Archive of SID

تأثیر تلقیح بذر با باکتری سودوموناس و قارچ مایکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم ذرت علوفه‌ای

محیل پورابراهیمی، محسن زواره* و سید محمد رضا احتشامی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۵/۱۱)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مایه تلقیح باکتری *سودوموناس فلورسنس* جدایه ۹۳ و قارچ *گلوموس اسکولنتوم* بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم ذرت علوفه‌ای SC۷۰۴ و SC٦۴۷، آزمایشی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. آزمایش با چهار تیمار کودی (کود شیمیایی فسفر، تلقیح بذر با قارچ میکوریزای *گلوموس اسکولنتوم*، تلقیح بذر با باکتری *سودوموناس فلورسنس* جدایه ۹۳، تلقیح بذر با ترکیبی از باکتری سودوموناس و قارچ میکوریزا) و دو رقم ذرت علوفه‌ای (سینگل کراس ۷۰۴ و سینگل کراس رقم ٦۴۷) انجام شد. عدم استفاده از کود شیمیایی فسفر و عدم تلقیح بذر به عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع و سطح برگ بوته، عدد اسپد و عملکرد بیولوژیک بوته‌ها تحت تأثیر معنی‌دار برهمکنش رقم× تیمار کودی قرار گرفت. ارتفاع بوته(۲۴۹/۳۰ سانتی متر)، عدد SPAD (۵۲/۳۰) و عملکرد بیولوژیک (۲۵۱/۵۱ گرم ماده خشک) رقم ۷۰۴ در تیمارهای استفاده از فسفر شیمیایی به تنهایی و تیمار ترکیبی قارچ و باکتری بیشترین مقدار را داشت. بیشترین سطح برگ بوته به ترتیب مربوط به تیمار کود شمیایی فسفر و ترکیب قارچ و باکتری بود. بیشترین میزان قابلیت هضم ماده خشک (۷۷/۳۷ درصد) و پروتئین خام (۱۲/۶۱ درصد) مربوط به تیمار ترکیبی قارچ و باکتری بود. در حالی که بیشترین میزان فیبر در تیمار شاهد (۵۴/۴۱ درصد) و کمترین میزان در تیمار ترکیبی قارچ و باکتری (۳۴/۳۸ درصد) به‌دست آمد. هم‌چنین از نظر صفات مورد اندازه‌گیری، رقم سینگل کراس ۷۰۴ نسبت به رقم ۶۴۷ برتری داشت. بنابراین، برای کاهش استفاده از کودهای فسفره و افزایش عملکرد کمی و کیفی علوفه ذرت پیشنهاد می‌شود که از کاربرد تلفیقی باکتری *سودوموناس فلورسنس* و قارچ *گلوموس اسکولنتوم* در کشت ذرت سینکل کراس ۷۰۴ استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: ذرت علوفه‌ای، باکتری سودوموناس، قارچ مایکورایزا، قابلیت هضم علوفه

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mzavareh@guilan.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گیاهان علوفه‌ای به دلیل نقش زیادی که در تغذیه دام‌ها دارند، از مهم‌ترین گیاهان زراعی دنیا به شمار می‌آیند. با این حال، در بیشتر کشورهای جهان، پژوهش و پیشرفت در مدیریت و تولید این گیاهان، در مقایسه با سایر گیاهان زراعی به نسبت کمتر انجام شده است (۲۹).

در بین گیاهان علوفه‌ای، ذرت یکی از مهم‌ترین‌هاست که در گستره بزرگی برای تولید دانه و علوفه غیر مرتعی کشت و کار می‌شود. دانه این گیاه در تغذیه پرندگان و بخش‌های هوایی آن پس از برداشت در مرحله دانه شیری، برای تولید علوفه سیلویی مصرف می‌شود (۲۸). به‌دلیل نیاز ذرت علوفه‌ای به آب فراوان کشت آن باید در مناطقی که امکان تأمین آب آبیاری وجود دارد، انجام شود. با این حال سطح زیر کشت و عملکرد ذرت علوفه‌ای در استان گیلان که آب کافی دارد به ترتیب ۸۰ هکتار و ۸۶۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. تولید بالای ذرت نیاز به نهاده های کودی مختلف و فراوانی دارد که در بین آنها فسفر پس از نیتروژن، از پرمصرف‌ترین و محدودکننده‌ترین عناصر به شمار می‌آید (۲۱). کمبود این عنصر که در واکنش‌هایی از جمله انتقال انرژی، فتوسنتز، تبدیل قند به نشاسته نقش کلیدی دارد (۲۱)، می‌تواند بر زودرسی و کیفیت محصول تولیدی هم اثر بگذارد (۲۴).

برخلاف نیتروژن، بخش زیادی از فسفر رسیده به خاک از راه کود های شیمیایی، به شکل نامحلول در آمده و نمی‌تواند به راحتی جذب گیاه شود که این موضوع سبب افزایش نیاز به این عنصر و مصرف آن می‌شود (۳۲). با این حال، تغییر شیوه مدیریت کشتزار و استفاده از کود های بیولوژیک تشکیل شده از باکتری‌ها و قارچ‌های حل کننده فسفات معدنی خاک می‌تواند در استفاده بهینه از کود فسفر مصرفی و هم‌چنین، فسفات معدنی موجود در خاک کمک فراوانی نماید. این کودها در کنار حل کردن فسفات معدنی خاک، باعث سهولت جذب فسفر به وسیله گیاهان هم می‌شوند (۴۸).

از باکتری‌های حل کننده فسفات، می‌توان به باکتری‌های جنس *سودوموناس* و *باسیلوس* اشاره کرد. باکتری‌های جنس *سودوموناس*، هوازی و میله‌ای شکل بوده (۴۸) و از مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد (PGPR) به شمار می‌آیند. گستردگی انتشار، تنوع گونه‌ای و مقاومت برخی از گونه‌های آن به تنش‌های محیطی آن را در جایگاه یک کود بیولوژیک مناسب قرار داده است (۲۱). این باکتری‌ها علاوه بر افزایش فراهمی زیستی فسفر بر فراهمی پتاسیم و عوامل بیماری‌زا اثر گذاشته و با تولید هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۴۲). به همین دلیل است که به آنها باکتری‌های محرک عملکرد هم گفته شده است (۴۹).

مایکورایزا یکی دیگر از مجموعه عوامل بیولوژیک است که بخش نسبتاً مهمی از موجودات خاکزی را شامل می‌شود (۱۴). همزیستی این قارچ با ریشه گیاهان میزبان سبب تشکیل سیستمی می‌شود که افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی به ویژه فسفر (۷)، فتوسنتز (۳۷)، افزایش کارآیی استفاده از آب در گیاه میزبان (۱۱)،تغییر غلظت هورمون‌های گیاهی و مقدار کلروفیل (۱۰) را در پی داشته و از این رو نقش مهمی در بارآوری و پایداری اکوسیستم‌های خاک ایفا می‌کند (۱۴). مشاهده شده که کاربرد دو گونه از قارچ مایکورایزا به نام‌های *گلوموس اسکولنتوم* و *گلوموس کالدونیوم* سبب افزایش چشمگیر غلظت فسفر و عملکرد گیاه گردیده است (۴۵). در یک پژوهش، برهمکنش باکتری‌های حل کننده فسفات (جنس *سودوموناس*) و قارچ‌های مایکورایزایی و تأثیر آنها بر عملکرد سورگوم در مقایسه با شاهد بدون تلقیح نشان داد که افزایش عملکرد در تلقیح با قارچ + باکتری، ۶ تا ۸ درصد بیشتر از تلقیح با باکتری به تنهایی و ۲۸ تا ۳۰ درصد بیشتر از تلقیح با قارچ به تنهایی بوده است (۲۶). نتایج کاپور و همکاران (۱۹) نشان داد که تلقیح بذر رازیانه (*Foeniculum vulgare*) با مایکورایزا، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد گیاه شده است. گزارش شده که تلقیح بذر *Cymbopogon parkeri*، با قارچ مایکورایزا و باکتری سودوموناس باعث شده که این گونه مرتعی قابلیت دسترسی بیشتری به کلسیم فسفات داشته باشد (۳۴). نتایج تحقیقات راتی

www.SID.ir

Archive of SID

و همکاران (۳۴) هم نشان داده که ترکیب قارچ مایکوریزا با باکتری‌های سودوموناس منجر به افزایش زیست توده و میزان فسفر گیاه دارویی علف لیمو شده است.

کیفیت علوفه که تابع عوامل ژنتیک، محیط (۶، ۸ و۵۰)، سن گیاه و مرحله رشد (۹ و۱۲) است که با توجه به پارامترهایی مانند درصد پروتیئن، درصد فیبر و قابلیت هضم تعریف می‌شود (۲۹) و در این میان قابلیت هضم علوفه از اهمیت ویژه برخوردار است زیرا با مقدار انرژی و موادی که به وسیله دام دریافت می‌شود، ارتباط مستقیم دارد (۶). مهرورز و چایچی(۲۵) بیان داشتند که بیشترین میزان قابلیت هضم ماده خشک و پروتین گیاه جو، در تیمار تلقیح قارچ و باکتری سودوموناس سویه ۴۱ به دست آمد. گزارش شده است که قارچ‌ها و باکتری‌های حل کننده فسفات تأثیر مثبتی در کاهش میزان ADF دارند، که علت آن را اثرات سینرژیستی بین قارچ و باکتری دانستند (۲۱). هدف از این پژوهش بررسی اثرات کاربرد قارچ *گلوموس اسکولنتوم* و باکتری *سودوموناس فلورسنت*، به تنهایی و یا همراه با هم، بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم ذرت علوفه‌ای (سینگل کراس ۷۰۴ و۶۴۷) بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ در مزرعه پژوهشی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان واقع در رشت (عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۱دقیقه شمالی و ۴۹درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۲۸ متر از سطح دریا) و به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل، کود شیمیایی فسفر، تلقیح بذر با باکتری *سودوموناس فلورسنت*، تلقیح بذر با قارچ مایکورایزا *گلوموس اسکولنتوم*، تلقیح بذر با مخلوطی از باکتری سودوموناس و قارچ مایکورایزا و شاهد (بدون استفاده از کود شیمیایی فسفر و بدون تلقیح) و دو رقم (ذرت سینگل کراس ۷۰۴ و سینگل کراس ۶۴۷) بود. مایه تلقیح های قارچی به صورت پودر و باکتریایی به صورت مایع و در بسته های جدا، از بانک میکروبی موسسه تحقیقات خاک و آب کرج تهیه شدند. مایه تلقیح قارچی حاوی قارچ های گلوموس اسکولنتوم و مایه تلقیح باکتریایی حاوی باکتری *فلورسنت سودوموناس* سویه ۹۳ (دارای جمعیت باکتری $۹/۷\times۱۰^{۷}$) بود.

پیش از کشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه نمونه‌برداری شده و ویژگی‌های آن در آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشگاه گیلان تعیین شد (جدول۱). کود پایه شامل، یک سوم از کود نیتروژن مورد نیاز (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره و کود پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع سولفات پتاسیم به تمام کرت‌های آزمایش داده شد. باقی مانده کود نیتروژن در دو نوبت دیگر (آغاز ساقه رفتن و گلدهی) به صورت سرک در اختیار گیاه قرار گرفت. کود فسفر(۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع سوپر فسفات تریپل و بر اساس طرح آزمایش به خاک افزوده شد. سپس، کرت‌هایی به ابعاد ۴×۴ متر با ۷ ردیف کاشت تهیه شد. فاصله ردیف‌های کشت ۵۰ سانتی متردر نظر گرفته شد. بذرها با فاصله ۱۲ سانتی‌متر روی ردیف‌ها کشت شدند. بذور مورد استفاده (۷۰۴ SC و SC۶۴۷) از موسسه تهیه بذر و نهال کرج تهیه شدند.

تلقیح بذر با ریزجانداران آزمایشی به روش سوماسگاران و هوبن (۴۱) انجام شد. بذور آغشته به مایه تلقیح پس از خشک شدن در تاریخ ۱۲خرداد ماه و در عمق ۳ سانتی متری و به صورت دستی کشت شدند. نخستین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز در مرحله ۳ تا ۴ برگی به وسیله دست انجام شد. در این آزمایش ویژگی‌های ارتفاع بوته، سطح برگ، قطر ساقه، تعداد برگ بوته، عملکرد بیولوژیک، قابلیت هضم ماده خشک، درصد پروتئین خام، درصد فیبر و سبزینگی برگ (عدد دستگاه اسپد(SPAD)) بررسی شدند. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته و قطر ساقه از ۵ بوته در هر کرت(جهت حفظ اثر حاشیه‌ای کرت نمونه‌برداری از دو ردیف کناری کرت‌ها و همچنین ۲۰ سانتی متری ابتدا و

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. نتایج آزمون خاک قطعه آزمایشی

بافت خاک	اسیدیته کل اشباع pH	کربن آلی (٪)	فسفر قابل جذب ppm	پتاس قابل جذب ppm	نیتروزن کل (٪)
لومی رسی	۶/۵	۲/۸۹	۱۰/۴	۰/۵۳	۰/۱۵

انتها انجام نشد) استفاده شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ، همه برگ‌ها از ساقه جدا شده و سطح آنها با دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ(WinDIAS Leaf Area Meter System, Delta-T Devices) تعیین شد. بوته‌های سه ردیف وسط هر کرت با حذف حاشیه، از سطح خاک قطع و برداشت شد. این بوته‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آونی با دمای ۷۵ درجه سلسیوس خشک شده و وزن خشک آنها با ترازوی (مدل Sibata, JP-3000W,Japan) تعیین شد. درصد قابلیت هضم علوفه، فیبر و پروتئین به وسیله دستگاه طیف‌سنج مادون قرمز نزدیک (استفاده از دستگاه Perten Informatics 8620 Feed Analyzer) اندازه‌گیری شدند (۱۷). برای اندازه‌گیری سبرینگی برگ‌ها، از برگ‌های میانی هر بوته و از وسط هر برگ و از دستگاه کلروفیل متر دستی مدل (SPAD-502) استفاده شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با نرم افزار SAS 9.2 انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌های ارتفاع بوته ها نشان داد که این ویژگی تحت تأثیر معنی‌دار رقم و تیمار کودی قرار گرفته و برهمکنش رقم و تیمار کودی تأثیر معنی‌داری بر آن نداشته است (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار کود فسفر شیمیایی (۲۹۴/۳۰ سانتی‌متر) و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (۱۸۷/۳۸ سانتی‌متر) بوده است که نسبت به تیمار تلقیح با باکتری+ قارچ و تیمار شاهد به ترتیب ۴/۳۲و ۵۷/۰۶ درصد برتری داشت (جدول ۳). در بین دو رقم مورد استفاده، رقم SC۷۰۴ (۲۶۲/۶۴ سانتی‌متر) نسبت به رقم SC۶۴۷ (۲۴۶/۳۲ سانتی‌متر) از نظر ارتفاع بوته ۲,۶۲ درصد بلند تر بود.

تلقیح میکروبی از راه در دسترس تر کردن آب و عناصر غذایی ضروری مورد نیاز گیاه سبب تأثیر بر افزایش تعداد گره‌ها و طول میانگره‌ها شده و از این راه ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار می‌دهد(۵). زهیر و همکاران(۵۴) در آزمایش خود به افزایش ۸/۵ درصدی ارتفاع بوته ذرت در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های ازتوباکتر و سودوموناس اشاره کرده‌اند. روستا و همکاران (۳۶) افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته ذرت دورگ (رقم۷۰۴) تلقیح شده با ازوسپریلیوم را نسبت به شاهد گزارش کردند. آزکون و همکاران(۳) گزارش کردند که باکتری‌های حل کننده فسفات با سنتز هورمون‌های گیاهی باعث افزایش رشد گیاه می شوند.

تعداد برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تعداد برگ تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول ۲). در تیمار کود فسفر شیمیایی و تیمار مخلوط قارچ و باکتری بیشترین تعداد برگ به دست آمده است (جدول ۳). این دو تیمار در مقایسه با شاهد به ترتیب ۳۵/۴۲ و ۳۴/۳۹ درصد برتری داشتند. شباهت اثر مخلوط قارچ و باکتری با کود شیمیایی فسفر را می‌توان ناشی از اثر هم‌افزایی بین قارچ و باکتری دانست که در تحقیقات روزاس و همکاران (۳۵) هم به آن اشاره شده است. بین تیمار قارچ و تیمار باکتری تفاوت معنی‌داری دیده نشد، ولی، کاربرد آنها هم تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد داشت. حمیدی و همکاران(۱۵) بیان کردند که افزایش تعداد برگ به دلیل روابط مثبت بین گیاه و

www.SID.ir

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی در دو رقم ذرت ۷۰۴ و ۶۴۷.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته	تعداد برگ بوته	سطح برگ بوته	قطر ساقه	عملکرد بیولوژیک	قابلیت هضم ماده خشک	پروتئین خام	فیبر	سبزینگی برگ
تکرار	۲	۱۴/۷۶^{ns}	۰/۰۰۳۰^{ns}	۸۲۶۹ ^{ns}	۱/۶۳ ^{ns}	۲۵/۹۹ ^{ns}	۱۱/۸۰^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۲/۲۵^{ns}	۸/۹۴^{ns}
رقم	۱	۱۹۹۷/۵۶**	۰/۱۷ ^{ns}	۵۵۶۷۱۷ **	۰/۱۳ ^{ns}	۲۰۵۸/۹۰ **	۴/۰۸^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۱۱/۸۴**	۳/۸۱^{ns}
تیمار کودی	۴	۱۰۳۹۶/۸۵**	۱۷/۰۰۲**	۳۴۷۸۳۱۴ **	۱۱۱/۴۰**	۸۳۵۳/۱۳**	۲۵۰۸/۳۱**	۴۱/۲۳**	۲۶۵/۹۶**	۴۲۹/۹۵**
رقم× تیمار کودی	۴	۱۶۲/۰۶^{ns}	۰/۰۷۵ ^{ns}	۵۳۶۰۷ **	۱/۴۴ ^{ns}	۷/۹۱ ^{ns}	۱۹/۳۶*	۰/۲۸^{ns}	۷/۷۱**	۲۶/۳۶**
خطا	۱۸	۵۶/۷۵	۰/۳۸	۷۵۲۴۱	۰/۹۹	۳۸/۰۷	۶/۱۰	۰/۳۹	۱/۰۶	۵/۲۵
ضریب تغییرات	___	۲/۹۶	۴/۲۴	۴/۲۷	۵/۰۱	۲/۸۴	۴/۳۵	۶/۵۶	۲/۴۶	۴/۸۶

ns، * و **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۵ و یک درصد را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در تیمارهای کودی ذرت علوفه‌ای

تیمار کودی	ارتفاع بوته (cm)	تعداد برگ بوته	قطر ساقه (mm)	عملکرد بیولوژیک (گرم ماده خشک)	پروتئین خام (%)
فسفر شیمیایی	۲۹۴/۳۰ a	۱۵/۷۵ a	۲۴/۰۶ a	۲۵۱/۵۱ a	۸/۰۴ c
قارچ+باکتری	۲۸۲/۱۱ b	۱۵/۶۳ ab	۲۱/۸۵ b	۲۴۳/۵۹ b	۱۲/۶۱ a
باکتری	۲۶۰/۶۳ c	۱۴/۷۸ c	۲۰/۵۵ c	۲۲۲/۵۴ c	۱۰/۶۵b
قارچ	۲۴۸ d	۱۴/۹۵ bc	۲۰/۲۵ c	۲۱۰/۳۳ d	۱۰/۶۹b
شاهد	۱۸۷/۳۸ e	۱۱/۶۳ d	۱۲/۶۵ d	۱۵۷/۰۳ e	۵/۹۰d

براساس آزمون LSD عددهای با حروف یکسان در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری در سطح یک درصد ندارند.

میکروارگانیزم‌هاست. در آزمایش کاپولینگ و همکاران (۲۰) هم تلقیح بذرهای ذرت با باکتری سودوموناس باعث افزایش تعداد برگ و در نهایت سبب افزایش عملکرد این گیاه در مقایسه با شاهد شده است.

سطح برگ

سطح برگ تحت تأثیر معنی‌دار رقم، تیمار کودی و برهمکنش آنها قرار گرفت (جدول ۲). با توجه به جدول ۳ می‌توان گفت که بیشترین و کمترین سطح برگ به ترتیب از تیمار کود شیمیایی فسفر و شاهد به‌دست آمد. رقم سینگل کراس ۷۰۴ از نظر میزان سطح برگ بر رقم سینگل کراس ۶۴۷ برتری داشته که به دلیل دیررس‌تر بودن رقم سینگل کراس ۷۰۴ نسبت به رقم سینگل کراس ۶۴۷ است (جدول ۴). با توجه به برهمکنش معنی‌دار تیمار کودی و رقم (جدول ۴) دیده شد که بیشترین سطح برگ مربوط به رقم SC۷۰۴ در تیمار کود شیمیایی فسفر و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. در تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری بین دو رقم دیده نشد. رقم SC۷۰۴ در مخلوط قارچ و باکتری پس از تیمار کود شیمیایی فسفر بیشترین سطح برگ را داشت که این مقدار با سطح برگ رقم SC۶۴۷ در تیمار مشابه اختلاف معنی‌داری نداشت. هر دو رقم مورد استفاده، در تیمار باکتری سطح برگ بیشتری در مقایسه با تیمار قارچ تولید کردند. آراجو و همکاران(۲) نشان دادند که در دسترس بودن فسفر بیشتر توسط کوددهی در لوبیا باعث افزایش تثبیت نیتروژن در گیاه شده و در نتیجه تعداد برگ‌ها و سطح برگ را افزایش داده است. فسفر با افزایش تقسیم سلولی سبب گسترش سطح برگ می‌شود و به دنبال آن تولید مواد فتوسنتزی را افزایش می‌دهد(۴۷). میکروارگانیسم‌ها از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد، مانند اکسین‌ها موجب افزایش تقسیمات سلولی می‌شوند(۳۸). تاکور و پنوار(۴۴) در تحقیق خود روی لوبیای آغشته به باکتری ریزوبیوم و قارچ مایکوریزا (جنس *گلوموس*) مشاهده کردند که گیاهان تلقیح شده با مخلوط قارچ و باکتری نه درصد سطح برگ بیشتری در مقایسه با گیاهان شاهد داشتند.

قطر ساقه

قطر ساقه تنها تحت تأثیر سطوح کودی قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین میزان قطر ساقه به ترتیب در تیمار کود شیمیایی فسفر و تیمار مخلوط قارچ و باکتری دیده شد و تیمار قارچ و تیمار باکتری در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). به نظر می‌رسد که وجود ریزموجودات ناشی از کاربرد کودهای بیولوژیکی در محیط ریشه گیاه (ریزوسفر) تأثیر مثبتی بر رشد گیاه داشته است و منجر به افزایش قطر گیاه گردیده است. کوچکی و همکاران (۲۲) گزارش کردند که ترکیب قارچ مایکوریزا و باکتری فلورسنت منجر به افزایش قطر ساقه گردید. این امر می‌تواند مربوط به تولید و ترشح ترکیبات تحریک کننده رشد گیاه و یا برخی هورمون‌های تنظیم کننده

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. برهمکنش رقم × سطوح کودی بر صفات اندازه‌گیری شده دو رقم ذرت علوفه‌ای

رقم	کود	سطح برگ بوته (m^2)	قابلیت هضم ماده خشک (٪)	فیبر(٪)	عدد اسپد
SC704	فسفر	۳۰۰۵/۱۱ a	۷۳/۸۰bc	۳۶/۹۸ f	۵۲/۱۱ ab
	قارچ+ باکتری	۲۸۶۹/۳۶ b	۷۶/۲۰ab	۳۴ h	۵۲/۶۲ ab
	باکتری	۱۹۸۱/۶۴f	۵۷/۱۸ d	۴۰/۴۳ e	۵۳/۲۲ a
	قارچ	۱۹۹۴/۷۸ e	۵۲/۰۲ ef	۴۲/۸۸ d	۴۴/۸۸ d
	شاهد	۱۰۰۷/۰۷ i	۲۶/۰۳ h	۵۲/۱۰ a	۳۴/۲۷ e
SC647	فسفر	۲۷۶۷/۷۱bc	۷۵/۰۶ ab	۳۶/۹۱ fg	۵۰/۸۹bc
	قارچ+باکتری	۲۵۴۴/۰۱ d	۷۸/۵۳ a	۳۴/۷۶ h	۵۱/۹۷ ab
	باکتری	۱۵۶۰/۷۳ g	۵۲/۱۶ e	۴۴/۸۲ c	۴۹/۳۸ bc
	قارچ	۱۵۵۶/۱۱ h	۴۷/۷۶ g	۴۵/۴۷ c	۵۱/۱۴ ab
	شاهد	۱۰۳۷/۱۶i	۲۸/۰۳ h	۵۰/۷۲ ab	۳۰/۱۴ e

بر اساس آزمون LSD عدد های با حروف یکسان در هر ستون اختلاف آماری معنی داری در سطح یک درصد ندارند.

رشد (مانند اکسین، جیبرلین و سیتوکنین‌ها) باشد که توسط ریزموجودات در خاک تولید شده است (۲۲).

وزن خشک علوفه (عملکرد بیولوژیک)

اطلاعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های وزن خشک علوفه نشان داد که این ویژگی تنها تحت تأثیر معنی‌دار رقم و تیمارهای کودی قرار گرفته است (جدول ۲). بیشترین عملکرد علوفه در تیمار کود شیمیایی فسفر و پس از آن از تیمار مخلوط قارچ و باکتری به دست آمده است. بین تیمار قارچ و تیمار باکتری هم از نظر تولید علوفه تفاوت معنی‌داری دیده نشد و وزن خشک علوفه تولیدی در تیمار قارچ کمتر از تیمار باکتری بود. کمترین مقدار علوفه در تیمار شاهد به میزان ۱۵۷/۰۳ گرم دیده شد. بنابراین، می‌توان گفت که تیمار کود شیمیایی فسفر نسبت به شاهد ۳۷/۵۶ درصد برتری داشته است (جدول۳). مقایسه میانگین ارقام ذرت نشان‌دهنده آن بود که رقم SC۷۰۴، ۷/۳ درصد نسبت به رقم SC۶۴۷ برتری داشته است (جدول ۴) که می تواند ناشی از طول دوره رشد بیشتر این رقم باشد.

عمر (۳۱) اظهار داشت که کوددهی با سنگ فسفات و همزیستی توام قارچ مایکورایزا و باکتری‌های حل کننده فسفات عملکرد بیولوژیک گندم را به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمارهای بدون تلقیح و تلقیح تک تک آنها، افزایش می‌دهد. یکی از مکانیسم‌های احتمالی این است که میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات با انحلال فسفات نامحلول و افزایش مقدار فسفر در دسترس برای گیاه، باعث افزایش رشد گیاه و به خصوص بخش رشد بخش هوایی آن می‌شوند، فسفر کافی امکان تأمین ATP لازم برای رشد فزاینده را تأمین می‌کند (۳۰). بث و همکاران (۴) اظهار داشتند که تلقیح مایکورایزا با ماش، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک این گیاه می‌شود. نتایج سوبا رائو (۴۳) نشان داد که کاربرد قارچ مایکورایزا رشد اندام‌های هوایی جو را ۳۰ درصد افزایش داد. گو و همکاران (۱۳) گزارش نمودند که همزیستی بین قارچ مایکورایزای آربسکولار و گندم، منجر به افزایش انتقال فسفر از ریشه‌ها به اندام‌های هوایی گیاه شد و عملکرد گندم را از نظر کمی و کیفی افزایش داد. زهیر و همکاران (۵۳) هم به افزایش ۱۸ درصدی وزن خشک بوته ذرت تلقیح شده با باکتری‌های ازتوباکتر و

www.SID.ir

Archive of SID

باکتری سودوموناس فلورسنت اشاره کرده‌اند. هورست و همکاران (۱۶) افزایش وزن خشک علوفه را ناشی از اثر قارچ مایکورایزا بر افزایش سرعت رشد گیاه و بهبود تخصیص و انتقال عناصر غذایی بین ریشه و ساقه می‌دانند. تأثیر مثبت تلقیح بذر گیاه با برخی از گونه‌های حل کننده فسفات (قارچ و باکتری به صورت توام) روی وزن خشک بخش هوایی را می‌توان به اثر هم افزایی بین آن دو مربوط دانست (۳۰). یزدانی و همکاران (۵۲) هم به اثر معنی‌دار باکتری‌های محرک رشد بر افزایش عملکرد ذرت اشاره کرده اند. باکتری‌ها به دلیل تولید فیتوهورمون‌های گیاهی (۵۱)، افزایش تحرک فسفر (۵۵)، جلوگیری از ساخت اتیلن (۴۶) و تولید سیدروفورها (۵۳)، باعث افزایش عملکرد می‌شوند.

کیفیت علوفه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که قابلیت هضم ماده خشک علوفه و میزان پروتئین خام در ارقام مختلف تفاوت معنی‌داری نداشتند اما مقدار فیبر علوفه دو رقم آزمایشی در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار نشان دادند. تیمار کودی بر قابلیت هضم علوفه، میزان پروتئین و فیبر در سطح یک درصد بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان قابلیت هضم ماده خشک، بدون اختلاف آماری معنی‌داری در تیمار کود شیمیایی فسفر و تیمار مخلوط قارچ و باکتری به دست آمد. قابلیت هضم علوفه در تیمار مخلوط قارچ و باکتری نسبت به تیمار باکتری و تیمار قارچ به ترتیب ۴۱/۵۲ و ۵۵/۰۸ درصد بیشتر بود (جدول ۳) که احتمالاً ناشی از پایین تر بودن مقدار فیبر در علوفه تیمار مخلوط قارچ و باکتری است (۲۷). بیشترین و کمترین میزان پروتئین خام به ترتیب در تیمار مخلوط قارچ و باکتری و تیمار شاهد دیده شد که با یافته‌های سینگ و همکاران (۴۰) درباره اثر معنی‌دار باکتری‌های حل کننده فسفات بر مقدار پروتئین ذرت و گندم هماهنگی دارد. بیشترین و کمترین میزان فیبر به ترتیب در تیمار شاهد (۵۱/۴۱ درصد) و تیمار فسفر (۳۶/۹۴ درصد) به دست آمد. با توجه به جدول ۴ می‌توان بیان نمود که رقم SC۶۴۷ از لحاظ میزان فیبر بر رقم SCV۰۴ برتری داشته است. بیشترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک بدون اختلاف آماری معنی‌داری به ترتیب در، رقم SC۶۴۷ و تیمار مخلوط قارچ و باکتری (۷۸/۵۳)، رقم SC۶۴۷ و تیمار کود شیمیایی فسفر (۷۵/۰۶) و نیز رقمSCV۰۴ و کود شیمیایی فسفر (۷۶/۲۰) به دست آمد که احتمالاً ناشی از اثر سینرژیستی قارچ و باکتری است (جدول ۴).

سبزینگی برگ (عدد SPAD)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) بیانگر آن بود که کاربرد تیمارهای آزمایشی بر سبزینگی برگ و برهمکنش رقم × تیمار کودی در سطح یک درصد بسیار معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار کودی مخلوط قارچ و باکتری، ۶۲/۳۷ درصد نسبت به شاهد برتری نشان داد (جدول ۳). برهمکنش رقم SCV۰۴ و تیمار تلقیح با قارچ (۵۳/۲۲) بیشترین میزان سبزینگی برگ داشت. افزایش میزان سبزینگی برگ ناشی از افزایش رنگدانه کلروفیل و افزایش جذب نور توسط آنهاست. کمترین میزان سبزینگی برگ مربوط به رقم SCV۰۴ در تیمار شاهد (۳۴/۲۷) و هم‌چنین، رقم SC۶۴۷ و تیمار شاهد (۳۰/۱۴) بود؛ این دو تیمار از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشته و در یک گروه قرار گرفتند(جدول ۴). تاکور و پنوار (۴۴) نیز در تحقیق خود روی لوبیای تلقیح شده با باکتری ریزوبیوم و قارچ مایکوریزا (جنس *گلوموس*) مشاهده کردند که، گیاهانی که با مخلوط قارچ و باکتری تلقیح شده بودند، محتوی کلروفیل آنها ۱۱ درصد بیشتر از گیاهان تلقیح نشده بود. پنوار (۳۳) گزارش کرد که غلظت کلروفیل در گندم تلقیح شده با مایکورایزا و باکتری نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. هم‌چنین جهان و همکاران (۱۸) بالاترین مقادیر عدد کلروفیل متر را در تلقیح باکتریایی و قارچی مشاهده کردند و مشابه این نتایج را می‌توان در پژوهش‌های شابائف و همکاران (۳۹) مشاهده کرد. آلن و همکاران (۱) نیز گزارش کردند که تلقیح مایکورایزا باعث افزایش کلروفیل گیاهان و در نهایت منجر به

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش رشد گیاه شده است. استرادا و دویس (۱۱) گزارش کردند که گیاهچه‌های فلفل مایکورایزایی شده، محتوای کلروفیل بیشتری نسبت به گیاهچه‌های غیر مایکورایزایی شده داشتند.

نتیجه‌گیری

به طور کلی یافته‌های این پژوهش نشان داد که کاربرد کودهای بیولوژیک حاوی ترکیب ریز موجودات باکتریایی و قارچی در بهبود ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه ذرت علوفه ای، تأثیر مثبت داشته است به طوری که ترکیب قارچ و باکتری توانست عملکرد بیولوژیک را برابر با کود شیمیایی افزایش دهد. به بیان دیگر، برای تولید عمکرد علوفه بالا در ذرت، استفاده توام قارچ و باکتری بهتر از از کاربرد قارچ و یا باکتری، به تنهایی است. ترکیب قارچ و باکتری، علاوه بر افزایش کمی علوفه، قابلیت هضم و پروتئین علوفه را هم بیشینه کرد. در این آزمایش، رقم سینگل کراس ۷۰۴ از نظر ویژگی‌های کمی و کیفی مورد بررسی برتر از رقم سینگل کراس ۶۴۷ بود.

منابع مورد استفاده

1. Allen, M. F., T. S. Moore Jr. and M. Christensen. 1980. Phytohormone changes in *Bouteloua gracilis* infected by vesicular–arbuscular mycorrhizae: I. Cytokinin increases in the host plant. *Canadian Journal of Botany* 58:371-374.
2. Araujo, A. P., M.G. Teixeira and D. L. De Almeida. 1996. Phosphorus efficiency of wild and cultivated genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under biological nitrogen fixation. *Soil Biology and Biochemistry* 29:951-957.
3. Azcon, R., J. M. Barea and D. S. Hayman. 1976. Utilization of rock phosphate in alkaline soils by plants inoculated with mycorrhizal fungi and phosphate- solubilizing bacteria. *Soil Biology and Biochemistry* 8: 135-138.
4. Bath, S. A., O. V. S. Thenua, B. G. Shivakumar and J. K. Malik. 2005. Performance of summer green gram [*Vingaradiate* (L.) Wilczek] as influenced by biofertilizer and phosphorus nutrition. *Haryana Journal of Agronomy* 21:203-205.
5. Brussard, L. and R. Ferrera-Cenato. 1997. Soil Ecology in Sustainable Agricultural Systems. New York: Lewis Publishers, U.S.A. Pp: 168.
6. Buxton, D. R.1996. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Animal Feed Science and Technology* 59:37-49.
7. Cardoso, I. M. and T. W. Kuyper. 2006. Mycorrhiza and tropical soil fertility. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 116:72-84.
8. Cherney, J. H. and M. H. Hall. 1992. Determinants of forage quality. Journal of *Range management* 39 (2):144-151.
9. Cogswell, C. and L. D. Kamstra. 1976. The stage of maturity and its effect on the chemical composition of four native rang species. *Journal of Range Management* 29:460-463.
10. Dodd, J. 2000. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in agro- and natural ecosystems. *Outlook on Agriculture* 29(1):63-70.
11. Estrada-Luna, A. A. and J. Davies. 2003. Arbuscular mycorrhizal fungi influence water relations, gas exchange, abscisic acid and growth of micropropagated chileancho pepper (*Capscum annuum*) plants during acclimatization and post-acclimatization. *Journal plant physiology* 160: 1073-1083.
12. Ghoorchi, T., G. Ghorbani, M. Basiri and M. Sadeghian. 1997. Determination of digestibility, degradability and chemical composition of three pasture species of Ardestan. PP. 517-525. *In:* Proceeding of 2nd National Conference on Desertification and Desertification Control Methods. Kerman, Iran. (In Farsi).
13. Goh, T. B., M. R. Banerjee, S. Tu and D. L. Burton 1997. Vesicular arbuscular Mycorrhizae mediated uptake and translocation of P and Zn by wheat in a calcareous soil. *Canadian Journal of Plant Science* 77: 339-346.
14. Gosling, P., A. Hodge, G. Goodlassand and G. D. Bending. 2006. Arbuscular mycorrhiza fungi and organic farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 113:17-35.
15. Hamidi. A., A. Ghalavand, M. Dehghan Shoar, M. J. Malakuti, A. Asgharzadeh and R. Chokan. 2006. The effects of application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on the yield of fodder maize (*Zea mays* L.). *Pajouhesh & Sazandegi* 70: 16-22. (In Farsi).
16. Horst, W. J., M. Kamh, J. M. Jibrin and V.O. Chude. 2001. Agronomic measures for increasing P availability to crops. *Plant and Soils* 237: 211-223.

www.SID.ir

Archive of SID

17. Jafari, A. A. 2001. Response to a one cycle of divergent selection for digestibility and water soluble carbohydrates in perennial ryegrass (*Lolium perenne*) under glasshouse conditions. *Iranian Journal of Agriculture Science* 32: 319-329. (In Farsi).
18. Jahan, M., A. Kochaki and M. Nasiri mahalati. 2008. The effects of arbuscular mycorrhizal fungus and free living nitrogen fixing bacteria on growth, photosynthesis and yield of corn. *Iranian Journal of Field Crops Research* 5: 53-67. (In Farsi).
19. Kapoor, R., B. Giri and K. G. Mukerji. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (*Foeniculum vulgare* mill) on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology* 93:307-311.
20. Kapulnik, Y., S. Sarig, A. Nur, Y. Okon and Y. Henis. 1982. The effect of Azospirillum inoculation on growth and yield of corn. *Israel Journal of Botany* 31:247-255.
21. Kim, K. Y., D. Jordan and G. A. McDonald. 1989. Enterobacter agglomerans, phosphate solubilizing bacteria, and microbial activity in soil: Effect of carbon sources. *Soil Biology and Biochemistry* 89: 995-1003.
22. Koocheki, A., L. Tabrizi and R. Ghorbani. 2008. Effec of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). *Iranian Journal of Field Crops Research* 6: 127-137. (In Farsi).
23. Laheurte, F. and J. Berthelin. 1988. Effect of a phosphate solubilizing bacteria on maize growth and root exudation over four levels of labile phosphorus. *Plant and Soil* 105: 11-17.
24. Malakuti, M. G. 2000. Sustainable Agriculture and Yield Increase in Iran by Optimizing Fertilizer. Sana Publication, Tehran. (In Farsi).
25. Mehrvarz, S. and M. R. Chaichi. 2008. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on forage and grain quality of barely (*Hordeum vulgare* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science* 3 (6): 855-860.
26. Mikanova, O. and J. Novakova. 2002. Evaluation of the P-solubilizing activity of soil microorganisms and its sensitivity to soluble phosphate. *Rostlinna Vyroba - UZPI* 9: 397-402.
27. Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, San Diego, CA, USA. Pp: 483.
28. Mirhadi, M. G. 2002. Maize. Agricultural Research, Education and Extension Organization Press. Tehran, Iran.
29. Mirlohi, A., N. Bozorgvar and M. Bassiri. 2000. Effect of nitrogen rate on growth, forage yield and silage quality of three sorghum hybrids. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 4 (2):105-116. (In Farsi).
30. Olivara, M., C. Iribarne and C. Liuch. 2002. Effect of phosphorus on nodulation and N_2 fixation by bean (*Phaseolus vulgaris*). Proceedings of the 15th international Meeting on Microbial Phosphate Solubilization. Salamanca University, 16-19 July, Salamanca, Spain.
31. Omar, S. A. 1998. The role of rock-phosphate-solubilizing fungi and vesicular arbusular-mycorrhiza (VAM) in growth of wheat plants fertilized with rock phosphate. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 14: 211-218.
32. Ortus, I. and P. J. Harris.1996. Enhancement uptake of phosphorus by mycorrhizal sorghum plant as influenced by forms of nitrogen. *Plant and Soil* 184: 225-264.
33. Panwar, J. D. S. 1991. Effect of VAM and *Azospirillium brasilense* on photosynthesis, nitrogen metabolism and grain yield in wheat. *Indian Journal of Plant Physiology* 34(4): 357-361.
34. Ratti, N., S. Kumar, H. N. Verma and S. P. Gautam. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. motia by rhizobacteria, AMF and Azospirillum inoculation. *Microbiological Research* 156: 145-149.
35. Rosas, S., M. Rovera, J. Andres and N. Correa. 2002. Effect of phosphorous solubilizing bacteria on the rhizobia legume symbiosis. Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial phosphate Solubilization. Salamanca University, 16-19 July, Salamanca, Spain.
36. Rousta, M. J., N. Saleh Rastin and M. Mazaheri Asadi.1998. Occurrence and activity of azospirillum in some soils of Iran. *Iranian Journal of Agriculture Science* 29: 285-298. (In Farsi).
37. Ryan, M. H. and J. H. Graham. 2002. Is there a role for arbuscular mycorrhizal fungi in production agriculture? *Plant and Soil* 244:263-271.
38. Sarmadniya, G. and A. Koochaki. 1991. Crop Physiology. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. Mashhad, Iran. (In Farsi).
39. Shabaev V. P., V.Yu, S. Molin and V. A. Mudrik. 1995. CO_2 exchange in soybean plants and symbiotic nitrogen fixation upon joint inoculation with nodule bacteria and either rhizosphere pseudomonads or endomycorrhizal fungi. *Biology Bulletin of the Russian Academy of Sciences* 22: (6): 676- 583.
40. Singh, G., D. R. Biswas and T. S. Marwaha.2010. Mobilization of potassium from waste mica by plant growth promoting rhizobacteria and its assimilation by maize (*Zea mays*) and wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal Plant Nutrition* 33:1236-1251.
41. Somasegaran, P. and H. J. Hoben. 1994. Hand Book for Rhizobia: Methods in Legume-Rhizobium Technology. New York: Springer-Verlag, U.S.A.

www.SID.ir

Archive of SID

42. Sturz, A. V. and B. R. Christie. 2003. Beneficial microbial allelopathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. *Soil and Tillage Research* 72: 107-123.
43. Subba Rao, N. S. 1988. Biofertilizer in Agriculture. Oxford & IBH Pub. Co, London.
44. Thakur, A. K. and J. D. S. Panwar. 1997. Response of Rhizobium-vesicular arbuscular mycorrhizal symbiants on photosynthesis, nitrogen metabolism and sucrose translocation in green gram (*Phaseolus radiates*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 67(6):245-248.
45. Toussaint, J. P., F. A. Smith and S. E. Smith. 2007. Arbuscular mycorrhizal fungi can induce the production of phytochemicals in sweet basil irrespective of phosphorus nutrition. *Mycorrhiza* 17(4): 291 – 297.
46. Turan, M., N. Ataogluand and F. Sahin. 2009. Evaluation of the capacity of phosphate solubilizing bacteria and fungi on different forms of phosphorus in liquid culture. *Sustainable Agricultural* 28: 99–108.
47. Valadabadi, S. A. R., M. H. Lebaschi and H. Aliabadi Farahani. 2019. The effects of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), P_2O_5 fertilizer and irrigation according to physiological growth indices of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 25: 414- 428. (In Farsi).
48. Vazques, P., G. Holguin and M. E. Puente. 2000. Phosphate-solubilizing microorganisms associated with the rhizosphere of mangroves in a semiarid coastal lagoon. *Biology and Fertility of Soils* 30: 460-468.
49. Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil* 255:571-586.
50. Wilson, J. R. 1994. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. *The Journal of Agricultural Science* 122:173-182.
51. Wua, S. C., Z. H. Cao, Z. G. Li, K. C. Cheung and M. H. Wong. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. *Geoderma* 125: 155-162.
52. Yazdani, M., M. A. Bahmanyar., H. Pirdashti and M. A. Esmaili. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). *In:* Proceeding of the World Academy of science, Engineering and Technology 37: 90-92.
53. Zahir, A. Z., S. A. Abbas, A. Khalidand and M. Arshad.2000. Substrate dependent microbial derived plant hormones for improving growth of maize seedlings. *Pakistan Journal of Soil Science* 15:7-11.
54. Zahir, Z. A., M. Arshad and W. T. Frankenberger Jr. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria: Applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy* 81:97-168.
55. Zaidi, A. and M. S. Khan. 2006. Co-inoculation effects of phosphate solubilizing micro- organisms and *glomus fasciculatum* on green gram-bradyrhizobium symbiosis. *Turkish Journal of Agricultural Science* 30: 223 -230.

www.SID.ir