ارزیابی اثر کودهای بیولوژیک بر خصوصیات مرفولوژیک گیاه دارویی ترخون (*Artemisia dracunculus*)

سیده فاطمه حاتمی، بهروز اسماعیل‌پور[1]، جواد هادیان، کاظم خاوازی، علی اشرف سلطانی طولارود و پیمان عباس‌زاده دهجی

دانشجوی سابق کارشناسی ارشد باغبانی دانشگاه محقق اردبیلی؛ fhatami.8@gmail.com

دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه محقق اردبیلی؛ behsmaiel@yahoo.com

استادیار پژوهشکده گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی؛ javadhadian@yahoo.com

دانشیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب؛ kkhavazi@yahoo.com

استادیار گروه علوم خاک دانشگاه محقق اردبیلی؛ ali_soltani_t@yahoo.com

استادیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان؛ p.abbaszadeh@vru.ac.ir

دریافت: 91/12/16 و پذیرش: 92/11/2

چکیده

به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر خصوصیات مرفولوژی گیاه دارویی ترخون یک آزمایش فاکتوریل به‌صورت گلدانی در قالب طرح کاملاً تصادفی با 4 تکرار در باغ آموزشی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی در سال 1389 اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه باکتری از جنس‌های (*ازتوباکتر*، *آزوسپیریلوم*، *سودوموناس*)، تیمارهای ترکیب آنها (*ازتوباکتر*+ *آزوسپیریلوم*، *ازتوباکتر*+ *سودوموناس*، *آزوسپیریلوم*+ *سودوموناس*، *ازتوباکتر*+ *آزوسپیریلوم*+ *سودوموناس*) و تیمار شاهد (بدون باکتری) بود که به دو روش مایه‌کوبی ریزوم (ریزوم‌مال) و محلول‌پاشی برگی (اسپری) روی گیاهان ترخون اعمال شدند. نتایج نشان داد که تلقیح گیاهان توسط باکتری‌های محرک رشد سبب افزایش تمامی صفات مورد اندازه‌گیری شد. تیمار ترکیبی *ازتوباکتر*+ *آزوسپیریلوم* به‌صورت ریزوم‌مال باعث افزایش ارتفاع و وزن خشک ریزوم شد. بیشترین مقدار برای شاخص‌های تعداد انشعابات ساقه و ریزوم، تعداد برگ و مجموع ارتفاع ساقه در تیمارهای ترکیبی *آزوسپیریلوم* + *سودوموناس* و تیمار ترکیبی هر سه باکتری بصورت اسپری بیشترین عملکرد را نشان داد. با توجه به نتایج بدست آمده، تلقیح گیاهان ترخون با باکتری‌های محرک رشد از طریق افزایش رشد و توسعه ریشه و در نتیجه جذب بهتر آب و مواد غذایی از خاک می‌تواند سبب افزایش عملکرد و بهبود صفات کمی گیاه دارویی ترخون گردد.

واژه‌های کلیدی: باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه، کشاورزی ارگانیک، گیاه دارویی

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل ایران، صندو ق پستی5619911367

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

ترخون با نام علمی *Artemisia dracunculus* و نام انگلیسی Tarragon یکی از گیاهان تیره *آستراسه*[1] می‌باشد. از نظر جغرافیایی منشأ گونه*dracunculus* جلگه‌های شرق سیبری، مغولستان و آسیای مرکزی است (آگلاروا و همکاران، 2008) که امروزه در نواحی غربی آمریکای شمالی نیز به حالت بومی در آمده‌است. به علاوه سازگاری بالای آن امکان پرورش این گیاه را در اکثر نقاط دنیا فراهم نموده‌است (زرگری، 1376).

کشت گیاهان دارویی و معطر از دیرباز دارای جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های سنتی کشاورزی ایران بوده و این نظام ها از نظر ایجاد تنوع و پایداری نقش مهمی ایفا کرده‌اند. تمایل به تولید گیاهان دارویی و معطر و تقاضا برای محصولات طبیعی به خصوص در شرایط کشت اکولوژیک در جهان رو به افزایش می‌باشد. نظام‌های کشاورزی اکولوژیک و کم نهاده می‌توانند به عنوان جایگزینی برای سیستم‌های رایج در نظر گرفته شده و باعث توسعه کشاورزی پایدار و حفظ سلامت محیط زیست گردند. کشت اکولوژیک گیاهان دارویی، کیفیت آن‌ها را تضمین کرده و احتمال اثرات منفی روی کیفیت دارویی و عملکرد آن‌ها را نیز کاهش می‌دهد (خرم‌دل و همکاران، 1387).

کاربرد باکتری‌های افزاینده رشدگیاه[2] (PGPR) به‌صورت کودهای زیستی نقش مهمی در مدیریت پایدار بوم نظام‌های زراعی و افزایش حاصلخیزی و تولید آن‌ها دارد. باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه می‌توانند به روش‌های مختلفی از قبیل تولید آنزیم ACC –دآمیناز و کاهش تولید اتیلن در گیاه، تولید فیتوهورمون‌ها، توان تولید سیدروفور، توانایی حل‌کنندگی فسفات‌های آلی و معدنی نامحلول باعث افزایش رشد گیاه شوند (رمضانیان، 1384). از جمله مهمترین باکتری‌های محرک رشد که امروزه در کشاورزی مورد توجه قرار گرفته‌اند می‌توان به جنس‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* (محفوظ و شرف الدین، 2007) که تثبیت کننده نیتروژن بوده و باکتری‌های جنس *سودوموناس* با صفات محرک رشدی متفاوت اشاره کرد (عباس‌زاده و همکاران، 2010).

مطالعات زیادی در زمینه کاربرد کودهای بیولوژیک در کشاورزی صورت گرفته است. کوددهی گیاهان رازیانه با استفاده از کود زیستی مختلف (*ازتوباکتر کروکوکوم*، *آزوسپیریلوم لیپوفروم* و *باسیلوس*) اصلاح شده با نصف غلظت NPK، باعث بهبود شاخه‌های رشد گیاه در مقایسه با کاربرد تنهایی غلظت‌های 50% و 100% NPK شد، که آنها این افزایش را به نقش *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* در تولید صفات محرک رشدی و همچنین تثبیت نیتروژن مرتبط دانستند (محفوظ و شرف‌الدین، 2007). همچنین ونلون (2007) طی آزمایشی با بررسی تأثیر باکتری *سودوموناس فلورسنس* روی چمن تورف دریافت که کاربرد این باکتری نمو شاخه‌ها و تشکیل ریشه‌های جانبی را افزایش داده‌است. افزایش تشکیل ریشه جانبی را می‌توان به تولید هورمون اکسین توسط باکتری مرتبط دانست که بواسطه آن جذب مواد غذایی افزایش یافت. تحقیقات نقش باکتری‌های محرک رشد گیاه را در تولید هورمون‌های رشد گیاهی و افزایش ریشه‌زایی قلمه نعناع ثابت کرده است (کایمک، 2008) بانچیو و همکاران (2008) افزایش در وزن ریشه گیاه مرزنجوش در نتیجه تیمارهای باکتریایی را به افزایش ریشه‌های جانبی، سطح جذب ریشه و پتانسیل جذب مواد غذایی نسبت دادند.

باستمیا و همکاران (2010) با بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد *آزوسپیریلوم* بر میزان رشد و عملکرد گیاهچه‌های موز در شرایط درون شیشه‌ای دریافتند که تلقیح با این باکتری موجب افزایش وزن خشک ریشه، حجم ریشه، طول ریشه و همچنین افزایش تشکیل ریشه-های مویین شد. ساریج و همکاران (1992) نیز اذعان داشتند که آغشته‌سازی سورگوم با *آزوسپیریلوم برازیلنس*، تعداد کل و طول ریشه‌های گیاه را حدود 33 تا 40 درصد افزایش می‌دهد. لذا با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، همچنین نظر به اهمیت ترخون به‌عنوان یک گیاه دارویی جدید و نیز عدم وجود اطلاعاتی مستند و جامع در خصوص واکنش‌های رشدی این گیاه به کودهای بیولوژیک، این مطالعه با هدف ارزیابی اثر باکتری‌های محرک رشد، به‌عنوان کودهای بیولوژیک بر شاخص‌های رشدی گیاه ترخون اجرا شد.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی تأثیر برخی باکتری‌های محرک رشد گیاهی بر رشد و عملکرد گیاه ترخون آزمایشی گلدانی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در 4 تکرار درسال 1389 در مزرعه پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی به اجرا درآمد. برای این منظور ریزوم‌های ترخون بومی ایران از پژوهشکده گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی تهیه و به گلخانه گروه باغبانی دانشگاه محقق اردبیلی منتقل شد. جهت رشد اولیه گیاه و تولید انشعابات جدید در ریزوم‌ها، ابتدا ریزوم گیاهان در بسترهای حاوی 15 درصد ورمی‌کمپوست کاشته شد. پس از رشد اولیه گیاهان و به ویژه تولید انشعابات جدید در ریزوم‌ها، آنگاه

[1] steracea
[2] Plant Growth Promoting Rhizobacteria

Archive of SID

www.SID.ir

ریزوم‌ها جدا و به صورت وزنی و به مقدار 100-95 گرم در گلدان‌های 15 کیلوگرمی با ارتفاع 35 سانتی متر و قطر دهانه 25 سانتی متر حاوی نسبت‌های حجمی2:1 ماسه و خاک زراعی استریل شده کشت داده شدند. تیمارهای آزمایش شامل سوسپانسیون 1- باکتری *ازتوباکتر کروکوکوم* سویه 5 (*Azotobacter chrococcum* 5)، 2- باکتری *آزوسپیریلوم لیپوفروم* سویه OF (*Azospirillum lipoferum of*)، باکتری *سودوموناس پوتیدا* سویه41 (*Pseudomonas putida 41*)، ترکیب آنها (4- *ازتوباکتر* + *آزوسپیریلوم*، 5- *ازتوباکتر*+*سودوموناس*، 6- *آزوسپیریلوم* + *سودوموناس*، 7- *ازتوباکتر* + *آزوسپیریلوم* + *سودوموناس*) و تیمار شاهد (عدم تلقیح باکتری) بود، که از مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهیه گردید. تلقیح گیاهان با تیمارهای باکتری به دو صورت ریزوم‌مال و اسپری انجام شد. در روش تلقیح ریزوم‌مال ابتدا خاک پای بوته‌ها با بیلچه کنار زده شد به‌طوریکه آسیبی به ریزوم وارد نشود، سپس 10 سی سی از سوسپانسیون باکتری‌های مورد نظرروی ریزوم‌ها و خاک اطراف آن‌ها تزریق شد. سه ماه پس از تلقیح به روش ریزوم مال، تلقیح به صورت محلول پاشی نیز انجام شد. بدین ترتیب که 40 سی سی از سوسپانسیون رقیق شده (10درصد) با آب مقطر استریل مورد استفاده قرارگرفت. 3 ماه پس از محلول پاشی گیاهان برداشت شده و صفات رویشی آن‌ها از قبیل عرض بوته، تعداد ساقه‌های هوایی، وزن تر و خشک گیاه، سطح برگ، عدد مربوط به شاخص کلروفیل به وسیله دستگاه کلروفیل‌سنج دستی (مدل CCM 200 ساخت کشور آمریکا) تعداد برگ، تعداد ریزوم، تعداد ساقه و وزن تر و خشک ریزوم (24 ساعت در دمای 65 درجه سانتیگراد) اندازه‌گیری شد. در پایان داده‌های بدست آمده از آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1 تجزیه شدند. میانگین تیمارها نیز با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج

عرض بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس جدول 2 اثر دو فاکتور روش تلقیح، نوع باکتری و بر همکنش متقابل روش تلقیح و نوع باکتری بر عرض بوته در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین تیمارها (جدول3) نشان داد که روش تلقیح ریزوم گیاهان با باکتری، با تولید بوته-هایی با عرض 5/ 35 سانتی‌متر در هر گلدان نسبت به محلول‌پاشی برگی گیاه با عرض بوته 31/2 سانتی‌متر در هر گلدان کارآمدتر بود. *آزوسپیریلوم* و *سودوموناس* به ترتیب با ایجاد عرض 35/2 و 35/1 سانتی‌متر در هر گلدان بهترین تیمارها بودند (جدول 3). همچنین جدول 4 نمایانگر آن است که تلقیح ریزوم ترخون با تیمار حاصل از ترکیب هرسه باکتری *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلوم* و *سودوموناس* بیشترین مقدار عرض بوته (39/2 سانتی‌متر در هر گلدان) را تولید نموده است و کمترین عرض بوته (29/2 سانتی‌متر در هر گلدان) در تیمار محلول‌پاشی برگی با باکتری ازتوباکتر حاصل شد.

تعداد ساقه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول 2)، مبین آن بود که تعداد ساقه ترخون به طور معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد تحت تأثیر روش تلقیح و نوع باکتری و همچنین اثر متقابل این دو فاکتور قرار گرفته است. روش محلول-پاشی برگی سوسپانسیون باکتری با تولید 51/9 ساقه در هر گلدان از گیاه ترخون نسبت به روش مایه‌کوبی ریزوم این گیاه با 44/1 ساقه در هر گلدان ازکارآیی بیشتری برخوردار بود. همچنین تیمار *آزوسپیریلوم* + *سودوموناس* با 63/2 در هر گلدان بهترین تیمار بود (جدول 3). مقایسه میانگین اثرات متقابل اثر تیمارها در جدول 4 مشخص می‌نماید که محلول‌پاشی برگی سوسپانسیون ترکیبی حاصل از باکتری‌های *آزوسپیریلوم* + *سودوموناس* و *ازتوباکتر* + *سودوموناس* به ترتیب با تولید 76/7 و 68/0 ساقه در هر گلدان بیشترین مقدار را برای این صفت به خود اختصاص دادند که با تیمار شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان دادند.

وزن تر ریزوم

اثر نوع باکتری، روش کاربرد باکتری و همچنین اثر متقابل نوع باکتری × روش تلقیح بر وزن تر ریزوم در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین وزن تر ریزوم (297 گرم در هر گلدان) از مایه‌کوبی ریزوم توسط باکتری‌های محرک رشد گیاهان بدست آمد و مایه‌کوبی با باکتری *آزوسپیریلوم* نیز بالاترین مقدار رشد ریزوم (405 گرم در هر گلدان) را سبب شد در حالیکه کمترین مقدار رشد ریزوم برابر با 208 گرم در هر گلدان در تیمار شاهد حاصل شد (جدول 3). محلول‌پاشی باکتری *آزوسپیریلوم* باعث دستیابی به بیشترین مقدار وزن تر ریزوم (477 گرم در هر گلدان) شد که با سایر باکتری-ها و تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری داشت و محلول‌پاشی برگی تیمار ترکیبی هر سه باکتری کمترین رشد ریزوم (205 گرم گرم در هر گلدان) را در پی داشت که بعد از آن تیمار شاهد با وزن 208 گرم در هر گلدان قرار داشت (جدول 4).

Archive of SID

www.SID.ir

وزن خشک ریزوم

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول 2) بیانگر معنی-دار بودن نوع باکتری، روش تلقیح باکتری و نیز اثر متقابل این دو فاکتور بر وزن خشک ریزوم در سطح احتمال 1 درصد است. همچنین با توجه به مقایسه میانگین اثر تیمارها در جدول 3، مشخص می‌گردد که تلقیح ریزوم گیاه ترخون با سوسپانسیون باکتری باعث تولید وزن خشک بیشتری نسبت به روش محلول‌پاشی برگی شد. مایه‌کوبی ریزوم ترخون با ترکیب *ازتوباکتر-آزوسپیریلوم* بیشترین وزن خشک را به میزان 247 گرم در هر گلدان به خود اختصاص داد که با سایر تیمارها اختلاف معنی-داری نشان داد و کمترین مقدار آن مربوط به شاهد (70 گرم در هر گلدان) بود (جدول 4).

تعداد انشعابات ریزوم

اثر نوع باکتری و اثر متقابل نوع باکتری × روش تلقیح باکتری بر تعداد انشعابات ریزوم درسطح 1 درصد معنی-دار بود، ولی روش تلقیح باکتری بر این صفت اثر معنی-داری نداشت (جدول 2). تیمار ترکیبی هر سه باکتری *ازتوباکتر- آزوسپیریلوم- سودوموناس* بیشترین تعداد ریزوم با میانگین 28/7 ریزوم در هر گلدان را تولید نمود که با تیمار ترکیب دوگانه *آزوسپیریلوم- سودوموناس* با میانگین 28/6 ریزوم در هر گلدان تفاوت معنی‌دار نشان نداد و کمترین تعداد ریزوم در تیمار شاهد با میانگین 8/2 ریزوم در هر گلدان حاصل شد (جدول 3). بر اساس جدول 4 محلول‌پاشی برگی سوسپانسیون حاصل از ترکیب باکتری‌های *آزوسپیریلوم- سودوموناس*، بیشترین تعداد انشعابات ریزوم (31/8 ریزوم در هر گلدان) را تولید نمود که با محلول‌پاشی برگی ترکیب *ازتوباکتر-آزوسپیریلوم- سودوموناس* با میانگین 30/5 ریزوم در هر گلدان تفاوت معنی‌داری نشان نداد ولی نسبت به سایر تیمارها تفاوت آن‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

نسبت وزن خشک برگ به ریزوم

تأثیر نوع باکتری بر نسبت وزن خشک برگ به ریزوم ترخون در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 2). مقایسه میانگین اثر تیمارها نشان داد که حداکثر مقدار برای این صفت (0/087) در تیمار شاهد حاصل شد به عبارت دیگر کمترین میزان رشد ریزوم در گیاهان تیمار شاهد اندازه‌گیری شد و در تیمارهای ترکیبی *ازتوباکتر-آزوسپیریلوم* و *ازتوباکتر- سودوموناس* به ترتیب با میانگین 0/045 و 0/046 کمترین مقدار برای این شاخص به‌دست آمد. محلول‌پاشی با تیمار ترکیبی هر سه باکتری *ازتوباکتر-آزوسپیریلوم- سودوموناس* بیشترین نسبت وزن خشک برگ به ریزوم (0/081) را تولید نمود و کمترین رشد برگ از تیمار مایه‌کوبی ریزوم توسط سوسپانسیون ترکیبی باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* حاصل شد (جدول 4).

تعداد برگ

مقایسه میانگین تأثیر تیمارها بر تعداد برگ (جدول 3) نشان می‌دهد که تلقیح با ترکیب باکتری‌های *آزوسپیریلوم* + *سودوموناس* بر تعداد برگ گیاهان ترخون در هر گلدان تأثیر معنی‌داری داشت و بیشترین تعداد برگ در هر گلدان (1502) مربوط به تیمار محلول‌پاشی با ترکیب *آزوسپیریلوم- سودوموناس* بوده است که با تیمارهای محلول‌پاشی توسط باکتری‌های ازتوباکتر، سودوموناس و باکتری‌های ترکیبی *ازتوباکتر-آزوسپیریلوم* و *ازتوباکتر-آزوسپیریلوم- سودوموناس* و همچنین تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داده‌است (جدول 4).

وزن تر بوته، وزن خشک برگ و بوته

با توجه به نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارها (جدول 2) نمایانگر آن است که روش تلقیح با باکتری بر وزن تر بوته در سطح 1 درصد تأثیر معنی‌داری داشته‌است. مقایسه میانگین تأثیر تیمارها نشان داد که تلقیح ریزوم گیاهان ترخون با باکتری‌های محرک رشد موجب افزایش وزن تر بوته نسبت به محلول‌پاشی برگی گیاهان توسط سوسپانسیون باکتری شد (جدول 3). همانطور که در جدول (4) مشاهده می‌شود بالاترین مقدار وزن تر بوته (39/1 گرم در هر گلدان) توسط محلول‌پاشی برگی با باکتری *آزوسپیریلوم* حاصل شد و کمترین مقدار برای این صفت (19/2 گرم در هر گلدان) در تیمار محلول‌پاشی برگی با باکتری *ازتوباکتر* حاصل شد.

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول 2) وزن خشک بوته و برگ به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع باکتری واقع شده‌است. جدول 3 نشان می‌دهد که اثرات تلقیح با باکتری برای دو صفت وزن خشک برگ و بوته روند مشابهی را نشان داد و بیشترین مقدار برای این صفات از تلقیح با باکتری *آزوسپیریلوم* حاصل شد. بیشترین مقدار برای وزن خشک کل (14/0 گرم در هر گلدان) و برگ (10/70 گرم در هر گلدان) در محلول‌پاشی برگی باکتری *آزوسپیریلوم* حاصل شد.

بحث

باکتری‌های مورد استفاده در این پژوهش باعث افزایش همه صفات مورد اندازه‌گیری شدند و به‌طور مشخص روش تیمار مایه‌کوبی ریزوم در مقایسه با محلول‌پاشی برگی ترخون از کارآیی بیشتری برخوردار بود. استفاده از کودهای بیولوژیک حاوی باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* در گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia*

Archive of SID

www.SID.ir

(*officinalis*) باعث افزایش وزن تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه شد (ون بروک، 1999).

کاربرد ترکیب دو باکتری *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* روی ریزوم ترخون موجب افزایش وزن خشک ریزوم شد. این افزایش در وزن خشک ریزوم را می‌توان به نقش هورمون‌های رشد گیاهی تولید شده توسط این دو باکتری (اکسین و سیتوکینین) در افزایش تعداد ریشه‌های جانبی است و افزایش سطح جذب مواد غذایی نسبت داد (فتحی و اسماعیل‌پور، 1387). همچنین این دو سویه از جمله باکتری‌های محرک رشد گیاهی هستند که توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن را دارا هستند (محفوظ و شرف‌الدین، 2007) که این تثبیت نیتروژن می‌تواند نقش مؤثری در افزایش زیست توده ریزوم داشته باشد

بیشترین تعداد ساقه و برگ و تعداد انشعابات ریزوم در تیمار محلول‌پاشی برگی ترکیب دو باکتری *آزوسپیریلوم* و *سودوموناس* مشاهده شد. باکتری‌های *سودوموناس* از جمله باکتری‌های محرک رشد گیاه هستند که می‌توانند رشد گیاه را با افزایش فراهمی عناصری مانند فسفر (توان انحلال فسفات‌های نامحلول) و آهن (تولید سیدروفور) افزایش دهند و ترکیب آنها با باکتری‌های تثبیت کننده ازت می‌توانند نقش افزاینده‌ای در رشد گیاه داشته باشد. افزایش رشد ریشه‌ها در خاک و به تبع آن رشد ساقه و برگ را می‌توان به جذب بیشتر فسفر و نیتروژن نسبت داد (محفوظ و شرف الدین، 2007).

براساس مطالعه باست میا و همکاران (2010) تعداد برگ در گیاهچه موز تحت تأثیر تلقیح با *آزوسپیریلوم* قرار نگرفت ولی بانچیو و همکاران (2008) گزارش کردند که تلقیح با *سودوموناس فلورسنس* تعداد برگ را در گیاه مرزنجوش نسبت به شاهد تا80 درصد افزایش داده است.

مایه‌کوبی ریزوم ترخون با ترکیب هر سه باکتری مورد استفاده در این آزمایش (*ازتوباکتر*، *آزوسپیریلوم* و *سودوموناس*)، عرض بوته ترخون را افزایش داده است و کاربرد به‌صورت محلول‌پاشی آن موجب افزایش نسبت وزن خشک برگ به ریزوم و وزن ترکل شده است. در گیاه دارویی پروانش (*Caharanthus roseus*) تلقیح گیاهچه‌ها با باکتری (*Pseudomonas fluorescence*) باعث افزایش میزان بیوماس تولیدی و میزان آلکالوئید گیاه در شرایط تنش آبی گردید (عبدالجلیل و همکاران، 2007). همچنین نتایج بررسی راتی و همکاران (2001) نشان دادند که کاربرد تلفیقی قارچ مایکوریزا با باکتری‌های *آزوسپیریلوم* و *باسیلوس* باعث افزایش میزان بیوماس تولیدی در گونه‌ای گیاه دارویی علف لیمو (*Cymbopogon martinii*) گردید. در گیاه دارویی آویشن باغی (*Thymus vulgaris*) نیز کاربرد کودهای بیولوژیک باعث افزایش معنی‌داری در رشد گیاه شد (یوسف و همکاران، 2004).

کاربرد باکتری *آزوسپیریلوم* در مقایسه با دو باکتری دیگر نشان داد که این باکتری توانایی بیشتری در افزایش پارامترهای مختلف گیاهی داشت. این امکان وجود دارد که *آزوسپیریلوم* رشد گیاه را توسط هر دو عامل تولید صفات محرک رشدی مانند اکسین و سیدروفور و همچنین تثبیت بیولوژیک نیتروژن بهبود ببخشده که با نتایج کایماک و همکاران (2008)، بانچیو و همکاران (2008) مطابقت دارد. افزایش وزن‌خشک بوته توسط *آزوسپیریلوم* در گیاهچه موز و حبوبات به ترتیب بوسیله باست میا و همکاران (2010) و باشان و همکاران (2004) گزارش گردیده‌است. غلامی و همکاران (2009) دلیل عمده افزایش وزن‌خشک برگ ذرت و افزایش وزن تر کل در تیمار با *آزوسپیریلوم برازیلنس* و *سودوموناس پوتیدا* را قابلیت تولید مواد هورمونی و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن نامیده‌اند. محفوظ و شرف الدین (2007) دلیل افزایش وزن خشک رازیانه توسط باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* را نتیجه نقش آنها در تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و نیز تولید مواد تسریع کننده رشد مانند اکسین و جیبرلین بیان کرده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 2- تجزیه واریانس تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاهان بر رشد و عملکرد رویشی ترخون

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		عرض بوته	تعداد ساقه	وزن تر ریزوم	وزن خشک ریزوم	تعداد انشعابات ریزوم	ریزوم/برگ	تعداد برگ	وزن تر کل	وزن خشک کل	وزن خشک برگ
روش تلقیح (ریزوم-مال/اسپری)	1	302**	969**	2512**	1089**	1/56^{ns}	0/0003^{ns}	31064^{ns}	228**	16/5^{ns}	7/29^{ns}
نوع باکتری	7	28	547	31405	12387	349	0/002	204200	31^{ns}	18/5	9/23
نوع باکتری ×روش تلقیح	7	22**	338**	22595**	8957**	46/5**	0/0004^{ns}	22688^{ns}	53^{ns}	10/0^{ns}	5/21^{ns}
خطا	45	4/79	117	105	160	3/38	0/0003	73653	31	7/9	3/83
ضریب تغییرات (CV)		6/17	22/6	3/40	10/2	8/03	28/8	25/3	15/2	29/8	26/4

ns، * و **: به‌ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار بودن در سطح احتمال 5 و 1 درصد می‌باشد.

جدول 3- مقایسه میانگین اثرات روش تلقیح و نوع باکتری در صفات رویشی ترخون

تیمار		عرض بوته	تعداد ساقه	وزن تر ریزوم	وزن خشک ریزوم	تعداد انشعابات ریزوم	برگ/ریزوم	تعداد برگ	وزن تر کل	وزن خشک کل	وزن خشک برگ
		Cm.pot^{-1}	Number.pot^{-1}	g.pot^{-1}		Number.pot^{-1}		Number.pot^{-1}		g.pot^{-1}	
روش تلقیح	ریزوم مال	35/5 a	44/1 b	۲۹۷ a	131 a	21/5 a	0/066 a	1124 a	39/0 a	10/0 a	7/8 a
	اسپری	31/2 b	51/9 a	284 b	123 b	21/2 a	0/061 a	1080 a	35/3 b	9/0 a	7/2 a
نوع باکتری	Az	33/2 abc	47/1 bc	256 d	98 c	17/7 e	0/069 abc	1030 b	23/4a	8/2 b	6/6 b
	As	35/2 a	42/0 c	405 a	167 a	20/4 d	0/059 bcd	1079 b	36/6 a	12/7 a	9/7 a
	Ps	35/1 a	44/4 bc	310 c	120 b	24/6 b	0/054 cd	1085 b	30/1 a	9/0 b	7/4 b
	Az-As	31/6 cd	48/0 bc	332 b	177 a	22/2 c	0/045 d	1013 b	28/6 a	9/8 ab	7/2 b
	Az-Ps	32/7 bc	55/2 ab	315 c	166 a	20/6 cd	0/046 d	1169 b	29/2 a	9/2 b	7/3 b
	As-Ps	34/2 ab	63/2 a	263 d	119 b	28/6 a	0/069 abc	1454 a	32/1 a	10/3 ab	8/2 ab
	Az-As-Ps	34/8 ab	47/9 bc	236 e	97 d	28/7 a	0/077 ab	1076 b	30/6 a	9/3 b	7/4 b
	شاهد	30/0 d	36/0 c	208 f	70 d	8/2 f	0/087 a	913 b	37/4 a	7/8 b	6/2 b

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد می‌باشد.

علایم اختصاری شامل: Az =*ازتوباکتر*، As=*آزوسپیریلوم*، Ps= *سودوموناس*، Az-As =*ازتوباکتر و آزوسپیریلوم*، Az-Ps=*ازتوباکتر و سودوموناس*، As-Ps=*آزوسپیریلوم و سودوموناس*، Az-As-Ps=*ازتوباکتر و آزوسپیریلوم و سودوموناس*

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 4- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش تلقیح و نوع باکتری در صفات رویشی ترخون

تیمار		عرض بوته	تعداد ساقه	وزن تر ریزوم	وزن خشک ریزوم	تعداد انشعابات ریزوم	برگ/ریزوم	تعداد برگ	وزن تر کل	وزن خشک کل	وزن خشک برگ
		$Cm.pot^{-1}$	$Number.pot^{-1}$	$g.pot^{-1}$		$Number.pot^{-1}$		$Number.pot^{-1}$		$g.pot^{-1}$	
ریزوم مال	Az	35/7 ab	51/0 bcd	240 h	93 igh	17/2 de	0/079 ab	1145 abc	27/2 abc	9/1 ab	7/20 ab
	As	38/5 a	39/5 cd	331 d	140 c	20/0 c	0/062 bc	1071 abc	34/1 abc	11/4 ab	8/77 ab
	Ps	37/5 a	42/7 cd	381 c	141 c	24/5 b	0/060 bc	1150 abc	35/9 ab	10/6 ab	8/48 ab
	Az-As	31/7 cd	45/0 cd	416 b	247 a	24/8 b	0/034 c	1046 abc	32/0 abc	11/0 ab	8/34 ab
	Az-Ps	33/7 bc	43/0 cd	277 e	128 cd	25/2 b	0/052 bc	1143 abc	25/4 abc	8/3 b	6/66 b
	As-Ps	35/7 a	49/7 cd	252 fgh	112 defg	25/5 b	0/077 ab	1406 ab	33/8 abc	11/3 ab	8/81 ab
	Az-As-Ps	35/7 a	40/2 cd	268 efg	116 def	27/0 b	0/073 ab	1121 abc	33/9 abc	10/8 ab	8/36 ab
اسپری	Az	29/2 d	43/2 cd	331 efg	102 fg	18/2 cde	0/059 bc	914 c	19/6 c	7/2 b	6/08 b
	As	32/0 bcd	44/5 cd	477 a	195 b	20/8 c	0/055 bc	1087 abc	39/1 a	14/0 a	10/70 a
	Ps	32/7 bcd	45/5 cd	238 h	99 fgh	24/8 b	0/048 bc	1019 bc	24/3 abc	7/5 b	6/28 b
	Az-As	30/0 cd	46/0 cd	248 gh	107 efg	18/8 cd	0/056 bc	980 bc	25/3 abc	8/5 b	6/10 b
	Az-Ps	31/7 cd	68/0 ab	353 d	205 b	16/0 e	0/040 c	1194 abc	32/9 abc	10/2 ab	8/02 ab
	As-Ps	30/5 cd	76/7 a	273 ef	126 ced	31/8 a	0/061 bc	1502 a	30/4 abc	9/4 ab	7/63 ab
	Az-As-Ps	30/5 cd	55/5 bc	205 ij	78 i	30/5 a	0/081 ab	1032bc	27/3 abc	7/7 b	6/39 b
	شاهد	30/0 cd	36/0 d	208 f	70 d	8/2 f	0/087 a	913 bc	22/2 bc	7/8 ab	6/21 b

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد می‌باشد.

علایم اختصاری شامل: Az = ازتوباکتر، As= آزوسپیریلوم، Ps= سودوموناس، Az-As = ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، Az-Ps= ازتوباکتر و سودوموناس، As-Ps= آزوسپیریلوم و سودوموناس، Az-As-Ps= ازتوباکتر و آزوسپیریلوم و سودوموناس

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست منابع:

1. خرم دل، س.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، قربانی، ر.، 1387. اثر کاربرد کودهای بیولوژیک بر شاخص‌های رشدی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد 6، شماره2، ص294-285.
2. رمضانیان، ع. 1384. معرفی باکتری‌های ریزوبیومی بعنوان محرک رشد گیاه (PGPR)، مقالات اولین همایش ملی حبوبات، مشهد، پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد، 411-407.
3. زرگری، ع. 1376. گیاهان داروئی، جلدچهارم، چاپ ششم، 969-1.
4. فتحی، ق، اسماعیل پور، ب. 1387. مواد تنظیم کننده رشد گیاهی (اصول و کاربرد) (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ دوم. 288ص.
5. Abbas-Zadeh, P., Saleh-Rastin, N., Asadi-Rahmani, H., Khavazi, K., Soltani, A., Shoary-Nejati, R. and Miransari, M. 2010. Plant growth-promoting activities of fluorescent pseudomonads, isolated from the Iranian soils. Acta Physiologica Plantarum 32:281–288.
6. Abdul-Jaleel, C., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. 2007. *Pseudomonas flourescence* enhance biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. Colloids and Surface B: Biointerfaces Journal 60:7-11.
7. Aglarova, A.M., Zilfikarov, I.N. and Severtseva, O.V. 2008. Biological characteristics & useful properties of Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.). J. Pharmacology Chemistry. 42 (2): 31-35.
8. Banchio, E., Bogino, P.C., Zygadlo, J. and Giordano, W. 2008. Plant growth promoting rhizobacteria improve growth and essential oil yield in *Origanum majorana* L. Biochemistry and Systematic. Ecology 36:766-771.
9. Baset Mia, M.A., Shamsuddin, Z.H., Wahab, Z. and Marziah, M. 2010. Effect of plant growth promoting rhizobacterial (PGPR) inoculation on growth and nitrogen Incorporation of tissue-cultured Musa plantlets under nitrogen-free hydroponics condition. Australian Journal of Crop Science 4(2): 85- 90.
10. Bashan, Y., Holguin, G. and de-Bashan, L.E. 2004. *Azospirillum*-plant physiological, environmental advances (1997-2003). Canadian Journal of Microbiology 50 (8): 521-577.
11. Gholami, A., Shahsavani, S. and Nezarat, S. 2009. The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. International Journal of Biological and Life Science 1 (1): 35-40.
12. Kaymak, H. C., Yarali, F., Guvence, I. and Figen Donmez, M. 2008. The effect of inoculation with plant growth rhizobacteria (PGPR) on root formation of mint (*Mentha piperita* L.) cuttings. African Journal of Biotecnology 7(24): 4479-4483.
13. Mahfouz, S.A. and Sharaf- Eldin. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare Mill.*). International Agrophysics 21: 361-366.
14. Ratti, N., Kuma,r S., Verma, H.N. and Gautams, S.P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martini* by rhizobacteria, AMF and azospirillum inoculation. Microbiology Research 156:145-149.
15. Sarige, S., Okon, Y. and Blum, A. 1992. Effect of A. brasilense inoculation on growth dynamics and hydrolic conductivity of Sorghum bicolor roots. Journal of Plant Nutrition 15: 805- 819.
16. Van Loon, L. C. 2007. Plant responses to plant growth- promoting rhizobacteria. Eur Journal of Plant Pathology 119: 243-254.

Archive of SID

www.SID.ir

17. Vande Broek, A. 1999. Auxins upregulate expression of the indol-3-pyruvate decarboxylase gene in *Azospirillum brasilense*. Journal of Bacteriology 181:1338-1342.
18. Youssef, A.A., Edris, A.E. and Gomaa, A.M. 2004. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. Plant Annual. A gricultural. Science 49:299-311

Archive of SID

www.SID.ir