



اثر تلقیح مینی تیوبر با باکتری‌های محرک رشد گیاهی بر رشد و عملکرد غده ارقام مختلف سیب زمینی

مهدی پناهیان کیوی^۱، یعقوب راعی^۲، داود حسن پناه^۳، سعید حکم علی پور^۴

دریافت: ۹۷/۳/۲۲ پذیرش: ۹۷/۱۲/۱۶

چکیده

به منظور بررسی تاثیر باکتری‌های محرک رشد گیاهی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد غده‌های بذری حاصل از کاشت مینی تیوبر سه رقم سیب زمینی، آزمایشی فاکتوریل بر پایه بلوک های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل در سال ۱۳۹۵ اجراء گردید. فاکتور اول شامل مینی تیوبرهای سه رقم سیب زمینی آگریا، خاوران و مارفونا و فاکتور دوم چهار سطح باکتری محرک رشد گیاهی شامل آزوسپیریلوم، سودوموناس، ترکیب باکتری آزوسپیریلوم و سودوموناس و بدون تلقیح بودند. نتایج نشان داد اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی برای کلیه صفات به جز عملکرد بیولوژیک و قطر غده معنی دار شد. بیشترین عملکرد غده در تیمار کاربرد همزمان دو باکتری آزوسپیریلوم و سودوموناس در رقم مارفونا مشاهده شد که تفاوت معنی داری با ارقام خاوران و آگریا نداشت. بیشترین قطر غده مربوط به رقم مارفونا بود. بیشترین ارتفاع بوته و تعداد ساقه اصلی به ترتیب در ارقام آگریا و خاوران و در شرایط کاربرد همزمان دو باکتری آزوسپیریلوم و سودوموناس حاصل شد. بیشترین عملکرد بیولوژیک به طور مشترک در کاربرد آزوسپیریلوم و سودوموناس و ترکیب دو باکتری حاصل گردید. کمترین میزان این صفت در تیمار بدون تلقیح به دست آمد. بیشترین زمان برای سبز کامل، تعداد روز تا غده دهی و تعداد روز تا استولن‌زایی در رقم مارفونا و شرایط کاربرد باکتری آزوسپیریلوم حاصل شد. کمترین مقادیر این صفات نیز در رقم خاوران و شرایط عدم تلقیح به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آزوسپیریلوم، تعداد روز تا استولن‌زایی، تعداد روز تا غده‌دهی، سبز کامل و سودوموناس

پناهیان کیوی، م.، ی. راعی، د. حسین پناه و س. حکم علی پور. ۱۳۹۹. اثر تلقیح مینی تیوبر با باکتری‌های محرک رشد گیاهی بر رشد و عملکرد غده ارقام مختلف سیب زمینی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۴۰: ۲۳۸-۲۴۵.

۱- عضو هیات علمی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۳- عضو هیات علمی بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

۴- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران- مسئول مکاتبات. hokmalipour@yahoo.com

مقدمه

سیب‌زمینی گیاهی یک ساله از تیره سولاناسه و جنس سولانوم است. گونه‌های وحشی و زراعی سیب‌زمینی که شامل این جنس هستند، در حدود ۲۰۰۰ گونه را شامل می‌شوند، ولی تنها ۱۵۰ گونه از آن تولید غده می‌کند. سیب‌زمینی از نظر اهمیت غذایی سومین محصول پس از گندم و برنج در کشور ما به شمار می‌رود. براساس آخرین آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۲، سطح زیرکشت سیب‌زمینی کشور حدود ۱۵۹ هزار هکتار با تولید حدود ۴/۶ میلیون تن و متوسط عملکرد غده آبی ۲۹ تن در هکتار برآورد شده است (بی‌نام، ۱۳۹۴). استان اردبیل با سطح زیرکشت حدود ۲۱ هزار هکتار و تولید بیش از ۸۰۰ هزار تن سیب‌زمینی، با توجه به شرایط آب و هوایی یکی از مناطق مساعد و مناسب جهت کشت و کار این محصول می‌باشد (حسن‌پناه، ۱۳۹۳).

غده بذری به علت آلودگی به بیماری‌های مختلف ویروسی، قارچی و باکتریایی به طور تدریجی رو به تباهی می‌رود. بنابراین تامین غده بذری سالم و استاندارد و جلوگیری از احتمال شیوع و ورود بیماری‌های بذر زاد به سایر مناطق تولید سیب زمینی از برنامه‌های مهم ملی در بخش کشاورزی در هر کشور می‌باشد. بر این اساس، جهت تولید و تکثیر بذر پایه سیب زمینی (مینی‌تیوبر)، فرآیند سالم سازی و تکثیر گیاهچه‌های عاری از عوامل بیماریزا در شرایط کنترل شده در چرخه تولید بذر مورد توجه قرار می‌گیرد (حسن‌پناه، ۱۳۹۳). بنابراین تولید هسته اولیه بذری سیب زمینی (مینی‌تیوبر) به عنوان نقطه عطفی در جهت خودکفایی تولید بذر پایه سیب زمینی، نه تنها در بهبود و پایداری عملکرد کمی و کیفی محصول جایگاه ارزشمندی دارد، بلکه قادر است به عنوان یک پدافند غیر عامل در عرصه صنعت بذر سیب زمینی، قدرت اثر تهدیدات را کاهش داده و میزان تلفات احتمالی ناشی از تهدیدات را به حداقل ممکن برساند (حسن‌پناه، ۱۳۹۳).

کودهای زیستی به عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه حل برای زنده و فعال نگهداشتن نظام‌های زیستی مطرح می‌شوند. تأمین عناصر غذایی به صورت مناسب با تغذیه گیاهان و تعادل در عرضه این عناصر، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت‌های حیاتی، بهبود کیفیت محیط زیست و جلوگیری از آلودگی منابع طبیعی و در مجموع حفاظت و حمایت از سرمایه‌ها و منابع ملی یعنی آب و خاک و نیز منابع انرژی غیر قابل تجدید، از مهم‌ترین دلایل ضرورت استفاده از کودهای زیستی می‌باشد (قوشچی و همکاران، ۱۳۸۵). کودهای زیستی شامل تعداد کافی از یک یا

چند باکتری می‌باشند. سودوموناس، ازوتوباکتر و آزوسپیریلیوم از مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد گیاهی (PGPR) می‌باشند. باکتری‌های محرک رشد گیاهی به طور مستقیم و غیرمستقیم موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (حکیم‌علی‌پور، ۱۳۹۳). قاسم‌خانلو و همکاران (۱۳۸۸) بیان نمودند کود زیستی بارور ۲ موجب افزایش تعداد برگ، ارتفاع بوته، متوسط تعداد و وزن غده‌های سیب‌زمینی می‌شود.

نیتروکسین حاوی موثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (آزوتوباکتر و آزوسپیریلیوم) می‌باشد. باکتری‌های موجود در نیتروکسین علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پرمصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه، یا سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم کننده رشد مانند اکسین (IAA)، ترشح اسیدهای آمینه مختلف، انواع آنتی‌بیوتیک‌ها، سیانید هیدروژن و سیدروفور موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان می‌شوند و با حفاظت ریشه گیاهان از جمله عوامل بیماری‌زای خاکزی، افزایش محصول در واحد سطح و بهبود کیفیت آنها را سبب می‌گردند (بی‌نام، ۱۳۹۲). هجران‌کش و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی اثر کودهای آلی زیستی، بردهیوم و آگروبیوالکان بر تولید مینی‌تیوبر سیب‌زمینی رقم آگریا نشان دادند با مصرف کود آلی آگروبیوالکان نسبت به کودهای ارگانیک آلی زیستی و بردهیوم، بیشترین تعداد و وزن غده در بوته، وزن مینی‌تیوبر در مترمربع، قطر غده، ارتفاع بوته و تعداد برگ مرکب در بوته تولید شد. ایمانی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف کودهای زیستی بر تولید مینی‌تیوبر از میکروتیوبر سیب‌زمینی رقم آگریا، نتیجه گرفتند بین کود زیستی هیومی‌فرت و نیتروکارا و بین اثر متقابل آنها از لحاظ صفات تعداد و وزن مینی‌تیوبر در مترمربع، متوسط وزن مینی‌تیوبر و ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بهبود و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی باکتری‌های محرک رشد در سیب‌زمینی رقم آگریا نشان دادند که استفاده از آنها موجب افزایش عملکرد غده، تعداد و وزن غده در بوته و مقدار ماده خشک غده گردید.

فرزانا و رادیزا (۲۰۰۵) با بررسی تاثیر باکتری‌های ریزوسفری روی رشد دو رقم سیب‌زمینی، افزایش معنی‌داری در وزن خشک ساقه و ریشه در گیاهان تلقیح شده با باکتری گزارش کردند. مزایای تلقیح گیاه با باکتری‌های محرک رشد شامل افزایش شاخص‌های متعددی مانند سرعت جوانه‌زنی، رشد ریشه، میزان تولید در واحد سطح، وزن اندام هوایی و ریشه، سطح برگ، محتوای کلروفیل، همچنین کنترل زیستی عوامل بیماری‌زا،

وزن غده های مینی تیوبر برای ارقام مختلف در حدود سه تا پنج گرم بودند. مایه تلقیح باکتری ها از موسسه تحقیقات آب و خاک کرج تهیه و در زمان کاشت با تهیه پنج میلی لیتر سوسپانسیون با جمعیت باکتری $10^9 \times 1/6$ زنده در هر میلی لیتر مورد استفاده قرار گرفت. زمان کاشت ۱۸ اردیبهشت و زمان برداشت ۱۵ شهریور بود. عمق کاشت چهار تا شش سانتی متر با تراکم هفت بوته در متر مربع بود. هر کرت شامل چهار ردیف کاشت به طول ۲/۵ متر، فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی متر و فاصله روی ردیف ۲۵ سانتی متر بود. به منظور کاهش اثرات حاشیه‌ای، یک ردیف از مینی تیوبر رقم آگریا در دو طرف آزمایش به عنوان حاشیه کشت گردید. براساس آزمون خاک (جدول ۱)، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونوم (قبل از کاشت)، نترات آمونوم به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در سه نوبت (۲۵ درصد موقع کاشت، ۵۰ درصد در زمان سبز شدن و ۲۵ درصد بلافاصله پس از تشکیل غده) مصرف گردید. آبیاری به روش جوی پشته و بر اساس نیاز آبی گیاه انجام شد. برای کنترل سوسک کلرادو از سم کنفیدور به مقدار ۲۵۰ میلی‌متر در هکتار در دو نوبت استفاده شد. برای مبارزه با علف‌های هرز در دو نوبت قبل از غده‌زایی و چین دستی صورت پذیرفت.

تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد ساقه فرعی در بوته، تعداد و وزن غده در بوته، متوسط وزن غده، عملکرد غده کل و قابل فروش (غده های بزرگ‌تر از ۳۵ میلی‌متر) (صمدی کلخوران، ۱۳۹۵)، درصد ماده خشک غده پس از برداشت اندازه گیری شدند. به منظور اندازه گیری وزن خشک، نمونه های غده پس از برداشت در آن های تهویه دار به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. نهایتاً بعد از سپری شدن این مدت وزن خشک نمونه ها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و یادداشت برداری شدند. ارتفاع بوته در شروع گلدهی یادداشت برداری گردید. در طی دوران رشد، تعداد ده بوته به طور تصادفی انتخاب و صفات ذکر شده اندازه گیری شدند. ظهور اولین استولون در بوته‌ها به عنوان زمان شروع استولون-زایی در نظر گرفته شد. متورم شدن انتهای استولون در بوته‌ها به عنوان زمان شروع غده‌زایی در نظر گرفته شد. تعداد غده‌های برداشت شده از ده بوته شمارش و میانگین آن‌ها به عنوان تعداد غده در بوته در نظر گرفته شد. وزن غده‌های برداشت شده از ده بوته توزین و میانگین آن‌ها به عنوان وزن غده در بوته در نظر گرفته شد.

تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و مقایسات میانگین اثرات اصلی و متقابل با استفاده از آزمون چند

مقاومت به خشکی و افزایش فعالیت میکروبی می‌باشد (لیوسی و همکاران، ۲۰۰۴). احمد و مولقنا (۲۰۱۴) اعلام نمودند باکتری-های محرک رشد گیاهی موجب رشد گیاه به طور مستقیم از طریق کمک به دستیابی به منابع نیتروژن، فسفر و مواد معدنی ضروری یا تعدیل هورمون گیاهی یا از طریق غیرمستقیم با کاهش اثرات مهای پاتوژن‌های مختلف بر رشد و توسعه گیاه می‌شود. میومینا و همکاران (۲۰۱۵) نتیجه گرفتند باکتری محرک رشد گیاهی در گیاه سیب‌زمینی موجب تولید ایندول استیک اسید (IAA) گردید. باشن و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند کاربرد کودهای بیولوژیک، به ویژه آزوسپریلیوم می‌تواند موجب بهبود قابل توجه ماده خشک، جذب عناصر غذایی، ارتفاع بوته، اندازه برگ و طول ریشه شود. چن و همکاران (۲۰۱۵) نقش باکتری محرک رشد سودوموناس را در عملکرد گیاهان مثبت گزارش کردند.

با توجه به اثرات مثبت کودهای زیستی و باکتری های محرک رشد گیاه بر رشد و عملکرد گیاهان، هدف از این آزمایش بررسی اثر کاربرد باکتری های محرک رشد گیاهی بر برخی صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و عملکرد غده‌های بذری حاصل از کاشت مینی تیوبر ارقام مختلف سیب زمینی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی تاثیر باکتری های محرک رشد گیاهی بر برخی صفات مورفولوژیک و فنولوژیک و عملکرد غده‌های بذری حاصل از کاشت مینی تیوبر سه رقم سیب‌زمینی در سال ۱۳۹۵ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل واقع در جنوب اردبیل، کیلومتر ۱۲ جاده اردبیل-خلخال اجراء گردید. محل اجرای آزمایش، دارای زمستان‌های سرد و بهار و تابستان‌های معتدل و ارتفاع حدود ۱۳۵۰ متر بالاتر از سطح دریا، میانگین بارش سالانه حدود ۳۰۰ میلی‌متر می باشد که شرایط مناسبی برای کشت سیب‌زمینی است. اردبیل از نظر مختصات جغرافیایی، در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی واقع شده است.

در این تحقیق دو فاکتور مورد ارزیابی قرار گرفت. فاکتور اول شامل مینی تیوبرهای سه رقم سیب‌زمینی (آگریا، خاوران و مارفونا) و فاکتور دوم شامل چهار سطح باکتری محرک رشد گیاهی (آزوسپریلیوم، سودوموناس، ترکیب باکتری آزوسپریلیوم و سودوموناس و بدون تلقیح) بودند. مینی تیوبر ارقام مختلف سیب زمینی از شرکت سبلان سبز اردبیل تهیه شدند. میانگین

دامنه ای دانکن و در سطح ۵ درصد انجام گرفت. برای رسم نمودارها و جداول از نرم افزارهای کامپیوتری SAS 9.1 و Excel استفاده شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیوشیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

درصد	درصد	درصد	پتاس قابل جذب	فسفر قابل جذب	درصد نیتروژن کل	درصد کربن آلی (%)	درصد کربنات کلسیم	درصد اشباع خاک	pH	EC (dS/m)
درصد شن (%)	درصد سیلت (%)	درصد رس (%)	۵۸۴	۲۶/۶	۰/۰۵	۰/۵۳	۱/۲۵	۵۴/۹	۷/۶۲	۰/۴۲

نتایج و بحث

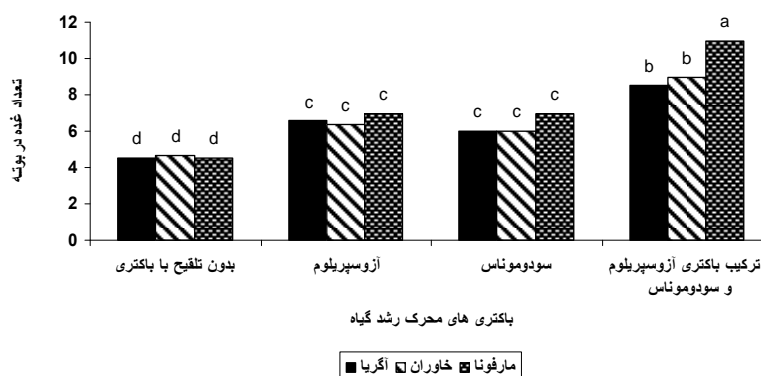
تعداد غده در بوته

اثر رقم، باکتری و اثر متقابل رقم در باکتری بر تعداد غده در بوته معنی دار گردید (جدول ۲). تلقیح با باکتری های آزوسپریلوم و سودوموناس به تنهایی یا به صورت تلفیقی، موجب افزایش معنی دار تعداد غده در بوته ارقام مارفونا، آگریا و خاوران در مقایسه با شرایط عدم تلقیح گردید. بالاترین تعداد غده در بوته در رقم مارفونا و در شرایط تلقیح با دو باکتری آزوسپریلوم و سودوموناس مشاهده شد که به طور معنی داری بیشتر از ارقام آگریا و خاوران بود. به نظر می رسد کاربرد همزمان باکتری های محرک رشد گیاهی با تامین شرایط تغذیه ای مناسب موجب افزایش تعداد غده در بوته شده است. در شرایط عدم تلقیح و همچنین تلقیح جداگانه با باکتری های آزوسپریلوم و سودوموناس، تفاوت معنی داری بین ارقام مورد مطالعه در رابطه با تعداد غده در بوته مشاهده نشد (جدول ۲).

قاسم خانلو و همکاران (۱۳۸۸) بیان نمودند کود زیستی

موجب افزایش

تعداد غده های سیب زمینی می شود. بهبود و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی باکتری های محرک رشد در سیب زمینی رقم آگریا نشان دادند که کاربرد این باکتری ها موجب افزایش تعداد غده در بوته گردید. به نظر می رسد کاربرد باکتری های محرک رشد گیاهی از طریق بهبود شرایط تغذیه ای و افزایش جذب مواد معدنی موجب افزایش تعداد غده در بوته شده است. احمد و مولقنا (۲۰۱۴) گزارش کردند باکتری های محرک رشد گیاهی موجب رشد گیاه به طور مستقیم از طریق کمک به دستیابی به منابع نیتروژن، فسفر و مواد معدنی ضروری یا تعدیل هورمون گیاهی یا از طریق غیرمستقیم با کاهش اثرات مهاری پاتوژن های مختلف بر رشد و توسعه گیاه می شود.



شکل ۱- میانگین تعداد غده در بوته ارقام سیب زمینی در سطوح مختلف باکتری های محرک رشد گیاهی

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه متأثر از باکتری محرک رشد و ارقام مختلف سیب زمینی

میانگین مربعات													
شاخص برداشت	تعداد روز تا استولون زایی	تعداد روز تا غده زایی	زمان سبز کامل	عملکرد بیولوژیک	عملکرد غده قابل فروش	عملکرد غده	تعداد ساقه اصلی در بوته	ارتفاع بوته	قطر غده	متوسط وزن غده	وزن غده در بوته	تعداد غده در بوته	
۱۰/۷۳	۳۰/۱۱	۲۷/۰۱	۲۸/۵۸	۰/۰۱۸	۵/۴۷	۵/۳۳	۰/۱۸۷	۱/۶۹	۰/۲۰	۳۸/۳۴	۱۸۷۵/۰	۰/۰۰۱	۲ تکرار
۹۵/۲۱**	۲۶/۴۶**	۲۹/۶۹**	۲۵/۵۸**	۱۱/۱۴**	۱۰۸/۶۹**	۱۲۰/۲۸**	۰/۰۰۱	۳/۵۷*	۰/۱۰**	۲۸۹/۱۹**	۴۲۶۴۶/۹۴**	۱/۹۴**	۲ رقم
۲۴۲/۵۹**	۲۰۶/۶۹**	۲۰۸/۶۷**	۲۱۱/۲۷**	۰/۱۴**	۱۲۴/۱۱**	۱۳۶/۹۰**	۱/۷۳**	۳۳۵/۲۳**	۰/۳۳**	۸۷/۸۳	۴۸۷۰۷/۵۸**	۱۱/۰۸**	۳ باکتری محرک رشد
۷۸/۰۹**	۵۰/۵۴**	۵۰/۱۱**	۵۲/۳۹**	۰/۰۱۷	۲۴/۳۶**	۲۷/۲۴**	۰/۱۶۷*	۴۰/۷۳**	۰/۰۳۴	۳۳۵/۰۸**	۹۶۴۷/۲۷**	۱/۵۲**	۶ رقم × باکتری محرک رشد
۶/۰۴	۲/۲۹	۲/۴۵۴	۲/۵۵	۰/۰۱۲	۱/۷۴	۲/۰۳	۰/۰۵۱	۰/۸۲	۰/۰۲۹	۴۰/۲۳	۷۲۰/۷۷	۰/۲۳	۲۲ اشتباه
۵/۲۵	۳/۵۹	۸/۹۵	۵/۶۷	۰/۷۲	۴/۳۶	۹/۲۸	۹/۵۲	۸/۵۵	۴/۸	۷/۹۳	۹/۲۸	۶/۰۲	- ضریب تغییرات

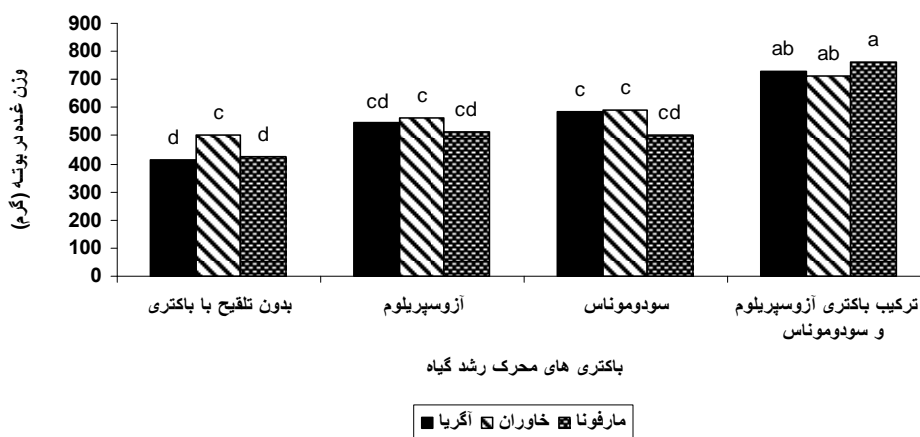
* و ** معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

وزن غده در بوته

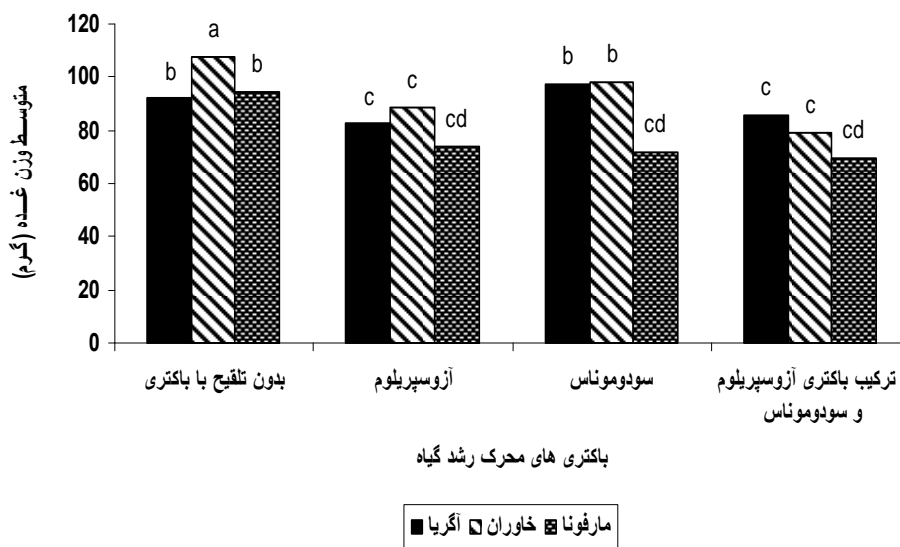
اثر رقم، باکتری و اثرمتقابل رقم در باکتری بر صفت وزن غده در بوته معنی دار بود (جدول ۲). تلقیح با باکتری‌های آزوسپریلوم و سودوموناس به صورت تلفیقی، موجب افزایش معنی‌دار وزن غده در بوته ارقام مارفونا، آگریا و خاوران در مقایسه با شرایط عدم تلقیح گردید. بین ارقام از نظر وزن غده در بوته اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد (شکل ۲). از آنجایی‌که آزتوباکتر و آزوسپریلوم با تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی مورد نیاز گیاه و تولید مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد گیاه و ترشح اسیدهای آمینه مختلف، موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان می‌شوند (بی‌نام، ۱۳۹۲ب)، به نظر می‌رسد از این طریق شرایط مناسبی برای تغذیه غده‌ها ایجاد و در نتیجه وزن غده در بوته افزایش می‌یابد. افزایش وزن غده به دنبال کاربرد همزمان آزتوباکتر و آزوسپریلوم نشان دهنده اثر افزایشی این دو باکتری روی هم دارد. در شرایط عدم تلقیح، رقم خاوران از وزن غده بیشتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود. به نظر می‌رسد از این نظر رقم خاوران پتانسیل بالاتری نسبت به سایر ارقام در استفاده از عناصر غذایی دارا می‌باشد. قاسم‌خانلو و همکاران (۱۳۸۸) بیان نمودند کود زیستی موجب افزایش وزن غده‌های سیب‌زمینی می‌شود. بهبود و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی باکتری‌های محرک رشد گیاهی در سیب‌زمینی رقم آگریا نشان دادند که تلقیح موجب افزایش وزن غده در بوته گردید. المقربی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند استفاده از باکتری محرک رشد گیاهی *Serratia marcescens* در گیاه سیب زمینی موجب افزایش وزن غده در بوته شد.

متوسط وزن غده

اثر رقم و اثر متقابل رقم در باکتری بر صفت متوسط وزن غده معنی دار بود (جدول ۲). تلقیح با باکتری‌های آزوسپریلوم و سودوموناس به تنهایی یا به صورت تلفیقی، موجب کاهش معنی‌دار متوسط وزن غده ارقام مارفونا، آگریا و خاوران در مقایسه با شرایط عدم تلقیح گردید. کمترین متوسط وزن غده در تلقیح همزمان با دو باکتری در رقم مارفونا مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با ارقام خاوران و آگریا در شرایط مشابه نداشت (شکل ۳). این نتیجه منطقی به نظرمی‌رسد چرا که تلقیح منجر به افزایش تعداد غده در بوته می‌گردد و با افزایش تعداد غده در بوته متوسط وزن غده کاهش می‌یابد. ایمانی و همکاران (۱۳۹۳) نتایج مشابهی را با کاربرد کود زیستی در سیب زمینی گزارش نمودند. البته در بخش مربوط به اثر باکتری بر وزن و قطر غده انتظار می‌رفت با افزایش قطر غده وزن غده نیز افزایش یابد که نتیجه‌ی برعکس مشاهده شد. به نظر می‌رسد با توجه به تغییر ترکیب مواد معدنی جذب شده در اثر تلقیح در باکتری‌ها که در برخی مطالعات گزارش شده است، ظاهراً این تناقض در ارتباط با مطلب ذکر شده باشد. البته برای اثبات می‌بایست آزمایش ترکیب و تراکم بافت انجام گیرد که این صفات در این طرح مورد ارزیابی قرار نگرفته است.



شکل ۲- میانگین وزن غده در بوته ارقام سیب‌زمینی در سطوح مختلف باکتری های محرک رشد گیاهی

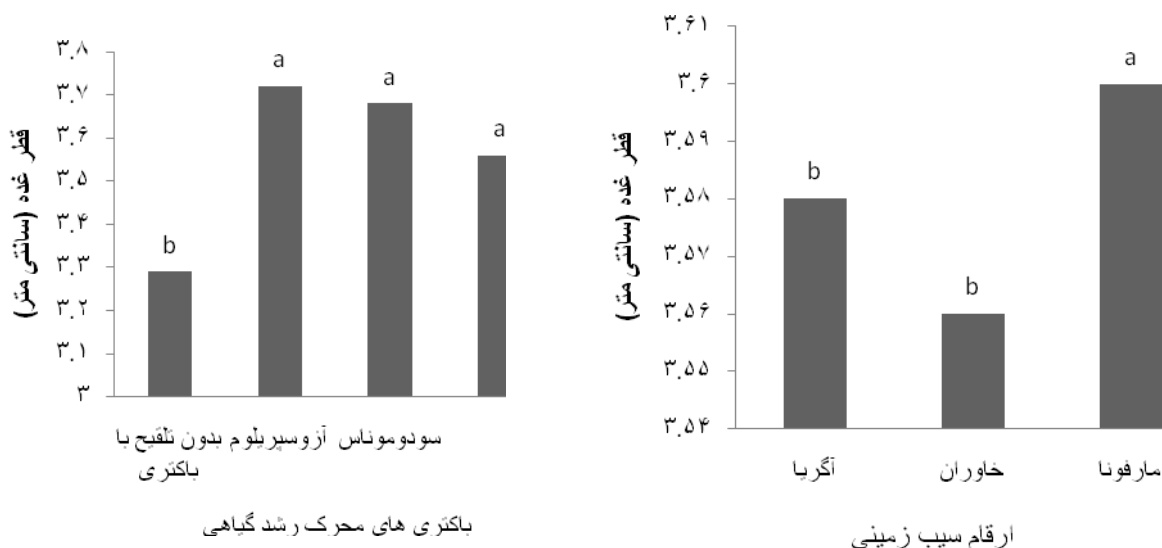


شکل ۳- میانگین متوسط وزن غده ارقام سیب زمینی در سطوح مختلف باکتری های محرک رشد گیاهی

ترکیب دو باکتری نداشت. این در حالی بود که کمترین میزان این صفت در شرایط بدون تلقیح به دست آمد (شکل ۴). بیشترین میزان این صفت مربوط به رقم مارفونا و کمترین آن متعلق به رقم خاوران بود که تفاوت آماری معنی داری با رقم آگریا نداشت (شکل ۴).

قطر غده

جدول تجزیه واریانس نشان داد قطر غده تحت تاثیر اثر ساده رقم و باکتری های محرک رشد قرار گرفت. اثر متقابل باکتری در رقم برای این صفت معنی دار نبود (جدول ۲). بیشترین قطر غده در کاربرد باکتری آزوسپریلوم حاصل گردید که تفاوت معنی داری با تیمارهای کاربرد باکتری سودوموناس و



شکل ۴- میانگین قطر غده در ارقام سیب زمینی و سطوح مختلف باکتری های محرک رشد گیاهی

Archive of SID

جدول ۳- اثر متقابل رقم در باکتری محرک رشد گیاهی بر برخی صفات مورد مطالعه

تعداد روز تا استولون زایی	زمان سبز کامل (روز)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد قابل فروش (تن در هکتار)	تعداد ساقه اصلی در بوته	ارتفاع بوته (سانتی متر)		
38.00 e	23.00 f	51.66 b	24.54 ef	2/5 b	55/0 fg	آزوسپیریلوم	آگریا
44.83 cd	29.83 cdf	49.85b cd	26.06 de	2/0 c	63/0 d	سودوموناس	
46.50 bcd	31.66 bcd	46.39 de	35.46 ab	3/0 a	71/0 a	آزوسپیریلوم + سودوموناس	
37.00 ef	22.00 f	36.99 g	28.15 dc	2/0 c	50/5 h	بدون تلقیح	
48.66 ab	33.66 ab	47.2 cde	29.05 c	2/7 b	59/0 e	آزوسپیریلوم	خاوران
43.00 d	28.00 e	51.31 bc	27.21 dc	2/2 c	55/0 fg	سودوموناس	
48.00 abc	33.00 abc	60.28 a	34.4 ab	3/3 a	65/0 c	آزوسپیریلوم + سودوموناس	
33.50f	18.16 g	40.84 fg	23.34 f	2/2 c	55/5 fg	بدون تلقیح	
51.50 a	36.50 a	41.72 f	35.02 ab	2/0 c	54/5 g	آزوسپیریلوم	مارفونا
43.66 d	28.66 de	51.48 b	28.70 c	2/0 c	57/0 fg	سودوموناس	
45.00 cd	30.00 cdf	43.63 ef	37.065 a	3/0 a	68/0 b	آزوسپیریلوم + سودوموناس	
38.00 e	23.00 f	40.66 fg	34.11 b	2/5 b	57/0 f	بدون تلقیح	

ارتفاع بوته

اثر اصلی رقم و باکتری و اثرات متقابل آنها بر ارتفاع بوته معنی دار شد (جدول ۲). تلقیح سبب افزایش ارتفاع بوته گردید به طوری که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تلقیح توام دو باکتری در رقم آگریا با اختلاف معنی دار با سایر ارقام بود. بدنبال آن رقم مارفونا و سپس رقم خاوران از نظر این صفت در شرایط تلقیح توام قرار گرفتند (جدول ۳). کمترین ارتفاع بوته نیز در شرایط بدون تلقیح در رقم آگریا با اختلاف معنی دار نسبت به سایر ارقام مشاهده شد. در بین ارقام رقم آگریا بیشتر از دو رقم دیگر تحت تاثیر مثبت تلقیح قرار گرفته است. تاثیر تلقیح آزوسپریلیوم بر افزایش ارتفاع عموماً بیشتر از سودوموناس است (جدول ۳). به نظر می‌رسد افزایش رشد و در نتیجه آن ارتفاع بوته به دنبال کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاهی به دلیل ایجاد شرایط تغذیه ای مناسب توسط این باکتری‌ها باشد (احمد و مولفتا، ۲۰۱۴). قاسم‌خانلو و همکاران (۱۳۸۸) بیان نمودند کود زیستی موجب افزایش تعداد برگ و ارتفاع بوته در سیب زمینی می‌شود. دیوان پانگ و همکاران (۲۰۱۲) نتیجه گرفتند استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه موجب افزایش ارتفاع ساقه شد. المقربی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند استفاده از باکتری محرک رشد *Serratia marcescens* در گیاه گوجه‌فرنگی موجب افزایش ارتفاع بوته شد. باشن و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند کاربرد کودهای زیستی، به ویژه آزوسپریلیوم می‌تواند موجب بهبود قابل توجه ماده خشک، ارتفاع بوته، اندازه برگ و طول ریشه شود.

تعداد ساقه اصلی در بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که این صفت تحت تاثیر معنی دار باکتری و رقم \times باکتری قرار گرفته است (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین ها حاکی از آن بود که تلقیح جداگانه اثرات متفاوتی بر تعداد ساقه اصلی ارقام مختلف داشت به طوری که تلقیح با آزوسپریلیوم منجر به بهبود معنی دار این صفت در ارقام آگریا و خاوران شد، اما تعداد ساقه اصلی در بوته مارفونا را به طور معنی داری کاهش داد. باکتری سودوموناس بر تعداد ساقه اصلی در بوته ارقام آگریا و خاوران نسبت به شاهد اثر معنی داری نداشت، اما منجر به کاهش معنی دار در رقم مارفونا در مقایسه با شاهد گردید. تلقیح توام منجر به تولید بیشترین تعداد ساقه اصلی در بوته برای هر سه رقم شد و اختلاف معنی داری از این نظر بین ارقام ملاحظه نشد هر چند از

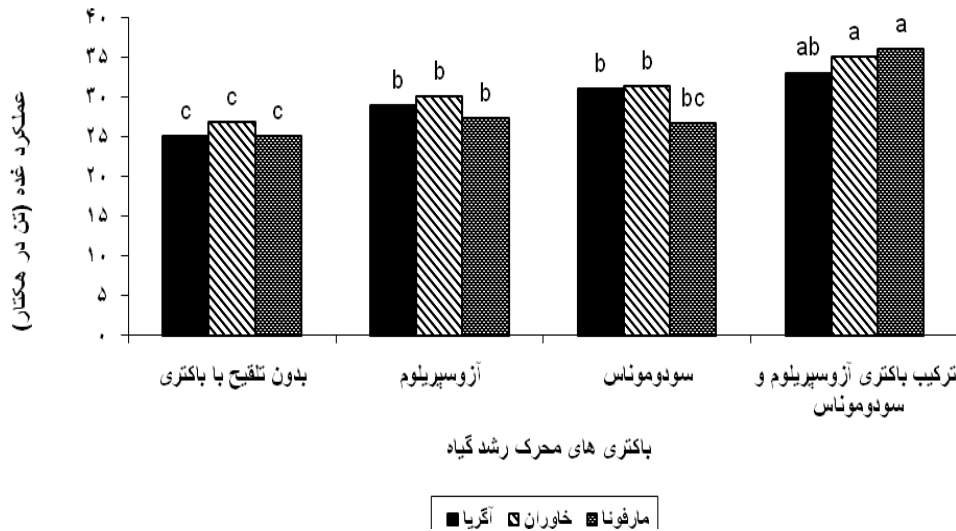
نظر عددی خاوران برتر بود (جدول ۳). دیوان پانگ و همکاران (۲۰۱۲) نتیجه گرفتند استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه موجب افزایش تعداد ساقه در بوته می‌شود. المقربی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند استفاده از باکتری محرک رشد *Serratia marcescens* در گیاه گوجه‌فرنگی موجب افزایش تعداد ساقه در بوته گردید.

عملکرد غده

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس مشخص گردید که اثرات رقم، باکتری و رقم در باکتری بر عملکرد غده در واحد سطح معنی دار است (جدول ۲). نتایج مربوط به مقایسه میانگین ها حاکی از آن است که تلقیح جداگانه ارقام با باکتری‌ها تاثیر معنی داری بر عملکرد آنها در مقایسه با عدم تلقیح نداشت، هر چند در دو رقم آگریا و خاوران منجر به بهبود آن شده است، اما این بهبود معنی دار نبود. تلقیح توام با دو باکتری منجر به افزایش معنی دار عملکرد در هر سه رقم گردید. در بین ارقام تحت شرایط تلقیح توام، اختلاف معنی داری ملاحظه نگردید. میانگین عملکرد غده در ارقام آگریا، مارفونا و خاوران در تیمار ترکیب دو باکتری آزوسپریلیوم و سودوموناس نسبت به سایر تیمارها بالاترین مقدار بود (شکل ۵). بیشترین عملکرد غده مربوط به تلقیح توام دو باکتری در رقم مارفونا با ۳۶ تن در هکتار بود که در مقایسه با شاهد (۲۵ تن در هکتار) افزایش عملکرد ۴۴ درصدی را نشان می‌دهد.

باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه به طور مستقیم و غیرمستقیم موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (بی‌نام، ۱۳۹۲ الف). قاسم‌خانلو و همکاران (۱۳۸۸) بیان نمودند کود زیستی موجب افزایش وزن غده‌های سیب‌زمینی می‌شود. گزارش شده است باکتری‌های موجود در نیتروکسین موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان شده و با حفاظت ریشه گیاهان از عوامل بیماری‌زای خاکزی، افزایش محصول در واحد سطح و بهبود کیفیت آنها را سبب می‌گردند. نیتروکسین حاوی موثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (آزتوباکتر و آزوسپریلیوم) می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۹۲ ب). بهبود و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی باکتری‌های محرک رشد در سیب‌زمینی رقم آگریا نشان دادند که موجب افزایش عملکرد غده و مقدار ماده خشک غده گردید. داویس و همکاران (۲۰۰۵) اعلام نمودند باکتری‌های محرک رشد موفق به افزایش عملکرد در مقایسه با شاهد در رقم یانگای سیب‌زمینی شد. چن و همکاران (۲۰۱۵)

نقش موثر باکتری محرک رشد سودوموناس را در عملکرد گیاهان را مثبت گزارش کردند.



شکل ۵- میانگین عملکرد غده ارقام سیب‌زمینی در سطوح مختلف باکتری های محرک رشد گیاهی

تفاوت معنی‌داری با تیمارهای کاربرد آزوسپریلوم و سودوموناس به تنهایی نداشت. این در حالی بود که کمترین میزان این صفت در شرایط بدون تلقیح به دست آمد (شکل ۶). بیشترین عملکرد بیولوژیک (۳۴ تن در هکتار) مربوط به رقم مارفونا و کمترین میزان آن (۲۸ تن در هکتار) متعلق به رقم آگریا بود.

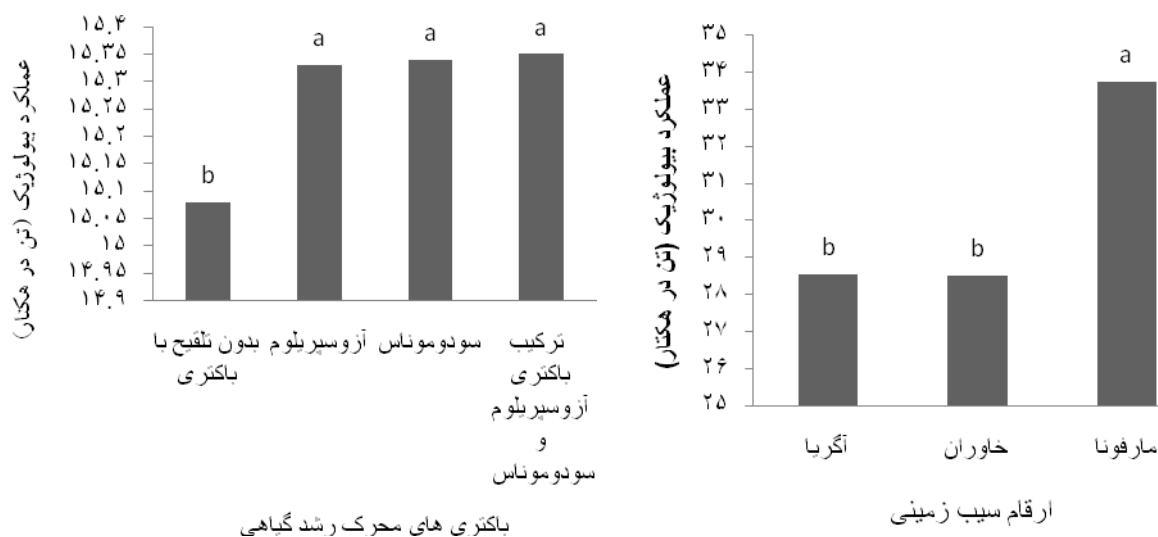
تجزیه واریانس اثر فاکتورهای آزمایشی بر شاخص برداشت نشان داد که اثر ساده و متقابل برای این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). بالاترین شاخص برداشت (۶۰/۲۸ درصد) در رقم خاوران و کاربرد همزمان دو باکتری حاصل شد. پایین ترین شاخص برداشت (۳۶/۹۹) نیز متعلق به رقم آگریا و سطح شاهد باکتری بود (شکل ۶).

عملکرد غده قابل فروش

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده و متقابل فاکتورهای مورد بررسی برای صفت عملکرد غده قابل فروش در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. بالاترین عملکرد غده قابل فروش (۲۷ تن در هکتار) در رقم مارفونا و ترکیب دو باکتری آزوسپریلوم و سودوموناس به دست آمد. این در حالی در بود که کمترین میزان این صفت (۲۴ تن هکتار) مربوط به رقم آگریا در کاربرد باکتری آزوسپریلوم بود (جدول ۳).

عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر نوع رقم و باکتری های محرک رشد قرار گرفت. اثر متقابل باکتری در رقم برای عملکرد بیولوژیک معنی دار نبود. بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار ترکیب دو باکتری حاصل گردید که



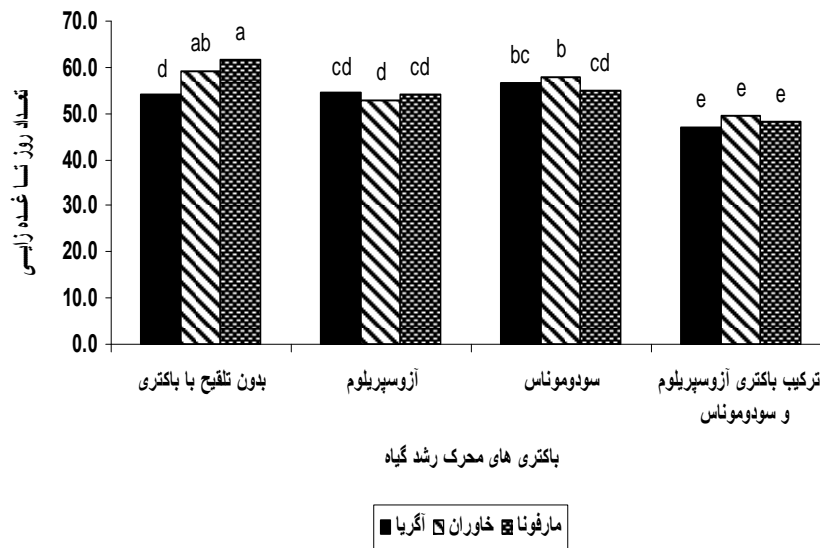
شکل ۶- عملکرد بیولوژیک متأثر از ارقام سیب زمینی و سطوح مختلف باکتری های محرک رشد گیاهی

زمان سبز کامل

نتایج تجزیه واریانس اثر فاکتورهای آزمایشی بر صفت زمان سبز کامل نشان داد اثر ساده و متقابل فاکتورهای آزمایشی برای این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). جدول مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد طولانی‌ترین زمان برای سبز کامل در ترکیب تیماری رقم خاوران در باکتری سودوموناس و کوتاه‌ترین زمان برای این صفت در ترکیب تیماری رقم خاوران و سطح شاهد باکتری محرک رشد گیاهی حاصل گردید. به نظر می‌رسد با توجه به تغییر ریزوسفر گیاه بر اثر کاربرد باکتری محرک رشد، زمان سبز شدن در گیاه و ارقام مختلف تحت تاثیر قرار گرفته است.

تعداد روز تا غده‌زایی و استولون زایی

اثرات اصلی و اثر متقابل رقم در باکتری برای هر دو صفت تعداد روز تا غده‌زایی و استولون زایی معنی دار بدست آمد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که تلقیح توام دو باکتری منجر به کاهش معنی‌دار تعداد روز تا غده زایی شد که می‌توان نتیجه گرفت استفاده از باکتری‌ها موجب می‌شود غده زایی ارقام زودتر اتفاق بیافتد. غده زایی در اثر تیمار آروسپریلیوم زودتر حادث شد. در بین ارقام، رقم آگریا کمترین تعداد روز تا غده زایی و رقم مارفونا بیشترین روز تا غده زایی را به خود اختصاص دادند (شکل ۷). فرانک برگر و ارشد (۱۹۹۵) گزارش کردند اکسین تولید شده توسط باکتری‌ها و در پی آن، تحریک توسعه سلولی و رشد گیاه، باعث بهبود ریشه‌زایی و غده‌زایی می‌شود. بیشترین زمان استولون زایی مربوط به رقم مارفونا در کاربرد باکتری آروسپریلیوم به دست آمد. کمترین میزان این صفت متعلق به رقم مارفونا و سطح شاهد باکتری بود (شکل ۷).



شکل ۷- میانگین تعداد روز تا غده زایی ارقام سیب زمینی در سطوح مختلف باکتری های محرک رشد گیاهی

ترتیب در ارقام اگریا و خاوران و در شرایط کاربرد همزمان دو باکتری آزوسپریلوم و سودوموناس حاصل شد. بیشترین عملکرد بیولوژیک در ترکیب دو باکتری حاصل گردید. بیشترین زمان برای سبز کامل، تعداد روز تا غده دهی و تعداد روز تا استولون زایی در رقم مارفونا و کاربرد باکتری آزوسپریلوم حاصل شد. لذا به نظر می رسد کاربرد باکتری ها محرک رشد گیاهی در کاشت مینی تیوبر سیب زمینی می تواند موجب افزایش کمیت تولید و کاهش کاربرد کودهای شیمیایی گردد.

نتیجه گیری

کاربرد باکتری های محرک رشد در این آزمایش روی بسیاری از صفات مرتبط با عملکرد اثر مثبت و معنی داری داشت. اثر متقابل باکتری و رقم نیز برای کلیه صفات (به جز عملکرد بیولوژیک و قطر غده) معنی دار شد. بیشترین عملکرد غده متعلق به رقم مارفونا در کاربرد همزمان دو باکتری محرک رشد گیاهی بود. بالاترین تعداد و وزن غده نیز در رقم مارفونا و کاربرد همزمان دو باکتری به دست آمد. بیشترین قطر غده مربوط به رقم مارفونا بود. بیشترین ارتفاع بوته و تعداد ساقه اصلی به

منابع

- ایمانی، ع.، د. حسن پناه. و ج. عظیمی. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر سطوح مختلف کود آلی نیتروکارا و هیومی فرتی بر تولید مینی تیوبر از میکروتیوبر رقم سیب زمینی اگریا در سیستم هیدروپونیک. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل.
- بهبود، م.، ا. گلچین و ح. بشارتی. ۱۳۹۱. تأثیر فسفر و باکتری های محرک رشد سودوموناس فلورسنس بر عملکرد و کیفیت گیاه سیب زمینی رقم آگریا، آب و خاک. جلد ۲۱، شماره ۲ و ۴: (۲ و ۴): ۳۳۶-۳۲۷.
- بی نام. ۱۳۹۲. کود بیولوژیک ازتوباکتر (پودر) و نیتروکسین (ازتوباکتر مایع). <http://mabco.asia/index.php/fa>.
- بی نام. ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی. جلد اول: محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۵۶ صفحه.
- حسن پناه، د. ۱۳۹۳. ارزیابی پتانسیل تولید مینی تیوبر ارقام و کلون های امیدبخش نیمه دیررس سیب زمینی در سیستم هواکشت. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۳، شماره ۳۱: ۳۳۱-۳۴۶.
- حکم علی پور، س و ر. سیدشریفی. ۱۳۹۳. اثر تلقیح بذر با باکتری های افزایشنده رشد گیاه (PGPR) و سطوح مختلف کودهای نیتروژن و فسفر بر عملکرد و برخی شاخص های فیزیولوژیک جو. نشریه پژوهش های زراعی ایران. جلد ۱۲ شماره ۴: ۸۲۲-۸۳۳.
- صمدی کلخوران. ا. آل ابراهیم م. ت. و م. محب الدینی. ۱۳۹۵. بررسی عملکرد قابل فروش غده سیب زمینی در شرایط کاربرد

- علفکش آگرایارژیل در مراحل مختلف رشدی سیب زمینی. مجله به زراعی کشاورزی، جلد ۱۸، شماره ۴: ۷۷۵-۷۸۷.
- قاسم‌خانلو، ز.، ع. نصراله‌زاده‌اصل، ا.علیزاده و ن. حاجی‌حسینی‌اصل. ۱۳۸۸. اثر کود زیستی فسفات بارور ۲ بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سیب‌زمینی در منطقه چالدران. مجله پژوهش در علوم زراعی. جلد ۱، شماره ۳: ۱-۱۳.
- قوشچی، ف.، ش. لک، و ح.ر. توحیدی‌مقدم. ۱۳۸۵. مبانی کشاورزی پایدار. واحد علوم و تحقیقات خوزستان. ۲۴۳ صفحه.
- هجران‌کش، ن.، ش. عزیزی، ش. حمیدی، و ش. شاه‌مازاده. ۱۳۹۲. تأثیر مصرف کودهای ارگانیک آلی زیستی، بردهیوم و آگروبیوآلکان بر تولید مینی تیوبر سیب‌زمینی رقم آگریا در شرایط گلخانه. اولین همایش ملی تخصصی آشنایی با فرصت‌های کشاورزی، امنیت غذایی، تولید محصول سالم و ارگانیک سیب‌زمینی، سازمان بسیج مهندسين کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل.
- Ahemad, M. and K. Mulugeta. 2014. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. *J. King Saud Univ. Sci.* 26: 1-20.
- Ahemad, M. and M. Saghir-Khan, 2012. Alleviation of fungicide-induced phytotoxicity in greengram [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] using fungicide-tolerant and plant growth promoting *Pseudomonas* strain. *Saudi Journal Biological Science.* 19: 451-459.
- Almaghrabi, O. A., S. I. Massoud and T.S. Abdelmoneim. 2013. Influence of inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on tomato plant growth and nematode reproduction under greenhouse conditions. *Saudi J. Biol. Sci.* 20: 57-61.
- Bashan, Y., G. Holguin, and L.E. De-Bashan. 2004. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agriculture and environmental advances (1997-2003). *Canadian J. Microbiology.* 50: 521-577.
- Chen, Y., X. Shen., H. Peng., Hu Wang, W., and X. Zhang. 2015. Comparative genomic analysis and phenazine production of *Pseudomonas chlororaphis*, a plant growth-promoting rhizobacterium. *Genomics.* 4: 33-42.
- Cristina, M., C.Filippi., G.B. Da Silv., Silva-Lobo, V.L., Vincius, M., Côrtes, C.B., Jackeline, A., Moraes, G., and A.S. Prabhu. 2011. Leaf blast (*Magnaporthe oryzae*) suppression and growth promotion by rhizobacteria on aerobic rice in Brazil. *Biol. Control.* 58: 160-166.
- Davies J., F.T. Calderón, and Z.Huainan, 2005. Influence of arhuscular on growth, yield, and leaf elemental concentration of 'Yungay' potatoes. *Hort. Sci.* 40: 381-385.
- Dawwam, G.E., A. Elbeltagy, H.M. Emara, I.H.Abbas, and M.M. Hassan. 2013. Beneficial effect of plant growth promoting bacteria isolated from the roots of potato plant. *Ann. Agric. Sci.* 58(2): 195-201.
- Egamberdieva, D., D.Jaborova., and A.Hashem. 2015. *Pseudomonas* induces salinity tolerance in cotton (*Gossypium hirsutum*) and resistance to *Fusarium* root rot through the modulation of indole-3-acetic acid. *Saudi J. Biol. Sci.* 22: 773-779.
- El-Borollosy, A.M., and M.M. Oraby. 2012. Induced systemic resistance against Cucumber mosaic cucumovirus and promotion of cucumber growth by some plant growth-promoting rhizobacteria. *Ann. Agric. Sci.* 57(2): 91-97.
- El-Howeity, M.A. and M.M. Asfour. 2012. Response of some varieties of canola plant (*Brassica napus* L.) cultivated in a newly reclaimed desert to plant growth promoting rhizobacteria and mineral nitrogen fertilizer. *Ann. Agric. Sci.* 57(2): 129-136.
- Farzana, Y., and O. Radizah. 2005. Influence of rhizobacterial inoculation on growth of the sweet potato cultivar. *J. Biol. Sci.* 1(3): 176-179.
- Frankenberger, J.W., and M.Arshad. 1995. *Phytohormons in soils microbial production and function.* Marcel Dekker, Inc., New York.
- Lucy, M., E.Reed. and B.R.Glick. 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. *Antonie van Leewenhoek.* 86: 1-25.
- Marrero, M.A., B. Agaras., L.G. Wall and C.Valverde. 2015. Enriquecimiento diferencial de *Pseudomonas* spp. En el rizoplano de distintas especies cultivadas. *Rev. Argent Microbiol.* 47(2): 132-137.
- Mu'minaha, B., S. Hazarin and Fahrudind. 2015. Isolation and screening bacterial Exopolysaccharide (EPS) from potato rhizosphere in highland and the potential as a producer Indole Acetic Acid (IAA). *Procedia Food Sci.* 3: 74-81.
- Shrivastava, P., and R.Kumar. 2015. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi J. Biolo. Sci.* 22: 123-131.

Effect of minituber inoculation with plant growth promoting rhizobacteria on growth and tuber yield of different potato cultivars

M. Panahian¹, Y. Raei², D. Hassan Panah³, S. Hokm Alipour⁴

Received: 2018-6-12 Accepted: 2019-3-7

Abstract

In order to investigate the effect of minituber inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on tuber yield and yield components of different potato cultivars, a Factorial experiment was carried out based on randomized complete block design at agricultural and natural resources research station of Ardabil in 2016. The First factor included mini-tubers of three cultivars of potato: Agria, Khavaran, and Marfona.; The second factor included four treatments of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) (*Azospirillum*, *Seudomonas* and combination of two bacteria). Results showed that interaction of experimental factors was significant for all traits except biological yield and tuber diameter. Maximum of tuber yield was observed in interaction effect of application of two bacteria × cultivars. That did not have significant difference with cultivars of Agria and Khavaran. Maximum of tuber diameter was observed at Marfona. Maximum of plant height and number of main branch were observed respectively at Agria and Khavaran cultivars in inoculation of *Azospirillum* × *Seudomonas* bacteria. Minimum of this trait was observed in treatment without insemination. Maximum numbers of days to emergencation, number of days to stolon, formation, number of days to tuberization were obtained in *Marfona* and condition of application *Azospirillum*. Minimum of those traits were observed in Khavaran and condition without insemination.

Keywords: *Azospirillum*, number of days to emergencation, number of days to stolon formation, number of days to tuberization, *Seudomonas*

1- Academic Staff, Department of Agriculture, Payame noor University, Tehran, Iran

2- Professor, Department of Agrophysiology, College of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran

3- Agronomic and Horticultural Crop Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran

4- Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame noor University, Tehran, Iran