بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاهی و کمپوست مصرف شده قارچ بر رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum*)

علی‌اشرف سلطانی طولارود[1]، سید رسول ضیاتبار احمدی، بهروز اسماعیل‌پور، کاظم خاوازی و سولماز فتح العلومی

استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی؛ **ali_soltani_t@yahoo.com**

کارشناس ارشد باغبانی دانشگاه محقق اردبیلی؛ **r.ziatabar@yahoo.com**

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

دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب کشور؛ **kkhavazi@yahoo.com**

کارشناس ارشد گروه علوم خاک دانشگاه محقق اردبیلی؛ **fatholomis@yahoo.com**

دریافت: **93/4/1** و پذیرش: **94/7/11**

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشدگیاه و کمپوست مصرف شده قارچ بر رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی رقم ارگون، یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با 4 تکرار در گلخانه آموزشی دانشگاه محقق اردبیلی در سال 1391 اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل: تلقیح بذور گوجه‌فرنگی رقم ارگون با سوسپانسیون باکتری‌های جنس *سودوموناس* (گونه‌های *فلورسنس*، *پوتیدا*) و *آزوسپیریلیوم* (گونه‌های *لیپوفروم* و *آزوسپیریلیوم* sp) و افزودن کمپوست مصرف شده قارچ در نسبت‌های حجمی 0، 20، 40 و 60 درصد به صورت جایگزینی در بسترهای کاشت بود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اثر تلقیح بذور گوجه‌فرنگی با باکتری‌های محرک رشد گیاه و افزودن کمپوست مصرف شده قارچ به بستر کاشت بر وزن خشک بوته و ریشه، ارتفاع بوته، تعداد، قطر و عملکرد میوه و تعداد روز تا گلدهی در سطح احتمال 1درصد معنی دار شد. بیشترین مقدار برای اکثر صفات ذکر شده در گیاهان تلقیح شده با باکتری *سودوموناس فلورسنس* 22 در بسترهای کاشت حاوی 20 درصد حجمی کمپوست مصرف شده قارچ حاصل گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که مقادیر زیاد کمپوست مصرف شده قارچ اثرات منفی روی شاخص‌های رشدی و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی داشت.

واژه‌های کلیدی: *سودوموناس*، *آزوسپریلیوم*، شاخص‌های رشد، سبزی میوه‌ای

---

[1] نویسنده مسئول، آدرس: اردبیل- بلوار دانشگاه- دانشگاه محقق اردبیلی- دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی - گروه علوم و مهندسی خاک

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum*) یکی از مهم‌ترین سبزی‌های میوه‌ای تیره بادنجانیان (*Solanaceae*) می‌باشد که به دلیل ارزش غذایی و مصرفی بالا بعد از سیب‌زمینی دومین جایگاه جهانی را از نظر تولید به خود اختصاص داده است. این گیاه با داشتن انواع ویتامین‌ها، از جمله ویتامین ث، کاروتن، اسیدهای آلی، قند، املاح معدنی و لیکوپن نقش مهمی را در سلامت انسان ایفاء می‌کند (پیوست، 1388). بر اساس این جایگاه جهانی و اهمیت این سبزی در سبد غذایی انسان، در خصوص جنبه‌های به زراعی افزایش عملکرد این گیاه اقدامات زیادی صورت گرفته است که از جمله آنها می‌توان به مصرف کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و استفاده از ارقام اصلاح شده آن اشاره نمود. استفاده از کودهای شیمیایی نظیر کودهای نیتروژنه، فسفره، پتاسه و عناصر کم مصرف ممکن است در کوتاه مدت اثر مثبتی بر افزایش محصول داشته باشند؛ اما به مرور زمان بر روی اکوسیستم خاک اثر منفی گذاشته و مازاد آن با آب باران و یا آبیاری شسته شده و موجب آلودگی آب‌های زیرزمینی خواهد شد. ادامه این روند مشکلات بسیاری را برای محیط زیست، به بار خواهد آورد (صالح‌راستین، 1377). یکی از راهکارهای اساسی و مؤثر برای کاهش این اثرات مضر جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای زیستی و آلی است. مایه تلقیح‌های میکروبی[1] باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه[2] از انواع رایج و پرمصرف کودهای زیستی[3] در بخش کشاورزی می‌باشند.

باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه به گروه نا متجانسی از باکتری‌های ریزوسفری اطلاق می‌شود که با استفاده از یک یا چند مکانیسم خاص موجب بهبود شاخص‌های رشد و نمو گیاه می‌گردند (گلیک، 1995؛ کلوپر و همکاران، 1192). بطورکلی این باکتری‌ها به دو روش مستقیم و غیرمستقیم روی رشد گیاه و میزان تولید در واحد سطح تأثیر می‌گذارند. در روش مستقیم این باکتری‌ها با سنتز یک‌سری از مواد (مانند فیتوهورمون‌ها، سیدروفور، آنزیم ACC- دِآمیناز و...) و تسهیل جذب عناصر غذایی از محیط توسط گیاه باعث افزایش رشد گیاه و تولید محصول در واحد سطح می‌شوند (کاتلن و همکاران، 1999؛ اگامبردیوا، 2007 ؛ شاهارونا و همکاران، 2006a). در روش غیرمستقیم باکتری‌های محرک رشد گیاه، اثرات مضر عوامل بیماری‌زا را در ریزوسفر با تولید یک سری از مواد (از قبیل آنتی‌بیوتیک‌ها، سیانید هیدروژن) یا افزایش مقاومت گیاه میزبان نسبت به عوامل بیماری‌زا، خنثی یا تعدیل می‌کنند (براتی و همکاران، 2004 ؛ گلیک، 1195؛ جون و همکاران، 2003) محققین مختلف افزایش عملکرد گیاهان زراعی مهم را در نتیجه مصرف باکتری‌های محرک رشد گیاه نشان داده‌اند. در یک پژوهش کاک ماکی و همکاران (2007) اثرات مثبت باکتری‌های PGPR را در رشد و نمو نعناع گزارش نمودند.

کمپوست مصرف شده قارچ حاصل پرورش قارچ بوده و شامل اجزای مختلفی از قبیل: کاه و کلش گندم، کود دامی، کود مرغی، پوست دانه پنبه و پوست کاکائو می‌باشد. حاصل‌خیزی این کمپوست بعد از برداشت قارچ کاهش می‌یابد و بطور معمول به عنوان ضایعات، دور ریخته شده و مشکلات زیست محیطی زیادی ایجاد می‌کند. از آنجا که تولید سالانه قارچ و به دنبال آن مصرف قارچ در کشور ما نیز رو به افزایش است، تبدیل این پسماند به یک کود آلی اهمیت تحقیقات در این زمینه را بیشتر می‌کند (وهابی و همکاران، 1390). وب استر و بوکرفیلد (2007) استفاده از کمپوست مصرف شده قارچ به عنوان یک اصلاح کننده خاک در کشت انگور مؤثر دانستند و بهترین میزان کمپوست مصرف شده قارچ را برای کاربرد سطحی در خاک، لایه‌ای به قطر 2/5 سانتی متر و به عنوان مالچ لایه‌ای به قطر 5 سانتی‌متر توصیه نمودند.

نتایج حاصل از تحقیقات نشان می‌دهد که کمپوست مصرف شده قارچ با بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌تواند نقش مهمی در افزایش رشد و عملکرد محصولات باغی، فضای سبز و گیاهان زراعی داشته باشد (وهابی و همکاران، 1390؛ جوناتان و همکاران، 2011). ساگار و همکاران (2009) تأثیر مثبت کمپوست مصرف شده قارچ را بر افزایش عملکرد محصولات گوجه‌فرنگی، نخودفرنگی، سیب زمینی، زنجبیل، سیر، گندم، برنج، ذرت و سیب،گزارش کردند. با توجه به اهمیت گوجه‌فرنگی به عنوان یک محصول استراتژیک و اثرات منفی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی در پرورش این محصول، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاهی و کمپوست مصرف شده قارچ بر رشد و عملکرد گوجه-فرنگی انجام شد.

---

1. Microbial Inoculant
2. Plant Growth Promoting Rhizobacteria; PGPR
3. Biofertilizers

مواد و روش‌ها

محل اجرای پژوهش و تیمارهای آزمایشی

به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشدگیاهی و کمپوست مصرف شده قارچ بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی رقم ارگون یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با 4 تکرار در گلخانه آموزشی گروه علوم باغبانی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل تلقیح بذور گوجه‌فرنگی با سوسپانسیون باکتری‌های جنس *سودوموناس* (گونه‌های *فلورسنس*[1]، *پوتید*[2]) و *آزوسپیریلیوم* (گونه‌های *لیپوفروم*[3] و *آزوسپیریلیوم*[4] sp) و کمپوست مصرفی کارگاه‌های تولید قارچ با درصد حجمی صفر، 20، 40 و 60 درصد حجم گلدان در بسترهای کاشت به صورت جایگزینی بود. برای انجام این تحقیق تعداد یک باکتری *سودوموناس فلورسنس*[5] *22*، دو باکتری *سودوموناس پوتیدا*[6] (سویه‌های 41 و 168)، یک باکتری *سودوموناس فلورسنس*[7] *18*، یک باکتری *آزوسپریلیوم لیپوفروم*[8] و یک باکتری *آزوسپریلیوم*[9] sp بر اساس صفات محرک رشدی بالا (جدول 1) از کلکسیون میکروبی بخش تحقیقات بیولوژی خاک مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور و کمپوست مصرف شده از شرکت قارچ کیمیا فراهم و غلظت عناصر غذایی موجود در آن منجمله فسفر به روش امامی (1375) اندازه‌گیری شد. برخی خواص بسترهای استفاده شده در این پژوهش در جدول 2 ارائه شده است.

آماده‌سازی مایه تلقیح

ابتدا 8 ارلن مایر 100 میلی‌لیتری حاوی 50 میلی‌لیتر محیط نوترینت براث[10] تهیه گردید. برای تهیه مایه تلقیح، یک کلنی خالص از هر باکتری برداشته شد و تحت شرایط استریل به یکی از ارلن‌های مایر تهیه شده اضافه گردید. ارلن‌های مایر تلقیح شده با باکتری (6 عدد) همراه با دو ارلن مایر تلقیح نشده به عنوان شاهد، روی شیکر با سرعت 120rpm و دمای 28 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. در خصوص باکتری‌های جنس *سودوموناس*[11] پس از 48 ساعت و باکتری‌های جنس *آزوسپریلیوم*[12] پس از 72 ساعت رشد باکتری‌ها در این محیط، مایه تلقیح سویه‌ها آماده مصرف بودند. جمعیت باکتری‌ها در مایه‌تلقیح باکتری‌های جنس *سودوموناس*[13] و *آزوسپریلیوم*[14] 7×10^{7} در هر میلی‌لیتر سوسپانسیون مصرفی بود.

آماده‌سازی بذرها

بذر گوجه‌فرنگی رقم ارگون تهیه شده از بانک ژن موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر با استفاده از الکل 96 درصد به مدت 30 ثانیه و هیپوکلریت سدیم 1/5 درصد به مدت 2 دقیقه استریل سطحی شد. سپس به منظور حذف هیپوکلریت، بذرها با آب مقطر استریل 10 بار شستشو شده و به مدت 24 ساعت در زیر هود بیولوژیک قرار داده شدند. سپس بذرهای استریل سطحی شده به ارلن‌های حاوی مایه تلقیح باکتری اضافه و به مدت 30 دقیقه بر روی شیکر با دور 120 و دمای 28 درجه قرار داده شدند. پس از طی زمان مذکور، در زیر هود بیولوژیک بذرها از داخل ارلن خارج و به منظور حذف رطوبت اضافی بر روی آلومینیوم فویل استریل گذاشته شدند.

کاشت گیاهان

بعد از تلقیح بذور با باکتری‌ها، تعداد 2 عدد بذر در گلدان‌های کاغذی با ارتفاع 20 سانتیمتر و قطر دهانه 10 سانتیمتر که حاوی خاک و ماسه استریل با نسبت 2:1 بود در عمق 0/5سانتیمترکشت شدند. لازم به ذکراست برای جلوگیری از آبشویی مایه تلقیح همراه بذر، گلدان‌ها قبلاً تا حد رطوبت ظرفیت مزرعه آبیاری شده بودند. پس از کاشت بذر گلدان‌ها به مدت 8 هفته در گلخانه و تا زمانی که 4-6 برگ تولید نمودند در گلخانه‌ای با میانگین دمایی 20 تا 22 درجه سانتی‌گراد و روشنایی 12 ساعت قرار گرفتند. سپس نشاهای تلقیح شده با باکتری (مایه‌زنی به‌صورت افزودن سوسپانسیون باکتری پای هر نشا) در گلدان‌های پلاستیکی20 کیلوگرمی با ارتفاع 50 سانتی متر و قطر دهانه 40 سانتی متر کاشته شدند و هر گلدان به عنوان یک تکرار محسوب شد. محیط کشت پایه در گلدان‌های اصلی در این آزمایش شامل 70 درصد خاک زراعی و 30 درصد حجمی ماسه بود و کمپوست مصرف شده قارچ در نسبت‌های حجمی صفر، 20 ،40 و60 درصد به صورت جایگزینی به بستر کاشت اضافه شد.

---

1. *Pseudomonas fluorescens*
2. *Pseudomonas putida*
3. *Azospirillum lipoferum*
4. *Azospirillum* sp
5. *Pseudomonas fluorescens*
6. *Pseudomonas putida*
7. *Pseudomonas fluorescens*
8. *Azospirillum lipoferum*
9. *Azospirillum* sp
10. Nutrient Broth
11. *Pseudomonas*
12. *Azospirillum*
13. *Pseudomonas*
14. *Azospirillum*

گیاهان به مدت 120 روز درشرایط گلخانه با دمای روزانه 24-22 و شبانه 18- 16 درجه سانتیگراد نگهداری شدند و مراقبت‌های داشت شامل آبیاری، مبارزه با علف های هرز و هرس بر روی آنها صورت گرفت. بافت خاک استفاده شده در بسترهای صفر، 20، 40، 60 درصد از کمپوست مصرف شده قارچ به روش هیدرومتری تعیین و بافت خاک لومی شنی تشخیص داده شد (جون و همکاران، 2003). شاخص‌های رشد از قبیل: ارتفاع بوته، قطر ساقه اصلی بوته و تعداد برگ اندازه‌گیری شدند و شاخص‌های مربوط به عملکرد میوه در طی سه مرحله برداشت میوه یادداشت برداری شد. در پایان دوره رشد بخش هوایی گیاه و ریشه به صورت جداگانه برداشت و به مدت 72 ساعت در دمای 78 درجه سانتی گراد خشک گردیدند.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری نتایج با استفاده از نرم افزار SAS نسخه 9/1 انجام شد. مقایسه میانگین مقایسه میانگین تیمارها نیز با آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

جدول 1- صفات محرک رشد گیاهی سویه‌های باکتری استفاده شده در پژوهش

صفات محرک رشدی	تولید اکسین	انحلال فسفات‌های نامحلول	سیدروفور	ACC-دآمیناز
	میلی‌گرم در لیتر (48 ساعت)	میلی‌گرم در لیتر (120 ساعت)	نسبت هاله به کلونی	*
سویه‌ها				
سودوموناس فلورسنس 18 (*P.fluorescens* 18)	12/3	473	2/22	+
*سودوموناس فلورسنس*22 (*P.fluorescens* 22)	8/2	520	1/9	+
سودوموناس پوتیدا 168 (*P.putida* 168)	7/45	465	2/50	+
سودوموناس پوتیدا 41 (*P.putida 41*)	6/32	385	1/82	-
آزوسپریلوم sp (*Azospirillum* sp)	3/2	360	1/87	-
آزوسپریلیوم لیپوفروم (*A.lipoferum*)	4/3	385	1/22	+

*: در این صفت + بیانگر توانایی باکتری در تولید آنزیم ACC- دآمیناز می‌باشد

جدول 2- برخی خواص فیزیکی و شیمیایی بسترهای مختلف مورد استفاده در این آزمایش

نوع بستر کشت	pH	EC	N	P	Mg	Ca	K
		$dS.m^{-1}$	%	$mg.kg^{-1}$			
شاهد (فقط خاک)	7/42	7/2	0/36	30	800	2200	400
خاک+کمپوست 20%	7/86	10/3	1/0	3000	900	2500	700
خاک+کمپوست 40%	8/13	12/3	1/21	6300	1000	2700	1000
خاک+کمپوست 60%	8/71	14/6	1/51	9000	1150	2850	1300

نتایج و بحث

وزن خشک بوته

جدول تجزیه واریانس نتایج نشان داد که اثر اصلی باکتری‌های محرک رشد گیاهی و کمپوست مصرف شده قارچ بر وزن خشک بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول 3). نتایج حاصل از مقایسه میانگین تأثیر تیمارها مشخص نمود که تلقیح بذور گوجه‌فرنگی با اکثر باکتری محرک رشد گیاهی مورد استفاده موجب افزایش وزن خشک بوته در مقایسه با شاهد گردید. بیشترین میانگین وزن خشک بوته و ریشه مربوط به تیمار تلقیح شده با باکتری *سودوموناس فلورسنس*[1] 22 بود (جدول 4). نتایج به دست آمده در این پژوهش با یافته‌های میرزا و همکاران (2005) و میرجاهد و همکاران (2004) مطابقت داشت. بورن و رویرا (1999) گزارش کردند که باکتری *سودوموناس*[2] جداشده از ریشه گیاهان گرامینه موجب افزایش وزن تر بوته گوجه‌فرنگی گردید. افزایش وزن خشک بوته به دنبال تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاهی در گوجه‌فرنگی (بلیمو و همکاران، 2001) نیز گزارش شده است. مطالعات و تحقیقات مختلف حاکی از آن است که باکتری‌های محرک رشد گیاهی با استفاده از مکانیسم‌های مختلفی از قبیل تولید هورمون‌های گیاهی (مارتینز-تولدو، 1998؛ میزا و همکاران، 2005)، تولید سیدروفور و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماریزا (بورن و رویرا، 1999) و کاهش تولید اتیلن و تعدیل یا خنثی نمودن اثرات تنش (بلیمو و همکاران، 2001؛ گلیک و همکاران، 1998) می‌توانند باعث بهبود و افزایش شاخص‌های رشد گیاهی از قبیل وزن خشک بوته شوند.

نتایج این پژوهش نشان داد که اضافه نمودن کمپوست مصرف شده قارچ به بستر کاشت گیاه گوجه-فرنگی نیز باعث افزایش وزن خشک بوته گردید و بیشترین وزن خشک بوته در بسترهای حاوی 20 درصد کمپوست قارچ به ترتیب با میانگین بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت و کمترین میانگین وزن خشک بوته در بستر کشت حاوی کمپوست 60 درصد حاصل گردید (جدول 4). در تحقیقات دیگری نیز کاربرد مقادیر مختلف کمپوست مصرف شده قارچ در بسترهای رشد گیاهان کمیت و کیفیت رشد و عملکرد گیاهانی از قبیل خیار، بامیه، گوجه‌فرنگی و فلفل را بهبود بخشید، بطوری که با افزایش مقادیر مناسب آن ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک گیاهان، تعداد گل و میوه، مواد جامد محلول و اندازه میوه و به طور کلی رشد و عملکرد گیاهان افزایش یافت (گونانی و همکاران، 2011؛ جون و همکاران، 2003؛ ریاحی و عزیزی، 2006). در طی تحقیقات دیگری نیز عملکرد کل کاهو تفاوت معنی‌داری در بین سطوح مختلف کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ نشان داد و بهترین نتایج از تیمارهای $2\ t\ ha^{-1}$ و $4\ t\ ha^{-1}$ بدست آمد (پلات و همکاران، 2009). بررسی نتایج محققین حاکی از آن است که در مصرف کمپوست، بیشترین رشد رویشی و عملکرد معمولاً زمانی بدست می‌آید که کمپوست فقط نسبت کمی از بستر را تشکیل می‌دهد (مدینا و همکاران، 2009).

وزن خشک ریشه

تجزیه واریانس نتایج حاصل از وزن خشک ریشه نشان داد که اثر اصلی تلقیح با باکتری‌های محرک رشد گیاهی و کمپوست مصرف شده قارچ در سطح احتمال یک درصد بر این صفت معنی‌دار می‌باشد (جدول 3). مقایسه میانگین انجام شده برای تیمارهای مختلف مورد مطالعه، افزایش وزن خشک ریشه گیاه گوجه‌فرنگی در اثر تلقیح با باکتری‌های محرک رشد گیاهی را نشان داد. بیشترین وزن خشک ریشه گیاه گوجه‌فرنگی به ترتیب در تلقیح با باکتری‌های *سودوموناس فلورسنس*[3] 22 حاصل شد (جدول 4). در پژوهش‌های مختلف نتایج مشابه این تحقیق در زمینه تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاهی بر رشد و نمو گیاهان توسط محققین مختلف گزارش شده است (باشان و همکاران، 2004؛ گراول و همکاران، 2007؛ واویرینا، 1999). این محققین اظهار داشتند که باکتری‌های مورد استفاده به وسیله مکانیسم-هایی از قبیل کلونیزه کردن ریشه و تولید هورمون اکسین موجب افزایش وزن خشک ریشه گیاه می‌شوند. در یک مطالعه پاتن و گلیک (2002) گزارش نمودند که باکتری محرک رشد *سودوموناس*[4] سویهUW4 قادر است از طریق طریق تولید اکسین وزن خشک ریشه را افزایش دهد. در یک تحقیق تلقیح قلمه‌های نعناع با باکتری‌های محرک رشد درصد ریشه زایی و وزن خشک ریشه ها را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (کاک-ماکی و همکاران، 2007). دوبلیر و همکاران (2001) نشان دادند باکتری‌های محرک رشد با ترشح موادی مانند اکسین، جیبرلین، و سیتوکینین موجب ایجاد تغییراتی در مرفولوژی و افزایش آن می‌شوند. یافته‌های حاصل از این آزمایش نشان داد که اضافه نمودن کمپوست مصرف شده قارچ تا سطح 20% به

1. *Pseudomonas fluorescens*
2. *Pseudomonas*
3. *Pseudomonas fluorescens*
4. *Pseudomonas*

بستر کشت باعث افزایش وزن خشک ریشه گردید. بیشترین و کمترین میانگین وزن خشک ریشه به ترتیب در بسترهای حاوی 20 درصد کمپوست مصرف شده قارچ بدست آمد (جدول 4). ریباس و همکاران (2009) با انجام آزمایشی وزن خشک بخش هوایی گیاهان کاهو رشد کرده در بسترهای تیمار شده با 5 و 10 درصد کمپوست مصرف شده قارچ را بیشتر از گیاهان رشد کرده با تیمار کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم گزارش کردند. به پیشنهاد آن‌ها اثرات کمپوست مصرف شده قارچ فقط به دلیل محتوای مواد غذایی بالای آن نمی‌باشد. EC بالای حاصل از افزودن درصدهای بالای پسماند کمپوست قارچ احتمالاً دلیل اصلی کاهش رشد ریشه در گیاهان پرورش یافته در سطوح بالای کمپوست قارچ می‌باشد. زیرا شوری میزان انرژی لازم برای جذب آب و مواد غذایی و انبساط سلول را افزایش می‌دهد و در نتیجه انرژی کمتری برای نیازهای رویشی باقی می‌ماند (فاطمی و همکاران، 1388).

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ارتفاع بوته در این پژوهش نشان داد که اثر باکتری‌های محرک رشد گیاهی، کمپوست مصرف شده قارچ و اثر متقابل این دو فاکتور بر این شاخص رشد گیاه گوجه-فرنگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول 3). در این تحقیق یافته‌های حاصل از اثر متقابل تلقیح با باکتری و اضافه نمودن پسماند کمپوست مصرف شده قارچ به بستر کشت نشان داد که گیاهان گوجه‌فرنگی تلقیح شده با باکتری *سودوموناس فلورسنس*[1] 22 و کشت شده در بسترهای کاشت حاوی 20 درصد کمپوست مصرف شده قارچ بیشترین میانگین ارتفاع بوته را داشت (جدول 5). کمترین میانگین ارتفاع بوته مربوط به گیاهان تلقیح نشده با باکتری بود که در بسترهای حاوی 60 درصد کمپوست قارچ کشت شده بودند (جدول5). بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان اظهار داشت که باکتری‌های مورد استفاده در این پژوهش به دلیل توانایی در تولید هورمون اکسین و آنزیم ACC دآمیناز قادر به تعدیل کردن اثرات ناشی از تنش ایجاد شده به واسطه شوری بوده و باعث بهبود رشد و نمو گیاهان گوجه‌فرنگی به‌خصوص در بستر کاشت حاوی 20 درصد کمپوست مصرف شده قارچ گردیدند. بسترهای کاشت حاوی درصدهای حجمی بالا از کمپوست مصرف شده قارچ دارای املاح و در نتیجه شوری نسبتاً بالایی بود که یکی از نتایج خیلی مهم آن اختلال در جذب آب توسط گیاه و بالطبع کاهش رشد و نمو و عملکرد گیاه است. محققین مختلف افزایش ارتفاع بوته گیاهان به دنبال تلقیح با باکتری‌های محرک رشد گیاهی در بسیاری از گیاهان نظیر گوجه‌فرنگی (گلیک، 1195)، سیب (گارسیا و همکاران، 2001)، مریم گلی، زرد آلو و گیلاس (باشان و هولگیون، 1997) را گزارش نموده‌اند. در گزارشات مختلف محققین افزایش ارتفاع ناشی از تلقیح با باکتری-های محرک رشد گیاهی را به تولید هورمون‌های گیاهی مانند اکسین نسبت داده‌اند (بلیمو و همکاران، 2001؛ دوبلاره و همکاران، 2001؛ لوگتنبرگ و همکاران، 2002).

تعداد روز تا گلدهی

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی باکتری‌های محرک رشد گیاهی و اثر متقابل باکتری و کمپوست مصرف شده قارچ برای تعداد روز تا گلدهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول 3). در این تحقیق نتایج حاصل از آزمایش گلخانه‌ای نشان داد که گیاهان حاصل از بذور تلقیح شده با باکتری *سودوموناس پوتیدا*[2] سویه 168 که در بسترهای کاشت حاوی 40 درصد کمپوست مصرف شده قارچ کشت شده بودند، کمترین میانگین تعداد روز تا گلدهی را به داشتند. این در حالی بود که بیشترین تعداد روز تا گلدهی در بسترهای کاشت حاوی 20 و 40 درصد پسماند کمپوست قارچ و در شرایط بدون تلقیح با باکتری مشاهده گردید (جدول 5). نتایج به دست آمده در این پژوهش با یافته-های محققین دیگر مطابقت دارد (دوبلاره و همکاران، 2001؛ وور و استریتسما، 2005).

قطر میوه

یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که تلقیح با باکتری‌های محرک رشد و افزودن کمپوست مصرف شده قارچ به بستر کشت گیاهان بر این صفت تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد داشتند (جدول 3). گیاهان حاصل از بذرهای تیمار شده با باکتری *سودوموناس فلورسنس*[3] 22 و بدون تلقیح به ترتیب بیشترین و کمترین میانگین قطر میوه را به خود اختصاص دادند (جدول 4). افزایش قطر میوه به دنبال کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاهی توسط محققین مختلف گزارش شده است (اسلانتاس و همکاران، 2007؛ دی سیلوا و همکاران، 2000؛ ایراناپالی، 2005؛ جاکوب و کلارک، 2002). این پژوهشگران گزارش کردند که

1. *Pseudomonas fluorescens*

2. *Pseudomonas putida*

3. *Pseudomonas fluorescens*

افزایش در قطر میوه به دلیل تسریع در تولید هورمون‌هایی نظیر اکسین، سیتوکینین و جیبرلین و بهبود جذب آب و عناصر غذایی می‌باشد. در این پژوهش اضافه کردن کمپوست مصرف شده قارچ به بستر کاشت باعث افزایش میانگین قطر میوه گردید که بیشترین قطر میوه به ترتیب در بسترهای حاوی 20 و40 درصد کمپوست مشاهده گردید (جدول 4).

تعداد میوه

در این پژوهش بررسی جدول تجزیه واریانس داده‌های حاصل از تعداد میوه در سه بار شمارش نشان داد که اثر باکتری‌های محرک رشد گیاهی و کمپوست مصرف شده قارچ و اثر متقابل این دو فاکتور درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول3). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها مشخص نمود که در مجموع تلقیح گیاه گوجه‌فرنگی با باکتری‌های محرک رشد و افزودن کمپوست مصرف شده قارچ به بستر کشت باعث افزایش تعداد میوه گردید و بیشترین تعداد میوه در هر سه مرحله شمارش در گیاهان تیمارهای تلقیح شده با باکتری *سودوموناس فلورسنس*[1] 22 که در بسترهای حاوی20 درصد کمپوست مصرف شده قارچ پرورش یافته بودند حاصل شد. (جدول5). در تحقیقی باشان و همکاران (2004) نشان دادند که تلقیح گیاه موز با باکتری‌های محرک رشد موجب افزایش 25 تا 59 درصد در تعداد میوه موز گردید.

عملکرد میوه

نتایج تجزیه واریانس (جدول 3) حاصل از مطالعه شاخص رشدی عملکرد میوه بیانگر معنی‌دار بودن اثر اصلی و متقابل فاکتورهای آزمایشی برای صفت عملکرد میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. بررسی میانگین داده‌های حاصل از بررسی عملکرد میوه نشان داد که بیشترین میانگین وزن میوه در تیمار بذور تلقیح شده با باکتری *سودوموناس فلورسنس*[2] 22 حاصل شد. این در حالی بود که بین میانگین عملکرد میوه این تیمار و گیاهان تلقیح شده با باکتری *سودوموناس پوتید*[3] سویه 168 تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول4). نتایج به دست آمده در این آزمایش با یافته‌های هیلالی و همکاران (2000) مطابقت دارد. محققین مختلف افزایش وزن میوه گیاه گوجه‌فرنگی در نتیجه تلقیح با باکتری‌های محرک رشد گیاهی را گزارش نموده‌اند (بون و روویرا، 1999؛ ایراناپالی، 2005). می‌توان گفت که باکتری‌های محرک رشد استفاده شده با بهبود رشد گیاه باعث افزایش عملکرد میوه می‌شوند. کلوئوپر و همکاران (1992) نیز گزارش کردند که باکتری‌های محرک رشد گیاهی با تولید سیدروفورها و حلالیت فسفر موجب افزایش حلالیت عناصر غیر قابل دسترس مانند آهن و در پی آن افزایش رشد و عملکرد می‌شوند. در یک پژوهش اثر سطوح 20 ،40 و 80 تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ به عنوان یک اصلاح کننده خاک بر رشد، عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی خیار مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که افزودن مقدار 40 تن در هکتار باعث افزایش عملکرد کل میوه می‌شود. در این آزمایش همچنین بیشترین رشد عرضی میوه و محتوای نیتروژن در تیمار 80 تن در هکتار بدست آمد، ولی نهایتاً تیمار40 تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ را به دلیل افزایش قابل توجه عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی و همچنین افزایش محتویات عناصر غذایی خیار به عنوان تیمار بهتر اعلام کردند و تیمار 80 تن در هکتار به دلیل ایجاد شوری بالا در خاک مضر شناخته شد (پلات و همکاران، 2009). کوبیلای اونال و همکاران (2007) در یک آزمایش گلدانی، کمپوست مصرف شده قارچ را با مقادیر مختلف 0، 15، 30 و 60 تن در هکتار در کشت فلفل مورد بررسی قرار دادند. اضافه کردن کمپوست مصرف شده قارچ تا 30 تن در هکتار باعث افزایش عملکرد و محتوای عناصر غذایی شد، ولی مقدار بیشتر از 30 تن در هکتار به علت ایجاد شوری بالا، باعث پژمردگی گیاه گردید.

---

1. *Pseudomonas fluorescens*
2. *Pseudomonas fluorescens*
3. *Pseudomonas putida*

جدول 3- تجزیه واریانس اثر باکتری‌های محرک رشد و کمپوست قارچ بر صفات کمی گوجه فرنگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن خشک		ارتفاع بوته	روز تا گلدهی	قطر میوه	مجموع عملکرد
		بوته	ریشه				
باکتری	6	0/18**	20305/52**	10141/36**	120/03**	84/17**	41/57**
کمپوست	3	0/27 **	13261/6**	4019/96**	1/24ns	156/93**	119/5**
باکتری × کمپوست	18	0/07ns	667/15ns	55/02**	11/03**	6/7ns	1/19**
اشتباه آزمایشی	81	0/067	524/76	7/5	3/36	3/56	0/30
ضریب تغییرات (%)	-	16/7	13/65	2	2/64	10/14	5/37

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، 5 درصد و غیر معنی‌دار

ادامه جدول 3- تجزیه واریانس اثر باکتری‌های محرک رشد و کمپوست قارچ بر صفات کمی گوجه‌فرنگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد میوه شمارش اول	تعداد میوه شمارش دوم	تعداد میوه شمارش سوم	عملکرد میوه برداشت اول	عملکرد میوه برداشت دوم	عملکرد میوه برداشت سوم
باکتری	6	10/91**	188/22**	143/51**	3701474/97 **	3681469/12 **	2257349/36 **
کمپوست	3	14/08**	265/86*	275/67**	3956930/07 **	3139421/74 **	11476927/89 **
باکتری ×	18	0/25ns	15/57*	9/46**	44509/11ns	38223/69ns	127990/69ns
اشتباه آزمایشی	81	0/18	5/02	2/55	39455/03	38590/9	1444469/96
ضریب تغییرات		8/9	9/56	7/66	7/03	6/71	14/6

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، 5 درصد و غیر معنی‌دار

جدول 4- مقایسه میانگین اثرات باکتری و کمپوست مصرف شده قارچ بر رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی

	صفت	وزن خشک		قطر تک میوه	عملکرد میوه		
	تیمار	بوته (گرم در گلدان)	ریشه (گرم در گلدان)	(سانتی‌متر در گلدان)	برداشت اول (گرم در گلدان)	برداشت دوم (گرم در گلدان)	برداشت سوم (گرم در گلدان)
باکتری	بدون تلقیح	237/69cd	149/12cd	4c	2462/63b	2556/38b	2249/7b
	سودوموناس فلورسنس 168	682a	236/43a	6/43a	3579/88a	3679/88a	3205/8a
	سودوموناس	435b	174/87b	4/43c	2564/65b	2664/56b	2432/8b
	ازوسپریلیوم لیپوفروم	385/13c	164/75bc	4/5c	2555/63b	2655/63b	2363/9b
	سودوموناس پوتیدا 41	452/5b	180b	5/37b	3469/38a	3563/13a	3054a
	آزوسپریلیوم sp	348b	149/12de	4/43c	2598/56b	2692/31b	2418/6b
	سودوموناس پوتیدا	307/56d	126/87e	4/5d	2542/13b	2654/63 b	2414/1b
کمپوست	بدون کمپوست	295/64b	167/35b	4/64c	2896/54b	2996/54b	2443/5c
	%20	334/6a	194/21a	5/71a	3175/14a	3278/71a	3228/5a
	%40	297/57b	168/75b	4/89b	2848/32b	2948/32b	2930/5b
	%60	262/25c	140/92c	4d	2378/71c	2471/57c	1762/6d

حروف متفاوت در هر ستون اختلاف معنی‌داردر سطح احتمال 5 درصد را نشان می‌دهد

جدول 5- مقایسه میانگین اثرات متقابل باکتری های محرک رشد گیاهی و کمپوست مصرف شده قارچ بر صفات کمی گیاه گوجه فرنگی

ترکیب تیماری	کمپوست	ارتفاع بوته (سانتی‌متر در گلدان)	روز تا گلدهی	مجموع عملکرد (کیلو گرم در گلدان)	تعداد میوه در گلدان		
					شمارش اول	شمارش دوم	شمارش سوم
	0	109^{nm}	73 ^{ab}	7/75 ^{no}	20/25^{f-k}	20/33^{e-i}	19/5^{c-f}
	%20	110^{m}	75 ^{a}	10/75 $^{e-h}$	24/25^{de}	24^{cd}	20^{c-f}
بدون باکتری	%40	105^{n}	75 ^{abc}	9/75 ^{jki}	19/25^{i-l}	20/5^{e-i}	18/25^{d-h}
	%60	91/5^{o}	73/25 ^{abc}	6/75^{f}	17/25^{lm}	18^{hij}	16^{g-k}
	0	190/5^{b}	66/5 ^{gh}	11/5^{de}	25/5^{cd}	25/5^{bc}	21/25^{cd}
سودوموناس	%20	195^{a}	64 ^{h}	16 ^{a}	32/5^{a}	32/5^{a}	28/25^{a}
فلورسنس 22	%40	189/25^{b}	66/5 ^{gh}	14 ^{c}	29^{b}	28^{b}	24/75^{b}
	%60	168/25^{c}	66/25 ^{h}	9^{mkl}	23^{def}	23^{cde}	20/5^{cde}
	0	122/5^{k}	67 ^{gh}	8/75 ^{ml}	20/5^{f-j}	21/5^{d-g}	19/5^{c-f}
سودوموناس	%20	129/25^{j}	67 ^{gh}	11/25 ^{def}	22^{e-i}	22/25^{cde}	20/25^{cde}
فلورسنس 18	%40	118^{l}	68 ^{ghf}	10 ^{hij}	17/5^{klm}	18/5^{f-g}	17^{f-j}
	%60	110/5^{m}	66/75 ^{gh}	7/25 ^{po}	15/75^{mn}	16/5^{kj}	15^{ijk}
	0	146/5^{ef}	68 ^{ghf}	8/5 ^{mn}	20/25^{f-k}	21^{d-h}	*18/75^{d-g}*
آزوسپریلیوم	%20	156/25^{d}	68/75 $^{e-h}$	11/25 ^{p}	23/5^{de}	21/75^{def}	19/75^{c-f}
لیپوفروم	%40	138/25^{i}	68 ^{fgh}	10/5 $^{f-i}$	17/5^{klm}	17/25^{ijk}	15/75^{g-k}
	%60	117^{l}	68/25 ^{fgh}	7 ^{po}	18/75^{kl}	18/25^{g-j}	15/25^{h-g}
	0	143^{fhj}	70/5 $^{c-f}$	11/25 ^{def}	20^{g-l}	20 $^{e-i}$	17/5^{e-i}
سودوموناس	%20	154/25^{d}	68/25 ^{fgh}	15 ^{b}	27/25^{bc}	27/25^{b}	22/25^{bc}
پوتیدا 168	%40	141/25^{hji}	65/75 ^{h}	13/5 ^{c}	19/25^{i-l}	19/75^{e-j}	17^{f-j}
	%60	119/25^{kl}	67 ^{gh}	9/75 ^{ijk}	15^{mn}	16/5^{kj}	14^{jk}
	0	137/75^{i}	66/5 ^{gh}	9/5 ^{jkl}	20^{g-l}	20^{e-i}	17/5^{e-i}
آزوسپریلیوم	%20	147^{e}	67/5 ^{gh}	11/75 ^{d}	22/75^{efg}	22/75^{cde}	19/5^{c-f}
sp	%40	138^{I}	71/5 $^{b-e}$	10/25 $^{g-i}$	19^{jkl}	20/5^{e-i}	17/75^{e-i}
	%60	117^{l}	72/5 $^{a-d}$	6/75 ^{p}	14/25^{n}	14/25^{n}	13^{k}
	0	140^{hi}	73 ^{abc}	8/75 ^{ml}	19/75^{h-l}	20/5^{e-i}	18^{e-i}
سودوموناس	%20	145/25^{efg}	72/75 $^{a-d}$	11 $^{d-g}$	22/25^{e-h}	22/75^{cde}	20^{c-f}
پوتیدا 41	%40	131/25^{j}	72/5 $^{a-d}$	10 ^{hig}	19/75^{h-l}	20/75^{d-h}	19/25^{c-f}
	%60	117/25^{l}	73 ^{abc}	7/33 ^{po}	17/25^{lm}	18/25^{g-j}	15/75^{g-k}

حروف متفاوت در هر ستون اختلاف معنی‌داردر سطح احتمال 5 درصد را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش استفاده از کمپوست مصرف شده قارچ باعث افزایش عملکرد گیاهان گوجه‌فرنگی شد و بیشترین مقدار برای اکثر صفات در 20 درصد از این کود آلی حاصل شد. اثر مثبت قابل توجه این کود آلی به خصوص در سطوح پایین آن را می‌توان به نقش مثبت این کود در بهبود خواص فیزیکی خاک و ظرفیت نگه‌داری آب و همچنین تا حدودی به عرضه عناصر غذایی توسط آن نسبن داد بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان اظهار نمود که در سطوح بالای جایگزینی این ماده در بستر کشت به علت تجمع املاح، مقدار EC افزایش یافته و سبب کاهش رشد گیاه می‌گردد. در این مطالعه تلقیح با باکتری‌های محرک رشد و به ویژه باکتری *سودوموناس فلورسنس*[1] 22 باعث افزایش عملکرد نسبت به سایر تیمارها شد. با توجه به جدول صفات محرک رشدی این باکتری‌ها (جدول 1) و نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان گفت که تلقیح با این باکتری‌ها از طریق تعدیل کردن اثرات ناشی از تنش شوری، تولید هورمون اکسین و بهبود رشد ریشه گیاهی و در نتیجه افزایش جذب عناصر غذایی و آب و همچنین کنترل عوامل بیمارگر باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی شدند.

1. *Pseudomonas fluorescens*

فهرست منابع:

1. امامی، ع. 1375. روش‌های تجزیه گیاه (جلد اول). انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب ، نشریه شماره 982. تهران، ایران ص 128.
2. پیوست، غ. 1388. سبزیکاری، چاپ پنجم. 380ص.
3. صالح راستین، ن .1377 . کودهای بیولوژیک .مجله علوم آب و خاک. (3):1-36
4. فاطمی سیدلر ، ل ؛ طباطبایی، س ج؛ فلاحی، ا. 1388، اثر سیلیسیم بر رشد و عملکرد گیاه توت‌فرنگی در شرایط تنش شوری، مجله علوم باغبانی، جلد 23، شماره1، صص 88-95.
5. وهابی ماشک، ف.، میر حسینی. ح.، شرفاء، م. 1390. بررسی تأثیر کاربرد کمپوست حاصل از تولید قارچ بر برخی از خصوصیات شیمیایی خاک لوم شنی. مجله پژهش‌های خاک (علوم خاک و آب). الف/ جلد2
6. Aslantas, R., Akmakc¸ R ., b.c, and Sahin, F. 2007. Growth promotion and protection against salt stress by pseudomonas putida Rs-198 on cotton. Soil. biol, 111: 371-377.
7. Bharathi, R., R. Vivekananthan, S. Harish, A. Ramanathan and R. Samiyappan. 2004, Rhizobacteria-based bio-formulations for the management of fruit rot infection in hillies. J. Crop. Protec. 23: 835–843.
8. Bashan Y.G. Holguin, L.E. and de-Bashan. 2004. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural and environmental advances. J. Can. Microbiol. 50: 521–577.
9. Bashan, Y., and Holguin, G. 1997. Azospireillum /plant relationship: environmental and physiological advances. Can. J. Microbiol. 43: 103-121.
10. Belimov, A.A., Safronova, V.I., Sergeyeva, T.A., Egorova, T.N., Matveyeva, V.A., Tsyganov, V.E., Borisov, A.Y., Tikhonovich, I.A., Kluge, C., Preisfeld, A., Dietz,K.J., and Stepanok, V.V. 2001. Characterization of plant growth promoting rhizobacteria isolated from polluted soils and containing1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase. Can. J.Microbiol. 47: 642-652.
11. Bowen GD, and Rovira AD . 1999. The rhizosphere and its management to improve plant growth. Adv. Agron. 66:91-102.
12. Cakmakci, R., Donmez, M.F., and U. Erdogan. 2007. The effect of plant growth promoting rhizobacteria on barley seedling growth, nutrient uptake, some soil properties and bacterial counts. Turk. J. Agric. 31: 189-199.
13. Cattelan, A.J., P.G. Hartel and J.J., Fuhrmann. 1999. Screening for plant growth-promoting rhizobacteria to promote early soybean growth. Am. J. Soil Sci. Soc. 63:1670–1680.
14. De Silva, A., Petterson, K., Rothrock, C., and Moore, J. 2000. Growth promotion of high bush blueberry by fungal and bacterial inoculants. Hort. Sci. 35(7), 1228–1230.
15. Dileepkumar, B.S., and Dube, H. C., 1992, Seed bacterization with fluorescent pseudomonads for enhanced plant growth, yield and disease control. Soil Biol. Biochem. 24: 539-542. Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, A., Ptacek, D., Vanderleyden, J., Dutto, P., Labandera-Gonzalez, C., J. Caballero-Mellado, J.F. Aguirre, Y. Kapulnik, S. Brener, S. Burdman, D. Kadouri, S. and Sarigand Y. O . 2001. Responses of agronomically important crops to inoculation with Azospirillum. J. G. Breed. 40:51-60.
16. Egamberdiyeva D.2007.The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. Appl. Soil. Eco. 36:184-189.
17. Earnapalli, V. N., 2005. Screening of antagonistic microorganisms for biological control of early blight of tomato caused by Alternaria solani. M. Sc. (Agri.) Thesis, Univ. Agri. Sci., Dharwad (India).

18. García de Salamone I.E., Hynes, R.K., and Nelson, L.M. 2001. Cytokinin production by plant growth promoting rhizobacteria and selected mutants. Can. J. Microbiol. 47: 404-411.
19. Glick BR . 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Can. J. Microbiol. 41: 109-117.
20. Glick, B.R., D.M Penrose and J., Li. 1998. A model for the lowering of plant ethylene concentrations by lant growthpromoting bacteria. J. Theor. Biol. 190:3-68.
21. Gonani, Z., Riahy, H., and Sharifi, K. 2011. Impact of using leached spent mushroom compost as a partial growing media for horticultural plants. J. plant. Nutr, 34: 337-344.
22. Gravel, V., Antoun, H., and Tweddell, R.J., 2007. Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with Pseudomonas putida or Trichoderma atroviride: possible role of indole acetic acid (IAA). Soil. Biol. Biochem. 39, 1968–1977.
23. Hilali, A., PrŽvost, W.J. Broughton., H. and Antoun, A. 2000. Potential use of Rhizobium leguminosarum bv.trifolii as plant growth promoting rhizobacteria with wheat. Abstract. 17th North American Conference onSymbiotic Nitrogen Fixation. Laval University, Quebec, Canada, 23-28.
24. Jeon J.S., Lee S.S., Kim H.Y., Ahn T.S., and Song H.G. 2003. Plant growth promotion in soil by som inoculated application of Azotobacter, Azospirillumand Beijerinckiaon leaf yield andquality of mulberry (Morusalba). J. Agric. Sci. 134: 227-234.
25. 25- Jacob, H., Clarke, G. 2002. Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Method. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. 1692 p.
26. Jonathan, S.G., Muritala, M. L., and Olusola, J.O. 2011. Effect of Spent Mushroom Compost of Pleurotus pulmonarius on Growth Performance of Four Nigerian Vegetables. Mycobiol. 393: 164-169 .
27. Kloepper, J.W., and C. J. Beauchamp. 1992. A review of issues related to measuring of plant roots by bacteria. Can. J. Microbiol. 38:1219–1232
28. Kubilay Onal, M., and Topcuoglu, B. 2007. The Effect of Spent Mushroom Compost on The dry matter mineral content of Pipper (Piper Nigrum) grown in greenhouse. Akdeniz University Vocational High School Of Technical Sciences.Turkey, Tropentag, 9-11
29. Lugtenberg, B., T.Chin-A-Woeng., and Bloemberg, G. 2002. Microbe– plant interactons: principles. Antonie van Leeuwenhoek 81: 373–383,
30. Martinez–Toledo., M.V., T, Rubia J. Moreno J., and Gonzalez–Lopez. 1988. Root exudates of zea mays and production of auxins, gibberellins and cytokinins by Azotobacter chroococuum. Plant . soil, 110:149-152.
31. Medina, E., Paredes, C., Pérez-Murcia, M.D., Bustamante, M.A., and Moral, R. 2009. Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants. Bio. Tech. 100: 4227–4232.
32. 32- Meikle, A., Amin-Hanjani, S., Glover, L.N., Killham, K., and Prosser, J. 1995. Matric potential and the survival and activity of a Pseudomonas fluorescens in soil. Soil. Biol. Biochem. 27(7): 881-892.
33. Mirgahed, H.A., Ahmed, A.E., and Abd El-Ghany, B.F. 2004. Effect of different bacterial strains as biofertilizera gents on growth, production and oil of Apium graveolense under Calcareous soil. J. Agric. Sci. 12: 511-525.
34. Mirza, M.A.B., Shamsuddin, Z.H., Zakaria, W., and Marziah, M. 2005. High-yielding and quality banana production through plant growth promoting rhizobacterial inoculation. Fruits, 60: 179-185.
35. Patten, CL., and Glick BR . 2002. Role of Pseudomonas putidaandindole acetic acid in development of the host plant root system. Appl. Environment. Microbiol. 68: 3795-3801.

36. Peregrina, F., Larrieta, C., Martin, I., Martinez-Vidaurre, J.M., and Garcia-Escudero, E. 2009. Effect of application spent mushroom compost as organic amendment in vineyard soil of theorigin denomination Rioja (Spain). Gheophysical Research Abstract, 11: 368-375 .

37. Polat, E., and Uzun, H.I., Topçuo_glu, B., Önal, K., Onus, A.N., Karaca, M., 2009. Effects of spent mushroom compost on quality and productivity of cucumber (Cucumis sativus L.) grown in greenhouses. Afric. J. Biotech. 8: 176-180.

38. Riahi, H., and Azizi, A. 2006. Leached SMC as a component and replacement for peat in casing soil and increasing dry matter in mushroom. In: Proceedings of 2nd International Spent Mushroom Substrate Symposium, University Park, PA: The Penennsylvania State University, cd. K. Paley, pp. 41-46 .

39. Ribas, L.C.C., de Mendonça, M.M., Camelini, C.M. and Soares, C.H.L., 2009. Use of spent mushroom substrates from Agaricus subrufescens (syn. A. blazei, A. brasiliensis) and Lentinula edodes productions in the enrichment of a soil-based potting media for lettuce (Lactuca sativa) cultivation: Growth promotion and soil bioremediation. Biores. Technol, 20: 4750–4757.

40. Run-Hua, Z., Zeng-Qiang, D., and Zhi-Guo, L. 2012. Use of Spent Mushroom Substrate as Growing Media for Tomato and Cucumber Seedlings. Soil. Sci. Soc. China, 22: 333-342.

41. Sagar, M.P., Ahlawat, O.P., Raj, D., Vijay, B., and Indurani, C. 2009. Indigenous Technical Knowledge about the Use of Spent- Mushroom Substrate. In. J. Trad. Knowledge, 8: 242-248 .

42. 43-Shaharoona B.M., Z. Arshad A. Zahir and A., Khalid. 2006a. Performance of Pseudomonas spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (Zea mays L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil. Biol. Biochem. 38:2971–2975

43. Vavrina, C. S. 1999. Plant Growth promoting Rhizobacteria via a Transplant Plug Delivery System in the Production of Drip Irrigated Pepper. Swfrec Station Report-VEG99.6. University of Florida, FL.

44. Webster, A.W., and Buckerfield, J., C. 2007. Spent Mushroom Compost for Viticulture. Ecoresearch, 7blackburn. 22: 323-336 .

45. Wever, G., and Straatsma. A.M.M, G. 2005. potential of adapted mushroom compost as growing medium in horticulture. Acta. Hort, 697: 171-177.