) در آزمایشی تاثیر مصرف ازتوباکتر سویه کروکوکوم¹ را در مرحله قبل از کشت بر افزایش تعداد چشمک در غده سیبزمینی گزارش کرده‌اند.

تعداد غده در هر بوته

سطوح مختلف تیمارهای کود بیولوژیک تاثیر معنی داری در سطح احتمال 1 درصد روی تعداد غده در بوته گذاشتند، در حالی که بین رقم‌های سیبزمینی و اثر متقابل رقم در کود بیولوژیک اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول 1). مقایسه میانگین‌های تعداد غده در بوته در سطوح کود بیولوژیک همراه با شاهد (شکل 1) نشان داد که وقتی غده‌های سیبزمینی با ازتوباکتر و سوپر نیترو تلقیح شدند، هر بوته آن با تولید حدود 8/2 غده در کلاس آماری بالاتری نسبت به غده‌های تلقیح نشده با تولید 7 غده در هر بوته قرار گرفتند و کود بیولوژیک سوپر نیتروپلاس به طور متوسط تعداد 7/5 غده در بوته تولید کرد. رایس و همکاران (Rice *et al.*, 2007) ضمن تاکید بر نقش تعداد غده در بوته در عملکرد اقتصادی سیبزمینی و وجود همبستگی مثبت و معنی دار بین این دو صفت ($r = 0.69$)، تاثیر تثبیت کود بیولوژیک آزوسپیریلومی بر تعداد و اندازه غده در ارقام دیررس سیبزمینی را در مناطق گرم گزارش کردند. تعداد غده در بوته از مهم ترین اجزای عملکرد در سیبزمینی است، چرا که عملکرد، حاصل تعداد غده و میانگین وزن غده می باشد. در این میان برخی محققین در تعیین عملکرد غده، تعداد غده را مهم تر از میانگین وزن غده، حال آن که برخی دیگر میانگین وزن غده را مهم تر از تعداد غده دانسته‌اند (Hossein Zadeh *et al.*, 2003).

متوسط قطر غده

در شرایط آزمایش، بیشترین درصد غده‌های با قطر کمتر از 40 میلی متر (معادل 36/5) از سیبزمینی رقم کوزیما حاصل شد. با توجه به این که غده های کوچکتر از نظر بازارپسندی ارزش پایین تری دارند، بنابراین می توان گفت که بدون در نظر گرفتن اثر کود بیولوژیک، ساتینا با داشتن کمترین درصد غده‌های با قطر کوچکتر از 40 میلی متر رقم مناسبی می باشد. با این حال، به عقیده رایس و همکاران (Rice *et al.*, 2007)

عملیات تهیه زمین شامل شخم پائیزه، شخم سطحی بهاره و سپس انجام دیسک بود. بر اساس توصیه کارخانه سازنده کود زیستی، قبل از کاشت هر 15 کیلوگرم غده بذری با مخلوط حاوی 250 گرم کود بیولوژیک و 20 لیتر محلول قند 20 درصد تلقیح شده و بلافاصله کاشت انجام شد. کرت‌ها بعد از کاشت آبیاری شدند. تاریخ کاشت نیمه اول اردیبهشت ماه و مقدار کود شیمیایی مصرفی در تمام کرت‌ها 180 کیلوگرم در هکتار فسفات دی آمونیوم و 150 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بر اساس نتایج تجزیه خاک بود. هر کرت شامل 4 ردیف 4 متری با فاصله کاشت 75 سانتی متر بین پشته‌ها و فاصله روی ردیف 25 سانتی متر بود. برداشت محصول در نیمه دوم مهر ماه از مساحت 4/5 مترمربعی دو ردیف وسطی هر کرت پس از حذف اثر حاشیه انجام شد. صفات مورد اندازه گیری شامل تعداد چشمک در غده، تعداد غده در هر بوته، تعداد غده‌های با قطر کمتر از 40، 40-60 و بزرگتر از 60 میلی متر، متوسط وزن غده در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد غده بودند.

تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار آماری MSTATC و مقایسات میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد چشمک در غده

اثر متقابل رقم سیبزمینی در کود بیولوژیک روی تعداد چشمک در غده در سطح احتمال 5 درصد معنی دار بود (جدول 1). مقایسه میانگین های تعداد چشمک در غده (جدول 2) بیانگر آن می باشد که بیشترین مقدار این صفت مربوط به رقم ساتینا و کمترین آن مربوط به رقم کوزیما به ترتیب با 7/2 و 5/6 عدد چشمک می باشد. هم چنین بیشترین تعداد چشمک مربوط به تیمارهای کودی ازتوباکتر، نیتروپلاس و سوپرنیتروپلاس و کمترین آن مربوط به شاهد بود.

سه رقم مورد مطالعه سیبزمینی در شرایط استفاده از کودهای بیولوژیک به طور میانگین افزایشی به ترتیب 47/5، 37 و 36 درصد در تعداد چشمک در غده را نسبت به شاهد داشتند (جدول 2). با توجه به اهمیت تعداد چشمک در غده در تولید سیبزمینی، به نظر می رسد استفاده از کودهای

¹ *A. crococcum*

میرشکاری. تأثیر تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک بر عملکرد غده و اجزای عملکرد...

توانند به عنوان ارقام مناسب برای تولید سیب‌زمینی بذری توصیه شوند، در حالی که رقم کوزیما با 53 درصد در مقدار این صفت از دو رقم دیگر فاصله گرفت.

در این تحقیق هر سه رقم سیب‌زمینی ساتینا، کوزیما و آگریا در شرایط تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک به‌ویژه سوپرنیتروپلاس (با بیشترین درصد غده‌های با قطر 40 تا 60 میلی‌متر) را داشت، توانستند قابلیت خود را برای کشت با هدف تولید غده بذری بهبود بخشند (جدول 2).

بیشترین درصد غده‌های با قطر بیشتر از 60 میلی‌متر (18/5 درصد) در شرایط تلقیح بذر با کود بیولوژیک ازتوباکتر و کمترین مقدار این صفت (4/5 درصد) در شرایط بدون استفاده از کود بیولوژیک (معادل 76/5 درصد کاهش) حاصل شد (جدول 2). این نتایج با یافته‌های برخی از محققان دیگر که بر افزایش اجزای عملکرد گیاهان تلقیح شده با کودهای بیولوژیک نسبت به شاهد تاکید دارند، مطابقت دارد (Milic et al., 2001). با توجه به این که از غده‌های با قطر بزرگتر از 60 میلی‌متر به عنوان غده‌های تجاری و خوراکی استفاده می‌شوند (Farahvash and Mobasher, 2007)، با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان گفت که استفاده از کود بیولوژیک ازتوباکتر باعث بهبود مقدار این صفت در هر سه رقم سیب‌زمینی شده و ارزش تجاری محصول را بالا خواهد برد.

مقایسه میانگین ارقام مورد بررسی نیز نشان داد که در رقم ساتینا، 14/5 درصد از غده‌های برداشت شده قطر بیشتر از 60 میلی‌متر داشتند، در حالی که در دو رقم کوزیما و آگریا به ترتیب حدود 13/2 و 10/5 درصد از غده‌ها دارای اندازه مشابه بودند. هر سه رقم در شرایط استفاده از کود بیولوژیک ازتوباکتر دارای بیشترین درصد غده‌های تجاری و در شرایط شاهد کمترین درصد این اندازه غده‌ها را دارا بودند (جدول 2).

متوسط وزن غده در بوته

هر دو فاکتور مورد مطالعه در آزمایش روی متوسط وزن غده در بوته تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول 1). مقایسه میانگین‌ها (شکل‌های 1 و 3) مشخص کرد که تیمار دارای بیشترین تعداد غده در هر بوته سیب‌زمینی (تلقیح بذر با کود سوپرنیترو با 8/4 غده) از متوسط وزن غده کمتری در بوته (70/2 گرم) بعد از شاهد برخوردار بود. با توجه به این نتیجه که با یافته‌های حسین و همکاران (Hossein et al., 2009)

غده‌های با قطر کوچکتر از یک تخم مرغ به عنوان محصول بذری و محصول تجاری مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

با توجه به مقایسه میانگین‌های سطوح کود بیولوژیک همراه با شاهد (شکل 2) مشخص شد که در صورت تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، سوپرنیتروپلاس و سوپرنیترو کاهش به ترتیب معادل 34/1، 28/3 و 25/9 درصد در تعداد غده‌های با قطر کمتر از 40 میلی‌متر حاصل می‌شود. معنی‌دار بودن مقادیر این تغییرات با هم و با شاهد نیز نشان از اثر قابل توجه کودهای بیولوژیک بر افزایش اندازه غده در سیب‌زمینی دارد. به نظر می‌رسد، کودهای بیولوژیک به‌ویژه ازتوباکتر با اثر مثبت روی حجم ریشه و بهبود جذب آب و مواد غذایی و به دنبال آن افزایش میزان ذخیره ماده خشک در غده‌ها در طول دوره رشد، موجب کاهش درصد غده‌های کوچک‌تر می‌شوند که با توجه به اهمیت اندازه غده در بازار اقتصادی محصول سیب‌زمینی می‌تواند برای بالا بردن ارزش اقتصادی محصول از این لحاظ توصیه شود. برخی از محققین نظیر مارتین و همکاران (Martin et al., 1999) نیز چنین نتیجه‌ای را گرفته و بهبود اندازه غده را به توسعه سیستم ریشه‌ای و اثرات هورمونی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن اتمسفری نسبت داده‌اند.

اثر سطوح کود بیولوژیک و رقم سیب‌زمینی بر درصد غده‌های با قطر 40-60 میلی‌متر در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 1). بیشترین تعداد غده‌های 40 تا 60 میلی‌متری مربوط به سطح کودی سوپرنیتروپلاس با 60/5 درصد و کمترین مقدار آن مربوط به شرایط بدون تلقیح بذر با کود بیولوژیک با 40/6 درصد بود و کاهش به ترتیب 1/7 و 3/1 درصدی مقدار این صفت در کودهای بیولوژیک ازتوباکتر و نیتروپلاس نسبت به سوپرنیتروپلاس موجب معنی‌دار شدن این اختلاف شد. برخی از نتایج این مطالعه مشخص کرد که با به‌کارگیری کودهای بیولوژیک تثبیت‌کننده نیتروژن بر درصد غده‌های با قطر 40 تا 60 میلی‌متر افزوده می‌شود که این یک مزیت برای محصول سیب‌زمینی بذری به شمار می‌رود (Farahvash and Mobasher, 2007). با این حال، مقایسه بین ارقام سیب‌زمینی از نظر این صفت نیز نشان داد که دو رقم ساتینا و آگریا (در میانگین سطوح کودهای بیولوژیک) با دارا بودن متوسط 54/9 درصد غده‌های 40-60 میلی‌متری می-

ماده خشک تولیدی و انتقال آن به غده ها باعث افزایش اجزای عملکرد و به تبع آن افزایش عملکرد غده گردیده است. محاسبه ضریب همبستگی بین صفات در این آزمایش نیز مشخص کرد که همبستگی بین عملکرد غده سیبزمینی با تعداد غده در بوته ($r = 0.57$)، تعداد چشمک در غده ($r = 0.91$) و عملکرد بیولوژیک ($r = 0.93$) مثبت و معنی دار بود.

سایر یافته‌های تحقیق نشان داد که در هر سه رقم سیبزمینی مورد مطالعه، عملکرد غده تیمار شاهد به طور معنی دار کمتر از تیمارهای تلقیح غده با کودهای بیولوژیک بود، در حالی که از نظر آماری در هر سه رقم عملکرد غده سطح تیماری ازتوباکتر مشابه سوپر نیتروپلاس بود (جدول 2) که با یافته‌های حسین و همکاران (Hossein et al., 2009) در زمینه استفاده از کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، آزوسپیریوم و پسدوموناس در زراعت سیبزمینی مطابقت دارد. این محققین دریافتند که کاربرد کود بیولوژیک توام با 50 درصد کود حیوانی و کود NPK توصیه شده، موجب افزایش تعداد غده در هر بوته، وزن متوسط غده و عملکرد غده به ترتیب معادل 6/3، 26/3 و 41/7 درصد در مقایسه با تیمار شاهد (مصرف 100 درصد کود NPK) گردید. درصد افزایش عملکرد غده‌های بذری و خوراکی سیبزمینی از 72 درصد در تیمار تلقیح بذر رقم ساتینا با کود نیتروپلاس تا 127 و 121 درصد به ترتیب در تیمارهای تلقیح بذر دو رقم کوزیما و ساتینا با کود ازتوباکتر تغییر کرد (جدول 3). وقتی غده‌های سه رقم ساتینا، کوزیما و آگریا قبل از کشت با ازتوباکتر و سوپر نیتروپلاس تلقیح شدند، عملکرد غده به طور میانگین افزایشی به ترتیب حدود 3/5، 3 و 2/7 تن در هکتار نسبت به شاهد نشان داد. با در نظر گرفتن درصد غده های بذری (با قطر 60-40 میلی‌متر) و خوراکی (بزرگتر از 60 میلی‌متر) و عملکرد کل غده در هر سه رقم ساتینا، کوزیما و آگریا می توان دریافت که از عملکرد کل غده به ترتیب حدود 75، 78/7 و 78 درصد در حالت تلقیح بذر با ازتوباکتر، 63/3، 72/7 و 75/7 درصد در حالت تلقیح بذر با سوپر نیتروپلاس و 74، 65/7 و 72/7 درصد در حالت تلقیح بذر با سوپر نیترو به مجموع غده‌های بذری و خوراکی اختصاص می‌یابد، در حالی که این ارقام در

نیز مطابقت دارد، می توان گفت که دو نوع کود سوپر نیتروپلاس و ازتوباکتر اندازه غده را بیشتر از تعداد آن افزایش می‌دهند، در حالی که در کود سوپر نیترو روند عکس مشاهده شد. متوسط وزن غده در تیمار شاهد نیز کمتر از اثر سه سطح دیگر فاکتور کودی بود (شکل 3). هم‌چنین بیشترین وزن تک غده در بوته مربوط به رقم ساتینا با 72/9 گرم و کمترین آن مربوط به آگریا و کوزیما به ترتیب با 70/8 و 68/3 گرم بود.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک سیبزمینی تحت تأثیر متقابل کود بیولوژیک در رقم قرار گرفت و این اثر در سطح احتمال 1 درصد معنی دار گردید (جدول 1). بیوماس سیبزمینی از حداقل 24 تن در هکتار در رقم کوزیما تا حداکثر 26 تن در هکتار در رقم ساتینا تغییر کرد. هم‌چنین مقدار این صفت از 22/4 تن در هکتار در شاهد با افزایشی معادل 18، 14 و 12 درصد به ترتیب در سطوح تلقیح بذر با ازتوباکتر، سوپر نیتروپلاس و سوپر نیترو تغییر یافت. با مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم سیبزمینی در نوع کود بیولوژیک (شکل 4) مشخص گردید که هر سه رقم بیشترین بیوماس را در شرایط استفاده از ازتوباکتر و کمترین بیوماس را در شرایط تولید می‌کنند و از این نظر رقم ساتینا در حالت کاربرد ازتوباکتر بهترین بود. رایس و همکاران (Rice et al., 2007) نیز بر تأثیر مثبت کودهای بیولوژیک بر عملکرد ماده خشک اندام‌های سیبزمینی به‌ویژه بخش‌های زیرزمینی آن اشاره داشته و آن را ناشی از اثر مطلوب هورمون‌های آزاد شده از فعالیت باکتری‌ها بر افزایش حجم سیستم ریشه‌ای دانسته‌اند.

عملکرد غده در هکتار

بیشترین عملکرد کل غده در شرایط استفاده از کود بیولوژیک ازتوباکتر به میزان 18840 کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به شاهد و معادل 15380 کیلوگرم در هکتار بود. با توجه به بالا بودن مقدار صفات متوسط وزن غده در بوته و عملکرد بیولوژیک در شرایط استفاده از ازتوباکتر و نقش بیوماس در عملکرد اقتصادی گیاهان زراعی، همان طوری که رایس و همکاران (Rice et al., 2007)، مارتین و همکاران (Martin et al., 1999) و سوبا (Subba, 2007) بر آن تأکید دارند، بالا بودن عملکرد غده تحت شرایط آزمایش منطقی به نظر می‌رسد. می‌توان گفت که ازتوباکتر با افزایش میزان رشد و

میرشکاری. تأثیر تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک بر عملکرد غده و اجزای عملکرد...

نیتروپلاس و سوپر نیترو بر درصد غده‌های بذری و خوراکی در هر سه رقم مورد مطالعه سیب‌زمینی، توصیه می‌شود غده‌ها با کودهای مورد نظر آغشته شده و سپس کاشته شوند.

شاهد بدون تلقیح بذر به ترتیب حدود 49/3، 40/7 و 44/7 درصد محاسبه شد.

در مجموع با توجه به تأثیر مثبت و معنی‌دار تلقیح بذور در مرحله قبل از کاشت با کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، سوپر

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر کودهای بیولوژیک روی صفات مورد مطالعه در سه رقم سیب زمینی

Table 1. Variance analysis for the effects of biofertilizers on studied traits in three potato cultivars.

D.F.	Eyes number per tuber	Tuber number per plant	Tubers with			Mean of tuber weight per plant	Biological yield	Tuber yield	
			<40 mm diameter	40-60 mm diameter	□ 40 mm diameter				
Mean squares									
Block	2	0.111 ^{ns}	0.333 ^{ns}	0.028 ^{ns}	0.44 ^{ns}	0.250 ^{ns}	11.083 ^{ns}	1282.69 ^{ns}	41.103 ^{ns}
Cultivar	2	7.528**	0.083 ^{ns}	113.44**	16.028**	46.33**	50.08**	600204.1**	109176.98**
Biofertilizer	3	10.102**	1.296**	2057.66**	767.74**	319.778**	45.56**	1504374.25**	197841.79**
Cultivar× Biofertilizer	6	0.380*	0.046 ^{ns}	8.63 ^{ns}	60213**	0.778*	3.083 ^{ns}	19267.67**	3589.39*
Error	22	0.216	0.188	29.844	0.837	0.770	6.306	839.50	235.76
CV (%)	-	12.46	15.82	9.03	8.56	10.84	15.11	8.44	18.89

***, ** و * ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 1/1 و 1/5 و غیر معنی دار.

***, ** and ns: significant difference at 1% and 5% of probability levels and non-significant, respectively.

میرشکاری. تأثیر تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک بر عملکرد غده و اجزای عملکرد...

جدول 2- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم سیب زمینی در نوع کود بیولوژیک بر صفات مورد مطالعه.

Table 2. Means comparison of potato cultivar and biofertilizer interaction effects on the studied traits.

Cultivar	Biofertilizer	Eyes number per tuber	Tubers with 40-60 mm diameter	Tubers with \square 60 mm diameter	Tuber yield (kg/ha)
Satina	Control	5 ^d	43.33 ^f	6 ^f	16070 ^d
	Azotobacter	8 ^a	58.67 ^{cd}	20 ^a	20300 ^a
	Super nitro-plus	8 ^a	60.33 ^{ab}	16 ^b	18890 ^{ab}
	Super nitro	7.667 ^a	58.67 ^{cd}	15.33 ^c	18370 ^b
Kozima	Control	4.33 ^e	38 ^h	2.667 ^g	14370 ^e
	Azotobacter	6 ^c	59 ^{cd}	16 ^b	17630 ^c
	Super nitro-plus	6 ^c	60 ^{abc}	12.67 ^d	17190 ^c
	Super nitro	6 ^c	55 ^e	10.67 ^e	16810 ^d
Agria	Control	5 ^d	40.33 ^g	4.33 ^{fg}	15700 ^{de}
	Azotobacter	6.667 ^b	58.67 ^{cd}	19.33 ^a	18590 ^b
	Super nitro-plus	7 ^b	61 ^a	14.67 ^c	18150 ^{bc}
	Super nitro	6.667 ^b	58.33 ^d	14.33 ^{cd}	17260 ^c

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5% در آزمون دانکن ندارند.

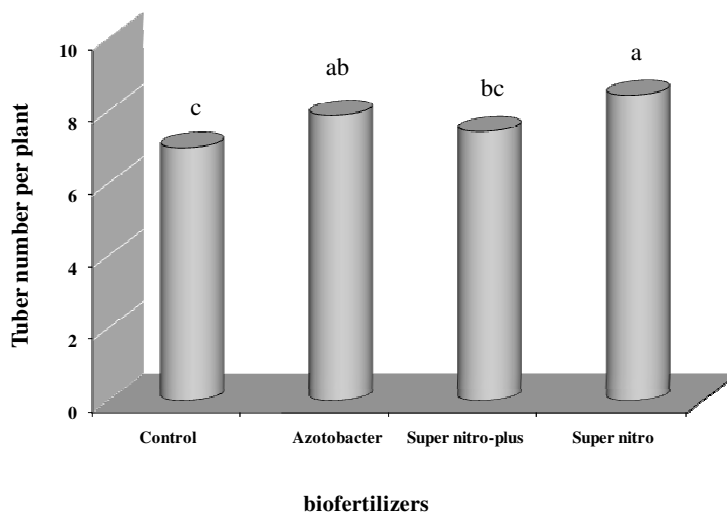
Means with the same letter in each column have not significantly difference at 5% of probability level in DMRT.

جدول 3- تفاضل عملکرد و درصد افزایش عملکرد غده (غده‌های بذری و خوراکی) سه رقم سیب زمینی در شرایط

استفاده از کودهای بیولوژیک نسبت به شاهد.

Table 3. Differential yield (DF) and increased seed and edible yield percent (IYP) in three potato cultivars in biofertilized seeds compared to control.

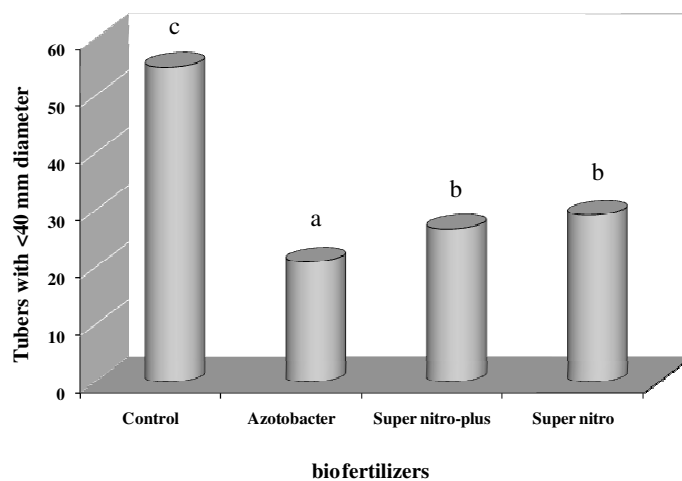
Cultivar	Tuber yield (t/ha)									
	Control	Azotobacter			Super nitro-plus			Super nitro		
		Yield	D.F.	IYP	Yield	DF	IYP	Yield	D.F.	IYP
Satina	7.6	16.8	9.2	121	14.4	6.5	82	13.6	5.7	72
Kozima	5.8	13.2	7.4	127	12.5	6.7	115	11	5.2	90
Agria	7	14.5	7.5	107	13.7	6.7	96	12.5	5.5	81



شکل 1- تاثیر کودهای بیولوژیک بر تعداد غده در بوته سیب زمینی در مقایسه با شاهد.

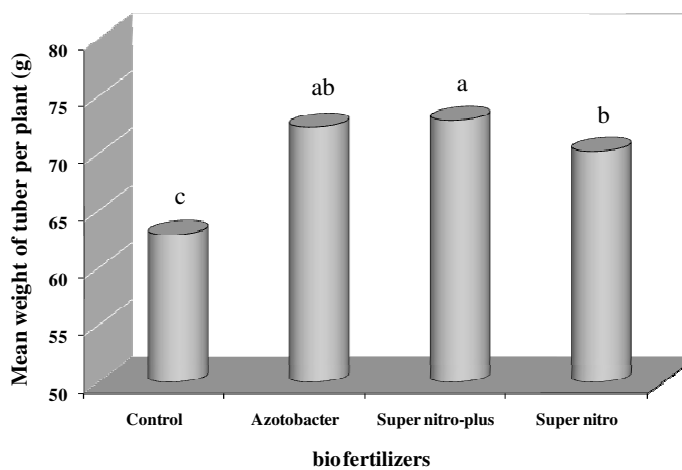
Figure 1. Effect of biofertilizers on potato tuber number per plant compared to the control.

میرشکاری. تأثیر تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک بر عملکرد غده و اجزای عملکرد...



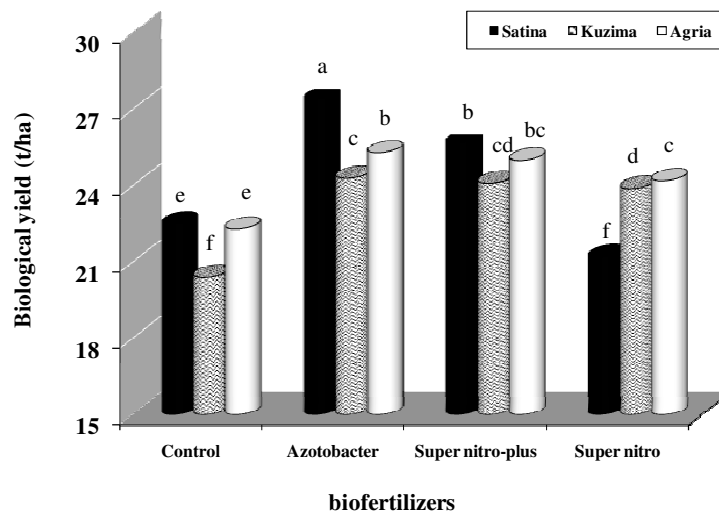
شکل ۲- تأثیر کودهای بیولوژیک بر غده های سیب زمینی با قطر کمتر از ۴۰ میلی متر در مقایسه با شاهد.

Figure 2. Effect of biofertilizers on tubers with <40 diameter compared to the control.



شکل ۳- تأثیر کودهای بیولوژیک بر متوسط وزن غده در بوته سیب زمینی در مقایسه با شاهد.

Figure 3. Effect of biofertilizers on mean weight of tuber per potato plant compared to the control.



شکل ۴- تاثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد بیولوژیک سه رقم سیب زمینی در مقایسه با شاهد.

Figure 4. Effect of biofertilizers on biological yield of three potato cultivars compared to the control.

References

- Abd-El-Vahab K, Riaz PP (2006) Sustainable nutrition management of potato under water stress conditions. *Egyptian Journal of Agronomy* 13(3): 21-26.
- Anonymous 2008. *Biofertilizers*. Asia Biotechnology Institute, p. 4.
- Asadi Rahmani H, Fallah A (2001) Necessary of production and extension of plant growth promoting biofertilizers. *Journal of Plant Biology* 12 (7): 15-22.
- Bajaj S (1999) Nutritional improvement of potato. In: Bajaj, Y.P.S. (Ed), *Biotechnology in agriculture and forestry*. Springer Verlag 3: 136-150.
- Farahvash F, Mobasher M (2007) *New technology for vegetables production*. Islamic Azad University of Tabriz Publication. 631 pp.
- Hossein Zadeh A, Hassan Panah D, Dehdar B, Nikshad K, Hassani M, Imani A (2003) *Designing and performing of potato seed production in Ardabil*. Jihad-e-Keshavarzi Organization of Ardabil Publication. 125 pp.
- Hossein AK, Fawzy H, Radwan S (2009) Influence of combined application of organic and inorganic fertilization rates with biofertilizer on potato under integrated weed managements. *National Research Center, Cairo, Egypt*.
- Martin PA, Glatzle WK, Omay H, Schmidt W (1999) *N₂-fixing bacteria in the rhizosphere: quantification and hormonal effects on root development*. Z. Pflanzenernaehr, Bodenk Publication. 237 pp.
- Milic V, Vartha KL, Mirkovaki N (2001) Use of *Azotobacter chroococcum* as potentially useful in agricultural application. *Annals of Microbiology* 51: 145-158.
- Mohammadzadeh AR (2007) Effects of green and organic manures on soil characteristics and potato yield. 10th Iranian Congress on Soil Sciences, September 2007, Karaj, Iran.
- Rice J, Krishna KR, Singh H (2007) Improved tuber yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars due to seed inoculation with different strains of Azospirillum. *Indian Journal of Horticulture* 65(4): 13-21.
- Salaredini AA, Mojtehed M (1993) *Principles of Plant Nutrition*. Tehran University Publ., 212 pp.
- Subba, R. 2007. *Biofertilizers in agriculture*. Vartha Publication. New Dehli, 259 pp.