علوم و تحقیقات بذر ایران
سال سوم/ شماره چهارم/ ۱۳۹۵ (۹۱ - ۸۱)

تأثیر تلقیح بذر با ریزجانداران محرک رشد و ورمی‌کمپوست بر عملکرد کمی و کیفی سورگوم رقم پگاه

جعفر اصغری*[۱]، سید محمدرضا احتشامی[۱]، نازلی گلستانی[۲]، محمد ربیعی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۹

چکیده

به منظور بررسی اثر باکتری های محرک رشد در تلفیق با کودهای شیمیائی و آلی بر عملکرد کمی و غلظت عناصر غذایی سورگوم رقم پگاه، آزمایشی به صورت طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار طی فصل زراعی ۹۱-۹۰ در موسسه تحقیقات برنج رشت انجام شد. تیمارهای مورد استفاده، بدون کود و بدون تلقیح (شاهد)، استفاده از کود شیمیائی و بدون تلقیح، تلقیح بذر با *Azotobacter chroococcum strain 41* + *Pseudomonas fluorescens strain 12* + بدون کود شیمیایی، تلقیح بذر با *P. fluorescens strain 12* + *A. chroococcum strain 41* + ۵۰ درصد کود شیمیائی، تلقیح بذر با *P. fluorescens strain 12* + *A. chroococcum strain 41* + ۷۵ درصد کود شیمیائی، استفاده از ورمی‌کمپوست (۶ تن در هکتار) و بدون کود شیمیایی، استفاده از ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیائی، استفاده از ورمی‌کمپوست + ۷۵ درصد کود شیمیائی، تلقیح بذر با *P. fluorescens strain 12* + *A. chroococcum strain 41* + ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست، تلقیح بذر با *P. fluorescens strain 12* + *A. chroococcum strain 41* + ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست، تلقیح با *A. chroococcum strain 41* + *P. fluorescens strain 12* + ورمی‌کمپوست بودند. تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن خشک برگ و ساقه، عملکرد تر و خشک علوفه، و میزان فسفر و روی اثر معنی‌داری داشت. نتایج نشان داد که استفاده تلفیقی از ورمی کمپوست و ریزجانداران محرک رشد در تمامی صفات به جز قطر ساقه، دارای بالاترین میزان بود. یافته‌های این آزمایش نشان داد که این ریزجانداران بر حسب ویژگی های خاک، ژنوتیپ گیاه و بخصوص شرایط اقلیمی، خود را با محیط سازگار می نمایند.

واژهای کلیدی: ورمی‌کمپوست، سودوموناس، ازتوباکتر، عناصر غذائی

۱- اعضای هیأت علمی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت
۲- کارشناس ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت
۳- دانشجوی دکترای زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت
* نویسنده مسئول: jafarasghari7@gmail.com

مقدمه

جمعیت کنونی جهان به مرز ۷ میلیارد نفر رسیده است و با توجه به رشد روز افزون جمعیت جهان و بر خلاف هشدارهای سازمانها و مراجع مربوطه، روند رو به رشد جمعیت در کشورهای در حال توسعه به مراتب بیشتر از کشورهای پیشرفته است. حفظ پایداری در تولید غذا و ایجاد امنیت غذایی در کنار کاهش فقر و گرسنگی سبب شده تا توجه ویژه ای به تولید غذا معطوف شود. در بین مواد غذایی مورد نیار انسان‌ها، فرآورده های دامی نیز نقش ویژه ای دارند. افزایش تولید کشاورزی برای رفع نیاز غذایی بشر، از طریق افزایش سطح زیر کشت و افزایش تولید در واحد سطح امکان پذیر است (بشارتی‌کلایه، ۱۳۷۷). برای دستیابی به خودکفایی در محصولات کشاورزی، لازم است تا میزان عملکرد در واحد سطح بیشتر از میزان فعلی افزایش یابد. مصرف صحیح و متناسب انواع کودها مانند کودهای شیمیایی، حیوانی، کمپوست گیاهی یا کود سبز، مهمترین و اساسی‌ترین راه حفظ و اصلاح شرایط حاصلخیزی خاک و افزایش میزان عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشد (ملکوتی، ۱۳۷۸). تولید و مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی (کودهای شیمیایی، قارچ‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها) در کشاورزی متداول در طی چند دهه اخیر مشکلات زیست محیطی بسیار زیادی را به همراه داشته است. در این بین می‌توان به آلودگی منابع آب، خاک، کاهش کیفیت محصولات غذایی و بر هم خوردن تعادل زیستی در خاک که صدمات جبران ناپذیری به اکوسیستم‌ها وارد می‌سازد، اشاره کرد (*ملرو*[1] و همکاران، 2008). راه حل اساسی این مشکلات حرکت به سوی کشاورزی پایدار بر اساس استفاده هر چه بیشتر از نهاده‌های درون مزرعه‌ای از جمله استفاده از جانداران مفید خاکزی تحت عنوان کودهای زیستی می‌باشد (*شارما*[2]، 2002). استفاده از ریزجانداران خاکزی برای رشد و تولید گیاهی به طور کلی کودهای زیستی یا تلقیح کننده‌های میکروبی نامیده می‌شوند که بیشتر به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و ایجاد شرایط مناسب برای رشد و نمو آن استفاده می‌شود (*شارما و جوهری*[3]، 2003). کودهای زیستی به عنوان طبیعی ترین و مطلوب ترین راه حل برای زنده و فعال نگه داشتن سیستم حیاتی خاک، مطرح می‌باشند. عرضه مواد آلی به خاک، به جهت تغذیه گیاه، بزرگ ترین مزیت این قبیل کودهاست. به علاوه تأمین عناصر غذایی به صورتی کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت‌های حیاتی، بهبود کیفیت و حفظ سلامت محیط زیست و در مجموع، حفظ و حمایت از سرمایه‌های ملی از مهم‌ترین مزایای کودهای زیستی محسوب می‌شوند (صالح راستین، ۱۳۸۰). یکی از مهم‌ترین کودهای آلی و مناسب برای استفاده در کشاورزی پایدار، ورمی‌کمپوست می‌باشد. ورمی‌کمپوست نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرم‌های خاکی است که در نتیجه تغییر و تبدیل و هضم نسبی ضایعات آلی (کود دامی، بقایای گیاهی و غیره) در ضمن عبور از دستگاه گوارش این جانوران به وجود می‌آید. ورمی‌کمپوست ماده‌ای شبیه پیت می‌باشد که دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری عناصر غذایی بالا، تهویه و زهکشی مناسب و ظرفیت بالای نگهداری آب می‌باشد (*اتیه*[4] و همکاران، 2002). استفاده از ورمی‌کمپوست در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت ریزجانداران مفید خاک در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیترات، فسفر، منیزیم و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب رشد و بهبود عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (*آرانکون*[5] و همکاران، 2004؛ *پربها*[6] و همکاران، 2007). در بین گیاهان علوفه ای، سورگوم یکی از گیاهان مهم علوفه ای است که کارایی مصرف آب آن بالا بوده و می‌تواند نقش مهمی در تأمین علوفه مورد نیاز داشته باشد. هدف از انجام این تحقیق نیز مقایسه سیستم‌های مختلف کوددهی شامل کود شیمیایی فسفر و کود زیستی (مخلوط ورمی‌کمپوست و باکتری‌های سودوموناس و ازتوباکتر) و تلفیق این دو بر عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای (رقم پگاه) است.

1- Melero
2- Sharma
3- Johri
4- Atiyeh
5- Arancon
6- Prabha

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار و تابستان سال ۱۳۹۰ در مزرعهٔ پژوهشی موسسهٔ تحقیقات برنج کشور (رشت) واقع در طول جغرافیایی ۴۱ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی با ارتفاع ۷- متر از سطح دریای آزاد انجام شد. میانگین دمای کمینه و بیشینه در طول فصل رشد به ترتیب ۲۰/۵۲ و ۲۸/۷۵ درجه سیلسیوس و میانگین کمینه و بیشینه رطوبت به ترتیب ۶۲/۷۸ و ۹۵/۵ درصد و مجموع ساعات آفتابی ۱۷۹/۷۲ بود. خاک مزرعه دارای بافت سیلتی- رسی- شنی و اسیدیته ۷/۵ بود.قبل از کشت، نمونه‌گیری مرکب خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتری انجام و جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه به آزمایشگاه خاکشناسی موسسه تحقیقات برنج کشور منتقل شد (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

هدایت الکتریکی (ds/m)	pH	کربن آلی (o.c)٪	کلسیم (ppm)	منیزیم (ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	نیتروژن ٪	رس ٪	سیلت ٪	شن ٪	بافت خاک
۰/۶۳	۶/۸	۱/۲۷	۱/۷	۱/۳	۷/۲۶	۲۲۴	۰/۱۰۶	۳۲	۵۶	۱۲	سیلتی رسی شنی

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی نمونه ورمی‌کمپوست

هدایت الکتریکی (ds/m)	pH عصاره اشباع	نیتروژن کل ٪	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	آهن (ppm)	روی (ppm)	کلسیم (meq/lit)
۸/۷	۸/۲	۲/۱۱	۵/۲۳	۲۷۸	۱/۱۷	۰/۸۹	۰/۱۰۶

نمونه‌ای از ورمی‌کمپوست مورد استفاده نیز برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه خاکشناسی موسسه تحقیقات خاک و آب کرج منتقل شد. نتایج آزمایشات انجام شده در جدول زیر قابل مشاهده است (جدول۲).

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. رقم مورد استفاده در این آزمایش رقم پگاه بود. تیمارهای مورد استفاده، بدون کود و بدون تلقیح (شاهد)، استفاده از کود شیمیائی و بدون تلقیح، تلقیح بذر با *Azotobacter + Pseudomonas fluorescens strain 12 + chroococcum strain 41* بدون کود شیمیایی، تلقیح بذر با *A. + P. fluorescens strain 12 + chroococcum strain 41* ۵۰ درصد کود شیمیائی، تلقیح بذر با *A. chroococcum strain + P. fluorescens strain 12 + 41* ۷۵ درصد کود شیمیائی، استفاده از ورمی‌کمپوست (۶ تن در هکتار) و بدون کود شیمیایی، استفاده از ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیائی، استفاده از ورمی‌کمپوست + ۷۵ درصد کود شیمیائی، تلقیح بذر با *P. fluorescens strain 12 + A. chroococcum strain 41 +* ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست، تلقیح بذر با *P. fluorescens strain 12 + A. chroococcum strain 41 +* ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست، تلقیح با *A. + P. fluorescens strain 12 + chroococcum strain 41* + ورمی‌کمپوست بودند. در زمان برداشت (در مرحله گلدهی) پس از حذف اثرات حاشیه ای، کلیه بوته های سبز در دو ردیف وسط هر کرت، شمارش و سپس از ارتفاع ۱۵ سانتی متری سطح خاک، قطع و برداشت شد. پس از اندازه گیری وزن تر به وسیله ترازو، بوته‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده و به عنوان علوفه خشک توزین شد. در زمان برداشت، ۱۰ بوته به طور تصادفی از ردیف های دوم و پنجم هر کرت، انتخاب و ارتفاع و قطر ساقه آنها اندازه‌گیری شد. پس از انتقال بوته‌ها به آزمایشگاه، ساقه و برگ آنها تفکیک گردید و پس از اندازه گیری سطح برگ، هر قسمت به طور مجزا در دمای ۷۵ درجهٔ سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون خشک و سپس توزین شد. در مرحله ۵۰ درصد گلدهی، بوته‌ها از کف بریده شده (بدون ریشه)،

سپس با آب مقطر شستشو شدند. این نمونه‌های گیاهی به مدت ۴۸ ساعت در آون با حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا خشک گردند. نمونه‌های گیاهی خشک شده، آسیاب شدند تا نمونه‌های کاملاً یکنواختی به‌دست آید. نمونه‌های آسیاب شده در محل خشک، خنک و در ظرف‌های سربسته به دور از تابش مستقیم نور آفتاب نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری فسفر و روی از روش هضم خشک و دستگاه جذب اتمی استفاده شد. یک گرم نمونه گیاهی خشک شده با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شده و در کروزه سیلیسی یا چینی ریخته شد و در کوره با حرارت معمولی قرار گرفت. درجه کوره به‌تدریج و در عرض ۲ ساعت به ۵۵۰ درجه رسانده شد و ۸ ساعت در کوره باقی ماند. بعد از خنک شدن، خاکستر سفید با کمی آب خیس شده و با شیشه ساعت پوشانده شد. مقدار ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک (۲ مول) اضافه گردید. کروزه‌ها با استفاده از حمام آبی تا ۸۰ درجه، حرارت داده شد تا اولین بخارات سفید خارج گردد. کروزه‌ها از کاغذ صافی به داخل بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری سرازیر شده و صاف گردید و سپس کاغذ صافی چندین بار با آب مقطر نیمه‌گرم شسته و به حجم رسانده شد. پس از گذشت نیم ساعت، فسفر نمونه ها در طول موج ۶۴۰ نانومتر و روی نمونه ها در طول موج ۵۸۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید (ملکوتی، ۱۳۷۸). به منظور تجزیه و تحلیل آماری و رسم نمودارهای مربوطه از برنامه های SAS (Version 9.1) و Excell استفاده گردید. سپس میانگین ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نوع کود بر ارتفاع بوته اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت (جدول ۳). بالاترین ارتفاع در تیمار تلقیح بذر با ریزجانداران و استفاده از ورمی‌کمپوست و کمترین ارتفاع در تیمار بدون کود شیمیائی (شاهد) مشاهده شد (شکل ۱). در ضمن ارتفاع بوته با عملکرد علوفه تر و خشک همبستگی معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۴). استفاده حداکثر از منابع و شرایط رشدی مناسب به دلیل برخورداری از منابع می تواند عامل اصلی در افزایش ارتفاع گیاه محسوب شود. به نظر می‌رسد که نوعی رابطه هم‌افزایی و تشدیدکنندگی بین ریزجانداران محرک رشد و ورمی کمپوست مورد استفاده به وجود آمده که موجب مشارکت و افزایش فعالیت آنها در خاک گشته است، به طوری که ورمی‌کمپوست با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد گیاه و متعاقب آن افزایش ارتفاع را فراهم کرده است. نتایج سایر محققان بر روی سیر (*آرگوئلو*[7] و همکاران، 2006)، خیار (*آذرمی*[8] و همکاران، 2009)، گیاه بادرشبی (حسین[9] و همکاران، 2006)، گندم (۹) و گوجه فرنگی (۱۳) موید همین مطلب است. علاوه بر این می‌توان گفت باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه با تولید هورمون از جمله جیبرلین‌ها که در رشد طولی سلول‌ها به ویژه میانگره‌های ساقه نقش دارند و همچنین اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها که اثر مثبتی بر تقسیم سلولی دارند، موجبات افزایش ارتفاع گیاه را فراهم می‌آورند. یافته‌های سایر محققان نیز اثر مثبت مدیریت صحیح کودهای آلی و زیستی بر صفات گیاهی را تأیید می‌کند(۲۰ و۱۵).

نوع کود بر قطر ساقه اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳)، با این حال بیشترین قطر ساقه در تیمار تلقیح و ۵۰٪ ورمی-کمپوست و کمترین آن در تیمار بدون کود شیمیائی (شاهد) به ثبت رسید. افزایش قطر ساقه ناشی از افزایش و تجمع عناصر در ساقه می‌باشد. از آنجایی که این باکتری‌ها توانایی زیادی در افزایش تولید هورمون سیتوکنین (که در تقسیم سلولی نقش دارد) می‌شوند لذا باعث افزایش قطر ساقه گیاه شده‌اند. در ضمن می‌توان بیان نمود که ورمی‌کمپوست با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک (۳۲) و در نتیجه فراهمی بیشتر عناصر غذایی، میزان فتوسنتز را افزایش داده و باعث افزایش قطر ساقه شده است. نتایج تحقیقات هامیدا و همکاران (۱۴) نیز موید یافته‌های فوق می‌باشد.

[7]- Arguello
[8]- Azarmi
[9]- Hussein

جدول ۳-تجزیه واریانس صفات کمی و غلظت عناصر سورگوم علوفه ای پگاه تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

	درجه آزادی	ارتفاع	قطر ساقه	سطح برگ	عملکرد تر	عملکرد خشک	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	فسفر	روی
تکرار	۲	۰/۳ ns	۱/۱۳**	۱۰۰۳۰۸۲/۴ ns	۲۱۸۴۸۴۸۵ ns	۲/۹۸ ns	۰/۴۳ ns	۲۰/۷۲ ns	۰/۰۰۱۲ ns	۲۱/۵۸ ns
تیمار	۱۰	۱/۲۷ *	۰/۰۳ ns	۳۸۱۱۳۰/۰۵**	۱۱۷۱۱۸۷۸۷۹**	۱۷/۲۱ **	۲/۲۱ *	۲۰/۱۶ **	۰/۰۰۱۸*	۶/۴۸ *
خطا	۲۰	۰/۲۳	۰/۰۱۷	۳۳۴۲۸/۱۵	۴۱۲۲۱۵۱۵۲	۰/۰۳	۰/۲۵	۹/۵۹	۰/۰۰۰۷	۰/۵۳
%CV	-	۱۳/۰۶	۱۰/۰۸	۱۴/۱۷	۱۷/۷۸	۱۰/۷۹	۱۱/۹۶	۱۷/۹۸	۱۲/۰۹	۱۰/۱

عدم وجود اختلاف معنی‌دار ns اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد**

نوع کود بر سطح برگ اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۳). بیشترین سطح برگ را تیمار تلقیح بذر با ریزجانداران و استفاده از ورمی‌کمپوست و کمترین آن را تیمار بدون کود شیمیائی (شاهد) به خود اختصاص دادند (شکل ۲). در ضمن سطح برگ با ارتفاع بوته، عملکرد تر و خشک و وزن خشک ساقه و برگ در سطح احتمال یک درصد همبستگی معنی‌داری داشت (جدول ۴). سطح برگ، شاخصی از افزایش رشد رویشی گیاه و نیز معیاری از اندازه و توانایی دستگاه فتوسنتزی است و توسعه آن در افزایش تولید و عملکرد، نقش بسزایی دارد. بنابراین، با توجه به افزایش این صفت در آزمایش ما، افزایش رشد و نمو و عملکرد گیاه بر اثر استفاده از این باکتری ها قابل انتظار می باشد. افزایش سطح برگ با عملکرد، رابطه مستقیم دارد و با افزایش سطح برگ، رشد گیاه افزایش می-یابد. یوسفی و همکاران (۳۳) در بررسی خود بر محلول‌پاشی باکتری‌های محرک رشد بر ذرت گزارش نمودند که طی محلول‌پاشی، جذب عناصری مثل روی و آهن افزایش می-یابد. در ضمن بیان شد که در استفاده از این ریزجانداران، تولید اسید اندول استیک و جیبرلین در گیاه افزایش می‌یابد که عوامل مذکور سبب افزایش طول و پهنای برگ ذرت می-شوند. همچنین مشخص شد که سطح برگ در اثر تلقیح سودوموناس با بذر، افزایش نشان می‌دهد (۱). نوع کود بر وزن خشک ساقه اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت (جدول ۳). بیشترین وزن خشک ساقه در تیمار تلقیح بذر با ریزجانداران و استفاده از ورمی‌کمپوست و کمترین آن در تیمار بدون کود شیمیائی (شاهد) مشخص گردید (شکل ۳). در ضمن مشخص گردید که وزن خشک ساقه با عملکرد تر و خشک همبستگی معنی داری در سطح احتمال یک درصد دارد (جدول ۴). این اثر سودمند تلقیح با ریزجاندار حل کننده فسفات به کلونیزه شدن ریشه و افزایش جذب فسفر و نیتروژن نسبت داده شده است (۲۱).

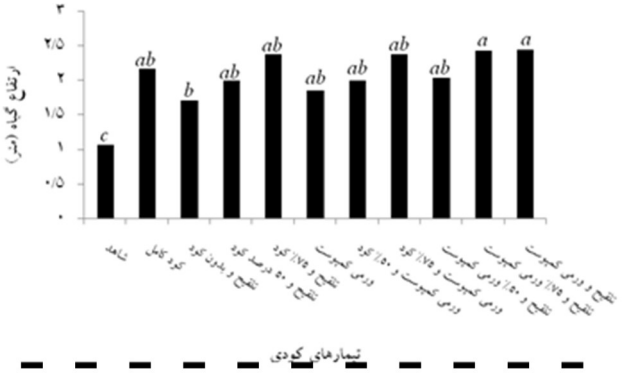
جدول ۴: ضریب همبستگی بین صفات کمی و صفات کیفی سورگوم علوفه ای پگاه تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

صفات	عملکرد خشک	ارتفاع	قطر	سطح برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	عملکرد تر	فسفر	روی
عملکرد خشک	۱								
ارتفاع	۰/۹۴**	۱							
قطر	-۰/۰۱ ns	۰/۰۶ ns	۱						
سطح برگ	۰/۹۵**	۰/۹۹**	۰/۰۸ns	۱					
وزن خشک برگ	۰/۹۷**	۰/۹۸**	۰/۰۶ ns	۰/۹۶**	۱				
وزن خشک ساقه	۰/۹۵**	۰/۹۸**	۰/۱۶ ns	۰/۹۹**	۰/۹۷**	۱			
عملکرد تر علوفه	۰/۹۸**	۰/۹۲*	-۰/۰۵ns	۰/۹۵**	۰/۹۳*	۰/۹۵**	۱		
فسفر گیاه	۰/۹۶**	۰/۸۴ns	-۰/۲۶ns	۰/۸۷*	۰/۸۸*	۰/۸۶ns	۰/۹۷**	۱	
روی گیاه	۰/۹۹**	۰/۹۳*	-۰/۰۸ns	۰/۹۳*	۰/۹۶**	۰/۹۳*	۰/۹۸**	۰/۹۷**	۱

**اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد *اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

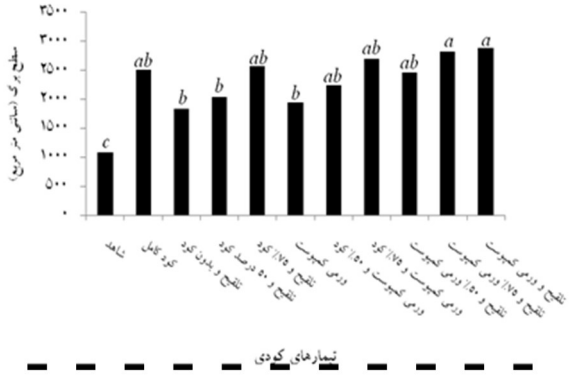
مشاهده شده است وزن خشک بالای ساقه می‌تواند ناشی از افزایش جذب گیاه به واسطه همزیستی باشد (۱۹). نتایج سایر محققین نیز بیانگر افزایش وزن خشک ساقه به دنبال کاربرد کودهای زیستی است (۸و۱۲) و همچنین محلول شدن عناصر غذایی و بهبود شرایط رشد گیاه می باشد. باکتری‌ها در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مواد بیولوژیکی مانند ویتامین‌های B، اسید نیکوتینیک، اسد پنتونیک، بیوتیک، اکسین، جیبرلین و ... را دارند (۱۸).

نوع کود بر وزن خشک برگ اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۳). بیشترین وزن خشک برگ در تیمار تلقیح بذر با ریزجانداران و استفاده از ورمی-کمپوست و کمترین آن در تیمار بدون کود شیمیائی (شاهد) مشخص گردید (شکل ۴). همچنین مشخص شد که وزن خشک برگ با عملکرد تر و خشک و سطح برگ همبستگی معنی داری در سطح احتمال یک درصد دارد (جدول ۴). وزن خشک برگ بالا از اجزای مهم و تأثیرگذار در عملکرد و گزینش یک گیاه علوفه ای است. مشاهده شده است که همزیستی با ریزجانداران حل کننده فسفات، اندازه و تناسب اندام گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. افزایش جذب عناصر غذائی به ویژه فسفر، مهم ترین عاملی است که وزن خشک گیاه را در همزیستی با این ریزسازواره ها تحت تأثیر قرار می دهد. البته سایر جنبه های بیوشیمیائی گیاه میزبان در همزیستی با این ریزسازواره ها می تواند اندازه اندام گیاه میزبان را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین اندازه گیاه و تناسب اندام درون گیاه از قبیل نسبت ساقه به ریشه، برگ، اندام زایشی و ... می تواند دستخوش تغییر به دلیل وجود روابط همزیستی شود، مخصوصاً زمانی که عامل محدود کننده وجود داشته باشد (۵). لی و همکاران (۲۱) نیز به دنبال بررسی اثر تلقیح لوبیا با باکتری های محرک رشد گزارش کردند که استفاده از این باکتری ها منجر به افزایش وزن خشک برگ می گردد. سایر محققین نیز به نتایج مشابه دست یافته‌اند (۸ و۱۱). نوع کود بر عملکرد علوفه تر و خشک اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک در تیمار تلقیح بذر با ریزجانداران و استفاده از ورمی‌کمپوست و کمترین آن در تیمار بدون کود شیمیائی (شاهد) مشاهده شد (شکل ۵ و ۶). ادواردز و همکاران (۱۰) اثر مثبت ریزجانداران حل کننده فسفات را در افزایش عملکرد علوفه خشک ذرت گزارش کرده اند. پاملا و استیون (۲۶) نیز اثر باکتری های محرک رشد در افزایش عملکرد علوفه سورگوم را به دلیل جذب بیشتر فسفر گزارش کرده است. به نظر می‌رسد افزودن ورمی‌کمپوست به خاک با بهبود بخشیدن به شرایط زیستی خاک (۱۷) ضمن فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، موجبات افزایش رشد پیکره رویشی و تولید بیوماس و نهایتاً افزایش وزن خشک نهایی را فراهم آورده است. نتایج مشابهی نیز در همین باره، در پژوهش‌های کوماوات و همکاران (۲۰) در مورد گیاه جو مشاهده گردید. نتایج این تحقیق با نتایج محققان دیگر مبنی بر اثر افزایشی ورمی‌کمپوست بر روی ریحان (۲۳) و توت فرنگی (۳۲) هماهنگی دارد.

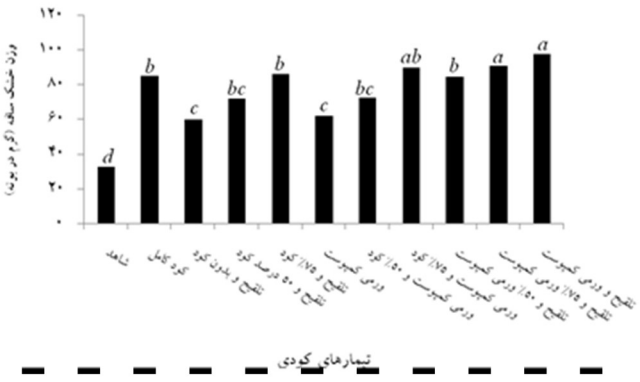


شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف کودی بر ارتفاع سورگوم رقم پگاه

نوع کود بر میزان فسفر بافت گیاهی اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت (جدول ۳). بیشترین میزان فسفر بافت گیاهی در تیمار تلقیح بذر با ریزجانداران و استفاده از ورمی‌کمپوست و کمترین آن در تیمار بدون کود شیمیائی (شاهد) به دست آمد (شکل ۷). همچنین میزان فسفر بافت گیاهی همبستگی معنی‌داری با عملکرد علوفه خشک و تر در سطح احتمال یک درصد و با وزن خشک ساقه و برگ در سطح احتمال پنج درصد داشت (جدول ۴). به نظر می‌رسد که مصرف ورمی‌کمپوست از طریق بهبود فراهم کردن جذب عناصر غذایی و فعالیت میکروبی خاک، باعث افزایش بیوماس گیاه و در نتیجه افزایش غلظت فسفر جذب شده توسط گیاه گردید که با نتایج موهانتی و همکاران (۲۵) بر روی بادام زمینی مطابقت دارد. در بررسی-های مختلف بیان شد که این ریزجانداران، توانایی حل-کنندگی فسفات و افزایش قابلیت استفاده از فسفر توسط گیاهان را افزایش می‌دهند. نتایج تحقیق اخیر مطابق با نتیجه سایر محققین می‌باشد (۳۱).



شکل ۲-اثر تیمارهای مختلف کودی بر سطح برگ سورگوم رقم پگاه



شکل ۳-اثر تیمارهای مختلف کودی بر وزن خشک ساقه سورگوم رقم پگاه

نوع کود بر میزان روی بافت گیاهی اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت (جدول ۳). بیشترین میزان روی بافت گیاهی در تیمار تلقیح بذر با ریزجانداران و استفاده از ورمی‌کمپوست و کمترین آن در تیمار بدون کود شیمیائی (شاهد) به ثبت رسید (شکل ۸). در ضمن میزان روی بافت گیاهی با عملکرد علوفه تر و خشک، وزن خشک ساقه و

برگ، سطح برگ و میزان فسفر بافت گیاهی همبستگی معنی داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۴). این تاثیرات مثبت نیز به قابلیت تحریک کنندگی فعالیت میکروب‌های مفید خاک توسط ورمی‌کمپوست و توانایی آن در بهبود جذب عناصر معدنی پر مصرف و کم مصرف نسبت داده شد. گزارش موهانتی و همکاران (۳۱) نیز بیانگر بهبود قابل ملاحظه غلظت فسفر در دانه و جذب کل آن در گیاه بادام زمینی (*Arachis Hypogaea*) در اثر مصرف ورمی-کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد کود شیمیایی بود

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج آزمایش نشان داد که استفاده تلفیقی از باکتری های محرک رشد در تلفیق با ورمی کمپوست باعث افزایش کمی و غلظت عناصر غذایی سورگوم علوفه ای رقم پگاه شد. در واقع نتایج این آزمایش نشان داد که نوعی رابطه هم‌افزایی و تشدیدکنندگی بین ریزجانداران محرک رشد و ورمی کمپوست مورد استفاده به وجود آمده که موجب افزایش فعالیت آنها در خاک می گردد، به طوری که ورمی‌کمپوست با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد گیاه و متعاقب آن افزایش عملکرد گیاه را فراهم کرده است. بعلاوه تیمارهای زیستی در تلفیق با ورمی کمپوست از طریق افزایش جذب عناصر معدنی به-ویژه فسفر، باعث افزایش میزان فتوسنتز گیاه شده است که در نهایت بهبود خصوصیات کمی و غلظت عناصر غذایی گیاه را موجب شده است. علاوه بر این می‌توان گفت باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه با تولید هورمون از جمله جیبرلین‌ها، اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها موجبات افزایش رشد گیاه را فراهم می‌آورند. شرایط تغذیه‌ای خاک و متعاقب آن، تعادل کاتیون و آنیون و توانایی جذب عناصر در ریزوسفر، نقش مهمی در ترکیب و مقدار تراوه‌های ریشه به‌خصوص اسیدهای آلی، رشد ریزجانداران و تاثیر آن‌ها بر گیاه میزبان دارد. حتی عناصر غذایی به طور مستقیم نیز موجب افزایش رشد و توسعه سیستم ریشه می شوند. با توجه به تأثیر مثبت این ریزجانداران بر توسعه سیستم ریشه و افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه تلقیح شده با ریزجانداران مورد مطالعه، افزایش عملکرد چندان دور از انتظار نبود. یافته‌های این تحقیق نشان داد که این ریزجانداران به دلیل تأثیر بر افزایش جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر می‌توانند منجر به افزایش وزن خشک و عملکرد گیاه گردند.

منابع

1. Amal, G. A., S. Orabi and A. M. Gomaa. 2010. Bio-organic farming of grain sorghum and its effect on growth, physiological and yield parameters and antioxidant enzymes activity. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(3): 270-279.
2. 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.
3. Arguello, J. A., S. B. Nunez, C. H. Rodríguez and M. D. D. Goldfarb. 2006. Vermicompost effect on bulding dynamics, nonstructural carbohydrate content, yield and quality of Rosado paraguayo garlic bulbs. *HortScience,* 41(3): 589-592.
4. Atiyeh, R. M., N. Arancon, C. A. Edwards and J. D. Metzger. 2002. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology*, 81: 103-108.
5. Auge, R. M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*, 11: 3–42.
6. Azarmi, R., M. Torabi Giglou and B. Hajieghrari. 2009. The effect of sheep-manure vermicompost on quantitative and qualitative properties of cucumber (Cucumis sativus L.) grown in the greenhouse. *African Journal of Biotechnology*, 8 (19): 4953- 4957.
7. Besharati Kelayeh, H. 1377. Effect of application of sulfur with Thiobacillus species in the absorption of nutrients in the soil. Tehran University. Karaj, Iran. (In Farsi).

8. Celebi, S. Z., S. Demir, R. Celebi, E. D. Durak and I. H. Yilmaz. 2010. The effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) applications on the silage maize (*Zea mays* L.) yield in different irrigation regimes European Journal of Soil Biology, In Press, Corrected Proof, Available online 29 June 2010.
9. Channabasanagowda, N. K., B. N. Biradarpatil, J. S. Awaknavar, B. T. Ninganur and R. Hunde. 2008. Effect of organic manure on growth, seed yield and quality of wheat. *Karnataka Journal of Agriculture Science*, 21(3): 366-368.
10. Edwards, S. G., J. Peter, W. Young and A. H. Fitter. 1998. Interactions between *Pseudomonas fluorescens* biocontrol agents and *Glomus mosseae*, an arbuscular mycorrhizal fungus, within the rhizosphere. Original Research Article FEMS Microbiology Letters, 166: 297-303.
11. Ehteshami, S. M. R., M. Agha Alikhani, M. R. Chaee Chi and K. Khavazi. 1388. Effects of biological phosphate fertilizer on quantitative and qualitative properties of corn under water deficit conditions. Iranian Journal of *Crop Sciences,* 40(1): 15-27. (In Farsi)
12. Gholami, A., S. Shahsavani and S. Nezarat. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *International Journal of Biological and Life Sciences*, 1(1): 35-40.
13. Gutiereez–Miceli, F. A., J. Santiago-Borraz, J. A. Molina, C. C. Nafate, M. Abud- Archila, M. A. Liaven, R. Rincon-Rosalea and L. Dendooven. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Bioresource Technology*, 98: 2781- 2786.
14. Hameeda, B., O. P. Rupela, G. Reddy and K. Satyavani. 2006. Application of plant growth-promoting bacteria associated with composts and macrofauna for growth promotion of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). *Biology and Fertility of Soils*, 44: 260-266
15. Hazarika. D. K., N. C. Taluk Dar, A. K. Phookan, U. N. Saskia, B. C. Da and P. C. Deka, 2000. Influence of vesicular arbascular mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria on nursery establishment and growth of tea seedling in assam. Symposium no. 12, Assam agricultural University, Jorhat Assam, India.
16. Hussein, M. S., S. E. El-Sherbeny, M. Y. Khalil, N.Y. Naguib and S. M. Aly. 2006. Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. *Journal of Scientia Horticulturae*, 108: 322-331.
17. Jat, R.S. and I. P. S. Ahlawat. 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpeafodder maize sequence. *Journal of Sustainable Agriculture*, 28(1): 41-54.
18. Kader, M. A. 2002. Effect of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. *Journal of Biological Sciences*, 2: 259-261.
19. Khalil, S., T. E. Loynachan and M. A. Tabatabai. 1999. Plant determinants of mycorrhizal dependency in soybean. *Agronomy Journal*, 91: 135–141.
20. Kumawat, P. D., N. L. Jat and S. S. Yadavi. 2006. Effect of organic manure and nitrogen fertilization on growth, yield and economics of barely (*Hordeum vulgare*). *Indian Journal of Agriculture Sciences*, 76(4): 226- 229.
21. Li, H. Y., Y. G. Zhu, P. Marschner, F. A. Smith and S. E. Smith. 2005. Wheat responses to arbuscular mycorrhizal fungi in a highly calcareous soil differ from those of clover, and change with plant development and P supply. *Plant and Soil*, 277: 221–232.
22. Malakouti, M. J. 1378. Sustainable agriculture and increase performance by optimizing the use of Iran fertilizers. Agricultural Education publication, Karaj, Iran. (In Farsi)
23. Mcginnis, M., A. Cooke, T. Bilderback and M. Lorscheider. 2003. Organic fertilizers for basil transplant production. *Acta Horticulturea*, 491: 213-218.
24. Melero, M., K. Vanderlinden, J. C. Ruiz and E. Madejon. 2008. Long-term effect on soil biochemical status of a Vertisol under conservation tillage system in semi-arid Mediterranean conditions. *European Journal of Soil Biology*, 44: 437 -442.

25. Mohanty, S., N. K. Paikaray and A. R. Rajan. 2006. Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (Arachis hypogeal L.)-corn (Zea mays L.) sequence using radio tracer technique. *Geoderma*, 133: 225-230.
26. Pamella, A. C. S. and H. Steven. 1982. Inorganic phosphate solubilization by rhizosphere in a zostera marin community. *Canadian Journal of Microbiology*, 28: 605–610.
27. Prabha, M. L.,I. A. Jayraaj, R. Jayraaj and D. S. Rao. 2007. Effective of vermicompost on growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 9: 321-326.
28. Saleh Rastin, N. 1380. Bio-fertilizers and their role in order to achieve sustainable agriculture. Necessary for industrial production of Iran biological fertilizers. Karaj, Iran. (In Farsi)
29. Sharma, A. K. 2002. A handbook of organic farming. Agrobios, India. pp. 407.
30. Sharma, A., and B. N. Johri. 2003. Growth promoting influence of siderophore-producing Pseudomonas strains GRP3A and PRS9 in maize (*Zea mays* L.) under iron limiting conditions. *Microbiol Research*, 158: 243-248
31. Sharma, K. D., G. L. A. Agrawa, M .Bhatnaga and R. Shama. 2007. Effect of phosphate solubilizing bacteria on the germination of *Cicer parietinum* seeds and seedling growth. *Journal of Herbal Medicine and Toxicology*, 1(1): 61-63.
32. Singh, R., R. R. Sharma, S. Kumar, R. K. Gupta and R.T. Patil. 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry. *Bioresource Technology*, 99: 8507-8511.
33. Yosefi, K., M. Galavi, M. Ramrodi and R. Mousavi. 2011. Effect of bio-phosphate and chemical phosphorus fertilizer accompanied with micronutrient foliar applicatin on growth, yield and yield components of maize (single cross 704). *Australian Journal of Crop Science*, 5(2): 175-180.

Effect of some of biofertilizers in integrated to chemical and organic fertilizers on forage yield of sorghum

Jafar Asghari[1]*, Seyed MohammadReza Ehteshami[1], Nazli Golestani[2], Mohammad Rabiei[3]

Received: December 31, 2015 Accepted: February 28, 2016

Abstract

In order to evaluate effect of some of biofertilizers in integrated to chemical and organic fertilizers on quantitative and nutrients density of sorghum forage (Pegah cultivar), a experiment was conducted during 2010-2011 growing season at Rice Research Institute in Rasht. The experimental design was completely randomized block, with three replication. Investigated treatments were including control (without inoculation and without chemical fertilizer), use of fertilizers and without inoculation, seed inoculation with *Pseudomonas fluorescens strain 12+Azotobacter chroococcum strain 41* and without chemical fertilizer, seed inoculation with *P. fluorescens strain 12+A. chroococcum strain 41* and 50% chemical fertilizer, seed inoculation with *P. fluorescens strain 12+A. chroococcum strain 41* and 75% chemical fertilizer, use of vermicompost (6 ton/ha) and without chemical fertilizer, use of vermicompost (6 ton/ha) and 50% chemical fertilizer, use of vermicompost (6 ton/ha) and 75% chemical fertilizer, seed inoculation with *P. fluorescens strain 12+A. chroococcum strain 41* and 50% vermicompost, seed inoculation with *P. fluorescens strain 12+A. chroococcum strain 41* and 75% vermicompost, seed inoculation with *P. fluorescens strain 12+A. chroococcum strain 41* and vermicompost. Fertilizer treatments had significant effect on plant height, leaf area, dry weight of leaf and stem, wet and dried yield of forage, dry matter digestibility of dried forage, crude protein of dried forage, P and Zn content. Results showed that integrated usage of vermicompost and plant growth promoting microorganisms had the highest of amount in all of characteristics except stem diameter. The findings of this experiment showed these microorganisms can adapt themselves based on soil properties, plant genotypes and particularly climate. Improving of the nutritional status in integrated usage of vermicompost and plant growth promoting microorganisms increased quantitative and nutrients density in compared with non-inoculation treatments. Indeed, use of biofertilizers and organic fertilizers can interact positively in increasing plant yield by nutrients uptake especially P, promoting plant growth and secretion of secondary metabolites, too. Generally, it seems that using of vermicompost could improve sorghum performance in addition to reduction of environmental pollution.

Keywords: Vermicompost, Pseudomonas, Azotobacter, Nutrients

1. Faculty members, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. MSc. Student in Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

*Corresponding author: jafarasghari7@gmail.com