# کاربرد زادمایه‌های باکتری *سودوموناس فلورسنس* بر برخی شاخص‌های رشد و جذب عناصر غذایی ذرت

**شایان شریعتی[1]، حسینعلی علیخانی[2*]**

تاریخ دریافت: 92/9/27 تاریخ پذیرش: 93/9/15

1-عضو باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

2- استاد گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه تهران

*مسئول مکاتبه: halikhan@ut.ac.ir

**چکیده**

هدف از این پژوهش بررسی پتانسیل کاربرد مواد مختلف به عنوان حامل باکتری و تاثیر سودمند باکتری محرک رشد گیاه از گونه *سودوموناس فلورسنس* برعملکرد گیاه ذرت و جذب برخی عناصر غذایی بوده است. آزمایش به صورت بلوک کاملا تصادفی با هفت تیمار زادمایه، سه تیمار کود فسفره و تیمار شاهد با چهار تکرار در سال 1391 در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام گردید. مواد حامل شامل پرلیت، بنتونیت، خاک فسفات، ورمی-کمپوست و سه فرمولاسیون از این مواد بود که سوسپانسیون باکتری *سودوموناس فلورسنس* به این مواد اضافه شده و به مدت شش ماه نگهداری گردید. در پایان دوره نگهداری جمعیت باکتری ها اندازه گیری شده وسپس به ذرت تلقیح گردید. پس از دو ماه از رشد ذرت برخی شاخص‌های رشد و عناصر موجود در گیاه شامل فسفر، پتاسیم، آهن، مس و روی اندام هوایی اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد اگرچه در مورد فاکتورهای اندازه گیری شده تیمار سوپرفسفات تریپل از نظر مقدار بهتر بوده ولی در بسیاری از موارد دو زادمایه برتر ورمی‌کمپوست و پرلیت+ بنتونیت+ ورمی-کمپوست، ،تفاوت معنی‌داری با این تیمار کودی نداشتند ($p>0.05$). در صفات روی و آهن در اندام هوایی، زادمایه‌های برتر ورمی کمپوست و پرلیت+ بنتونیت+ ورمی کمپوست موفق‌تر بوده و در مورد فاکتور روی، اندام هوایی تفاوت معنی‌داری را با تیمار سوپر فسفات تریپل نشان داد($p<0.05$). استفاده از باکتری حل کننده فسفر *سودوموناس فلورسنس* به همراه ماده محرک رشد ورمی کمپوست موجب افزایش شاخص های رشد ذرت و کاهش مصرف کودهای شیمیایی گردید.

**واژه های کلیدی:** باکتری‌های محرک رشد، ذرت، عناصر غذایی، کود های زیستی، ورمی کمپوست

# The Application of *Pseudomonas fluorescens* Bacteria Inoculants on Certain Growth Indices and Nutrient Uptake in Maize

**Shayan Shariati[1], Hossein Ali Alikhani[2*]**

Received: December 18, 2013 Accepted: December 6, 2014
[1]Young Researchers and Elite Club, Rasht Branch, Islamic Azad University, Iran.
[2]Assoc. Prof., University of Tehran, Iran.
*Corresponding Author: halikhan@ut.ac.ir

**Abstract**

The aim of this study was to investigate the potential use of various substances as carriers of bacteria and beneficial effects of growth stimulant bacteria *Pseudomonas fluorescens* on yield and nutrient uptake of corn. The experiment was done as randomized block with 7 inoculant treatments, 3 phosphorus fertilizer treatments and control in four replicates in Agriculture and Natural Resources College of Tehran University in 2012. Carrier materials were perlite, bentonite, rock phosphate, vermicompost and three formulations of them which *Pseudomonas fluorescens* suspension was added to them and were stored for 6 months. Population of bacteria was measured at the end of storage period and then inoculated to maize plant. After two months of maize growth, some indicators and nutritive elements of plant such as phosphorus, potassium, iron, copper and zinc were measured in shoots. The results showed that although the amount of the measured factors in triple superphosphate treatment had the highestvalues, but it was not significant different from two superior treatments including vermicompost and perlite + bentonite + vermicompost in many cases ($p>0.05$). Zinc and iron in the shoot of superior treatments vermicompost and perlite + bentonite + vermicompost were more suitable and significant difference was observed between zinc in shoot and treatment of triple superphosphate ($p<0.05$).Based on the results, application of phosphorus solubilizing bacteria *Pseudomonas fluorescens* with plant growth promoting matter causes to increase in growth indices and decrease of fertilizer use.

**Keywords:** Biofertilizer, Maize, Nutrient Elements, Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Vermicompost

**مقدمه**

عملیات زراعت فشرده که ضامن محصول و کیفیت بالاست، نیاز به استفاده گسترده از کودهای شیمیایی دارد که پر هزینه بوده و مشکلات زیست محیطی بسیاری ایجاد می‌کند (چن و همکاران 2006). بنابراین در سالهای اخیر توجه محققین کشاورزی به کودهای زیستی به عنوان جایگزین مناسب برای تمام یا بخشی از کودهای شیمیایی معطوف شده است. استفاده از کودهای زیستی حاوی ریز سازواره‌های سودمند به جای مواد شیمیایی موجب بهبود رشد گیاه شده و به

حفظ سلامت محیط زیست و باروری خاک کمک می-نماید (ارهان و همکاران 2006، رزاس و همکاران 2009،آدسیمیو و همکاران 2009). *سودوموناس*ها گونه‌هایی از باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR)[1] هستند که توانایی تولید سیدروفور، اندول استیک اسید، ACC[2]-دآمیناز و به ویژه انحلال فسفات‌های نامحلول به وسیله این باکتری‌ها توسط بسیاری از محققین به اثبات رسیده است (ساموئل و موتاکاروپان 2011، یانگ و همکاران2011). شاهرونا و همکاران (2006) با مطالعه اثر سویه های مختلف *سودوموناس* بر رشد ذرت نشان دادند که این باکتری می‌تواند وزن خشک ذرت را در مقایسه با شاهد افزایش دهد. هامدا و همکاران (2008) بیان کردند که اضافه کردنباکتری *سودوموناس فلورسنس* باعث افزایش عملکردذرت می-شود. باست میا و همکاران (2010) نیز افزایش عملکرد موز، جذب عناصر غذایی و فعالیت فتوسنتزی را در اثر تلقیح با باکتری *سودوموناس* گزارش کردند. وارد نمودن باکتری به صورت مستقیم و یا سوسپانسیون در خاک مقدور نبوده و اصولا به همراه یک ماده حامل انجام می پذیرد. .حامل باکتری (Bacterial carrier) به ماده جامد،نیمه جامد یا مایعی اطلاقمی‌شود که قادر است جمعیت مشخصی از باکتری مورد نظر را در مدت معین و به تعداد قابل قبولی در خود حفظ نماید و وسیله‌ای برای عرضه باکتری به سطح بذر یا ریزوسفر گیاه باشد. هدف از این پژوهش بررسی پتانسیل موادی چون پرلیت (آلبردا و همکاران 2008)، بنتونیت (بشارتی و همکاران 1383) خاک فسفات، ورمی کمپوست (گندی و سیواکومار 2010) و ترکیبی از این مواد در فرایند تولید زادمایه زیستی باکتری محرک رشد گیاه *سودوموناس فلورسنس* و نقش آن در افزایش رشد و جذب عناصرغذایی گیاه ذرت بوده است.

## مواد و روش ها

### انتخاب باکتری ها

با توجه به اطلاعات موجود در بانک ژن باکتری-های مفید خاکزی گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، از این بانک ژن تعداد ده سویه از باکتری‌های سودوموناس فلورسنس و سینوریزوبیوم ملیلوتی[3] که بالاترین میزان حل کنندگی فسفات‌های نامحلول آلی و معدنی را داشتند، انتخاب شده و معذالک مجددا آزمون‌های نیمه کمی لازم از نظر انحلال فسفات‌های نامحلول آلی و معدنی بر روی آنها انجام گردید (جئون و همکاران 2003). بعد از انتخاب بهترین باکتری از لحاظ توان انحلال فسفات‌های نامحلول تست‌های توان تولید سیدروفور(الکساندر و زوبر 1991)، اندول استیک اسید (پاتن و گلیک 2002) و توانایی تولیدآنزیم ACC– دآمیناز (آمیکو و همکاران 2005) نیز بر روی باکتری مورد نظر انجام شد.

### تهیه مواد حامل

در این آزمایش از مواد حامل پرلیت، ورمی-کمپوست، خاک فسفات، بنتونیت و ترکیبی از آنها شامل پرلیت+ بنتونیت+ ورمی‌کمپوست(P+ B+ V)، پرلیت+ بنتونیت+ خاک فسفات(P+ B+ R) و پرلیت+ بنتونیت+ خاک فسفات+ ورمی کمپوست (P+ B+ R+ V) استفاده گردید. ورمی‌کمپوست از مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، خاک فسفات پودری و پرلیت از موسسه تحقیقات خاک و آب کشور و بنتونیت سدیمی نیز از شرکت فروش مواد شیمیایی تهیه شد.

### اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد حامل

مواد حامل مذکور ابتدا پودر شده و از الک 60 مش عبور داده شده و سپس در آون خشک گردیدند.

1- Plant Growth Promoting Rhizobacteria
2-Aminocyclopropane 1 Carboxylic Acid
3- *Sinorhizobium meliloti*

برخی خصوصیات فیزیکی وشیمیایی این مواد مانند pH،هدایت الکتریکی، پتاسیم محلول(اسپارکس 1996)، فسفر قابل جذب به روش اولسن، ماده آلی به روش والکی و بلک(کارتر و گریگوریج 2008)و عناصر آهن، مس و روی بوسیله دستگاه جذب اتمی مدل Shimadzu AA670 اندازه‌گیری شد (لیندزی و نورول 1978). همان طور که در جدول 1 مشاهده می شود موادی که به عنوان حامل مورد استفاده قرار گرفتند، خصوصیات متفاوتی داشته، به طوری که در بین آنها ورمی کمپوست بیشترین میزان ماده آلی و عناصر غذایی را دارا بود ولی به دلیل تفاوت های موجود در مواد مانند قابلیت هدایت الکتریکی، pH، کربن آلی و ..... سه فرمولاسیون از اختلاط این مواد تهیه گردید.

**آماده‌سازی زادمایه‌ها و بررسی جمعیت باکتری در تیمارهای حامل**

ابتدا حامل‌ها استریل شده وسوسپانسیون باکتری *سودوموناس فلورسنس* تهیه و به حامل‌ها اضافه گردید. آنگاه بسته‌های مواد حامل ابتدا به مدت 15 روز در انکوباتور و دمای 28 درجه نگهداری و سپس تا پایان 180 روز در یخچال و در دمای 4 درجه سانتیگراد نگهداری شدند (مشهدی و همکاران 1383). در پایان 6 ماه دوره نگهداری جمعیت زادمایه‌ها با روش $CFU^{1}\ g^{-1}$ اندازه‌گیری گردید (آلبردا و همکاران 2008).

**آزمون گلخانه‌ای**

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی (RCBD) و با چهار تکرار، 7 تیمار زادمایه و 3 تیمار کودی سوپرفسفات تریپل، ساده، دی آمونیوم فسفات و گیاه شاهد( فاقد کود فسفره) انجام شد. برای انجام آزمون‌های گلخانه‌ای خاکی با بافت لومی و حاوی فسفر قابل جذب پایین مدنظر بود که با توجه به اطلاعات و نتایج مربوط به مطالعات قبلی از خاک سطحی (عمق 30-0 سانتیمتری) منطقه کردان شهرستان کرج در استان البرز تهیه گردید. خاکبعد از انتقال به آزمایشگاه، هوا خشک و کوبیده شده، از الک چهار میلیمتری عبور داده شد و به گلدان‌ها اضافه گردید. در این تحقیق از گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع 20 و قطر دهانه 18/5 سانتیمتر و وزن حدود 150 گرم استفاده شد. به هر گلدان چهار و نیم کیلوگرم خاک عبور کرده از الک چهار میلیمتری اضافه گردید. همچنین مقداری از خاک‌های نمونه‌برداری شده از الک دو میلیمتر عبور داده شد و خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک نیز مطابق جدول 2 اندازه‌گیری گردید (اسپارکس 1996،کارتر و گریگوریج 2008). بذر ذرت رقم 260 سینگل کراس از بانک ژن موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه گردید. برای عمل تلقیح خاک، بذرها ضد عفونی سطحی شده و آن‌گاه با توجه به نوع تیمار حامل مقدار 0/1 گرم از زادمایه‌های مختلف طبق طرح آزمایشی به خاک زیرین بذور درون گلدان‌ها اضافه گردید (باشان 1998). سپس گلدان ها بر اساس الگوی طرح آزمایشی بلوک‌های کاملا تصادفی و با چهار تکرار آرایش یافتند. قبل از کشت کوددهی بر اساس آزمون خاک با کود اوره به اندازه 300 کیلوگرم در هکتار به صورت تقسیط و در دو نوبت(زمان کاشت و یک ماه پس از کاشت، به‌طور متوسط در زمان 6-8 برگی)، کودهای سوپر فسفات تریپل، سوپر فسفات ساده و دی آمونیوم فسفات به مقدار 16 میلی گرم در هر کیلوگرم خاک (معادل 180، 420 و 220 کیلوگرم در هکتار ) به عنوان تیمار کود شیمیایی فسفره و سولفات پتاسیم 270 میلی گرم در کیلوگرم برای تامین کمبود پتاسیم خاک به گلدان‌ها اضافه شد. برای تامین عناصر کم مصرف نیز محلول هوگلند طی دو نوبت به گیاه اضافه گردید. بعد از سبز شدن بذرها و استقرار گیاهان، تعداد بوته‌ها به دو عدد در هر گلدان کاهش یافت. طول

1 -Colony Forming Unit

دوره رشد 60 روز، شدت روشنایی 15000 لوکس و طول دوره روشنایی در ابتدا وانتهای دوره رشد به ترتیب 12 و 14 ساعت بود. متوسط دمای گلخانه 26 درجه سانتیگراد و دامنه دمایی در گرمترین ساعات شبانه روز به 35 و در خنک‌ترین آن به 17 درجه سلسیوس می رسید. آبیاری بصورت روزانه و تا حدود 80% ظرفیت زراعی (FC)[1] به صورت وزنی انجام پذیرفت. بعد از 60 روز دوره نگهداری سبزینگی گیاه (برگ گیاه)به روش SCMR و بوسیله دستگاه کلروفیل متر KonicaMinolta مدل SPAD-502 اندازه‌گیری شد (حمیدی و همکاران 1389). پس از 60 روز از رشد گیاه و قبل از ورود گیاه به مرحله زایشی و گل‌دهی،به منظور برداشت گیاه بوته‌ها از روی سطح خاک بریده شده و برگ‌ها و ساقه از یکدیگر جدا گردیدند. ریشه‌ها و بخش هوایی گیاه به وسیله آون در دمای75 درجه سانتیگراد به مدت72 ساعت خشک شده، و وزن خشک نمونه‌ها بوسیله توزین با ترازو (دقت 0/01 گرم) اندازه گیری شد (حمیدی و همکاران 1389). سپس نمونه‌ها آسیاب و عصاره‌گیری شده و میزان فسفر، پتاسیم، آهن، مس و رویاندام هوایی اندازه‌گیریگردید (لیندزی و نورول 1978، رایان و همکاران 2001).داده های موجود با استفاده از نرم افزار SAS 9.2 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین داده‌های آزمایشی نیز با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

### توان انحلال فسفات‌های نامحلول معدنی و آلی

نتایج تجزیه واریانس این آزمون نشان داد که توانایی جدایه‌های مورد بررسی در انحلال فسفات‌های نامحلول معدنی و آلی دارای تفاوت معنی‌داری در سطح یک هزارم ($P<0.001$) می‌باشد (جدول 3 و 4).

**جدول 1- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد حامل باکتری**

| حامل | pH | قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m) | کربن آلی (%) | فسفر قابل جذب (mg/kg) | نیتروژن (%) | پتاسیم (mg/kg) | آهن (mg/kg) | مس (mg/kg) | روی (mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| پرلیت | 6/28 | 0/1535 | 0 | 0 | 0 | 2/08 | 18/02 | 5/9 | 9/65 |
| بنتونیت | 8/02 | 0/96 | 0 | 0 | 0 | 3/98 | 15/1 | 1/52 | 0/51 |
| خاک فسفات | 7/64 | 0/558 | 0 | 0 | 0 | 1/03 | 8/27 | 0/41 | 3/38 |
| ورمی کمپوست | 7/34 | 1/72 | 17/7 | 1375 | 7/4 | 378/83 | 112/86 | 12/85 | 53/1 |

**جدول 2- خصوصیات خاک مورد استفاده برای کشت ذرت[1]**

| ویژگی | بافت | قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m) | اسیدیته pH | کربن آلی (%) | نیتروژن (%) | فسفر (mg/kg) | پتاسیم (mg/kg) | مس (mg/kg) | آهن (mg/kg) | روی (mg/kg) | تعداد باکتری (CFU/g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار | لومی | 0/70 | 8/20 | 0/09 | 0/053 | 4/10 | 190 | 1/8 | 3/67 | 4/58 | $9/2\times10^6$ |

1 - Field Capacity

**جدول 3- نتایج تجزیه واریانس آزمون نیمه کمی انحلال(قطر هاله به کلونی) فسفات‌های نامحلول آلی**

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات |
|---|---|---|
| جدایه | 9 | 1/6** |
| خطا | 20 | 0/098 |
| cv (درصد) | - | 7/886 |

** نشانگر معنی داری در سطح احتمال 1 درصد میباشد

**جدول 4- نتایج تجزیه واریانس آزمون نیمه کمی(قطر هاله به کلونی) انحلال فسفات‌های نامحلول معدنی**

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات |
|---|---|---|
| جدایه | 9 | 0/471** |
| خطا | 20 | 0/021 |
| cv (درصد) | - | 7/156 |

** نشانگر معنی داری در سطح احتمال 1 درصد میباشد.

**جدول 5- مقایسه میانگین انحلال (قطر هاله به کلونی) فسفات‌های معدنی و آلی**

| جدایه | قطر هاله به کلونی (آلی) | قطر هاله به کلونی(معدنی) | جدایه | قطر هاله به کلونی (آلی) | قطر هاله به کلونی(معدنی) |
|---|---|---|---|---|---|
| *Sm*111 | 4/27$^{b}$ | 2/02$^{b}$ | *Ps*457 | 4/89$^{a}$ | 2/47$^{a}$ |
| *Sm*112 | 3/22$^{cd}$ | 1/39$^{e}$ | *Ps*99 | 4/83$^{a}$ | 2/44$^{a}$ |
| *Sm*135 | 3/02$^{d}$ | 1/69$^{dc}$ | *Ps*57 | 3/8$^{b}$ | 2/29$^{a}$ |
| *Sm*28 | 3/19$^{cd}$ | 1/59$^{de}$ | *Ps*59 | 4/95$^{a}$ | 2/53$^{a}$ |
| *Sm*29 | 3/71$^{bc}$ | 1/93$^{bc}$ | *Ps*66 | 3/8$^{b}$ | 1/95$^{bc}$ |

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در سطح 5 درصد نشان داد (جدول 5) که اگرچه اختلاف معنی‌داری بین جدایه شماره *Ps*59 و*Ps*457 مشاهده نشد (P>0/05) ولی جدایه شماره *Ps*59 بیشترین میزان قطر هاله به قطر کلنی را در آزمون های نیمه کمی انحلال فسفات های نامحلول آلی و معدنی دارا بود.

با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون‌های انحلال فسفات‌های نامحلول، جدایه *Ps*59 به عنوان باکتری برتر از لحاظ توان انحلال فسفات‌های نامحلول آلی و معدنی انتخاب و برای مرحله بعدی آزمایش و تلقیح به حامل‌ها در تولید زادمایه زیستی استفاده گردید. محققین بسیاری توان انحلال فسفات‌های معدنی و آلی توسط جنس‌های متعلق به خانواده *سودوموناس* را گزارش کرده‌اند (محبوب و همکاران، 2009، شدوواو همکاران 2008). بررسی نتایج آزمون ACC- دآمیناز جدایه شماره 59 نشان داد که این باکتری از لحاظ تولید ACC- دآمیناز در حد متوسط بود. شاهورانا و همکاران (2008) در مطالعه خود برای دو جدایه

*سودوموناس فلورسنس* گزارش نمودند که هر دو جدایه دارای توان تولید آنزیم ACC-دآمیناز می‌باشند. نتایج آزمون توانایی تولید فیتوهورمون اندول استیک اسید (IAA)[1] نیز نشان داد جدایه شماره 59 توانایی تولید 2/93 میلی گرم در لیتر اندول-3 استیک را دارد. ساموئل و موتاکاروپان (2011) در بررسی خصوصیات محرک رشدی باکتری‌های *سودوموناس* جداسازی شده از برنج گزارش نمودند که تمامی جدایه-ها توانایی تولید اندول استیک اسید را دارند. همچنین آزمون تولید سیدروفور نیز مثبت بوده و قطر هاله به کلونی 2/02 بدست آمد که نشان دهنده توانایی باکتری در تولید سیدروفور می‌باشد. نقش موثر گونه *سودوموناس فلورسنس* درتولید سیدروفور توسط بسیاری از محققین به اثبات رسیده است (مایر2000، یانگو همکاران 2011). بعد از نگهداری زادمایه‌ها به مدت 6 ماه در هنگام تلقیح به گیاه ذرت جمعیت آنها به روش $CFU\ g^{-1}$ اندازه گیری شد (جدول 6)، که تیمار پرلیت+ بنتونیت+ ورمی کمپوست (P+ B+ V)، ورمی کمپوست (V) و پرلیت+ بنتونیت+ خاک فسفات+ ورمی کمپوست (P+ B+ R+ V) به ترتیب با $6/51\times10^7$، $2/41\times10^7$ و $10^7$ باکتری به ازای هر گرم ماده حامل بیشترین جمعیت را دارا بودند و اختلاف معنی‌داری در سطح 1 درصد با سایر تیمارها داشتند($P<0.01$).پرلیت به دلیل ظرفیت بافری و ماده آلی پائین به تنهایی حامل مناسبی محسوب نمی شود. بنتونیت علاوه بر ماده آلی کم بعد از جذب آب حالت چسبنده و خمیری پیدا کرده و شرایط تهویه‌ای مناسبی برای باکتری‌های هوازی *سودوموناس فلورسنس* ایجاد نمی کند (بشارتی و همکاران 1383). خاک فسفات نیز به دلیل فقدان مواد آلی، عناصر غذایی و ظرفیت نگهداری رطوبت بسیار پائین در ابتدا هم مقدار کمتری باکتری دریافت کرد و نتوانست حامل مناسبی باشد و ضعیف‌ترین حامل بود. هم‌چنین بررسی سکار و همکاران (2010) نشان داد که ورمی کمپوست نسبت به لیگنیت توانایی بیشتری در نگهداری باکتری دارد و افزایش نسبت ورمی کمپوست به لیگنیت باعث افزایش جمعیت باکتری می‌شود. در مورد تیمارهای ترکیبی نیز گندی و سیواکومار ( 2010) برتری تیمارهای ترکیبی را گزارش کردند..

**جدول 6- تیمار های آزمایشی کشت گیاه ذرت**

| حامل | پرلیت (P) | بنتونیت (B) | خاک فسفات (R) | ورمی کمپوست (V) | P+B+R | P+B+R+V | P+B+V |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جمعیت زادمایه هنگام تلقیح ($CFUg^{-1}$) | $1/35\times10^6$ | $8/31\times10^5$ | $5/48\times10^5$ | $2/41\times10^7$ | $8/95\times10^6$ | $10^7$ | $6/51\times10^7$ |

**جدول7- تجزیه واریانس اثر تیمارها بر روی شاخص های رشد و برخی عناصر در اندام هوایی گیاه ذرت**

| منابع تغییر | درجه آزادی | عملکرد ماده خشک | سبزینگی | فسفر | درصد پتاسیم | روی | آهن | مس |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | 3 | 13/67 | 15/03* | 0/0002 ns | 0/2 ns | 25/09 ns | 385/48* | 0/753 ns |
| تیمار | 10 | 190/4** | 17/24** | 0/0006** | 0/01ns | 106/84** | 1916/63** | 0/593 ns |
| خطا | 30 | 28/71 | 4/8 | 0/0001 | 0/027 | 10/21 | 122/91 | 0/41 |
| CV (درصد) | - | 10/05 | 7/28 | 11/91 | 6/67 | 12/50 | 15/45 | 14/43 |

**، * و ns بترتیب نشانگر معنی داری در سطح احتمال 1 و 5 درصد و غیر معنی دار می‌باشد.

1 – Indole -3-Acetic Acid

نتایج تجزیه واریانس تیمارها نشان داد(جدول 7) که اثر تیمارها بر روی وزن خشک ، کلروفیل، فسفر ، روی و آهن اندام هوایی در سطح 1 درصد معنی‌دار بوده ولی در مورد صفات درصد پتاسیم و مس اندام هوایی تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد..

مقایسه میانگین تیمارها در سطح 5 درصد نشان داد (جدول 8) بیشترین مقدار وزن خشک به ترتیب در تیمارهای کودی سوپرفسفات تریپل (9)، ساده (8)و دی آمونیوم فسفات (10)بوده ولی تفاوت معنی-داری بین این تیمارهای کودی و زادمایه‌های ورمی-کمپوست (4) و پرلیت+ بنتونیت+ ورمی-کمپوست(7)مشاهده نشد. شاهرونا و همکاران (2006) با مطالعه اثر سویه‌های مختلف *سودوموناس* بر رشد ذرت و در شرایط مختلف کودی نشان دادند که سویه-های مختلف این باکتری می‌توانند وزن خشک ذرت را در مقایسه با شاهد افزایش دهند. هامدا و همکاران (2008) بیان کردند که اضافه کردنباکتری *سودوموناس فلورسنس* باعث افزایش عملکرد گیاه می‌شود. افزایش رشد ساقه و ریشه در بسیاری از گیاهان زراعی توسط باکتری‌های *سودوموناس فلورسنس* به اثبات رسیده است (کمال2008). رزاس و همکاران (2009) بیان کردند بیشترین میزان عملکرد گیاه ذرت در اثر تلقیح باکتری *سودوموناس آئورانتیکا* به همراه کودهای شیمیایی بدست آمد. میا و همکاران (2010) نیز افزایش عملکرد، جذب عناصر غذایی و فعالیت فتوسنتزی را در اثر تلقیح با باکتری *سودوموناس* گزارش کردند.از آن‌جایی که زادمایه ورمی کمپوست (4) و پرلیت+ بنتونیت+ ورمی-کمپوست (7) که تاثیر مثبت بر روی عملکرد گیاه داشتند حاوی ورمی کمپوست بوده‌اند، مقداری از این افزایش را می‌توان به حضور ورمی‌کمپوست نسبت داد. نتایج بررسی محققین نشان داد که ورمی کمپوست نقش مهمی در افزایش رشد و باروری گیاهان زراعی دارد (زالر 2007، تارتورا 2010). در مورد فاکتور سبزینگی مقایسه میانگین داده‌ها در سطح 5 درصد نشان داد که بیشترین مقدار سبزینگی را به ترتیب تیمارهای سوپر فسفات تریپل (9)، زادمایه ترکیبی پرلیت+ بنتونیت+ ورمی‌کمپوست (7)، ورمی‌کمپوست (4)، دی آمونیوم فسفات (10)و سوپر فسفات ساده (8) داشته و تفاوت معنی‌داری بین این تیمارها مشاهده نشد، ولی با سایر تیمار ها و تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار بود. هان و لی (2005) گزارش نمودند که باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) مقدار کلروفیل را در گیاهان افزایش داد. باشان وهمکاران (2006) نیز گزارش کردند که مقدار رنگدانه-های فتوسنتزی گیاه گندم در اثر تلقیح باکتری‌های محرک رشد گیاه بطور معنی‌داری افزایش یافت. کاوینو و همکاران (2010) بیان کردند در اثر تلقیح باکتری‌های محرک رشد گیاه جذب آهن افزایش یافته و در نتیجه فعالیت آنزیم‌های حاوی آهن نظیر کاتالاز و پراکسیداز افزایش یافته که این امر منجر به افزایش ساخت کلروفیل می‌شود. از آن‌جایی که در همه تیمارهای موثر ورمی کمپوست بکار رفته است، دلیل دیگر افزایش در مقدار کلروفیل را می‌توان احتمالا به وجود ورمی کمپوست در این زادمایه‌ها نسبت داد. تیونیسن و همکاران (2010) دلیل افزایش میزان کلروفیل را جذب عناصر غذایی نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، مس، و منگنز که در صورت استفاده از ورمی‌کمپوست به آسانی در دسترس گیاه می‌باشند، می‌داند. در مورد فسفر اندام هوایی نیز مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار را تیمارهای کودی سوپر فسفات تریپل (9) و دی آمونیم فسفات (10)داشتند ولی تفاوت معنی-داری بین این تیمارها و زادمایه‌های ورمی کمپوست (4) و پرلیت+ بنتونیت+ ورمی کمپوست (7) و سوپر فسفات ساده مشاهده نشد. محققین افزایش فسفر گیاه را در اثر تلقیح گیاهان باکتری‌های حل‌کننده فسفر بیان کردند (چن و همکاران 2006، ارهان 2006). ریزسازواره‌ها از طریق معدنی کردن فسفر آلی وانحلال فسفات‌های

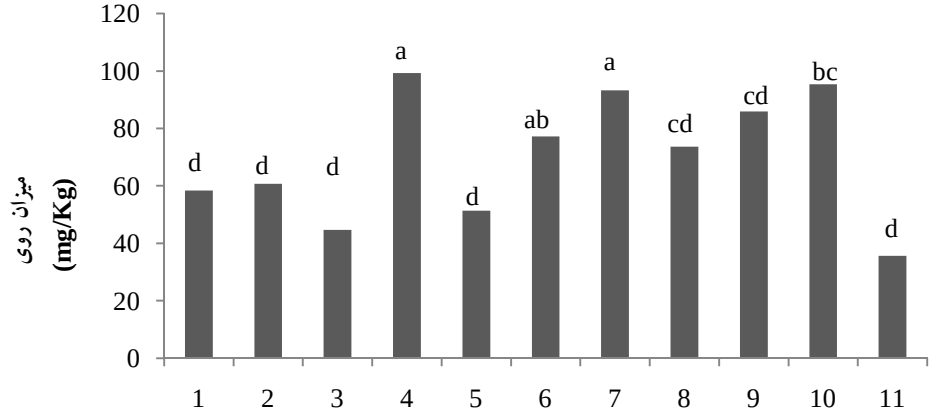
رسوب یافته فراهم سازی فسفر برای گیاهان را افزایش می‌دهند (چن و همکاران 2006، کانگ و همکاران 2002، رودریگوئز و همکاران 2006). این دسته از ریزسازواره‌ها گرچه فسفررا درساختار سلولی خود به خدمت می‌گیرند، ولی بخشی از آنرا که درمحیط آزاد شده است در اختیار گیاه قرارمی‌دهند. همچنین فسفرموجود در بیوماس میکروبی که به شکل غیر متحرک می‌باشد نیزبه صورت بالقوه برای گیاهان قابل استفاده است (فاگریا 2009). نتایج بررسی فرناندز و همکاران (2007) نشان داد که استفاده از باکتری های حل کننده فسفر بطور معنی‌داری باعث افزایش جذب فسفر و عملکرد گیاه سویا گردید. محققین بسیاری افزایش فراهمی فسفر قابل دسترس را در اثر استفاده از ورمی کمپوست گزارش کردند (مورسیاپرز و همکاران، 2006؛ فراراس و همکاران، 2006).

**جدول 8- مقایسه میانگین تیمارها از لحاظ وزن خشک، سبزینگی و فسفر اندام هوایی گیاه ذرت**

| تیمارها | وزن خشک گیاه (گرم) | سبزینگی | فسفر (درصد) |
|---|---|---|---|
| 1- پرلیت (P) | $48/82^{c}$ | $28/57^{bc}$ | $0/099^{b}$ |
| 2- بنتونیت (B) | $46/57^{c}$ | $28/66^{bc}$ | $0/088^{cd}$ |
| 3- خاک فسفات (R) | $47/72^{c}$ | $28/42^{bc}$ | $0/094^{cd}$ |
| 4- ورمی کمپوست (V) | $58/87^{ab}$ | $31/4^{ab}$ | $0/113^{ab}$ |
| 5- پرلیت+ بنتونیت+ خاک فسفات (P+ B+ R) | $47/97^{c}$ | $28/75^{bc}$ | $0/097^{bc}$ |
| 6- پرلیت+ بنتونیت+ خاک فسفات+ ورمی کمپوست (P+ B+ R+ V) | $46/975^{c}$ | $30/37^{bc}$ | $0/096^{cd}$ |
| 7- پرلیت+ بنتونیت+ ورمی کمپوست (P+ B+ V) | $54/73^{bc}$ | $31/73^{ab}$ | $0/104^{ac}$ |
| 8- سوپر فسفات ساده (SSP)[2] | $62/55^{ab}$ | $31/11^{b}$ | $0/107^{ac}$ |
| 9- سوپر فسفات تریپل (TSP)[3] | $64/35^{a}$ | $34/56^{a}$ | $0/121^{a}$ |
| 10- دی آمونیوم فسفات (DAP)[4] | $59/81^{ab}$ | $30/17^{bc}$ | $0/117^{ab}$ |
| 11- شاهد (Blank) | $46/17^{c}$ | $27/15^{c}$ | $0/077^{d}$ |

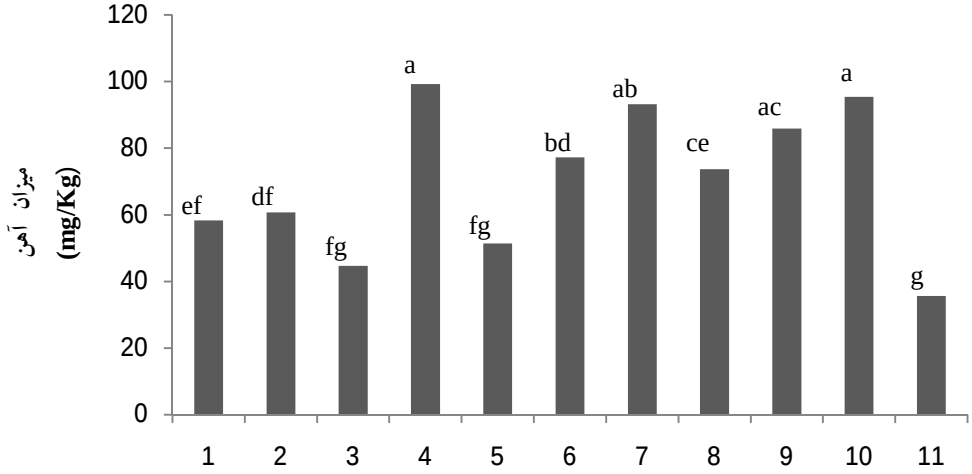
در مورد فاکتور روی اندام هوایی همان‌طور که در شکل 1 مشاهده می‌شود بیشترین مقدار روی به ترتیب در زادمایه‌های ورمی‌کمپوست (4)، زادمایه ترکیبی پرلیت+ بنتونیت+ ورمی‌کمپوست (7) و زادمایه ترکیبی پرلیت+ بنتونیت+ خاک فسفات+ ورمی کمپوست (6) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری بین این زادمایه‌ها با تیمارهای کودی و شاهد مشاهده گردید. دلیل این افزایش را می‌توان اینگونه بیان کرد که باکتری‌های *سودوموناس فلورسنس* با تولید اسیدهای آلی و کاهش pH منجر به افزایش روی شده و در نتیجه جذب آن را توسط گیاه افزایش می‌دهد (دیسیمین و همکاران 1988). بررسی تریق و همکاران (2007) نشان داد، کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه باعث افزایش مقدار روی در گیاه برنج شد. استیکن و همکاران (2006) بیان کردند که تلقیح گیاهان با باکتری‌های *سودوموناس* و *اسینتوباکتر*[1] جذب روی، فسفر و آهن در گیاهان را افزایش داد. محققین مهمترین عامل انحلال روی توسط باکتری‌ها را تولید اسید و کاهش pH می‌دانند (ساراتامبال و همکاران2010). از سوی دیگر برتری زادمایه‌های ورمی کمپوست و ترکیبات حاوی ورمی‌کمپوست احتمالا به

[1] *Acinetobacter*




**شکل 1- میانگین میزان روی اندام هوایی ذرت تحت تأثیر تیمارهای مورد بررسی، حروف متفاوت بین تیمارها بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.**

**1- پرلیت، 2- بنتونیت، 3- خاک فسفات، 4- ورمی کمپوست، 5-پرلیت+ بنتونیت+ خاک فسفات، 6- پرلیت+ بنتونیت+ خاک فسفات+ ورمی‌کمپوست، 7- پرلیت+ بنتونیت+ ورمی‌کمپوست، 8- سوپر فسفات ساده، 9- سوپر فسفات ساده تریپل، 10- دی آمونیوم فسفات، 11- شاهد. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد**




**شکل 2- میانگین آهن اندام هوایی ذرت تحت تاثیر تیمارها، .حروف متفاوت بین تیمارها بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد براساس آزمون دانکن می‌باشد.**

**1- پرلیت، 2- بنتونیت، 3- خاک فسفات، 4- ورمی کمپوست، 5-پرلیت+ بنتونیت+ خاک فسفات، 6- پرلیت+ بنتونیت+ خاک فسفات+ ورمی‌کمپوست، 7- پرلیت+ بنتونیت+ ورمی‌کمپوست، 8- سوپر فسفات ساده، 9- سوپر فسفات ساده تریپل، 10- دی آمونیوم فسفات، 11- شاهد. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد**

دلیل وجود مواد هیومیکی و افزایش زیست فراهمی عناصر غذایی ماکرو و میکرو به ویژه فسفر، نیتروژن، آهن و روی می‌باشد (جارکی و همکاران 2005، چن و همکاران 2006). در مورد کمتر بودن روی در اندام هوایی گیاهانی که دی آمونیوم فسفات(10)، سوپر فسفات ساده (8) و تریپل (9) دریافت کرده بودند، نیز می‌توان این‌گونه بیان کرد که اگر فسفر اضافی با مقدار زیادی از روی که به صورت طبیعی در دسترس گیاه است ترکیب شود، نتیجه آن کمبود روی می‌باشد (ریبریو-فیلهو و همکاران 2001، میشرا و ابیدی 2010).

در مورد آهن اندام هوایی همانطور که در شکل 2 مشاهده می‌شود تیمار ورمی کمپوست (4) بیشترین مقدار روی اندام هوایی را داشته ولی تفاوت معنی‌داری در سطح 5 درصد یا تیمارهای دی آمونیوم فسفات(10)، پرلیت+ بنتونیت+ ورمی کمپوست(7) و سوپرفسفات تریپل (9) نداشت. انحلال ترکیبات آهن و افزایش جذب آهن توسط گیاه را می‌توان به باکتری‌های *سودوموناس فلورسنس* که توانایی تولید سیدروفور دارند، نسبت داد (مایر 2000، یانگو همکاران 2011). در مورد استفاده گیاهان از سیدروفورهای تولیدی توسط باکتری‌ها نیز گزارش‌های متعددی وجود دارد (شارما و همکاران 2003، احمد و همکاران 2006). استیکن و همکاران (2006) هم افزایش جذب آهن توسط گیاهان تلقیح شده با باکتری *سودوموناس* را گزارش کردند. در مورد برتری تیمار ورمی کمپوست و تیمارهای حاوی این ماده محققین زیادی افزایش آهن قابل استفاده گیاه را در اثر استفاده از ورمی کمپوست بیان نمودند (پرابها و همکاران 2007، هاشمی مجد و همکاران 2004).

**نتیجه گیری کلی**

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از ورمی کمپوست و ترکیبات حاوی ورمی‌کمپوست در تهیه زادمایه باکتری حل‌کننده فسفات‌های نامحلول *سودوموناس فلورسنس* و به عنوان کود زیستی در افزایش شاخص‌های رشد گیاه ذرت مناسب بوده است. نتایج نشان داد که تیمارهای پرلیت+ بنتونیت+ ورمی کمپوست و ورمی‌کمپوست بیشترین جمعیت باکتری را داشته و استفاده از زادمایه باکتری *سودوموناس فلورسنس* محرک رشد گیاه موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک گیاه، کلروفیل و فسفر اندام هوایی نسبت به گیاه شاهد گردید. هم‌چنین اگرچه در بعضی فاکتورها از لحاظ مقدار از تیمارهای کود شیمیایی کمتر بودند، ولی نسبت به این تیمارها تفاوت معنی داری نشان ندادند.در مورد فاکتور روياندام هوایی زادمایه‌های ورمی کمپوست، پرلیت+ بنتونیت+ ورمی کمپوست و پرلیت+ بنتونیت+ خاک فسفات+ ورمی کمپوست بهترین تیمارها بودند و تفاوت معنی‌داری را با سه تیمار کود فسفره دی آمونیوم فسفات، سوپر فسفات تریپل و ساده نشان داده و منجر به افزایش جذب روی در اندام هوایی گیاه گردیدند($P<0.05$). بنابراین می‌توان بیان کرد استفاده از ورمی کمپوست به عنوان حامل باکتری و محرکرشد گیاه به همراه باکتری حل کننده فسفات های نامحلول و محرک رشد گیاه سودوموناس فلورسنسدر افزایش شاخص‌های رشد و جذب عناصر غذایی گیاه ذرت مناسب بوده و موجب کاهش مصرف کودهای شیمیایی وبه تبع آن کاهش آلودگی های محیط زیست می شود.

**سپاسگزاری**

بدین وسیله از مساعدت موسسه تحقیقات خاک و آب کشور که در فراهم نمودن امکانات لازم جهت پیشبرد امور نهایت همکاری را مبذول فرمودند، سپاسگزاری می گردد..

**منابع مورد استفاده**

بشارتی ح، صالح راستین ن،ملکوتی م وعلیزاده ع. 1383. بررسی توان ماندگاری باکتری‌های تیوباسیلوس بر روی چند حامل مختلف. مجله علوم خاک وآب، 18(1و2): ۱۸۱-۱۷۰.

حمیدی آ، اصغرزاده ا،چوکان ر، دهقان شعار م، قلاوند ا و ملکوتی م ج. 1389. تاثیر کاربرد باکتری‌های افزاینده رشد گیاه (PGPR) بر تسهیم ماده خشک و برخی ویژگی‌های رشد ذرت در شرایط گلخانه. مجله پژوهشهای خاک، 24(1): 67-55.

مشهدی شو اصغرزاده ع ن. 1383. مقایسه کارایی چند ماده حامل باکتری *Sinorhizobium meliloti* برای تولید مایه تلقیح یونجه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، 8(1، 2، 3 و 4): 74-63.

Adesemoye AO, Torbert HA and KloepperJW, 2009. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Allow Reduced Application Rates of Chemical Fertilizers. FEMS Microbiol Ecology, 58: 921-929.

Ahmad F, Ahmad I and Khan MS, 2006.Screening of free-livingrhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. Microbial Research, 36: 1-9.

Albareda M, Rodriguez-Navarro DN, Camacho M and Temprano FJ, 2008. Alternatives to peat as a carrier for rhizobia inoculants: solid and liquid formulations. Soil Biology and Biochemistry, 40: 2771-2779.

Alexander DB and Zuberer DA, 1991.Use of chrome azurol S reagents to evaluate siderophore production by rhizosphere bacteria. Biology and Fertility of Soil, 12: 39-45.

Amico ED, Cavalca L and Andreoni V, 2005. Analysis of rhizobacterial communitiesin perennial Graminaceae from polluted water meadow soil, and screeningof metal-resistant, potentially plant growth-promoting bacteria. FEMS Microbiol Ecology, 52: 153-162.

Bashan Y, 1998. Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture. Biotechnology Advances, 16 (4): 729-770.

Bashan Y, Bustillos JJ, Leyva LA, Hernandez JP and Bacilio M, 2006. Increase in auxiliary photoprotective photosynthetic pigments in wheat seedlings induced by *azospirillum brasilence*. Biology and Fertility of Soil, 42: 279-285.

Carter MR and Gregorich EG, 2008.Soil Sampling and Methods of Analysis.2nd ed. Canadian Society of Soil Science, 1224.

Chen YP, Rekha PD, Arunshen AB, Lai WA and Young CC, 2006. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. Applied Soil Ecology, 34: 33-41.

Disimin CD, Sayer JA and Gadd GM, 1998. Solubilization of zinc phosphate by a strain of *Pseudomonase fluorescens* isolated from a forest soil. Biology and Fertility of Soils, 28: 87-94.

Esitken A, Pirlak L, Turan M and Sahin F, 2006. Effects of floral andfoliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. Scientia Horticulturae, 110:324–327.

Fernandez L, Zalba P, Gomez M, Sagardoy M, 2007. Phosphate-solubilization activity of bacterial strains in soil and their effect on soybean growth under greenhouse conditions. Biology and Fertility of Soils, 43: 805–809.

Fageria NK. 2009. The use of nutrients in crop plants. CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC.USA. New York.

Ferraras L, Gomez E, Toresani S, Firpo I and Rotondo R, 2006.Effect oforganic amendments on some physical, chemical and biological propertiesin a horticultural soil. Bioresource Technology, 97 (4): 635–640.

Gandi A and Sivakumar K, 2010. Impact of vermicompost carrier based bioinoculants on growth, yield and quality of rice (*Oryza sativa* L.). An International Quarterly Journal of Environmental Science, 83-88.

Hameedaa B, Harinib GO, Rupelab P, Wanib SP and Reddya G, 2008. Growth promotion of maize by phosphate solubilizing bacteria isolated from composts and macrofauna.Microbiological Research, 163:234-242.

Han HS and Lee KD, 2005. Phosphate and potassium solubilizing bacteria effect on mineral uptake, soil availability and growth of eggplant. Research Journal of Agriculture and Biological Science, 1(2):176-180.

Hashemimajd K, Kalbasi M, Golchin A and Shariatmadari H, 2004.Comparision of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. Plant Nutrition, 27 (6):1107-1123.

Jarecki MK, Chong C and Voroney RP, 2005.Evaluation of compost leachates for plant growth in hydroponic culture. Journal of Plant Nutrition, 28: 651–667.

Kamal AM, Hoda AE and Hendawy HE, 2008.Integration of *Pseudomonas fluorescens* and acibenzolar-Smethylto control bacterial spot disease of tomato. Crop Protection, 27: 1118-1124.

Jeon JS, Lee SS, Kim HY, Ahn TS and Song HG, 2003. Plant growth promoting in soil by some inoculated microorganism.Journal of Microbiology, l: 271-276.

Kang SC, Hat CG, Lee, TG and Maheshwari DK, 2002.Solubilization of insoluble inorganic phosphates by a soil-inhabiting fungus Fomitopsis. Current Science, 82:439-442.

Kavino M, Harish S, Kumar N, Saravanakumar D, Samiyappan R, 2010. Effect of chitinolytic PGPR on growth, yield and physiological attributes of banana (*Musa spp*.) under field conditions.Applied Soil Ecology, 45: 71–77.

Lindsay WL and Norvell WA, 1978.Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper.Soil ScienceSociety of America Journal, 42: 421-428.

Mehboob I, Naveed M and Zahir ZA, 2009. Rhizobial association with non-legumes: Mechanismsand application. Critical Reviews in Plant Science, 28:432-456.

Meyer JM, 2000. Pyoverdins: pigments, siderophores and potential taxonomic markersof fluorescent Pseudomonas species. Arch Microbiol, 174: 135-142.

Mia MAB, Shamsuddin ZH, Wahab Z, Marziah M, 2010. Rhizobacteria as bioenhancer and biofertilizer for growth and yield of banana (*Musa spp*. cv.'Berangan'). Scientia Horticulturae, 126: 80–87.

Mishra Lk and Abidi AB, 2010.phosphorus-zinc interaction effect on yield component and biochemical composition on bread qualities of wheat. World Applied Science Journal, 10 (5): 568-573.

Orhan E, Esitken A, Ercisli S, Turan M and Sahin F, 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield,growth and nutrient contents in organically growing raspberry.Scientia Horticulture, 111: 38–43.

Patten CL and Glick BR, 2002.Role of pseudomonas putida indole acetic acid in development of host plant root system. Applied Environmental Microbiology, 3795- 3801.

Perz-Murcia MD, Moral R, Moreno-Caselles J, Perez-Espinosa A and Paredes C, 2006. Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli. Bioresource Technology, 97(1): 123-130.

Prabha ML, Jeyaraaj IA, Jeyaraaj R and Rao SD, 2007. Comparative studies on the levels of vitamins during vermicomposting of fruit waste by *Eudrilus eugeniae* and *Eisenia fetida*. Applied Ecology and Enviromental Research, 5 (1): 57-61.

Riberio- Filho Siqueira MR, Curi JO and Simao N, 2001.Fracionamento e biodisponibilidade de metaispesadosem solo contaminado, incubado materiaisorganicos e inorganicos. Revista Brasileria De Ciencia Do Solo, 25:495-507.

Rodrigues H, Fraga R, Gonzalez T and Bashan, 2006. Y: Genetic of phosphate solublization and its potential application for improving plant growth-promoting bacteria. Plant and Soil, 287: 15-21.

Rosas SB, Avanzini G, Carlier E, Pasluosta C, Pastor N and Rovera M, 2009.root colonization and growth promotion of wheat and maize by Pseudomonas aurantiaca SR1. Soil Biology and Biochemistry, 41:1802-1806.

Ryan J, Estefan G and Rashid R, 2001.Soil and Plant Analysis Laboratory Manual.Second Edition.Available from ICARDA, Aleppo, Syria, 172.

Samuel S and Muthakkaruppan SM, 2011. Characterization of plant growth promoting Rhizobacteria and fungi associated with rice, mangrove and effluent contaminated soil. Current. Botany, 2(3): 22-25.

Sekar K and Karmegam N, 2010. Earthworm casts as an alternate carrier material for biofertilizers: Assessment of endurance and viability of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Rhizobium leguminosarum*.Scientia Horticulturae, 124: 286–289

Sara thambalm C, Thangaraju M, Paulraj C and Gomathy M, 2010.Assessing the zinc solubilization ability of Gluconocetobacter diazotrophicusni maize rhizosphere using labeled Zn compounds. Indian Journal of Microbial, 50(1): 103-109.

Shaharoona B, Arshad M, Zahir ZA and Khalid A, 2006.Performance of Pseudomonas spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil Biology and Biochemistry, 38: 2971-2975.

Shaharoona B, Naveed M, Arshad M and Zahir ZA, 2008.Ferttilizer-dependent efficiency of *Pseudomonas* for improving growth, yield and nutrient use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.). Microbiol Biotechnology, 79:147-155.

Sharma SN, 2003. Effect of phosphate solubilizing bacteria on the efficiency of mussorie rock phosphate in rice – wheat cropping system. Indian Journal of Agricultural Sciences, 73(9): 478-481.

Shedova E, Lipasova V, Velikodvorskaya G, Ovadis M, Chernin L and Khmel I, 2008. Phytase activity and its regulation in a rhizospheric strain of serratia plymuthica. Folia Microbiologica, 53:110-114.

Sparks DL, 1996.Method of soil Analysis. Part3. Chemical Methods. American Society of Agronomy, 1390.

Tarig M, Hameed S, Malik KA and Hafeez FY, 2007. Plant root associated bacteria for zinc mobilization in rice.Pakistan Journal of Botany, 39 (1):245-253.

Tartoura AH, 2010. Alleviation of oxidative-stress induced by drought through application of compost in wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. American-Eurasian. Journal of Agriculture and environmental Science, 9 (2): 208-216.

Theunissen J, Ndakidemi PA and Laubscher CP, 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. International Journal of Physical Science, 5(13):1964-1973.

Yang MM, Mavrodi DV, Mavrodi OV, Bonsall RF, Parejko JA, Paulitz TC, Thomashow LS, Yang HT, Weller DM and Guo JH, 2011.Biological control of take-all by fluorescent *Pseudomonas spp*. from Chinese wheat fields. Phytopathology, 101: 14:81-91.

Zaller Johann G, 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. Scientia Horticulturae, 112: 191–199.