نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۲، ص. ۴۵۱-۴۴۱

Journal of Water and Soil
Vol. 27, No.2, May-Jun 2013, p. 441-451

تأثیر کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد گندم در دو نوع خاک در آزمایشی گلخانه‌ای

فاطمه امیری فارسانی[۱*]- مصطفی چرم[۲]- نعیمه عنایتی ضمیر[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۱۰/۲۵
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۲/۸

چکیده

کودهای بیولوژیک می‌توانند به‌عنوان مکمل در کشاورزی پایدار به‌کار برده شوند. هدف اصلی از این پژوهش، بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک نیتروژنه و فسفره و کودهای شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در دو نوع خاک بود. طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل دو نوع خاک (لوم شنی و لوم رسی) و ۹ تیمار کودی بود. برای اجرای آزمایش از کودهای بیولوژیک نیتروکارا (*Azorhizobium caulinodans*) و فسفربارور ۳ (*Pseudomonas putida, Strain P13*، *Pantoea agglomerans, Strain P5* و *Pseudomonas putida, Strain MC1*) به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار به صورت منفرد و تلفیقی به روش تلقیح بذر استفاده گردید. نتایج تأثیر مثبت نوع لوم رسی و تلقیح هر دو نوع کود بیولوژیک به ویژه در حضور ۵۰ درصد کودهای شیمیایی روی وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه گندم را نشان داد. نتایج نشان داد تیمارهای ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کود بیولوژیک فسفره در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی بیشترین تأثیر را در اکثر صفات بررسی شده و تیمار شاهد کمترین تأثیر را نشان دادند. کود بیولوژیک نیتروکارا در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی بیشترین وزن هزار دانه را داشت. کود بیولوژیک فسفره در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم تأثیر بهتری را در مقایسه با کود بیولوژیک نیتروکارا نشان داد. نتایج این تحقیق نشان داد با تلفیق کودهای بیولوژیک و شیمیایی می‌توان مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد.

واژه های کلیدی: کود بیولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد، گندم

مقدمه

تأمین غذا از اصلی ترین مشکلات اقتصادی جوامع جهان سوم است و در این رابطه، نقش غلات به ویژه گندم حائز اهمیت می‌باشد. عملکرد گندم در ایران به دلایل مختلفی پایین بوده و در حد نصف عملکرد جهانی قرار دارد (۲). مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به منظور حصول عملکرد بالا و جبران کمبود مواد غذایی و به دنبال آن افزایش هزینه های تولید و تخریب منابع آب و خاک، موجب علاقمندی متخصصان به نظام‌های زراعی سالم و پایدار از نظر اکولوژیک شده است (۲۸). افزایش و توسعه‌ی نقش تلقیح با میکروارگانیسم‌ها ممکن است نیاز به کودهای شیمیایی و در نتیجه صدمات محیطی را کاهش دهد (۱۲). کودهای بیولوژیک فرآورده‌هایی شامل سلول‌های زنده و یا سلول‌های متراکم از سویه-های کارآمد میکروارگانیسم‌ها هستند و از طریق اثرات متقابلشان با محیط ریشه به جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان کمک می‌کنند (۲۳). بهبود رشد گیاه در اثر تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک می‌تواند ناشی از تأثیر میکروارگانیسم‌ها روی فعالیت‌های فیزیولوژیکی، متابولیکی گیاه و نیز تثبیت نیتروژن باشد. بخشی دیگر از این اثر افزایشی کودهای بیولوژیک روی رشد گیاهان را نیز می‌توان به بهبود کارآیی گیاه در اثر ترشح هورمون‌هایی نظیر سیتوکینین و اکسین که جذب آب و مواد غذایی را تحریک می‌کنند نسبت داد (۱۳). احمد و همکاران (۹) بیان داشتند کاربرد کودهای بیولوژیک از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش حاصلخیزی خاک و افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی برای جذب توسط گیاه، اجزای عملکرد و عملکرد گندم را بهبود داد. جا و همکاران (۱۷) بیان نمودند که

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول Email: fatemehamiri31@yahoo.com)

Archive of SID
www.SID.ir

تلقیح برنج با تعدادی از سویه‌های باکتری‌های محرک رشد گیاه موجب افزایش طول اندام هوایی، طول ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک دانه و عملکرد دانه گیاه شد. نتایج بررسی‌های شارونا و همکاران (۲۶) نشان داد که تلقیح با باکتری‌های محرک رشد موجب افزایش وزن ریشه و عملکرد گیاه گندم گردید. همچنین اگامبردیوا (۱۱) نتایج مثبت تلقیح با *Pseudomonas* روی رشد گندم را در خاک‌های آهکی گزارش کرد. بررسی‌های ملبوبی و همکاران (۲۱) نشان داد که کاربرد کود بیولوژیک فسفره حاوی دو باکتری *Pantoea agglomerans, Strain P5* به عنوان باکتری تولید کننده اسید و *Pseudomonas putida, Strain P13* به عنوان تولید کننده قوی فسفاتاز که جزء باکتری‌های حل کننده فسفر می‌باشند، از طریق افزایش فسفر قابل جذب خاک، ۲۰ تا ۲۵ درصد عملکرد گیاه را افزایش داد. سابری و همکاران (۲۵) بیان نمودند، تلقیح گندم با *Azorhizobium caulinodans* افزایش معنی‌داری را در وزن خشک و محتوای نیتروژن در مقایسه با تیمار بدون تلقیح نشان داد و لذا می‌تواند از طریق تثبیت بیولوژیک نیتروژن نیاز به کودهای شیمیایی را کاهش دهد. محمود و محمد (۲۰) بیان نمودند که کودهای بیولوژیک رشد و عملکرد گندم را تحریک می‌کنند. زوریتا و همکاران (۳۱) بیان داشتند، کود بیولوژیک حاوی *Azospirillum brasilienses* رشد و عملکرد دانه گندم را در واحد سطح افزایش داد. کتانتی و همکاران (۱۸) اثرات تلقیح *Azospirillum brasilienses* و *Trichoderma harzianum* را روی رشد و عملکرد گندم بررسی و بیان نمودند، نتایج آزمایشات، افزایش پارامترهای رشد و عملکرد گندم را نشان داد. با توجه به اهمیت گندم از جنبه‌های مختلف، هدف اصلی از این پژوهش، بررسی اثرات کاربرد کودهای بیولوژیک نیتروژنه و فسفره به تنهایی و در تلفیق با کودهای شیمیایی، بر پارامترهای رشد و عملکرد گندم (رقم چمران) در راستای کاهش آسیب‌های ناشی از مصرف مطلق کودهای شیمیایی در شرایط آب و هوایی اهواز بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در دانشگاه شهید چمران اهواز در یک آزمایش گلخانه ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل دو نوع خاک (لوم شنی و لوم رسی) و فاکتور دوم شامل ۹ سطح ترکیب کودی (T_1: بدون تلقیح کود بیولوژیک و کاربرد کود شیمیایی (شاهد)، T_2: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا، T_3: کود بیولوژیک فسفره، T_4: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا +کود بیولوژیک فسفره، T_5: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا + ۵۰ درصد NPK، T_6: کود بیولوژیک فسفره +۵۰ درصد NPK ، T_7: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا + کود بیولوژیک فسفره + ۵۰ درصد NPK، T_8: ۵۰ درصد NPK، T_9: ۱۰۰ درصد NPK) بود. قبل از اجرای طرح ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک‌ها در آزمایشگاه تعیین شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس آزمون خاک و نیازهای غذایی گندم، کود شیمیایی اوره به عنوان منبع نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله، زمان کشت، پنجه‌زنی، خوشه‌دهی) و کود سوپر فسفات تریپل و کود سولفات پتاسیم (۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت) به ترتیب به عنوان منبع فسفر و پتاسیم استفاده شد. کود بیولوژیک مورد استفاده شامل نیتروکارا به میزان ۱۰۰گرم در هکتار (نام علمی باکتری تثبیت کننده ازت موجود در فرمولاسیون نیتروکارا *Azorhizobium caulinodans* می باشد که به میزان 10^9 CFU/g در بسته های کود بیولوژیک تولید می شوند) و کود بیولوژیک فسفره به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار (نام علمی باکتری‌های حل کنندهٔ فسفر موجود در فرمولاسیون فسفاته بارور ۳، *Pseudomonas putida, Strain P13*، *Pantoea agglomerans, Strain P5* و *Pseudomonas putida, Strain MC1* می‌باشد که به میزان 10^9 CFU/g در بسته‌های کود بیولوژیک تولید می شوند) به ترتیب به عنوان منبع تأمین نیتروژن و فسفر مورد استفاده قرار گرفت. برای استفاده کودهای بیولوژیک ۱۰۰ گرم کود بیولوژیک در ۵ لیتر آب مقطر حل گردید و قبل از کشت بر اساس تیمارها بذور گندم (رقم چمران) با محلول کود بیولوژیکی با مقدار مناسب به روش تلقیح بذر آغشته شد و پس از کمی خشک شدن در گلدان‌های ۶ کیلویی با قطر ۲۰ سانتیمتر ۲۰ بذر کشت شد و پس از جوانه زدن ۱۰ بوته با فواصل ۲ سانتیمتری در گلدان‌ها تا زمان برداشت نگهداری شد. دوره رشد گندم از اواخر آبان تا اواخر اسفند بود. در طول دوره رشد گندم، گلدان‌ها در گلخانه، با متوسط دمای ۱۹ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۵۵ درصد و طول دوره روشنایی ۱۱ ساعت نگهداری شدند. در طول رشد گندم آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه و درصد رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی انجام شد. زمان آبیاری پس از مصرف تقریباً ۶۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی خاک گلدان‌ها با توجه به تغییرات دما، از طریق توزین ۳ گلدان شاهد، انجام گرفت. پس از برداشت ارتفاع گیاه اندازه‌گیری شد. ریشه‌ها و اندام هوایی گیاه به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس توزین شدند. در پایان به‌منظور تعیین اجزای عملکرد و عملکرد مربوط به سنبله اصلی، تعداد دانه در هر سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه تعیین گردید. همچنین میزان نیتروژن خاک به روش کجلدال اندازه‌گیری گردید. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS تجزیه واریانس و با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه میانگین شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه قبل از کاشت

شماره خاک	بافت خاک	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	اسیدیته	نیتروژن (٪)	فسفر قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم محلول ($meq\ lit^{-1}$)	ماده آلی (٪)
خاک ۱	لوم شنی	۲/۱۱	۷/۶۵	۰/۰۶۵	۱۱/۸۷	۰/۷	۰/۶۷
خاک ۲	لوم رسی	۲/۸۱	۷/۷۰	۰/۰۹۴	۱۳/۳۲	۰/۷۲	۰/۹۶

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات تأثیر تیمارها بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد گندم

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	میزان نیتروژن کل خاک
کود	۸	۱۵۴/۷۸۰**	۱/۴۳۸**	۷۰/۹۰۰**	۱۴۰/۳۵۴**	۴۱۱۷۱۶۷/۶۸**	۳۰۴۸/۹۶۱**
نوع خاک	۱	۲۴۵/۷۸۸**	۱/۱۳۲**	۱۵۳/۳۵۱**	۸۰/۲۲۷**	۵۵۵۱۷۰۸/۴۵**	۸۷۶/۷۶۶**
کود × نوع خاک	۸	۵/۸۱۸**	۰/۰۱۹^{ns}	۱/۶۴۱*	۳/۰۶۵**	۴۷۰۲۴/۱۳*	۲/۹۴^{ns}
خطا	۳۶	۰/۰۷۳	۰/۰۱۴	۰/۷۲۴	۰/۱۶۹	۱۷۰۵۰/۲۵	۱/۷۳
ضریب تغییرات		۱/۵۶۶	۹/۷۹۸	۳/۵۹	۰/۹۲۹	۳/۸۳۹	۲/۳۹

* و**- به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و ns عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

نتایج و بحث

نتایج ارائه شده در جدول ۲ نشان می‌دهد که اثر تیمارهای کودی و نوع خاک در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن خشک اندام‌های هوایی، وزن خشک ریشه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه گندم و همچنین میزان نیتروژن کل خاک معنی‌دار گردید. اثر متقابل تیمارهای کودی و نوع خاک در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن خشک اندام‌های هوایی و وزن هزار دانه معنی‌دار گردید. اثر متقابل تیمارهای کودی و نوع خاک در سطح احتمال ۵ درصد بر تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه گندم معنی‌دار گردید.

وزن خشک اندام هوایی

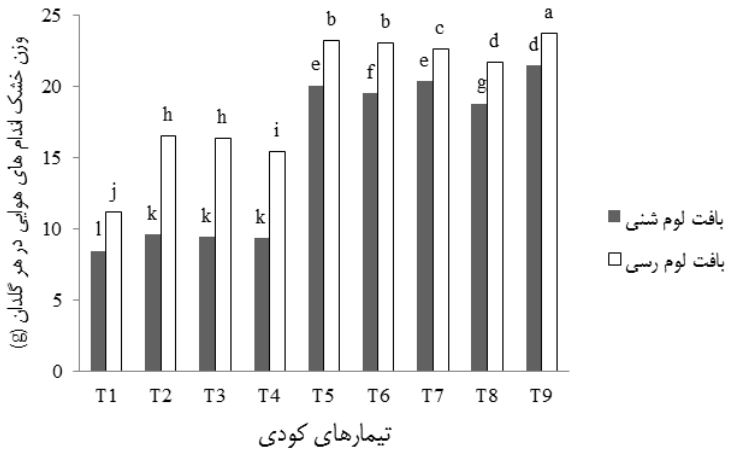
نوع خاک با بافت لوم رسی در مقایسه با لوم شنی افزایش معنی‌داری در وزن خشک اندام‌های هوایی نشان داد (جدول ۳). بیشترین وزن خشک اندام هوایی گیاه با مقدار ۲۳/۷۵ گرم در گلدان در نوع خاک با بافت لوم رسی و تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کمترین وزن خشک گیاه با مقدار ۸/۴۶ گرم در گلدان در لوم شنی و تیمار شاهد مشاهده گردید (شکل ۱). نوع لوم رسی در مقایسه با لوم شنی در همه تیمارهای کودی افزایش معنی‌داری در وزن خشک اندام‌های هوایی نشان داد (شکل ۱). نوع خاک با بافت لوم رسی به دلیل حاصلخیزی بیشتر تأثیر بهتری بر افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی نشان داد. افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه در تلقیح با کودهای بیولوژیک مشاهده شد اما این افزایش در حضور کودهای شیمیایی تشدید گردید و کاربرد منفرد کودهای بیولوژیک نتیجه بهتری را نشان داد. نتایج افزایش معنی‌داری در وزن خشک اندام هوایی گیاه در تیمارهای کود بیولوژیک در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی در مقایسه با تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی و کودهای بیولوژیک به‌تنهایی و شاهد نشان داد. با توجه به این نتایج می‌توان انتظار داشت کاربرد کودهای بیولوژیک در تلفیق با سطوح بالاتر از ۵۰ درصد کود شیمیایی و کمتر از ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بتواند در راستای کشاورزی پایدار و کاهش هزینه‌های تولید گندم مفید واقع شود. در تیمارهای تلقیح شده با کود بیولوژیک افزایش وزن خشک گیاه می‌تواند به علت افزایش جذب عناصر غذایی نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم درنتیجه گسترش ریشه باشد (۲۴). سرینیواسان و همکاران (۲۷) بیان نمودند تولید ایندول اسید استیک و جیبرلین در تلقیح با تعدادی باکتری و قارچ حل کننده فسفر موجب افزایش کل ماده خشک گیاه سورگوم در اثر تلقیح در مقایسه با عدم تلقیح شدند.

وزن خشک ریشه

نوع خاک با بافت لوم رسی در مقایسه با لوم شنی افزایش معنی‌داری در وزن خشک ریشه نشان داد که می‌تواند در نتیجه بیشتر بودن عناصر غذایی و رطوبت قابل دسترس آن باشد (شکل ۳). نتایج نشان می‌دهد که تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کود بیولوژیک فسفره در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی با ۱/۸۸ و ۱/۷۵ گرم در گلدان بیشترین وزن خشک ریشه را داشتند این دو تیمار تفاوت معنی‌داری را روی وزن خشک ریشه نشان ندادند.

Archive of SID

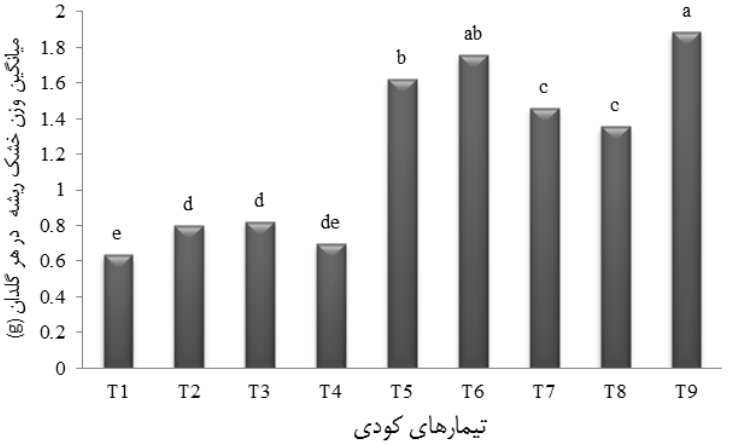
www.SID.ir



شکل ۱- اثر متقابل تیمارهای کودی و نوع خاک بر وزن خشک اندام‌های هوایی گندم

T_1: عدم تلقیح کود بیولوژیک و کاربرد کود شیمیایی، T_2 : کود بیولوژیک ازته نیتروکارا،T_3 : کود بیولوژیک فسفره، T_4: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا +کود بیولوژیک فسفره،T_5 : کود بیولوژیک ازته نیتروکارا + ۵۰ درصد NPK، T_6 : کود بیولوژیک فسفره + ۵۰ درصد NPK، T_7 : کود بیولوژیک ازته نیتروکارا + کود بیولوژیک فسفره + ۵۰ درصد NPK، T_8: ۵۰ درصد NPK، T_9: ۱۰۰ درصد NPK.

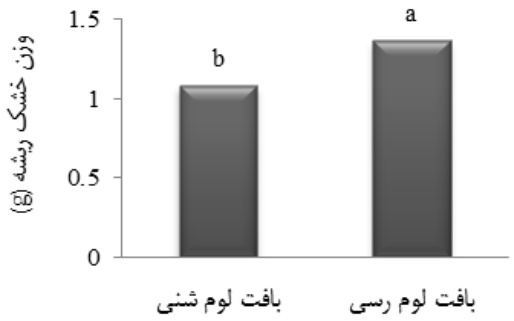
تیمارهای شاهد و کود نیتروکارا همراه با کود بیولوژیک فسفره با میانگین ۰/۶۳ و ۰/۶۹ گرم در گلدان کمترین وزن خشک ریشه را داشتند (شکل ۲). این نتایج نشان داد کاربرد کود بیولوژیک تأثیر مثبتی در افزایش وزن خشک ریشه داشت و کاربرد منفرد کودهای بیولوژیک نتیجه بهتری را در افزایش وزن خشک ریشه نشان دادند. وزن خشک ریشه در تیمارهای کاربرد کود بیولوژیک در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی در مقایسه با تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی و تیمارهای کود بیولوژیک به تنهایی و شاهد به ترتیب به‌طور متوسط ۱۱، ۵۳ و ۶۰ درصد افزایش نشان داد. به‌طور کلی افزایش وزن خشک ریشه گیاه در اثر تلقیح با کودهای بیولوژیک مشاهده شد اما این افزایش در حضور کودهای شیمیایی به دلیل تأمین بیشتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه تشدید گردید. بررسی‌های مختلف اثرات مثبت کاربرد باکتری‌های محرک رشد را بر شاخص‌های رشد ریشه را نشان داده‌اند (۳). مطالعه اصغرزاده و همکاران (۱) افزایش وزن خشک ریشه گیاه ذرت در اثر کار باکتری‌های محرک رشد گیاه را نشان داد.



شکل ۲- اثر تیمارهای کودی بر وزن خشک ریشه گندم

T_1: عدم تلقیح کود بیولوژیک و کاربرد کود شیمیایی، T_2: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا، T_3: کود بیولوژیک فسفره، T_4: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا +کود بیولوژیک فسفره، T_5: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا + ۵۰ درصد NPK، T_6 : کود بیولوژیک فسفره + ۵۰ درصد NPK، T_7 : کود بیولوژیک ازته نیتروکارا + کود بیولوژیک فسفره + ۵۰ درصد NPK، T_8: ۵۰ درصد NPK، T_9: ۱۰۰ درصد NPK.

www.SID.ir



شکل ۳- اثر نوع خاک بر وزن خشک ریشه گندم

تعداد دانه در سنبله

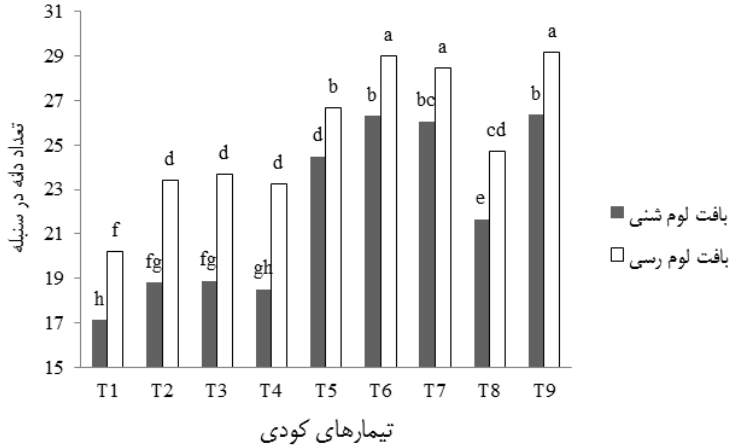
نوع خاک با بافت لوم رسی در مقایسه با لوم شنی افزایش معنی-داری در تعداد دانه در سنبله نشان داد (جدول ۳) همچنین در تمامی تیمارهای کودی نوع خاک با بافت لوم رسی در مقایسه با لوم شنی در تمامی تیمارهای کودی افزایش معنی‌داری را در تعداد دانه در سنبله گیاه نشان داد (شکل ۴). عواملی مانند محتوای رس بالا و محتوای رطوبت بالا اثرات مثبتی روی بقاء باکتری‌ها دارند (۲۹) . شرایط تغذیه‌ای گیاه و رطوبت خاک در مرحله گل دهی تأثیر زیادی در تعداد دانه در یک سنبله دارد (۷). افزایش تعداد دانه در سنبله در بوته‌های رشدکرده در نوع خاک با بافت لوم رسی ممکن است به دلیل بیشتر بودن عناصر غذایی، فعالیت میکروارگانیسم‌ها و رطوبت خاک نسبت به لوم شنی باشد. بر اساس نتایج کاربرد کودهای بیولوژیک به تنهایی و در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی در هر دو نوع خاک موجب افزایش تعداد دانه در سنبله گیاه نسبت به تیمار شاهد شد. بیشترین تعداد دانه با میانگین ۲۹/۱۷، ۲۹ و۲۸/۴۷ در نوع لوم رسی در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، کود بیولوژیک فسفره در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی و کود بیولوژیک نیتروکارا به‌علاوه کود بیولوژیک فسفره در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی مشاهده شد (شکل ۴). این تیمارها در هر دو نوع خاک افزایش معنی‌داری را در مقایسه با تیمار کود بیولوژیک نیتروکارا در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی در تعداد دانه در سنبله گیاه نشان دادند. کود بیولوژیک نیتروکارا در تلفیق با کود شیمیایی در مقایسه با تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی ۱۱/۵ و ۱۴/۵ درصد افزایش در تعداد دانه درسنبله را به ترتیب در نوع خاک با بافت لوم شنی و لوم رسی نشان داد اما نتوانست کاهش ۵۰ درصدی مصرف کود شیمیایی را جبران کند. کمترین تعداد دانه با میانگین ۱۷/۱۳ در نوع لوم شنی و تیمار شاهد مشاهده گردید. تیمار شاهد کاهش معنی داری را در مقایسه با تیمارهای کود بیولوژیک به تنهایی نشان داد. نتایج نشان داد در هر دو نوع خاک تلقیح کودهای بیولوژیک تأثیر مثبتی روی افزایش تعداد دانه در سنبله داشت. تیمارهای کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی و همچنین تیمارهای کاربرد کودهای بیولوژیک در تلفیق با کودهای شیمیایی افزایش معنی‌داری را بر تعداد دانه در سنبله در مقایسه با تیمارهای کاربرد کود بیولوژیک به تنهایی داشتند. بنابراین کاربرد کودهای بیولوژیک به تنهایی نمی‌تواند اثرات کودهای شیمیایی را در تولید دانه ایجاد کند. کودهای بیولوژیک ممکن است از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد به ویژه اکسین رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. حضور کودهای بیولوژیک می‌تواند باعث بهبود خصوصیات خاک نظیر محتوای ماده آلی و افزایش دسترسی عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و همچنین عناصر ریز مغذی می‌شود، این اثرات در حضور کودهای شیمیایی تشدید می‌شود (۶) و ممکن است از طریق گسترش ریشه و افزایش جذب عناصر غذایی موجب افزایش تعداد دانه در سنبله گندم گردیده باشد. بررسی های خاصه سیرجانی (۴) افزایش تعداد دانه در سنبله گندم را با مصرف کود بیولوژیک همراه با کود شیمیایی و کود آلی نشان داد. بررسی‌های افضلی و اصغری (۸) افزایش ۳۰ تا ۴۰ درصدی عملکرد دانه گندم را در نتیجه‌ی کاربرد کود شیمیایی فسفره به همراه باکتری‌های حل کننده فسفر در مقایسه با کاربرد کود شیمیایی فسفره به تنهایی نشان داد. همچنین آسکار و همکاران (۱۰) افزایش تعداد دانه گندم را در اثر تلقیح کودهای بیولوژیک گزارش نمودند.

وزن هزار دانه

نوع خاک با بافت لوم رسی در مقایسه با لوم شنی افزایش معنی-داری در وزن هزار دانه نشان داد (جدول ۳). بیشترین وزن هزار دانه با میانگین ۵۲/۰۹ گرم در نتیجه‌ی کاربرد تیمار کود بیولوژیک نیتروکارا در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی در نوع خاک با بافت لوم رسی مشاهده گردید و کمترین وزن هزار دانه با میانگین ۳۶/۸۷ گرم در تیمار شاهد در لوم شنی مشاهده گردید. نوع لوم رسی تأثیر مثبتی روی افزایش هزار دانه گندم داشت. نوع خاک با بافت لوم رسی افزایش معنی‌داری در وزن هزار دانه گندم در تمامی تیمارهای کودی بجز تیمار کود بیولوژیک نیتروکارا همراه با کود بیولوژیک فسفره در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی و تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی در مقایسه با لوم شنی نشان داد (شکل ۵). بیشتر بودن وزن هزار دانه در نوع خاک با بافت لوم رسی می‌تواند در نتیجه‌ی بالا بودن رطوبت قابل استفاد آن، عناصر غذایی از جمله نیتروژن و فعالیت بیشتر میکروارگانیسم‌ها در این خاک نسبت به خاک لوم شنی باشد. نتایج نشان داد در هر دو نوع تلقیح کودهای بیولوژیک تأثیر مثبتی روی افزایش وزن هزار دانه داشت اما کاربرد کودهای بیولوژیک به تنهایی نمی‌تواند اثرات کودهای شیمیایی را در وزن هزار دانه ایجاد کند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤- اثر متقابل تیمارهای کودی و نوع خاک بر تعداد دانه در سنبله گندم

T_1: عدم تلقیح کود بیولوژیک و کاربرد کود شیمیایی، T_2: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا، T_3: کود بیولوژیک فسفره، T_4: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا +کود بیولوژیک فسفره، T_5: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا + ۵۰ درصد NPK، T_6 : کود بیولوژیک فسفره + ۵۰ درصد NPK، T_7 : کود بیولوژیک ازته نیتروکارا + کود بیولوژیک فسفره + ۵۰ درصد NPK، T_8: ۵۰ درصد NPK، T_9: ۱۰۰ درصد NPK.

تیمارهای کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی و همچنین تیمارهای کاربرد کودهای بیولوژیک در تلفیق با کودهای شیمیایی افزایش معنی‌داری را بر وزن هزار دانه در مقایسه با تیمارهای کاربرد کود بیولوژیک به تنهایی و شاهد داشتند. تیمارهای کود بیولوژیک در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی به‌طور متوسط موجب افزایش ۷ و ۹ درصدی وزن هزار دانه در مقایسه با تیمار۵۰ درصد کود شیمیایی، به ترتیب در نوع خاک با بافت لوم شنی و لوم رسی شدند. کودهای بیولوژیک احتمالاً از طریق ایجاد چرخه موادغذایی و قابل دسترس ساختن و افزایش جذب آن توسط گیاه موجب افزایش وزن هزار دانه شدند این اثرات در حضور کودهای شیمیایی به علت فراهم کردن بیشتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه تشدید می‌شود. نتایج شکل ۵ نشان داد کاربرد کودهای بیولوژیک به تنهایی موجب افزایش وزن هزار دانه در مقایسه با شاهد شد. کاربرد کود بیولوژیک نیتروکارا به تنهایی در مقایسه با شاهد توانست به‌میزان ۵ و ۸ درصد وزن هزار دانه گندم را به ترتیب در نوع خاک با بافت لوم شنی و لوم رسی افزایش دهد. افزایش وزن هزار دانه تیمار کود بیولوژیک نیتروکارا در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و دیگر تیمارهای کود بیولوژیک در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی ممکن است به‌علت تثبیت نیتروژن توسط میکروارگانیسم-های تثبیت کننده نیتروژن و داشتن تعداد دانه در سنبله کمتر در این تیمار باشد. نتایج نشان داد تمامی تیمارهای کاربرد کود بیولوژیک در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی افزایش معنی‌داری در وزن هزار دانه گندم در مقایسه با تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی نشان دادند.

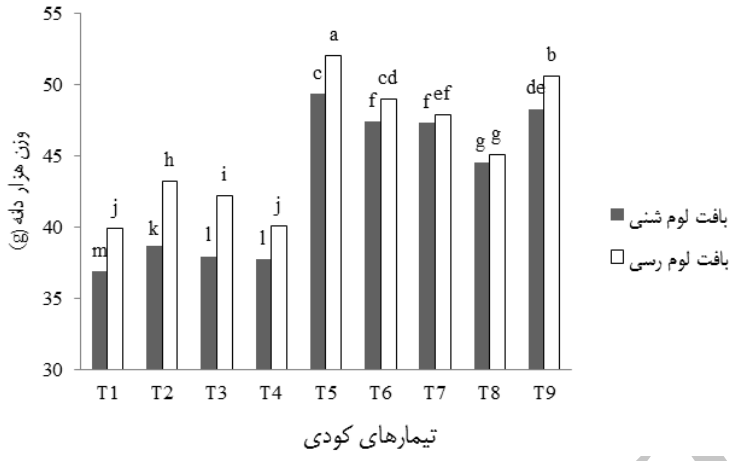
یافته‌های حاسین و رادوان (۱۶) افزایش وزن هزار دانه گندم را در اثر تلقیح با کودهای بیولوژیک در مقایسه با عدم تلقیح نشان داد. نتایج آزمایشات مالک و همکاران (۲۲) نشان داد تلقیح باکتری حل کننده فسفر (سودوموناس) با بذرهای گندم همراه با سطوح مختلف کودی تأثیر مثبتی روی وزن هزار دانه و عملکرد دانه در مقایسه با همان سطوح کودی به تنهایی داشت.

عملکرد گیاه گندم

کوهای بیولوژیک از طریق مکانیسم‌هایی مانند تثبیت بیولوژیک نیتروژن، تولید حل کننده فسفات، سیدروفور و هورمون‌های رشد از قبیل ایندول اسید استیک و جیبرلین باعث افزایش عملکرد دانه می‌شوند (۱۹). نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی ارائه شده در جدول ۳ نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کود بیولوژیک فسفره در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی و کمترین عملکرد دانه در تیمار شاهد مشاهده گردید. این نتایج نشان دادکه نوع خاک با بافت لوم رسی در مقایسه با لوم شنی افزایش معنی‌داری را در عملکرد دانه داشت. همچنین بر اساس شکل ۶ بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۱۴/۷۷ و ۱۴/۲۱ گرم در گلدان در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کود بیولوژیک فسفره در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی در نوع لوم رسی و کمترین عملکرد دانه با میانگین ۶/۳۲ گرم در گلدان در تیمار شاهد در نوع لوم شنی مشاهده گردید. افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گندم در تمامی تیمارهای کودی در نوع لوم رسی در مقایسه با لوم شنی مشاهده گردید (شکل ۶). بیشتر بودن عملکرد دانه در نوع خاک با بافت لوم رسی را می‌توان به بالا بودن رطوبت قابل استفاد، عناصر غذایی و فعالیت بیشتر میکروارگانیسم‌ها در این خاک نسبت به خاک لوم شنی نسبت داد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- اثر متقابل تیمارهای کودی و نوع خاک بر وزن هزار دانه

T_1: عدم تلقیح کود بیولوژیک و کاربرد کود شیمیایی، T_2: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا، T_3: کود بیولوژیک فسفره، T_4: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا +کود بیولوژیک فسفره، T_5: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا + ۵۰ درصد NPK، T_6 : کود بیولوژیک فسفره + ۵۰ درصد NPK، T_7 : کود بیولوژیک ازته نیتروکارا + کود بیولوژیک فسفره + ۵۰ درصد NPK، T_8: ۵۰ درصد NPK، T_9: ۱۰۰ درصد NPK.

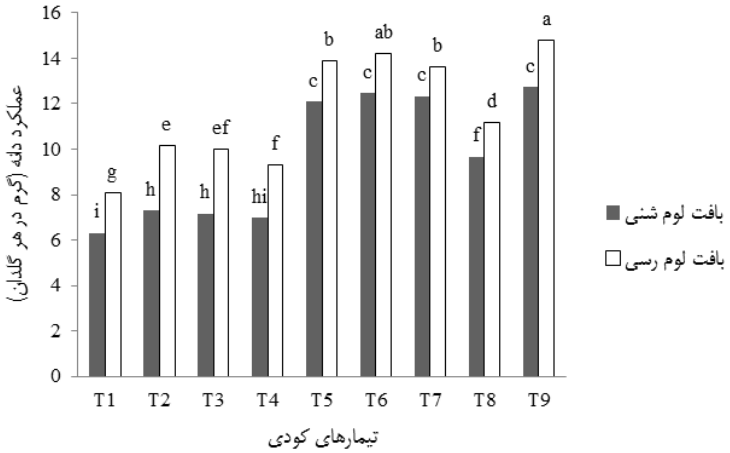
نتایج نشان داد در هر دو نوع خاک تلقیح کودهای بیولوژیک تأثیر مثبتی روی افزایش عملکرد دانه داشت. تیمارهای کاربرد کود بیولوژیک در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه در مقایسه با تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی نشان دادند. کاربرد کود بیولوژیک فسفره در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی تقریباً موجب افزایش ۲۲ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی در هر دو نوع خاک گردید. تیمارهای کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی و کاربرد کودهای بیولوژیک در تلفیق با ۵۰ درصد کودهای شیمیایی افزایش معنی‌داری را بر عملکرد دانه در مقایسه با تیمارهای کاربرد کود بیولوژیک به تنهایی و شاهد داشتند. بنابراین کاربرد کودهای بیولوژیک به تنهایی نمی‌تواند اثرات کودهای شیمیایی را در عملکرد دانه ایجاد کنند. تلقیح بذور با کود بیولوژیک احتمالاً از طریق گسترش ریشه و قابل دسترس ساختن مواد غذایی و نتیجتاً افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه اثر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد گیاه ایجاد می‌کند (۵). نتایج آزمایشات یاداوا و همکاران (۳۰) نشان داد تیمار تلقیح گندم با باکتری‌های حل کننده فسفر افزایش معنی‌داری را در مقایسه با تیمار عدم تلقیح روی عملکرد دانه نشان داد بیشترین عملکرد دانه در تیمار باکتری حل کننده فسفر همراه با کاربرد مقادیر کمتر کود شیمیایی نیتروژن (۶۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با ۸۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. روزبه و همکاران (۲۴) بیان داشتند تلقیح کودهای بیولوژیک از طریق افزایش جذب عناصر غذایی و تولید هورمون‌های رشد موجب افزایش پارامترهای رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم گردید. نتایج آزمایشات فابودی و همکاران (۱۴) بیشترین عملکرد ذرت را در تیمار تلقیح مایکوریزا به‌علاوه کود شیمیایی نشان داد.

نیتروژن خاک

میزان نیتروژن نوع خاک با بافت لوم رسی به علت داشتن میزان رس بالاتر افزایش معنی‌داری را در مقایسه با لوم شنی نشان داد. بیشترین میزان نیتروژن خاک در تیمارهای کود بیولوژیک نیتروکارا در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی مشاهده گردید و کمترین میزان نیتروژن خاک در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۳). تیمارهای کود شیمیایی و کود بیولوژیک در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی افزایش معنی‌داری را در میزان نیتروژن خاک در مقایسه با تیمارهای کود بیولوژیک به تنهایی و شاهد نشان دادند. تیمارهای کود بیولوژیک در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی افزایش معنی‌داری را در میزان نیتروژن خاک در مقایسه با تیمارهای ۵۰ درصد کود شیمیایی داشتند و تیمارهای کود بیولوژیک به تنهایی افزایش معنی‌داری را در میزان نیتروژن خاک در مقایسه با شاهد نشان دادند. بنابراین در حضور کودهای شیمیایی افزایش میزان نیتروژن خاک توسط کودهای بیولوژیک تشدید می‌گردد. کاربرد کود بیولوژیک نیتروکارا در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی از طریق تثبیت بیولوژیک نیتروژن می‌تواند موجب افزایش نیتروژن خاک گردد و از مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی جلوگیری کند. عیدی زاده و همکاران (۶) بیان داشتند حضور کودهای بیولوژیک باعث بهبود خصوصیات خاک نظیر محتوای ماده آلی و افزایش دسترسی عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌شود و این اثرات در حضور کودهای شیمیایی تشدید می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٦- اثر متقابل تیمارهای کودی و نوع خاک بر عملکرد گندم

T_1: عدم تلقیح کود بیولوژیک و کاربرد کود شیمیایی، T_2: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا، T_3: کود بیولوژیک فسفره، T_4: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا +کود بیولوژیک فسفره، T_5: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا + ۵۰ درصد NPK، T_6 : کود بیولوژیک فسفره + ۵۰ درصد NPK، T_7 : کود بیولوژیک ازته نیتروکارا + کود بیولوژیک فسفره + ۵۰ درصد NPK، T_8: ۵۰ درصد NPK، T_9: ۱۰۰ درصد NPK.

جدول۳- مقایسه میانگین وزن خشک اندام هوایی، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و میزان نیتروژن کل خاک تحت تأثیر تیمارهای نوع خاک و کود

تیمارها	وزن خشک اندام هوایی(g)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (g/pot)	نیتروژن خاک (mg/kg)
نوع خاک					
بافت لوم رسی	۱۹/۳۳^{a}	۲۵/۳۹^{a}	۴۵/۵۷^{a}	۱۱/۶۵^{a}	۵۹/۰۲^{a}
بافت لوم شنی	۱۵/۳۴^{b}	۲۲/۰۲^{b}	۴۳/۱۴^{b}	۹/۶۷^{b}	۵۰/۹۶^{b}
کود					
T_1: بدون کاربرد کود بیولوژیک و کود شیمیایی (شاهد)	۹/۸۵^{g}	۱۸/۶۷^{e}	۳۸/۳۷^{i}	۷/۱۹^{f}	۲۹/۳^{g}
T_2: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا	۱۳/۰۶^{e}	۲۱/۱۲^{d}	۴۰/۹۹^{f}	۸/۷۱^{d}	۳۶/۳^{e}
T_3: کود بیولوژیک فسفره	۱۲/۹۳^{e}	۲۱/۲۸^{d}	۴۰/۰۹^{g}	۸/۵۸^{de}	۳۲/۴^{f}
T_4: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا +کود بیولوژیک فسفره	۱۲/۴۰^{f}	۲۰/۸۷^{d}	۳۸/۹۱^{h}	۸/۱۵^{e}	۳۳/۹^{f}
T_5: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا + ۵۰ درصد NPK	۲۱/۶۶^{b}	۲۵/۵۸^{b}	۵۰/۷۳^{a}	۱۲/۹۹^{b}	۸۰/۶^{a}
T_6: کود بیولوژیک فسفره +۵۰ درصد NPK	۲۱/۳۱^{c}	۲۷/۶۵^{a}	۴۸/۱۹^{c}	۱۳/۳۳^{ab}	۷۳/۹^{b}
T_7: کود بیولوژیک ازته نیتروکارا + فسفره + ۵۰ درصد NPK	۲۱/۵۰^{bc}	۲۷/۲۷^{a}	۴۷/۵۹^{d}	۱۲/۹۸^{b}	۷۶/۴^{c}
T_8: ۵۰ درصدNPK	۲۰/۲۸^{d}	۲۳/۲۰^{c}	۴۴/۸۴^{e}	۱۰/۴۱^{c}	۵۲/۱^{d}
T_9: ۱۰۰ درصد NPK	۲۲/۶۱^{a}	۲۷/۷۷^{a}	۴۹/۴۸^{b}	۱۳/۷۶^{a}	۷۹/۹^{a}

بررسی‌های هلال و همکاران (۱۵) نشان داد کاربرد کودهای بیولوژیک به تنهایی و در ترکیب با کودهای شیمیایی موجب افزایش کل ازت محلول در خاک شد، با افزایش کاربرد کود نیتروژنه، ازت محلول خاک افزایش یافت، این افزایش با کاربرد کود بیولوژیک (ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم، باسیلوس و سودوموناس) افزایش بیشتری داشت و بیشترین میزان نیتروژن محلول در تیمار کود بیولوژیک و دو سوم کود شیمیایی مورد نیاز مشاهده شد.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق تأثیر مثبت استفاده از کودهای بیولوژیک را بر رشد و عملکرد گندم نشان داد اما کودهای بیولوژیکی به تنهایی

Archive of SID

www.SID.ir

نتوانستند اثرات مثبت کودهای شیمیایی را بـر اغلـب صـفات بررسـی شده نشان دهند. تیمارهای کود بیولوژیک به تنهایی افـزایش معنـی-داری را در بیشتر صفات بررسی شده در مقایسه با تیمار شـاهد نشـان دادند و تیمارهای کود بیولوژیک در تلفیق با ۵۰ درصد کود شـیمیایی افزایش معنی‌داری را در صفات بررسی شده در مقایسـه بـا تیمـار ۵۰ درصد کود شیمیایی نشان دادند. اثرات مثبت کودهـای بیولـوژیکی در حضور کودهای شیمیایی به‌علت فراهم کردن بیشـتر عناصـر غـذایی مورد نیاز گیاه از جملـه نیتـروژن تشـدید مـی‌شـود. نتـایج نشـان داد تیمارهای کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کود بیولوژیک فسفره در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی توانستند اکثـر صـفات بررسـی شـده (وزن خشک اندام‌های هوایی، وزن خشک ریشه، تعداد دانه در سـنبله و عملکرد دانه) را افزایش دهند. تیمـار کـود بیولوژیـک نیتروکـارا در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی بیشترین وزن هـزار دانـه را داشـت. نتایج این بررسی نشان می‌دهد تیمار کاربرد کود بیولوژیک فسـفره در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی می‌تواند بهترین جایگزین تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی باشد. در کل نتایج حاصل از این پـژوهش نشـان داد کاربرد کود بیولوژیک نیتروژنه و کود بیولوژیک فسفره در تلفیق با کودهای شیمیایی ضمن کاهش قابل توجه مصرف کودهای شیمیایی، می‌تواند در راستای کاهش مصرف کودهـای شـیمیایی و هزینـه‌هـای تولید، جایگزین بخشی از کود شیمیایی مورد نیاز گندم گردد و اثـرات مطلوبی را بر رشد و عملکرد گندم به همراه داشته باشد.

منابع

۱- اصغرزاده ا.، رجب چوکان ر.، دهقان شعار م.، قلاوند ا.، حمیدی آ.، و ملکوتی م. ج. ۱۳۸۹. تأثیر کاربرد باکتری های افزاینده رشد گیـاه(PGPR) بر تسهیم ماده خشک و برخی ویژگی های رشد ذرت در شرایط گلخانه. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب)، شماره ۲۴:۶۷-۵۵.

۲- امیری ی. ع.، توحیدی ع.ا.، جواهری م.ع.، و محمدی‌نژاد ق. ۱۳۸۹. بررسی اثر تاریخ کاشت، رقم و ازتـوبـاکتر بـر عملکـرد گنـدم در منطقـه بردسیر. مجله به‌زراعی کشاورزی، شماره ۱۲: ۱۹-۱۱.

۳- حمیدی آ.، اصغرزاده ا.، چوگان ر.، دهقان شعار م.، قلاوند ا.، و ملکوتی م.ج. ۱۳۸۹. اثر کاربرد باکتری های افزاینده رشد گیاه (PGPR) بربرخی ویژگی‌های رشد ذرت در شرایط گلخانه‌ای، مجله پژوهش‌های خاک(علوم آب و خاک)، شماره ۲۴: ۶۷-۵۵.

۴- خاصه سیرجانی ع. ۱۳۹۰. ارزیابی کود بیولوژیک حاوی باکتریهای حل کننده فسفر و کودهای آلی غنی شده در زراعت گندم. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب)، شماره ۲۵: ۲۲۷-۲۲۴.

۵- شوقی کلخوران س.، قلاوند، ا.، مدرس ثانوی ع.م. و اکبری پ. ۱۳۸۹. اثر نوع کـود نیتـروژن و مصـرف کـود زیسـتی بـر عملکـرد و کیفیـت آفتابگردان(*Helianthus annuus L.*). مجله علوم زراعی ایران، شماره ۱۲: ۴۸۱-۴۶۷.

۶- عیدی زاده خ.، مهدوی دامغانی ع.ا.، صباحی ح.، و صوفی زاده س. ۱۳۸۹. اثرات کاربرد کودهای بیولوژیک در ترکیب با کود شـیمیایی بـر رشـد ذرت(*Zea mays L.*) در شوشتر. نشریه بوم شناسی کشاورزی، شماره ۲: ۳۰۱-۲۹۲.

۷- نور محمدی ق.، سیادت س.ع.، و کاشانی ع. ۱۳۸۹. زراعت (غلات). انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.ص ۴۴۶.

8- Afzal A. and Asghari B. 2008. Rhizobium and phosphate solubilizing bacteria improve the yield and phosphorus uptake in wheat (*Triticum aestivum L.*). International Journal of Agricultrue and Biology, 10: 85–88.

9- Ahmed M.A., Amal G.A., Magda H.M., and Tawfik M.M. 2011. Integrated effect of organic and biofertilizer on wheat productivity in new reclaimed sandy soil. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 7: 105-114.

10- Askary M., Mostajeran A., Amooaghaei R., and Mostajeran M. 2009. Influence of the coinoculation *Azospiriilum brasilense* and *Rhizobium meliloti* plus 2, 4-d on grain yield and NPK content of *Triticum aestivum* (cv. Baccros and Mahdavi). Pakistan Journal of Biological, 5: 296-307.

11- Egamberdieva D. 2010. Growth response of wheat *culti_vars* to bacterial inoculation in calcareous soil. Plant Soil Environ, 56: 570–573.

12- Elkoca E., Kantar F., and Sahin F. 2008. .Influence of nitrogen fixing and phosphorus solubilizing bacteria on the nodulation, plant growth, and yield of chickpea. Journal of Plant Nutrition, 31: 157–17.

13- EL-Zeiny O.A.H. 2007. Effect of biofertilizers and root exudates of two weed as a source of natural growth regulators on growth and productivity of bean plants (*Phaseolus vulgaris L.*). Journal of Agricultural and Biological Science, 3: 440-446.

14- Faboodi M., Alfarmani M., Faramarzi A., and Shahrokhi S. 2011. Phosphorus levels effects on quantitative and qualitative characteristics of corn in presence and absence of a biofertilizer. 2nd International Conference on Agricultural and Animal Science, 22:129-132.

15- Hellal F.A., Mahfouz S.A., and Hassan F.A.S. 2011. Partial substitution of mineral nitrogen fertilizer by bio-fertilizer on (*Anethum graveolens L.*) plant. Agriculture Biology Jornal of North America, 2: 652-660.

Archive of SID

www.SID.ir

16- Hussein H.F. and Radwan S.M.A. 2001. Effect of bio-fertilization with different levels of nitrogen and phosphorus on wheat and associated weeds under weed control treatments. Pakistan Journal Biological Sciences, 4: 435-441.
17- Jha B., Thakur, B.M.C., Gontia I., Albrecht V., Stoffels M., and Schmid M. 2009. Isolation, partial identification of diazotrophic rhizobacteria from traditional Indian rice cultivars. Europan Journal of Soil Biology, 45:62-72.
18- Katatny M.H.El., Allah E.M.F., and Idres M.M.M. 2011. Effect of single or combined inoculum of *Azospirillum brasilense* and *Trichoderma harzianum* on seedling growth or yield of wheat (*Triticum vulgaris*) and corn (*Zea mays*). Current Opinion in Biotechnology, 22: 48.
19- Kizilkaya R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering, 33.150–156.
20- Mahmoud A.A., and Mohamed H.F.Y. 2008. Impact of bio-fertilizers application on improving wheat (*Triticum aestivum L.*) resistance to salinity. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 4: 520-528.
21- Malboobi M.A., Behbahani M., Madani H., Wlia P., Deljou A., Yakhchali B., Moradi M., and Hassanabadi H. 2009. Performance evaluation of potent phosphate solubilizing bacteria in potato rhizosphere. World Journal Microbiol Biotechnol, 25: 1479–1484.
22- Malik A.U., Malghani A.L., and Hus F. 2012. Growth and yield response of wheat (*Triticum aestivum L.*) to phosphobacterial inoculation. Russian Agricultural Sciences, 38: 11–13.
23- Mishra A., Prasad K., and Geeta R. 2010. Effect of biofertilizer inoculation on growth yield of dwarf field Pea (*Pisum sativum L.*) in conjuncton with different doses of chemical fertilizers. Journal of Agronomy, 9:.163-168.
24- Rouzbeh R., Daneshian J., and Farahani H.A. 2009. Super nitro plus influence on yield and yield components of two wheat cultivars under NPK fertilizer application. Journal of Plant Breeding and Crop Science, 1: 293-297.
25- Sabry S.R.S.A., Saleh C.A. Batchelor J., Jone J., Jotham G., Webster S.L., Kothari M.R., Cocking D.C., and Cocking E.C. 1997. Endophytic establishment of *Azorhizobium caulinodans* in wheat. proceedings the Royal Society, 246: 341-346.
26- Shaharoona B., Naveed M., Arshad M., and Zahir Z.A. 2008. Ferttilizer-dependent efficiency of *Pseudomonas* for improving growth, yield and nutrient use efficiency of wheat (*Triticum aestivum L.*). Microbiol Biotechnol,79:147-155.
27- Srinivasan R., Alagawadi A.R., Yandigeri M.S., Meena K.K., and Saxena A.K. 2012. Characterization of phosphate-solubilizing microorganisms from salt-affected soils of India and their effect on growth of sorghum plants [*Sorghum bicolor (L.) Moench*]. Ann Microbiol, 62: 93-105.
28- Tilak K.V.B.R., Sing C.S., Roy N.K., and Subba Rao N.S. 1982. *Azospirillum brasilense* and *Azotobacter chrococcum* inoculum effect on maize (*Zea mays*) and sorghum. Soil Biology and Biochemistry, 14: 417-418.
29- Viebahn M., Smit E., Glandorf D.C.M., Wernars K., and Bakker P.A.H.M. 2009. Effect of genetically modified bacteria on ecosystems and their potential benefits for bioremediation and biocontrol of plant diseases- a Review . E. Lichtfouse (ed.), Climate Change, Intercropping, Pest Control and Beneficial Microorganisms, Sustainable Agriculture Reviews 2, 69-45.
30- Yadav J., Yadav S., and Singh S.G. 2011. Plant growth promotion in wheat crop under environmental condition by PSB as bio-fertilizer. Journal of Agricultural Sciences, 2: 76-78.
31- Zorita M.D. and Canigia M.V.F. 2009. Field performance of a liquid formulation of *Azospirillum brasilienses* on dryland wheat productivity. European Jornal of Soil Biology, 45:3-11.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 27, No.2, May-Jun 2013, p. 441-451

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۲، ص. ۴۵۱-۴۴۱

Effect of Biofertilizer and Chemical Fertilizer on Wheat Yield under Two Soil Types in Experimental Greenhouse

F. Amiri Farsani[1*]- M. Chorom[2]- N. Enayatizamir[3]

Received: 14-01- 2013
Accepted: 28-04-2013

Abstract

Biofertilizers can be used as complementary in sustainable agriculture. The main target of this study was effects of nitrogen and phosphorus fertilizers and chemical fertilizers on wheat yield and yield components in two soil types. Experimental design as the factorial formed completely randomized design with three replications was executed. Experiment Factors included two soil types (sandy loam and clay loam) and 9 fertilizer treatments. For the experiment implementation used 100 gram per hectare of Nitrokara (Azorhizobium caulinodans) and Barvar 3 phosphorus (Pseudomonas putida, Strain P13 ,Pantoea agglomerans, Strain P5 and Pseudomonas putida, Strain MC1) biofertilizers in single and combined forms by method of seed inoculation. The results showed positive effects of clay loam type and inoculation of two biofertilizer types especially in the presence of 50% of chemical fertilizers on shoot dry weight, root dry weight, number of grains per spike, 1000 grain weight and wheat grain yield. The results showed 100% chemical fertilizer and phosphorus biofertilizer in combination with 50 % of chemical fertilizer treatments showed the highest effect in most characteristics and control treatment showed the lowest effect in this characteristics. Nitrokara biofertilizer in combination with 50% of chemical fertilizer had the maximum 1000 grain weight. Phosphorus biofertilizer in combination with 50% of chemical fertilizer on wheat yield and yield components showed a better effect than Nitrokara biofertilizer.The results of this research showed by combining biological and chemical fertilizers can reduce consumption of chemical fertilizers.

Keywords: Biofertilizer, Yield, Yield components, Wheat

Archive of SID

1,2,3- Former MSc Student, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chmran Univrtsity of Ahvaz, Respectively
(*- Corresponding Author Email: fatemehamiri31@yahoo.com)

www.SID.ir