نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۳ ، پاییز ۱۳۹۱، ص. ۵۱۰-۵۰۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 3, Fall 2012, p. 503-510

مطالعه اثر کاربرد مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم علوفه ای (*Sorghum bicolor*)

امیرحسین سعیدنژاد[۱*]- حمیدرضا خزاعی[۲]- پرویز رضوانی مقدم[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۰/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۸/۲۰

چکیده

امروزه استفاده از منابع مواد آلی و کودهای بیولوژیک به طور روزافزون در حال گسترش است. به منظور بررسی اثر مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سورگوم علوفه‌ای، آزمایشی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل: ۱- تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین (شامل مخلوطی از باکتری‌های *Azospirillum brasilense* و *Azotobacter chroococcum*)، ۲- کمپوست به میزان ۱۵ تن در هکتار، ۳- ورمی‌کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار، ۴- تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین و کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار، ۵- تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین و ورمی‌کمپوست به میزان ۷ تن در هکتار، ۶-تلقیح بذور با باکتری‌های حل‌کننده فسفات (*Pseudomonas fluorescence*)، ۷- تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین و باکتری‌های حل‌کننده فسفات (*Pseudomonas fluorescence*)، ۸- تلقیح بذور با باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کمپوست به میزان ۱۵ تن در هکتار، ۹- کود شیمیایی به میزان ۸۰ کیلوگرم کود نیتروژنه (اوره) و ۵۰ کیلوگرم کود فسفره (سوپر فسفات) در هکتار و ۱۰- شاهد (بدون مصرف کود) بود. برداشت علوفه در دو چین و در مرحله ۵۰٪ گلدهی انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد پنجه و محتوای کلروفیل گیاه تحت تاثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت. قطر ساقه بین تیمارها اختلاف معنی داری نداشت. همچنین عملکرد علوفه تقریباً در تمامی تیمارها دارای اختلاف معنی داری با تیمار شاهد بود. بیشترین عملکرد تر علوفه در هر دو چین در تیمار تلفیقی ازتوباکتر و ورمی‌کمپوست حاصل شد. درصد ماده خشک تولید شده در چین اول تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت، اما در چین دوم این اختلاف معنی‌دار نبود. در بخش اجزای عملکرد، در چین اول و دوم درصد برگ و درصد ساقه در ماده خشک و نسبت برگ به ساقه تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار نگرفتند. در مجموع، نتایج این آزمایش نشان داد که کودهای آلی و بیولوژیک می‌توانند جایگزین‌های مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند.

واژه های کلیدی: کودهای بیولوژیک، ماده آلی، *ازتوباکتر*، *سودوموناس*، سورگوم

مقدمه

از نیمه دوم قرن بیستم پیشرفت‌های شگرفی در زمینه تولیدات غذایی در سطح جهان حاصل شد که نتیجه بکارگیری اصول علمی در کشاورزی بود (۴). کسب عملکرد بالای محصولات زراعی به سطح بالایی از مدیریت نیاز دارد. امروزه جنبه‌های مختلف مدیریت تولید گیاهان زراعی پیچیده‌تر شده است و ملاحظات محیطی، آلودگی آب، بقایای مواد شیمیایی در غذا، فرسایش خاک، قابلیت دسترسی آب و بسیاری از عوامل دیگر در فرآیند تولید دخالت دارند (۵). کیفیت خاک علاوه بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن، دارای ارتباط نزدیکی با خصوصیات بیولوژیکی آن نیز می‌باشد (۲۱). در یک سیستم ریشه‌ای فعال، ترکیبات آلی به‌طور منظم به محیط ریشه گیاه آزاد می‌شوند که باعث رشد و افزایش فعالیت جامعه‌ی میکروبی خاک شده و سلامت سیستم را بهبود می‌بخشند (۳۳). اهمیت جوامع میکروبی برای یک اکوسیستم کشاورزی عمدتاً ناشی از نقش آنها در بهبود خصوصیات مختلف خاک که تعیین‌کننده تولید گیاه است می‌باشد (۳۷). امروزه در اثر فعالیت‌های مخرب انسان، روابط متقابل گیاه وریزموجودات دستخوش تغییر شده است (۳۱). مواد آلی و کودهای بیولوژیک به‌عنوان گزینه‌های جایگزین مناسبی برای مصرف روزافزون کودهای شیمیایی و به‌منظور افزایش حاصلخیزی خاک به‌خصوص در بحث کشاورزی پایدار مورد توجه قرار گرفته‌اند (۳۹). کودهای بیولوژیک به میکروارگانیسم‌هایی اطلاق می‌شود که می‌توانند به‌صورت‌های مختلف اعم از تلقیح، کاربرد روی سطح گیاه و یا خاک مورد استفاده

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: asaeidnezhad@gmail.com)

قرار گرفته و از طریق افزایش دسترسی عناصر غذایی برای گیاه میزبان باعث تحریک رشد آن شوند (۳۸). گروهی از این ریزموجودات شامل باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جمله *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp. بوده که با ریشه گروهی از گیاهان از جمله سورگوم، همیار بوده و امروزه توجه ویژه‌ای به آنها معطوف شده است (۳۷). این باکتری ها با داشتن توانایی تولید ترکیباتی مثل انواع ویتامین‌های گروه B، بیوتین، اسید پنتونیک، اسید نیکوتینیک و همچنین هورمون‌هایی مثل اکسین و جیبرلین می‌توانند در افزایش رشد ریشه و عملکرد گیاه نقش موثری را ایفا کنند (۲۸). *ازتوباکتر* همچنین قادر به تولید ترکیبات ضد عوامل بیماری‌زای گیاهی بوده و در مقابله با بیماری‌ها نیز نقش دارد (۳۶). آزوسپیریلوم نیز ضمن دارا بودن قابلیت تثبیت نیتروژن، با تحریک رشد ریشه باعث افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی شده و از این طریق در افزایش عملکرد نقش مهمی را ایفا می‌کند (۳۷). باکتری‌های حل‌کننده فسفات شامل گروهی از ریزموجودات بوده که قادرند فسفر نامحلول خاک را به فرم محلول تبدیل و در دسترس گیاه قرار دهند. از مهم‌ترین جنس‌های این گروه *سودوموناس* است که دارای گونه‌های مختلفی می‌باشد (۳۷). گونه *Pseudomonas flurescence* از طریق سازوکارهای متنوعی از جمله تولید هورمونهای گیاهی، افزایش جذب فسفر گیاه، تثبیت نیتروژن، ساخت آنتی‌بیوتیک‌ها و سیدروفورها و همچنین ترشح آنزیم‌هایی که مقدار اتیلن را در گیاه تنظیم می‌کنند، سبب تحریک رشد گیاه می‌شود (۹). این‌گونه همچنین در کنترل قارچ‌های بیماریزا دارای نقش موثری است (۳۴).

در بسیاری از نظام‌های کشاورزی پایدار از کمپوست و کودهای آلی جهت بهبود حاصلخیزی خاک و نیز پیشگیری و کنترل آفات و امراض گیاهی استفاده می‌شود (۱۴،۸). کودهای آلی و کمپوست می‌توانند علاوه بر نقش تغذیه‌ای، دارای اثرات مستقیم ضدبیماری، تحریک میکروارگانیسم‌های رقیب و همچنین ایجاد مقاومت در گیاهان در مقابل بیماری‌های گیاهی باشند (۲۳). یکی دیگر از مواد آلی، ورمی‌کمپوست است که از طریق فرآوری ضایعات آلی نظیر کودهای دامی و ضایعات گیاهی توسط گروهی از کرم‌های خاکی تولید می‌شوند. این مواد با تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی، تهویه و زهکش مناسب، ظرفیت بالای نگهداری آب، بدون بوی نامطبوع و فاقد عوامل بیماری‌زا بوده و امروزه استفاده از آن در کشاورزی پایدار برای بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول می‌باشد (۱۱و۱۰).

آتیه و لی (۱۲) آزمایشی را به‌منظور بررسی اثر کودهای آلی بر گیاهان گوجه فرنگی و خیار انجام دادند و مشاهده کردند که کاربرد این کودها باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در این گیاهان شد. جیانگ و هنجسدیک (۲۷) در یک آزمایش ۲۰-ساله اثر کودهای آلی و غیرآلی را بر عملکرد گندم زمستانه و ذرت بررسی و بیان کردند که اثر تلفیق کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد این گیاهان بیشتر از اثر این کودها به‌صورت مستقل می‌باشد. کوهن و همکاران (۱۹) گزارش کردند که وزن خشک اندام‌های هوایی ذرت در اثر تلقیح بذور با باکتری *آزوسپیریلوم* افزایش یافت. حجازی و مونیب (۲۶) نیز نتایج مشابهی را در همین ارتباط گزارش کردند.

سورگوم یکی از گیاهان علوفه ای تیره گرامینه است که در بسیاری از نقاط جهان به‌منظور تولید علوفه سبز، سیلویی و خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گیاه با داشتن صفاتی مثل قدرت پنجه زنی بالا، رشد سریع و تولید عملکرد مناسب از اهمیت زیادی برخوردار است. قرار گرفتن این گیاه در گروه گیاهان با مسیر فتوسنتزی چهارکربنه باعث شده است که پتانسیل تولید در این گیاه بسیار بالا بوده و از نظر راندمان مصرف آب و نیتروژن بر بسیاری از گیاهان زراعی دیگر ارجحیت داشته باشد.

از طرف دیگر با توجه به کمبود علوفه جهت تولید فرآورده های دامی در ایران، لازم است که گیاهان علوفه‌ای با تولید بالا و کیفیت مطلوب کشت گردند. در این میان سورگوم علوفه‌ای گیاهی است که علاوه بر تولید علوفه با عملکرد بالا و کیفیت مطلوب، سازگاری بالایی نیز نسبت به شرایط محیطی داشته و می‌تواند به‌عنوان یک منبع مطمئن تولید علوفه در بسیاری از نقاط کشت گردد. با توجه به نیاز به انجام تحقیقات بیشتر در خصوص پاسخ گیاهان زراعی به کاربرد مواد آلی و کودهای بیولوژیک و نیز بررسی امکان جایگزینی کودهای شیمیایی با این ترکیبات، در این آزمایش اثر کودهای بیولوژیک، آلی و شیمیایی بر خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سورگوم علوفه ای مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی ۲۸°° ۵۹° شرقی و عرض جغرافیایی ۱۵°° ۳۶° شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) اجرا شد. قبل از کاشت، از نقاط مختلف زمین نمونه‌برداری خاک انجام و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و درصد عناصر اصلی خاک محل اجرای آزمایش تعیین گردید (جدول ۱). همچنین عملیات مخلوط کردن تیمارهای کمپوست و ورمی‌کمپوست با خاک قبل از کاشت انجام و مواد مذکور به‌طور کامل با خاک مخلوط شدند. کاشت به روش جوی و پشته‌ای و با فاصله ردیف‌های ۵۰ سانتی‌متر و به‌صورت دستی در تاریخ ۱۳۸۷/۳/۲۳ انجام شد. دراین آزمایش، از سورگوم رقم اسپیدفید استفاده شد. زمین محل اجرای آزمایش در سال قبل زیر کشت جو بود. ابعاد کرت‌های آزمایشی نیز ۳×۴ متر در نظر گرفته شد

و در هر کرت ۵ ردیف گیاه کشت گردید. تیمارهای مورد مطالعه شامل: ۱- تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین(شامل مخلوطی از باکتری‌های *Azospirillum brasilense* و *Azotobacter chroococcum*)، ۲- کمپوست به میزان ۱۵ تن در هکتار، ۳- ورمی‌کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار، ۴- تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین و مخلوط کردن کمپوست با خاک به میزان ۱۰ تن در هکتار ۵- تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین و مخلوط کردن ورمی‌کمپوست با خاک به میزان ۷ تن در هکتار ۶- تلقیح بذور با باکتری‌های حل‌کننده فسفات (*Pseudomonas flurescenc*)، ۷- تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین و باکتری‌های حل‌کننده فسفات، ۸- تلقیح بذور با باکتریهای حل کننده فسفات و مخلوط کردن کمپوست با خاک به میزان ۱۵ تن در هکتار، ۹- کود شیمیایی به میزان ۸۰ کیلوگرم کود نیتروژنه و ۵۰ کیلوگرم کود فسفره در هکتار و ۱۰- تیمار شاهد (بدون مصرف کود) بود.

اولین آبیاری در روز بعد از کاشت و به‌روش سیفونی انجام و به منظور بهبود سبزشدن بذور، آبیاری دوم به فاصله ۳روز بعد و آبیاری‌های بعدی در فواصل منظم ۱۰ روزه اعمال گردید. پس از استقرار گیاه و رسیدن ارتفاع بوته‌ها به ۱۵ سانتی‌متری، عملیات تنک به‌منظور حصول فاصله ۸ سانتی‌متر برای دو بوته روی ردیف در دو مرحله انجام شد. عملیات وجین نیز در دو مرحله قبل از چین اول و در یک مرحله در فاصله بین چین اول و دوم انجام شد. قبل از برداشت چین اول در تاریخ ۱۳۸۷/۵/۲۸ چهار بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب و صفاتی همچون ارتفاع بوته، تعداد پنجه در هر بوته، قطر ساقه و محتوای کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه Minolta 502 SPAD, اندازه‌گیری شد. برداشت زمانی انجام شد که مزرعه تقریباً در مرحله ۱۰ درصد گلدهی بود. برداشت چین دوم در تاریخ ۱۳۸۷/۷/۲۶ انجام شد. برای تعیین عملکرد علوفه و اجزای عملکرد، پس از حذف دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدای کرت و نیم متر از انتهای کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای، بوته‌های موجود برداشت شده و عملکرد علوفه تر تولیدی تعیین گردید. سپس از طریق نمونه‌برداری ربعی، تعداد دونمونه یک کیلوگرمی برداشت شده که وزن تر نمونه اول تعیین و سپس در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد که از این نمونه جهت تعیین درصد ماده خشک استفاده شد. نمونه دوم به اجزای تشکیل دهنده علوفه شامل برگ و ساقه جدا شده و در داخل آون قرار گرفت و پس از خشک شدن، درصد اجزای عملکرد علوفه خشک تعیین گردید. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS ver 9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات مورفولوژیک گیاه

در تمامی تیمارهای اعمال شده، ارتفاع گیاه دارای افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد بود. گیاهان تحت تیمار تلفیقی ازتوباکتر و ورمی‌کمپوست دارای بیشترین ارتفاع بوته بودند و پس از آن گیاهان تیمارهای کود شیمیایی، ازتوباکتر و کمپوست، ازتوباکتر و سودوموناس و ورمی‌کمپوست بیشترین ارتفاع بوته را دارا بودند. در بین تیمارها نیز تیمار ازتوباکتر و ورمی کمپوست دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها بود (جدول ۲). در چین دوم نیز بین تمام تیمارها به جز تیمار سودوموناس با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود داشت و مانند چین اول تیمار ترکیبی ازتوباکتر و ورمی‌کمپوست بیشترین ارتفاع بوته را تولید کرد (جدول ۴). به طور کلی بالا بودن فراهمی عناصر غذایی از طریق افزایش طول میانگره‌ها باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شود و در بین تیمارهای مورد بررسی نیز، تیمار تلفیقی دارای ارتفاع بالاتری بود که به دلیل بیشتر بودن قابلیت دسترسی ریشه‌های گیاه به عناصر غذایی نسبت به سایر تیمارها است. هامیدا و همکاران (۲۴) نیز کاربرد تلفیقی باکتری‌های محرک رشد با کمپوست را در ارزن مرواریدی مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که ارتفاع گیاه در این تیمارها افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشته است. اردکانی و همکاران (۱) نیز افزایش ارتفاع گیاه ناشی از کاربرد باکتری‌های محرک رشد در گندم را گزارش کردند. نتایج مطالعات داوری‌نژاد و همکاران (۲۰) نشان داد که کاربرد کمپوست شهری غنی‌شده به همراه دو بار کود سرک موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع در گندم شد.

از نظر قطر ساقه گیاهان هیچ‌یک از تیمارهای مورد بررسی در چین اول اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و پس از تیمار تلفیقی ازتوباکتر و کمپوست که بیشترین قطر ساقه را داشت گیاهان تیمار شاهد دارای قطر بیشتری نسبت به سایر تیمارها بودند (جدول ۲). در چین دوم نیز تنها تیمار ترکیبی ازتوباکتر و کمپوست دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد که قطر ساقه در سورگوم از جمله فاکتورهایی است که عمدتا تحت تاثیر تراکم بوته است و چندان تحت تاثر کودهای بیولوژیک و مواد آلی قرار نمی‌گیرد.

بیشترین تعداد پنجه در چین اول متعلق به گیاهان تیمار کود شیمیایی، تیمار ترکیبی ازتوباکتر و کمپوست و تیمارهای ازتوباکتر و ورمی‌کمپوست بود و اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان دادند (جدول ۲). در چین دوم نیز تیمار تلفیقی ازتوباکتر و کمپوست، کود شیمیایی، ورمی‌کمپوست و ازتوباکتر دارای بیشترین تعداد پنجه بودند (جدول ۴). در چین دوم تعداد پنجه‌های تولیدشده افزایش یافت که به علت تحریک پنجه‌زنی ناشی از چین اول بود. افزایش میزان عناصر

دردسترس گیاه به خصوص نیتروژن باعث تحریک رشد رویشی و افزایش تعداد پنجه در بوته‌ها می شود. در ارزن نوتریفید نیز با افزایش میزان نیتروژن مصرفی، تعداد و سرعت ظهور پنجه ها افزایش یافت (۱۸). نتایج تحقیقات بباوی (۱۶) نیز نشان داد که در سورگوم علوفه‌ای به موازات افزایش مقدار نیتروژن دردسترس گیاه تعداد پنجه در واحد سطح افزایش می یابد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که بین میزان فراهمی عناصر غذایی با توان پنجه‌زنی گیاه ارتباط مستقیم وجود دارد و افزایش میزان عناصر در دسترس گیاه با کاربرد مواد آلی، کودهای شیمیایی و بیولوژیک باعث افزایش میزان پنجه‌زنی در تیمارهای مختلف گردید.

میزان نیتروژن قابل جذب برای گیاه با غلظت کلروفیل موجود در برگ‌ها دارای ارتباط مستقیم است و در نتیجه می‌توان با اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ، وضعیت گیاه را از نظر میزان نیتروژن مورد ارزیابی قرار داد (۳۲و۲۲،۱۵). مطالعات ماداکادزی و همکاران (۳۲) نشان داده است که استفاده از کلروفیل‌متر برای ارزیابی میزان نیتروژن گیاه ابزار مؤثری به شمار می‌رود. در قرائت کلروفیل‌متر که معیاری از محتوای کلروفیل و میزان سبزینگی گیاه است در چین اول تنها تیمارهای ترکیبی ازتوباکتر و ورمی‌کمپوست و تیمار کود شیمیایی دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد بودند (جدول ۲). در چین دوم نیز تیمار ترکیبی ازتوباکتر و ورمی‌کمپوست دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و سایر تیمارها بود (جدول ۴). میزان قرائت کلروفیل‌متر در چین دوم در تیمار کود شیمیایی دارای کاهش قابل توجهی نسبت به چین اول بود که به علت شتستشوی عناصر غذایی و به خصوص نیتروژن موجود در کود شیمیایی در طول فصل رشد و در نتیجه تخریب بخشی از ساختار کلروفیل گیاه است. با توجه به میزان بالای نیتروژن موجود در مواد آلی مانند ورمی‌کمپوست و همچنین افزایش میزان فراهمی این عنصر ناشی از تثبیت نیتروژن توسط باکتری های تثبیت کننده، میزان کلروفیل در این تیمارها بالاتر از سایر تیمارها بوده و کمترین میزان کلروفیل در تیمار شاهد نیز ناشی از کمبود نیتروژن در دستزس گیاه می باشد. در طول دوره رشد نیز تیمارهای شاهد علائمی از رنگ‌پریدگی و زردی نشان دادند.

عملکرد و اجزای عملکرد

در چین اول تمامی تیمارهای مورد بررسی عملکرد تر علوفه بالاتری نسبت به تیمار شاهد تولید نمودند. به جز تیمارهای سودوموناس،کمپوست و تیمار تلفیقی سودوموناس و کمپوست سایر تیمارهای اعمال شده دارای اختلاف معنی داری با تیمار شاهد بودند. بیشترین عملکرد کمّی علوفه را تیمار تلفیقی ازتوباکتر و ورمی‌کمپوست تولید نمود و پس از آن تیمارهای کود شیمیایی و تیمار تلفیقی ازتوباکتر و کمپوست دارای بیشترین میزان علوفه تولیدی بودند (جدول ۳).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	نیتروژن قابل دسترس(ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	pH	EC (dS/m)	ماده آلی(٪)
سیلتی-لومی	۱۵/٤	۱۳/۷	۱۱۹	۷/۹	۲/۲۳	۰/۸۳

جدول ۲- مقایسات میانگین خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک سورگوم علوفه ای در چین اول

تیمار	ارتفاع (سانتیمتر)	قطر ساقه (میلیمتر)	تعداد پنجه	قرائت اسپد
ازتوباکتر	۲۱۰^{bc*}	۹/۲۸	۴/۶۶^{abc}	۴۲/۳۳^{bc}
کمپوست	۱۹۰^{cd}	۸/۸۰	۴/۱۶^{cd}	۳۴/۳۳^{c}
ورمی کمپوست	۲۱۲^{b}	۹/۲۸	۴/۵۸^{abc}	۳۴/۷۷^{c}
ازتوباکتر+کمپوست	۲۲۳/۶۷^{ab}	۹/۵۲	۴/۸۳^{ab}	۴۱/۶۹^{bc}
ازتوباکتر+ورمی کمپوست	۲۳۷/۳۳^{a}	۸/۹۹	۴/۳۳^{bcd}	۵۸/۵۹^{a}
سودوموناس	۱۸۲/۳۳^{d}	۹/۰۸	۳/۹۱^{d}	۳۴/۳۸^{c}
ازتوباکتر+*سودوموناس*	۲۱۷/۳۳^{ab}	۹/۴۲	۴/۳۳^{bcd}	۴۲/۷۳^{bc}
سودوموناس+کمپوست	۲۱۱/۳۳^{bc}	۹/۲۱	۴/۴۱^{bcd}	۳۵/۸۶^{c}
کود شیمیایی	۲۲۹/۳۳^{ab}	۹/۳۰	۵^{a}	۴۸/۸۰^{ab}
شاهد	۱۵۱/۶۷^{e}	۹/۴۳	۳/۹۱^{d}	۳۱/ ۸۰^{c}

*میانگینهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

جدول۳- مقایسات میانگین عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم علوفه ای در چین اول

تیمار	عملکرد علوفه تر (کیلوگرم در متر مربع)	درصد ماده خشک (٪)	درصدبرگ از ماده خشک	درصد ساقه از ماده خشک	نسبت برگ به ساقه
ازتوباکتر	۵/۱۶^{cd*}	۲۳/۵۰^{bc}	۳۹	۶۰	۶۵
کمپوست	۴/۸۳^{ed}	۲۳/۹۰^{bc}	۴۱/۳۳	۵۷/۶۶	۶۸/۶۶
ورمی کمپوست	۴/۹۹^{d}	۲۳/۴۶^{bc}	۳۷/۶۶	۶۱/۳۳	۶۳
ازتوباکتر+کمپوست	۶/۳۳^{ab}	۲۳/۳۶^{bc}	۳۹/۶۶	۶۰	۶۸
ازتوباکتر+ورمی کمپوست	۷/۱۰^{a}	۲۳/۸۶^{ab}	۴۲	۵۷/۶۶	۷۰/۳۳
سودوموناس	۴/۸۳^{de}	۲۲/۹^{c}	۳۹/۳۳	۵۹/۶۶	۶۴/۶۶
ازتوباکتر+*سودوموناس*	۶^{bc}	۲۶/۲^{a}	۴۰/۳۳	۵۸/۶۶	۶۹/۶۶
سودوموناس+کمپوست	۴/۸۸^{de}	۲۳/۳۰^{bc}	۴۲/۳۳	۵۶/۳۳	۶۹/۶۶
کود شیمیایی	۶/۳۸^{ab}	۲۳/۲۶^{bc}	۴۱	۵۸	۶۸/۶۶
شاهد	۳/۹۴^{e}	۲۰/۱۶^{d}	۴۲	۵۷/۳۳	۶۸/۳۳

*میانگینهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

در چین دوم به جز تیمار سودوموناس، سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد بودند. بیشترین علوفه تر مربوط به تیمار تلفیقی ازتوباکتر و ورمی‌کمپوست بود و پس از آن تیمار ورمی‌کمپوست و تیمار تلفیقی ازتوباکتر و سودوموناس بیشترین عملکرد علوفه را تولید نمودند (جدول ۵). عملکرد علوفه در تیمار کود شیمیایی در چین دوم کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت. به نظر می‌رسد ورمی‌کمپوست با قدرت بالای جذب و نگهداری آب و نیز دارا بودن عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف و در نتیجه افزایش میزان فراهمی آب و این عناصر برای گیاه، باعث افزایش بیوماس تولیدی شده است. در مجموع اضافه کردن کودهای آلی ضمن تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی در خاک و ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه باعث افزایش رشد اندام هوایی و میزان علوفه تولیدی شده است. از طرف دیگر باکتریهای ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس با تولید ترکیبات تنظیم‌کننده رشد گیاه و افزایش فراهمی عناصر برای گیاه باعث افزایش فتوسنتز و میزان تولید ماده خشک در گیاه می شوند. اثرات هم‌افزایی متقابل باکتری‌ها بر روی یکدیگر نیز عامل دیگری برای افزایش میزان تولید ماده خشک در گیاه است. در تیمارهایی که عملکرد بالاتری داشتند افزایش در اجزای عملکرد علوفه مانند وزن خشک بوته‌ها و تعداد پنجه ها باعث بالا رفتن عملکرد نسبت به سایر تیمارها شد. نتایج تحقیق کومار و همکاران (۳۰) نیز نشان می دهد که در گیاه سورگوم استفاده از منابع کودهای آلی برای تامین عناصر مورد نیاز گیاه باعث افزایش میزان عملکرد علوفه تولیدی می شود. همچنین بادارادین و همکاران (۱۳) در مطالعه اثر عوامل محیطی روی عملکرد گندم مشاهده کردند که تیمار کود آلی بیشترین عملکرد را تولید نمود.

جدول ٤- مقایسات میانگین خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک سورگوم علوفه ای در چین دوم

تیمار	ارتفاع (سانتیمتر)	قطر ساقه (میلیمتر)	تعداد پنجه	قرائت اسپد
ازتوباکتر	۱۸۹^{bc*}	۸/۹۸^{b}	۴/۸۳^{a}	۴۲/۳۳^{b}
کمپوست	۱۸۸^{bc}	۹/۰۶^{ab}	۴/۵۸^{abc}	۳۳/۳۴^{b}
ورمی کمپوست	۱۹۸^{bc}	۹/۳۳^{ab}	۴/۸۳^{a}	۳۴/۷۷^{b}
ازتوباکتر+کمپوست	۲۰۷/۳۳^{ab}	۹/۸۵^{a}	۴/۹۱^{a}	۴۱/۶۹^{b}
ازتوباکتر+ورمی کمپوست	۲۲۰^{a}	۸/۸۵^{b}	۴/۷۵^{ab}	۵۸/۵۹^{a}
سودوموناس	۱۵۸/۶۷^{d}	۹/۰۷^{ab}	۴/۴۱^{bc}	۳۴/۳۸^{b}
ازتوباکتر+*سودوموناس*	۱۹۸/۳۳^{abc}	۹/۵۸^{ab}	۴/۷۵^{ab}	۴۲/۷۳^{b}
سودوموناس+کمپوست	۱۳۴/۳۳^{bc}	۹/۱۳^{ab}	۴/۴۱^{bc}	۳۵/۸۶^{b}
کود شیمیایی	۱۸۲/۳۳^{c}	۸/۷۳^{b}	۴/۹۱^{a}	۳۸/۸۰^{b}
شاهد	۱۵۳/۳۳^{d}	۸/۹۳^{b}	۴/۳۳^{c}	۳۱/۸۰^{b}

*میانگینهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

پاتیل و شلاونتر (۳۵) نیز در بررسی اثرات کودهای آلی، دامی و شیمیایی بر عملکرد سورگوم دریافتند که کودهای آلی به خصوص کمپوست عملکرد سورگوم را به طور معنی‌داری افزایش داد. نتایج تحقیقات زاهیر و همکاران نیز نشان می دهد که در ذرت تلقیح بذور با باکتری های ازتوباکتر و سودوموناس باعث افزایش عملکرد ماده خشک تولیدی در هکتار می شود (۴۰).

درصد ماده خشک

در چین اول بین تمامی تیمارهای مورد بررسی با تیمار شاهد از نظر درصد ماده خشک اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌این ترتیب که تیمار تلفیقی ازتوباکتر و سودوموناس بیشترین درصد ماده خشک را تولید نمود و پس از آن تیمار کمپوست و تیمار تلفیقی ازتوباکتر و ورمی‌کمپوست دارای بیشترین درصد ماده خشک بودند (جدول ۳). در چین دوم تیمار تلفیقی ازتوباکتر و کمپوست بیشترین درصد ماده خشک را تولید کرد و بین تیمارها با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). میزان ماده خشک تولیدی شاخصی از میزان تجمع مواد فتوسنتزی در گیاه و توان جذب عناصر توسط آن محسوب می شود. مواد آلی مثل کمپوست و ورمی کمپوست از طریق بهبود ساختمان خاک و افزایش درصد ماده آلی آن باعث بهبود رشد ریشه، بالا بردن توان جذب و نگهداری آب و نیز افزایش مقدار عناصر قابل جذب برای گیاه می‌شوند و از این طریق باعث افزایش توان فتوسنتزی گیاه و بالا رفتن تجمع ماده خشک در گیاه می‌گردند. هکمن و آنجل (۲۵) گزارش کردند که در سویا با کاربرد موادآلی میزان تولید ماده خشک افزایش می‌یابد. تلقیح بذور سویا با باکتریهای تثبیت‌کننده نیتروژن نیز باعث افزایش میزان ماده خشک تولیدی و افزایش عملکرد دانه شد (۲۵).

درصد برگ و ساقه در ماده خشک

در چین اول در هیچ کدام از تیمارهای مورد مطالعه، درصد برگ در ماده خشک اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان نداد. بیشترین درصد برگ در ماده خشک در تیمار تلفیقی ازتوباکتر و کمپوست به دست آمد.درصد ساقه در ماده خشک نیز در هیچ یک از تیمارها اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت و بیشترین درصد ساقه در تیمار ورمی‌کمپوست به دست آمد (جدول ۳). نسبت برگ به ساقه نیز در چین اول و دوم تحت تاثیر هیچ یک از تیمارهای مورد بررسی قرار نگرفت. در چین اول بیشترین نسبت برگ به ساقه در تیمار تلفیقی ازتوباکتر و ورمی‌کمپوست بدست آمد (جدول ۳). در چین دوم تیمار کمپوست بیشترین نسبت برگ به ساقه را تولیدنمود (جدول ۵). به نظر می رسد که اعمال تیمارهای مختلف نتوانسته است تاثیر چندانی بر نسبت برگ به ساقه در ماده خشک داشته باشد. نتایج مطالعات رضوانی مقدم (۲) و کاشانی (۳) نیز حاکی از عدم وجود تفاوت معنی دار در نسبت برگ به ساقه بین تیمارهای مختلف کودی است. البته نتایج بررسی بیرچ و اش (۱۷) نشان داد که افزایش میزان ازت باعث کاهش نسبت برگ به ساقه می شود.

جدول۵- مقایسات میانگین عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم علوفه ای در چین دوم

تیمار	عملکرد علوفه تر (کیلوگرم در متر مربع)	درصد ماده خشک	درصدبرگ در ماده خشک	درصد ساقه در ماده خشک	نسبت برگ به ساقه (درصد)
ازتوباکتر	۴/۸۳ cd*	۲۳/۹۰ ab	۴۰	۵۹	۶۸/۳۳
کمپوست	۴/۴۴ cd	۲۲/۹۳ab	۴۱	۵۸	۷۰/۳۳
ورمی کمپوست	۶/۱۶ ab	۲۳/۷۳ ab	۳۸/۳۳	۶۰/۶۷	۶۲/۶۶
ازتوباکتر+کمپوست	۵/۴۴ bc	۲۴/۰۳ a	۳۸	۶۱	۶۲/۶۶
ازتوباکتر+ورمی کمپوست	۷/۱۰a	۲۳/۱۶ ab	۳۹	۶۰	۶۴/۶۶
سودوموناس	۴/۱۰ ed	۲۳/۱۳ ab	۴۰/۶۶	۵۸/۳۳	۶۹
ازتوباکتر+سودوموناس	۶ ab	۲۲/۵۶ ab	۳۹/۶۶	۵۹/۳۳	۶۵/۶۶
سودوموناس+کمپوست	۵/۵۳bc	۲۱/۹۶ b	۳۹	۶۰	۶۴/۶۶
کود شیمیایی	۴/۴۴ cd	۲۳/۴۰ ab	۳۷/۶۶	۶۱/۳۳	۶۲
شاهد	۳/۰۵ e	۲۲/۲۶ ab	۴۰	۵۹	۶۸

*میانگینهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق اثر کاربرد مواد آلی، کودهای بیولوژیک و شیمیایی بـر خصوصـیات مورفولوژیـک، عملکـرد و اجـزای عملکـرد سـورگوم علوفه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت.کاربرد ایـن ترکیبـات باعـث بهبـود قابل توجه در برخی از صفات مورفولوژیک گیاه شد.در بخش عملکرد نیز این مواد باعث افزایش اجـزای عملکـرد گیـاه و در نتیجـه میـزان عملکرد تولیدی گیاه شد. در اکثر شاخصهای مورد بررسی، مواد آلی و کودهای بیولوژیک توانستند به خوبی با کودهای شیمیایی رقابت کنند. این مسئله به خصوص در چین دوم و با توجه به آزاد سازی تـدریجی عناصر غذایی از مواد آلی آشکارتر شد. با توجه به افـزایش روزافـزون کاربرد کودهای شیمیایی و خسارات جبران‌ناپذیری که استفاده بی‌رویه از این ترکیبات به محـیط زیسـت و سـلامت انسـان وارد مـی‌کنـد و همچنین توجه جهانی به مفاهیم کشاورزی پایدار، مواد آلی و کودهای بیولوژیک می‌توانند به عنوان یک جـایگزین مناسـب بـرای کودهـای شیمیایی مورد توجه و استفاده قرار گیرند.

منابع

۱- اردکانی، م.ر.، د. مظاهری ، ف. مجد، و ق. نورمحمدی. ۱۳۷۹. بررسی کارآیی مایکوریزا و استرپتومایسس در سطوح مختلف فسفر و تاثیر کاربرد آنها بر عملکرد و برخی صفات گندم. مجله علوم زراعی ایران (۲)۲: ۱۷-۲۸.

۲- رضوانی مقدم، پ. ۱۳۶۹. اثر مقایر مختلف کود نیتروژن بر ارزش غذایی، عملکرد و خصوصیات رشد چهار رقم سـورگوم علوفـه ای. پایـان نامـه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۳- کاشانی، ع.، و ج. بحرانی. ۱۳۶۳. اثر مقادیر مختلف ازت و فواصل برداشت بر عملکرد سودانگراس در منطقه خوزستان.مجلـه علمـی کشـاورزی، ۱۰: ۳۸-۲۸.

۴- کوچکی، ع. ۱۳۷۵ . از انقلاب سبز تا سبزینه انقلاب، تعارض یا تفاهم؟. چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، اصفهان.

۵- کوچکی، ع.، م. حسینی و ح. خزاعی. ۱۳۷۶ . نظامهای کشاورزی پایدار. (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحه ۱۰۲- ۱۴۹.

۶- محمدیان، م.، و م.ج. ملکوتی. ۱۳۸۱. ارزیابی تاثیر ذو وع کمپوسـت بـر خصوصـیات فیزیکـی و شـیمیایی خـاک و عملکـرد ذرت. مجلـه آب و خاک،جلد ۱۶: ۱۴۴-۱۵۰.

۷- ملافیلابی، ع. ۱۳۶۶. بررسی اثر تراکم و ازت بر میزان عملکرد و بعضی از خواص کمی و کیفی در سورگوم علوفـه ای. پایـان نامـه کارشناسـی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

8-Abbasi,P.A., J. Al-Dahmani, F. sahin, H.A.J. Hoitink and S.A. Miller 2002. Effect of compost amendments on diseases severity and yield of tomato in conventional and organic production systems. Plant Disease 86:156-161.

9-Abdul-jaleel, C., P. Manivannan, B. Sankar, A. Kishorekumar, R. Gopi, R. Somasundaram and R. Panneerselvam. 2007. *Pseudomonas flurescence* enhance biomass yield and ajmalicine production in *Caharanthus roseus* under water deficit stress. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 60:7-11.

10-Arancon, N., C.A.Edwards, P. Bierman, C. Welch, and J.D. Metzger. 2004. Influences of Vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 93:145-153.

11-Atiyeh, R.M., N.C. Arancon, A. Edwards, and J.D. Metzger. 2002. The influence of earthwormprocessed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology 81: 103-108.

12-Atiyeh, R.M., and S. Lee. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic waste on plant growth. Bioresource Technology 84: 7-14.

13-Badaruddin, M., and M.P. Reynolds. 1999. Wheat management in warm environment: Effect of organic and inorganic fertilizer, irrigation frequency and mulching. American Society of Agronomy. Agronomy Journal 91: 975-983.

14-Barker, A.V., and G.M. Bryson. 2006. Comparisons of compost with low or high nutrient status for growth of plants in containers. Communic. Soil. Sci. plant Anal. 37:1303-1319.

15-Barraclough, P.B., and J. Kyle. 2001. Effect of water stress on chlorophyll meter reading in winter wheat. P. 722-723. Horst, W. J. (Ed.). *In*: Plant nutrition-Food security and sustainability of agro-ecosystems. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

16-Bebawi, F. 1988. Forage sorghum production on a witchweed infected soil in relation to cutting height and nitrogen. Agronomy Journal 78: 827-832.

17-Birch, C.J. and J.D. Ash. 1989. The response of forage sorghum to nitrogen fertilizer applied at planting and after cutting. Australian Sorghum Workshop, Toowoomba.

18-Coaldrake, P. 1985. Leaf area accumulation of pearl millet as affected by nitrogen supply. Field Crops Research. 11:185-192.

19-Cohen, E., Y. Okon, J. Kigel, I. Nur and Y. Henis. 1980. Increase in dry weight and total nitrogen content in Zea mays and setaria italica associated with nitrogen-fixing *Azospirillum*. Plant Physiology 66: 746-749.
20-Davarynezhad, Gh., Gh. Haghnia, H. Shahbazi, and R. Mohammadian. 2002. The effect of compost and animal manure in production of Sugarbeet. Agricultural Science and Industry Journal 16 (2): 84- 85.
21-Ebhin Masto, R., P.K. Chhonkar, D. Singh, and A.K. Patra. 2006. Changes in soil biological and biochemical characteristics in a long term field trial on a sub-tropical inceptisoil. Soil Biology and Biochemistry 38:1577-1582.
22-Gerendas, J., and I. Pieper. 2001**.** Suitability of the SPAD meter and the petiole nitrate test for nitrogen management in nursery potatoes. P. 716-717. Horst, W. J. (Ed.). *In*: Plant nutrition-Food security and sustainability of agro-ecosystems. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
23-Ghorbani, R., S. Wilcockson, and C. Leifert. 2006. Alternative treatments for late blight control in organic potato: Antagonistic micro-organism and compost extract for activity against *Phytophtora infestans*. Potato Research 48:171-179.
24-Hameeda, B., O.P. Rupela, G. Reddy and K. Satyavani. 2006. Application of plant growth-promoting rhizobacteria associated with composts and macrofauna for growth promotion of Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* L.). Biology and Fertility of Soils 43(2): 221-227.
25-Heckman, S.R., and J.S. Angle. 1987. Residual effect of sewage sludge on Soybean. Journal of Environment Quality 16: 113-117.
26-Hegazi, N.A. and N. Monib. 1983. Response of maize plants to inoculation with Azospirillum and straw amendment in Egypt. Canadian Journal of Microbiology 29: 888-894.
27-Jiang, D., and H. Hengsdijk. 2006. Long-term effects of manure and inorganic fertilizers on yield and soil fertility for a winter Wheat-Maize system in Jiangsu,China. Soil Science Society of China 16: 25-32.
28-Kader, M.A. 2002. Effect of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by Wheat. Journal of Biological Science 2: 259-261.
29-Klopper, J.W., M.N. Schroth, and T.D. Miller. 1980. Effect of rhizosphere colonization by plant frowth promoting rhizobacteria on Potato plant development and yield. Phytopathology 70: 1078-1082.
30-Kumar, S., C.R. Rawat, S. Dhar, and S.K. Rai. 2005. Dry matter accumulation, nutrient uptake and changes in soil fertility status as influenced by different organic sources of nutrients to forage Sorghum (*Sorghum bicolor*). Indian Journal of Agricultural Sciences 75 (6): 340-342.
31-Lynch, J.M. 2002. Resilience of the rhizosphere to antropogenic disturbance. Biodegradation 13: 21-27.
32-Madakadze, I.C., K.A. Stewart, R.M. Madakadze, P.R. Peterson, B.E. Coulman, and D.L. Smith. 1999. Field evaluation of the chlorophyll meter to predict yield and nitrogen concentration of switch grass. Journal of Plant Nutrition 22(6): 1001-1010.
33-Mandal, A., A.K. Patra, D. Singh, A. Swarup, and R. Ebhin Masto. 2007. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stage. Bioresource Technology 98: 3585-3592.
34-Pal, K.K., V.B.R. Tilak, A.K. Saxena, R. Dey, and C.S. Singh. 2001. Suppression of Maize root diseases caused by *Macrophomica phaseolina*, *Fusarium moniliforme* and *Fusarium graminaerum* caused by plant growth promoting rhizobacteria . Microbiological Research 156: 209-223.
35-Patil, S.L., and M.N. Sheelavantar. 2006. Soil water conservation and yield of winter Sorghum as influenced by tillage, organic materials and nitrogen fertilizer in semi-arid tropical India. Soil and Tillage Research 89: 246-257.
36-Selosse, M.A., E. Baudoin, and P. Vandenkoornhyse. 2004. Symbiotic microorganism, a key for ecological success and protection of plants. Comptes Rendus Biologies 327: 639-648.
37-Tilak, K.V.B.R., N. Ranganayaki, K.K. Pal, R. De, A. Saxena, C. Shekhar Nautiyal, A.K. Tripathi, and B.N. Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science 89: 136-150.
38-Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil 255: 571-586.
39-Wu, S.C., Z.H. Caob, Z.G. Lib, K.C. Cheunga, and M.H. Wong. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solublizers and A.M fungi on Maize growth: a greenhouse trial. Geoderma 125: 155-166.
40-Zahir, A.Z., M. Arshad, and A. Khalid. 1998. Improving Maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. Pakistan Journal of Soil Science 15: 7-11.