دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دهم، شماره سی و چهارم، ۱۳۹۷

بررسی تاثیر سطوح مختلف کود فسفاته و باکتری‌های محرک رشد گیاه بر فراهمی برخی عناصر غذایی و شاخص های عملکردی گندم

رویا بابایی[۱]، محمد میرزایی حیدری[۲]، مسعود بازگیر[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/٤/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۲۷

چکیده

به منظور بررسی تاثیر سطوح کود فسفاته و باکتری‌های محرک رشد گیاه بر دسترسی به عناصر غذایی و عملکرد گندم، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در زمینی واقع در شهرستان ایوان استان ایلام اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش عبارت‌اند از پنج سطح کود فسفره (شاهد، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفاته در هکتار) و تلقیح بذر با باکتری (T) در چهار سطح: (عدم تلقیح (تیمار شاهد)، تلقیح بذر با ازتوباکتر، تلقیح بذر با سودوموناس، تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس) می‌باشد. نتایج نشان داد که تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره همراه با تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس بالاترین تاثیر را در افزایش رشد و عملکرد و اجزای عملکرد گندم پاییزه نشان داد. مقدار نیتروژن دانه گندم با تلقیح بذر ازتوباکتر به صورت معنی داری افزایش یافت و به همین دلیل میزان پروتئین دانه نیز افزایش نشان داد. تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد ازتوباکتر و سودوموناس در سطح چهارم کود فسفاته منجر به افزایش ٤۳/۵ درصدی نیتروژن دانه و ٦۲/۷ درصدی فسفر دانه نسبت به سطح شاهد عدم تلقیح و سطح صفر کود فسفاته گردید. تمامی تیمارهای کودی مورد استفاده باعث افزایش عملکرد گندم نسبت به شرایط عدم استفاده از کود شدند و از بین این تیمارها، اکثرا تیمار کود تلقیح کود زیستی ازتوباکتر و سودوموناس همراه با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفات بیشترین تاثیر را در افزایش صفات اندازه‌گیری شده این گیاه داشت. اگرچه با افزایش سطوح کود شیمیایی صفات مورد مطالعه افزایش یافت ولی زمانی که از کودهای زیستی همراه با شیمیایی استفاده شد، این افزایش بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر، تلقیح، سودوموناس، کود فسفاته، گندم

بابایی، ر.، م. میرزایی حیدری و م. بازگیر. ۱۳۹۷. افزایش راندمان مصرف کود شیمیایی فسفاته در زراعت گندم با استفاده از کودهای بیولوژیک. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳٤: ۱۲۰-۱۰۹.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران

۲- استادیار گروه مهندسی زراعت و اصلاح نباتات، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: mirzaeiheydari@yahoo.com

۳- استادیار گروه مهندسی زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

مقدمه

روند افزایش مستمر در تقاضا و افزایش قیمت محصولات، کشاورزان را مجبور به کاربرد روش‌های مدیریتی فشرده کرده که هدف آن افزایش تولید محصولات زراعی است (بورگارد و همکاران، ۲۰۰۸). این نوع کشاورزی فشرده برای جبران کمبود عناصر غذایی در خاک، با مصرف بیش‌ازحد کودهای شیمیایی، علاوه بر هزینه زیاد، به دلیل بازدهی کم و بر هم زدن تعادل عناصر غذایی خاک، می تواند باعث کاهش عملکرد گیاهان زراعی شود. از این رو کشاورزی پایدار به دلیل علاقه فزآینده به حفاظت منابع طبیعی، کاهش تخریب زیست‌محیطی و افزایش هزینه کودها، بویژه به منظور تولید در کشورهای در حال توسعه مورد توجه بسیاری قرار گرفته است (درزی و همکاران، ۱۳۸۷؛ راثی پور و علی اصغر زاده، ۱۳۸٦).

امروزه کاربرد روش‌های زیستی به عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه‌حل برای زنده و فعال نگه‌داشتن سیستم حیاتی خاک در اراضی کشاورزی، مطرح می‌باشد (درزی و همکاران، ۱۳۸۸). بدون تردید کاربرد کودهای زیستی علاوه بر اثرات مثبتی که بر خصوصیات خاک دارد، از نظر جنبه های اقتصادی زیست محیطی و اجتماعی نیز مثمر ثمر بوده و می تواند به عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی باشد (اسدی رحمانی و همکاران، ۱۳۸٤). زمینه‌های کاربردی علم بیوتکنولوژی خاک علاوه بر تولید کودهای زیستی، شامل استفاده از ارگانیسم‌های مفید خاک‌زی به منظور حذف سموم و سایر آلاینده‌های خاک، تجزیه سریع بازمانده‌های گیاهی، بهبود ساختمان فیزیکی خاک، اصلاح خاک‌های فرسوده، کمک به حفظ سلامت گیاه و موارد دیگری از این قبیل هستند (بخشایی و همکاران، ۱۳۹۳).

کنگ و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی در مورد تأثیر کودهای زیستی بر برنج دریافتند که کاربرد کود زیستی به تنهایی، باعث افزایش عملکرد دانه برنج شد. جرک و همکاران (۲۰۰٦) گزارش دادند که در اثر تلقیح گندم بوسیله ازتوباکتر، ۱۱-۸ درصد عملکرد آن افزایش یافت. همچنین احتشامی و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که تلقیح بذر ذرت با باکتری های حل کننده‌ی فسفات اثر مثبتی بر جذب عناصر غذایی و عملکرد ذرت دارد. آزمایش‌های جات و شاکتوات (۲۰۰۳) نشان داد که مصرف کود زیستی فسفاته در مقایسه با کودهای سوپرفسفات تریپل در ذرت، سویا و گندم مؤید تأثیر رضایت بخش این کود بوده، به طوری که در مقایسه با کود زیستی فسفاته باعث افزایش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد می شود.

تحقیقات براسینی و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که تلقیح گیاه ذرت با زادمایه مایع حاوی باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس، باعث افزایش وزن خشک و عملکرد دانه در مقایسه با شاهد شد. بررسی جاراک و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد تلقیح ترکیبی ذرت با باکتری‌های سودوموناس فلورسنس، باسیلوس و ازتوباکتر کروکوکوم باعث افزایش معنی‌دار عملکرد گیاه گردید. کشاورز افشار و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که بالاترین ارتفاع بوته سورگوم در اثر محلول پاشی باکتری سودوموناس و کمترین آن در تیمار شاهد بدست آمد.

با توجه به اهمیت تولید پایدار گندم به عنوان یکی از مهمترین منابع غذای بشر و یک محصول استراتژیک، و لزوم توجه به جایگزین کردن منابع کودهای زیستیی به جای کودهای شیمیایی، این مطالعه به منظور بررسی و مقایسه اثر استفاده از مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفاته و تلقیح بذر گندم با باکتری های محرک رشد ازتوباکتر و سودوموناس بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم و مقدار عناصر غذایی دانه گندم انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۳-۹۲ در قطعه زمینی واقع در شهرستان ایوان استان ایلام انجام شد. تیمارها شامل پنج سطح کود فسفره (P) شامل عدم مصرف کود فسفاته (تیمار شاهد، P0)، ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفاته (P1)، ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفاته (P2)، ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفاته (P3)، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفاته (P4) و تلقیح بذر با باکتری (T) در چهار سطح: (T_0): عدم تلقیح (تیمار شاهد، (T_1): تلقیح بذر با ازتوباکتر، (T_2): تلقیح بذر با سودوموناس، (T_3): تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس) بود. رقم مورد استفاده رقم گندم پاییزه مهدوی بود. باکتریهای فوق از بانک میکروبی بخش تحقیقات بیولوژی خاک مؤسسه تحقیقات خاک و آب تأمین شد. برای تلقیح بذر ابتدا مقدار مورد استفاده باکتری با مایع تلقیح (صمغ عربی) به بذرها اضافه گردید تا کاملاً به سطح بذرها چسبیده و سطح بذر کاملا سفید رنگ شود. در زمان کاشت کود فسفاته در مقادیر ذکر شده به کرت‌ها اضافه گردید. تراکم جمعیتی باکتری در مایه تلقیح های ازتوباکتر و سودوموناس به ترتیب $۱۰^{۹}$ × ۲/۲ و $۱۰^{۹}$ × ۱/۷ سلول به ازای هر گرم مایه تلقیح بود. برخی از

خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک اندازه گیری شد (پیج، ۱۹۸۲) (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکیوشیمیایی نمونه خاک

pH	EC (dSm^{-1})	کربن آلی (g/kg)	نیتروژن کل (g/kg)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	کربنات کلسیم (g/kg)	بافت خاک	رطوبت ظرفیت زراعی (٪)	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)
۸/۱	۱/۹۵	۰/۷۵	۰/۸۲	۹/۹	۲۹۰	۷۰	لوم رسی	۲۲	۱/۵۲

دوره رشد گیاه هفت ماه به طول انجامید. در پایان دوره رشد زایشی، عمل برداشت انجام و بوته های گندم از ریشه جدا شدند. برداشت نهایی محصول پس از حذف حاشیه‌ها از خطوط ٤ و ٥ کرتهای فرعی در سطح ۲ متر مربع انجام و عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه به طور جداگانه محاسبه گردید. پس از محاسبه عملکرد، اندامهای مختلف گیاه (برگ، ساقه و دانه) بطور جداگانه در دمای ٦٥ درجه سلسیوس در آون (به مدت ٤٨ ساعت) خشک گردید و با استفاده از روش میکرو کجدال با دستگاه اتوآنالیز مقدار نیتروژن موجود در بخش‌های مختلف گیاه محاسبه گردید. میزان پروتئین دانه با ضرب کردن درصد نیتروژن دانه در ضریب ٦/۲٥ به‌دست آمد (کوتنی، ۱۹۸۰). طول ریشه ها به روش پیشنهادی تنانت (۱۹۷٥) بر حسب سانتی متر اندازه گیری شد و ریشه ها به مدت ٤٨ ساعت در آون در دمای ٦٥ درجه سانتی گراد خشک شدند (تنانت، ۱۹۷٥).

برای اندازه گیری فسفر در نمونه های گیاهی از روش رنگ سنجی زرد وانادات- مولیبدات استفاده گردید (امامی، ۱۳۷٥). برای اندازه گیری سدیم، پتاسیم، آهن و روی در اندام هوایی گیاهان، از روش سوزاندن خشک و حل کردن در اسید کلریدریک استفاده شد و برای تعیین غلظت آهن و روی از دستگاه جذب اتمی مدل Shimadzu AA-670 استفاده گردید (گوپتا، ۲۰۰۰). داده ها با نرم افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین ها نیز با روش آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح احتمال ٥ درصد توسط نرم افزار MSTAT-C انجام شد.

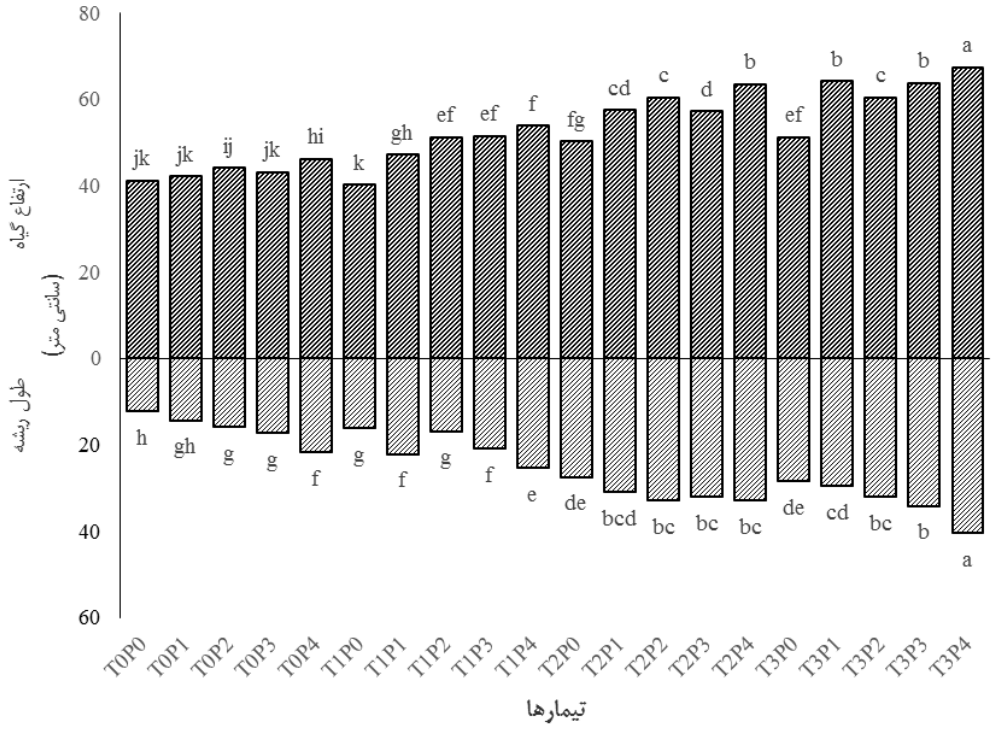
نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات ارتفاع گندم نشان دادند که بین سطوح مختلف کود فسفاته، نوع باکتری تلقیح شده و اثر متقابل آنها در کلیه این صفات اختلاف آماری معنی دار وجود دارد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل عامل ها بر ارتفاع گیاه نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفاته و تلقیح ترکیب باکتری های سودوموناس و ازتو باکتر می باشد (شکل ۱). در مجموع تلقیح بذرهای گندم با استفاده از ترکیب دو باکتری سودوموناس و ازتو باکتر تاثیر بالایی بر افزایش ارتفاع گندم داشته است. یافته های این پژوهش نشان داد که باکتریهای محرک رشد به دلیل تأثیر بر افزایش جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر می توانند منجر به افزایش وزن خشک و عملکرد گندم گردند. چاندرسکا و همکاران (۲۰۰٥) افزایش ارتفاع ارزن را بر اثر تلقیح با آزوسپیریلوم و ازوتوباکتر همراه با کاربرد اوره گزارش کردند. زهیر و همکاران (۲۰۰۰) افزایش ٥/۸ ٪ ارتفاع بوته ذرت که بذر آن با ازتوباکتر و سودوموناس تلقیح شده بود را گزارش کردند. درزی و همکاران (۱۳۸٥) در آزمایشی بر روی رازیانه گزارش کردند که کود زیستی بیوفسفات بر روی صفت ارتفاع گیاه اثر معنی داری دارد. می توان نتیجه گیری کرد که این افزایش ارتفاع به علت تأثیر کود فسفاته روی رشد طولی سلولها به ویژه میانگره های ساقه می باشد که باعث افزایش سرعت تقسیم سلولی و رشد سلولهای ساقه گردیده و در نتیجه ارتفاع بوته افزایش پیدا می کند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تاثیر تلقیح بذر گندم با باکتری های محرک رشد و سطوح مختلف کود فسفاته بر روی خصوصیات رشدی و عملکردی گندم و مقدار عناصر غذایی دانه پس از برداشت گیاه

		میانگین مربعات								
	df	ارتفاع گیاه	طول ریشه	عملکرد دانه	وزن ۱۰۰۰-دانه	نیتروژن دانه	پروتئین دانه	فسفر دانه	آهن دانه	روی دانه
بلوک	۲	ns۲۷/۹	ns۸/۰	ns۰/۰۰۳	ns۱۵/۳	ns۰/۰۰۳	ns۱/۰۱	ns۰/۰۱	ns۲۱/۱	ns۸/۰
کود فسفاته (P)	٤	۹۳۰/۵**	۵۲۸/۸**	۱/۸**	۲۳۳/۰**	۰/۰۵*	۸/٤**	۰/۸**	۱۰۸/٦**	۲۱۷/۳**
تلقیح بذر (T)	۳	۳۰۰۸/۹**	/۱** ۲۹۹۹	۵/۸**	٦۰۹/۵**	۳/٤۸**	۲۱۹/۷**	۳/۹**	/۸** ۱۲٤۹	۹۱/۰**
T×P	۱۲	۲۰۰/٤**	۱٤۲/۱**	۰/۳۲**	۲٤/۸**	۰/۰٦**	۱/۲**	۰/۰۱*	٤۸/۷**	ns۵/٦
خطا	۳۲	۱۰۳/٤	۱۱۵/۱	۰/۰۲	۱/۲	۰/۰۱	۰/۱۸	۰/۰۰۵	۷/٦	۳/۳
ضریب تغییرات	-	۳/٤۱	۷/٤۸	٦/٤۱	۳/۲۵	٦/۳۷	۳/۵۵	۳/٦۹	٤/۱۷	۳/۷۳

**معنی دار درسطح یک درصد *معنی دار در سطح پنج درصد ns غیر معنی دار

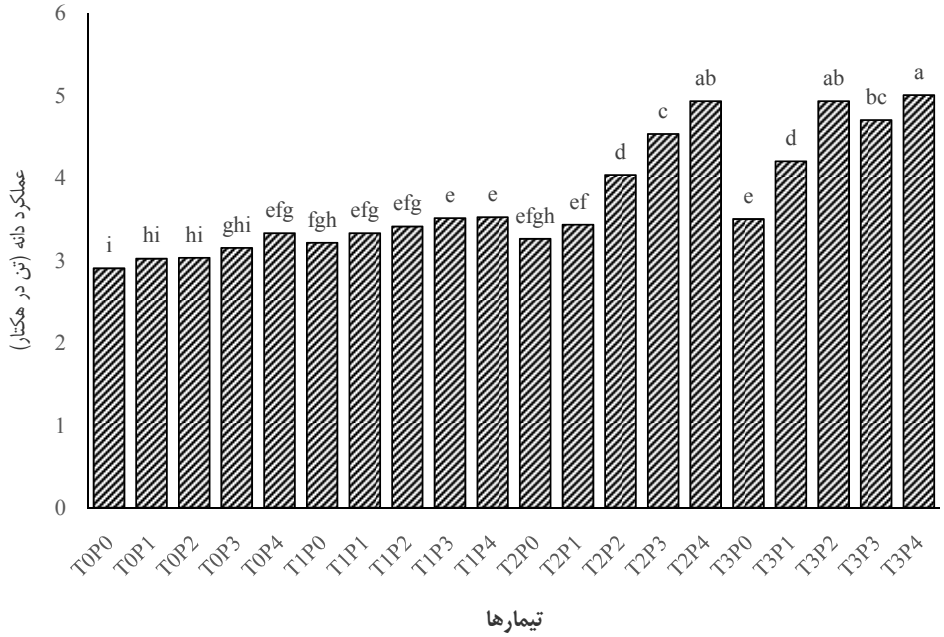


شکل ۱- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف کود فسفاته و تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد در ارتفاع گندم

عملکرد دانه و وزن هزرا دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که سطوح مختلف کود فسفاته و تلقیح بذر با باکتری به صورت معنی داری وزن هزار دانه و عملکرد دانه گندم را تحت تاثیر قرار دادند ($P<0.01$، جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد سطوح متفاوت کود فسفاته و تلقیح بذر گندم با باکتری های محرک رشد، تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفاته و تلقیح با باکتری های سودوموناس و ازتو باکتری بالاترین مقدار عملکرد دانه را

به خود اختصاص داد که اختلاف معنی داری با تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفاته و تلقیح با باکتری سودوموناس به تنهایی نداشت که حاکی از کارایی بالای باکتری های سودوموناس به عنوان کودهای زیستی بسیار موثر در افزایش رشد و عملکرد گیاهان زراعی می باشد (شکل ۲). حکم علی پور و همکاران (۱۳۹۰) افزایش عملکرد دانه را در به کارگیری نیتروژن گزارش کردند. افزایش عملکرد دانه به واسطه کاربرد کود فسفر توسط حسن زاده و همکاران (۱۳۸٦) و نیتروژن توسط موسوی و همکاران (۱۳۸۸) در گندم نیز گزارش شده است. وگر و همکاران (۲۰۰٤)؛ کاماکسی و همکاران (۲۰۰۷) افزایش عملکرد به واسطه ی باکتری های افزاینده رشد گیاه را به افزایش رشد سیستم ریشه ای گیاه و در نتیجه افزایش جذب عناصر غذایی مانند نیتروژن نسبت دادند. آموجویگب (۲۰۰۷) و چانک و همکاران (۲۰۰۰) در طی آزمایشات خود به این نتیجه رسیده بودند که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی با کود زیستی باعث حصول بیشترین عملکرد دانه نسبت به مصرف تنهائی هر کدام از کودهای شیمیایی و زیستی می شود.



شکل ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف کود فسفاته و تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد در عملکرد دانه گندم

نیتروژن، پروتئین و فسفر دانه گندم

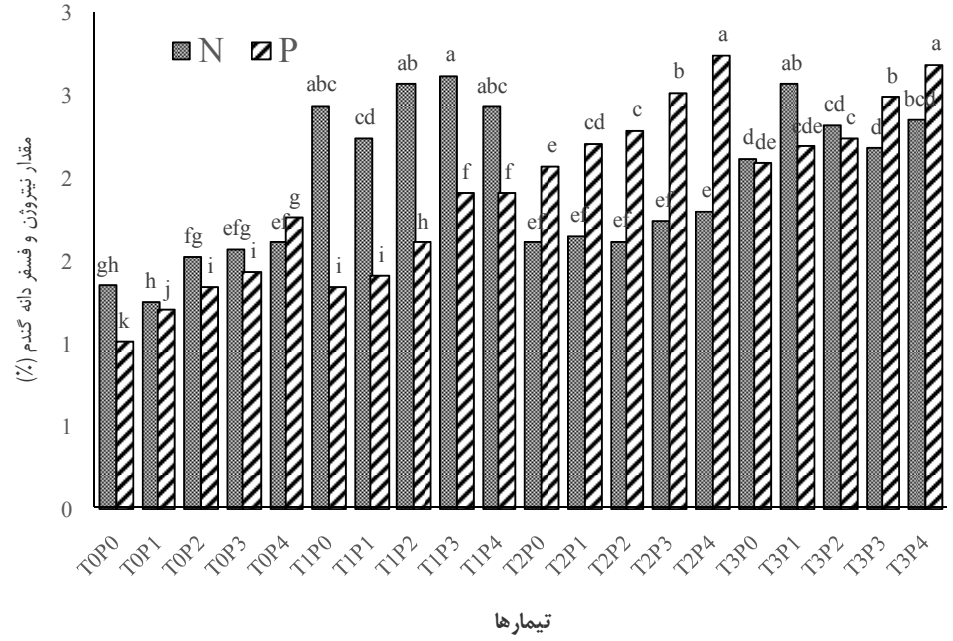
نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که استفاده از کودهای فسفاته توانست مقدار فسفر و پروتئین دانه ($P<0.01$) را به صورت معنی داری تحت تاثیر قرار دهد. همچنین براساس نتایج ارائه شده در جدول ۲، مقدار پروتئین، نیتروژن و فسفر دانه توسط تلقیح بذر گندم با باکتری های محرک رشد نیز تحت تاثیر قرار گرفتند ($P<0.01$). کود فسفاته تاثیری روی مقدار نیتروژ دانه نداشت (جدول ۲). تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد ازتوباکتر و سودوموناس در سطح چهارم کود فسفاته منجر به افزایش ٤۳/٥ درصدی نیتروژن دانه و ٦۲/۷ درصدی فسفر دانه نسبت به سطح شاهد عدم تلقیح و سطح صفر کود فسفاته گردید. تلقیح بذر گندم با سودوموناس توانست به بواسطه پتانسیل بالای سودوموناس در انحلال فسفات های خاک باعث افزایش معنی دار فسفر دانه گندم گردد. اثر متقابل کود فسفاته و تلقیح با باکتری های محرک رشد بر روی مقدار نیتروژن و فسفر و پروتئین دانه معنی دار گردید و همانطور که در شکل ۳ مشاهده می گردد در مورد فسفر تاثیر باکتری سودوموناس و در مورد نیتروژن تاثیر باکتری ازتوباکتر بسیار بالا می باشد که بواسطه پتانیسل بالای این باکتری ها در خاک و در افزایش رشد و عملکرد کمی و کیفی گیاه می باشد. در مورد اثر متقابل کود

فسفاته و باکتری های محرک رشد بر روی مقدار پروتئین دانه گندم، تلقیح بذر گندم با ازتوباکتر باعث افزایش معنی دار نیتروژن دانه و به طبع آن مقدار پروتئین دانه گردید (شکل ٤). توحیدی مقدم و همکاران (۲۰۰۸) افزایش میزان پروتئین را در تیمارهایی که کود شیمیایی همراه باکتری های آزوسپریلیوم و ازتوباکتر استفاده شده است گزارش کردند، فعالیت باکتری های تثبیت کننده ی نیتروژن با تأمین بخشی از نیتروژن مورد نیاز در طول فصل رشد و کاهش میزان تلفات آن، باعث افزایش میزان بازیافت کود نیتروژنه گردید. در همین زمینه برآورد کارایی کلی مصرف کود در حدود ۵۰ درصد یا کمتر از ۵۰ درصد برای نیتروژن، حدود ۱۰ درصد برای فسفر نیز گزارش شده است (ملکوتی و همایی، ۲۰۰۵).

جدول۳- نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف کود فسفاته و تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد بر روی وزن ۱۰۰۰-دانه، مقدار آهن و روی دانه گندم پس از برداشت گیاه

	وزن ۱۰۰۰-دانه	آهن دانه (mg/kg)	روی دانه (mg/kg)
T×P			
T0P0	۲۸/۰i	۵۳f	۵۲/۳bcd
T0P1	٤۱/۰g	۵۷f	٤٦/۰gh
T0P2	۳۷/۳h	٦۲e	٤۵/۳gh
T0P3	۳۷/٦h	۵۷f	٤۳/۰hi
T0P4	٤۲/۳efg	۵۳f	٤۰/٦i
T1P0	٤۲/۰fg	۵٦f	abc۵٤/۰
T1P1	٤٤/۳def	٦۲e	۵۰/۰def
T1P2	٤۵/۰de	۵۲f	۵۱/۰cde
T1P3	٤۲/٦d-g	٦۳e	٤۵/۰gh
T1P4	٤۵/۰de	٦٦de	٤۰/٦i
T2P0	۳۸/۳h	۷۲c	۵٤/۰abc
T2P1	٤۵/۳d	۷٤bc	۵۱/۳b-e
T2P2	٤۹/٦c	۷۰cd	۵۱/٦bcd
T2P3	۵۲/٦b	۷۷b	٤۷/۰fg
T2P4	۵۳/۳b	۸۳a	٤۵/٦gh
T3P0	٤۲/٦d-g	٦٦de	۵٦/۳a
T3P1	۵۳/٦b	۷۲c	۵٤/٦ab
T3P2	۵۵/۳ab	۷۲bc	۵۰/٦cde
T3P3	۵۳/۰b	۷٤bc	٤۸/۰efg
T3P4	۵٦/٦a	۷۵bc	٤٦/۰gh

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح پنج درصد است

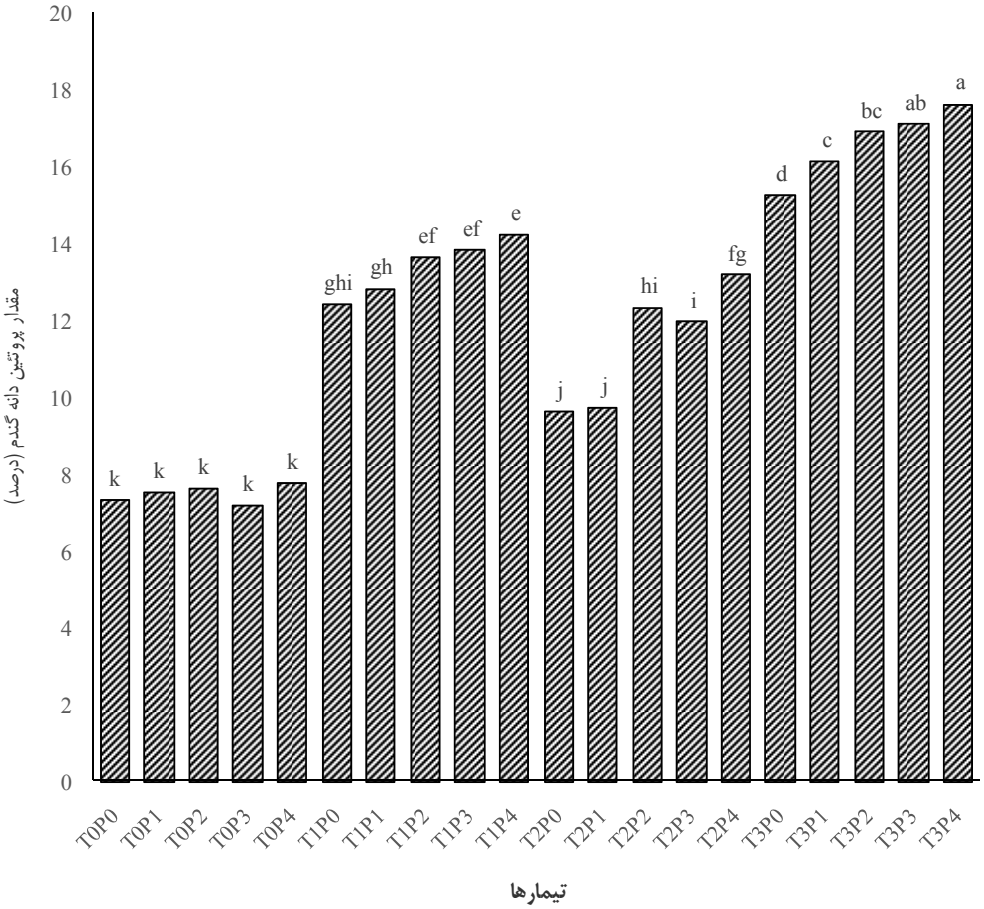


شکل ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف کود فسفاته و تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد در مقدار نیتروژن و فسفر دانه گندم

آهن و روی دانه گندم

براساس نتایج تجزیه واریانس مقدار آهن و روی دانه گندم به صورت معنی داری تحت تاثیر استفاده از کودهای فسفاته و باکتری‌های محرک رشد گردید ($P<0.01$، جدول ۲). شکل ۵ نتایج مقایسه میانگین اثر ساده سطوح مختلف کود فسفاته بر روی مقدار آهن و روی دانه گندم را نشان می دهد. همانطور که در شکل مشخص است با افزایش سطح کود فسفاته مقدار روی در دانه گندم کاهش می باید که می تواند به دلیل کاهش قابلیت جذب روی توسط ریشه های گیاه در نتیجه افزایش مقدار فسفر خاک باشد. همچنین افزایش مشاهده شده در مقدار آهن دانه در نتیجه افزایش مقدار فسفر خاک می تواند ناشی از افزایش رشد گیاه بواسطه مصرف کود و در نتیجه جذب بیشتر آهن باشد. باکتری های محرک رشد توانایی تولید سیدروفور و افزایش سطح آهن را در گیاه دارند. این نتایج با نتایج پراشان و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. باست و شمس الدین (۲۰۱۰) اظهار داشتند که میزان کلسیم بافت گیاهی در غلات تلقیح شده با سودوموناس افزایش می یابد.

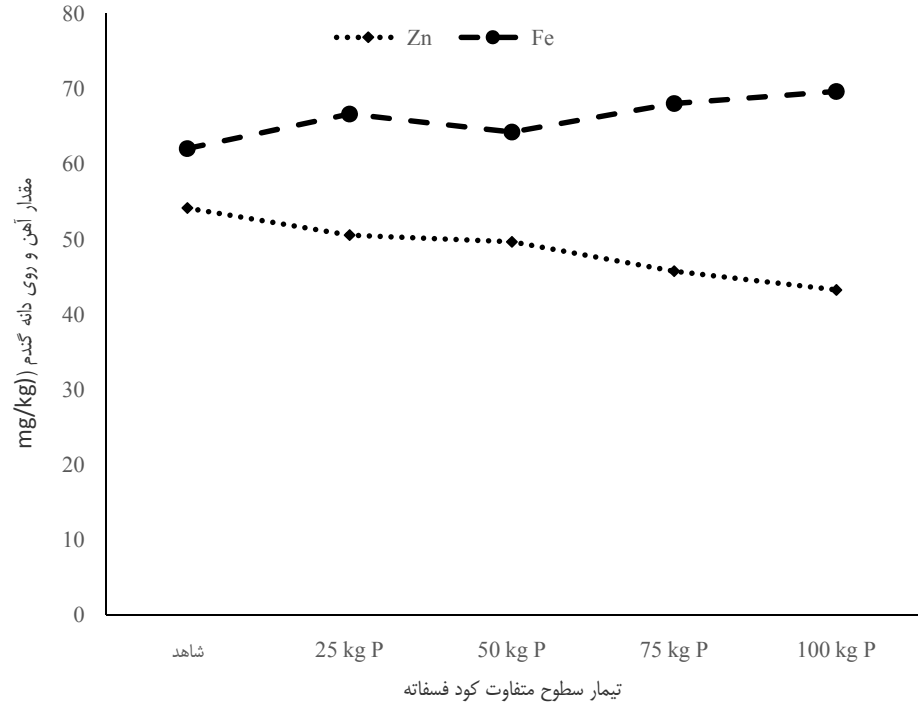
شکل ٦ نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد بر روی مقدار آهن و روی دانه گندم را نشان می دهد. همانطور که در شکل مشخص است تلقیح بذر در کل باعث افزایش مقدار آهن و روی دانه گردیده است. اما با توجه به توانایی سودوموناس ها در تولید سیدروفور و لذا افزایش مقدار آهن در خاک قابلیت جذب آهن توسط ریشه گیاه افزایش یافته و مقدار آن در دانه گیاه نیز بالاتر رفته است. توانایی بسیار بالای تولید سیدروفور توسط جدایه های مختلفی از باکتری‌های سودوموناس گزارش شده است (مایر ، ۲۰۰۰). شاهارونا و همکاران (۲۰۰٦) با مطالعه ی اثر سویه های مختلف سودوموناس بر رشد ذرت و در شرایط مختلف کود شیمیایی نشان دادند که سویه های مختلف این باکتری می توانند وزن خشک را ۱۹ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دهند. خاوازی و همکاران (۲۰۰۲) پاسخ غلاتی از قبیل ذرت و گندم را به ازتوباکتر بر حسب سویه ی باکتری و شرایط خاک و آب و هوای منطقه متفاوت اعلام کردند و همچنین در موارد پاسخ مثبت، افزایش عملکرد را حدود ۷ تا ۱۲ درصد و حداکثر تا ۳۹ درصد گزارش کردند.



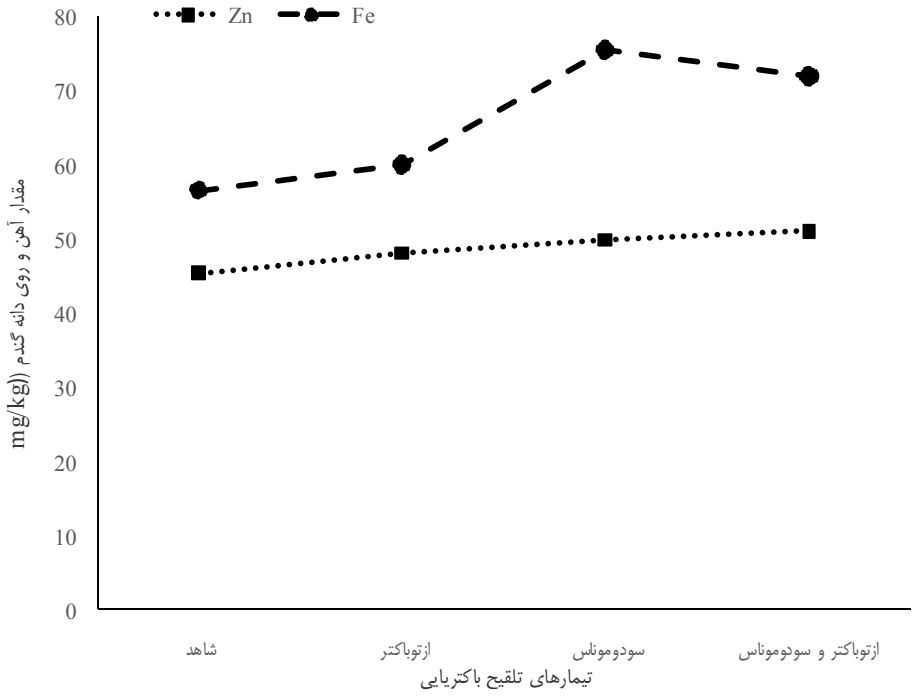
شکل ٤- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف کود فسفاته و تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد در مقدار پروتئین دانه گندم

نتیجه گیری

نتایج به دست آمده در این تحقیق بیانگر نقش مفید و موثر کودهای زیستی در افزایش عملکرد گندم می باشد. اگر چه اعمال کودهای شیمیایی در تغذیه غلات بسیار مهم است، اما با توجه به مصرف بی رویه و اثرات تخریبی آنها بر خاکهای زراعی نیاز به اصلاح مصرف آنها ضروری است. استفاده از کودهای زیستی به عنوان راه حل بسیار مناسب می تواند در کاهش مصرف کودهای شیمیایی موثر باشد. نتایج نشان داد که تمامی تیمارهای کودی مورد استفاده باعث افزایش عملکرد گندم نسبت به شرایط عدم استفاده از کود شدند و از بین این تیمارها، اکثرا تیمار کود تلقیح کود زیستی ازتوباکتر و سودوموناس همراه با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی اوره بیشترین تاثیر را در افزایش صفات مورد اندازه گیری این گیاه داشت. اگرچه با افزایش سطوح کود شیمیایی نیز صفات مورد مطالعه افزایش یافت ولی زمانی که از کودهای زیستی همراه با شیمیایی استفاده شد، این افزایش بیشتر بود همچنین با توجه به مشکلات زیست محیطی و انرژی بالای تولید کودهای شیمیایی استفاده از کودهای زیستی از جمله ازتوباکتر و سودوموناس می تواند در طولانی مدت بسیار موثر واقع شود.



شکل ۵- نتایج مقایسه میانگین اثر ساده سطوح مختلف کود فسفاته روی مقدار آهن و روی دانه گندم



شکل٦- نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد روی مقدار آهن و روی دانه گندم

منابع

احتشامی، م. ر. آقا علیخانی، م. چایی چی، م. ر. و ک. خاوازی. ۱۳۸٤. تاثیر کودهای زیستی فسفاته بر خواص کمی و کیفی ذرت دانه ای (سینگل کراس۷۰٤) در شرایط کم آبی. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. دوره٤۰، شماره۱.

امامی، ع. ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه (جلد اول). نشریه شماره ۹۸۲، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، تهران.

بخشائی، س.، ح. رضوانی مقدم و م. گلدانی. ۱۳۹۳. تاثیر کود زیستی نیتروکسین و سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۱۲ ، شماره ۳: ۳٦۸-۳٦۰.

توحیدی مقدم، ح.، ر.ف. قوشچی، ا. حمیدی و پ. کسرایی. ۱۳۸۷. تاثیر کاربرد کود های زیستی بر خصوصیات کمی و کیفی سویای رقم ویلیامز، فصل نامه دانش کشاورزی ایران. جلد ۱۸، شماره ۲: ۲۱٦-۲۰۵ .

حکم علیپور، س. و ر. سید شریفی. ۱۳۸۹. تاثیر تراکم بوته و سطوح کود نیتروژن بر عملکرد، کارایی مصرف کود و روند رشد ذرت. مجله دانـش کشاورزی. جلد ۲۰، شماره ۲: ۱۲۵-۱۳۲.

خاوازی، ک.، ه. اسدی رحمانی و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸٤. ضرورت تولید صنعتی کودهای زیستی در کشور. مجموعه مقالات. انتشارات سنا. ٤۲۰ ص.

اسدی رحمانی، ه.، ک. خاوازی، ف. نورقلی پور و ا. اوتادی. ۱۳۸٤. بررسی تاثیر سویه‌های ریزوبیومی بومی خاکهای ایران بر عملکرد و خصوصیات کیفی لوبیا. مجله پژوهشهای خاک، جلد ۱۹، شماره ۲: ۲۲۳-۲۱۵.

درزی، م. ت.، ا. قلاوند، ف. رجالی و ف. سفید کن. ۱۳۸۵. بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgar* Mill). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی. جلد ۲۲، شماره ٤: ۲۹۲-۲۷٦.

درزی، م.، ا. قلاوند و ف. رجالی. ۱۳۸۸. تأثیر مصرف کود های زیستی بر روی جذب عناصر N، P، K و عملکرد دانه در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۵، شماره ۱: ۱۹-۱.

درزی، م.، ا. قلاوند و رجالی ف. ۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمیکمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، درگیاه دارویی رازیانه. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۱۰، شماره۱ :۱۰۹ – ۸۸.

راثی‌پور، ل. و ن. علی‌اصغرزاده. ۱۳۸٦. اثرات متقابل باکتری‌های *سودوموناس فلورسنس* و *Bradyrhizobiom japanicum* بر شاخص های رشد، غده بندی و جذب برخی عناصر غذایی در سویا. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۱، شماره ٤: ٦۳-۵۳.

کشاورز افشار ر.، م. ر. چائیچی، ع. علیپورجهانگیری، م. انصاری جوینی، ح. مقدم، م. ر. احتشامی و ک. خاوازی. ۱۳۹۰. تاثیر محلول پاشی باکتریهای محرک رشد گیاه بر عملکرد علوفه دانه سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید. مجله علوم گیاهان زراعی، جلد ٤۲، شماره ۳: ۵۸٤-۵۷۵.

ملکوتی، م. ج. و م. همایی. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاک در مناطق خشک، مشکلات و راهکارها. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۷۲۲ صفحه.

موسوی، س. ک.، م. فیضیان و ا. ر. احمدی. ۱۳۹۱. تأثیر روشهای کاربرد کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک و تولید گندم زمستانه در شرایط دیم استان لرستان. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۱۰، شماره ۳: ۵۳۲-۵٤۵.

Amujoyegbe, B. J., J. T. Opbode and A. Olayinka. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizer on yield and chlorophyll content of *Zea mays* and *sorghum bicolour*. Plant Science. 46: 1869-1873.

Beauregard, M. S., C. Hamel and M. St-Arnaud. 2008. Arbuscular mycorrhizal fungi communities in major intensive North American grain productions. Pp. 135-158. In: Siddiqui, Z.A., Akhtar, M.S. and Futai, K. (Eds). Mycorrhizae: Sustainable agriculture and forestry, Springer Science+Business Media B. V.

Braccini, A. L., L. G. M. Dan, G. G. Piccinin, L. P. Albrecht, M. C. Barbosa and A. H. T. Ortiz. 2012. Seed inoculation with *Azospirillum brasilense*, associated with the use of bioregulators in maize. Revista Caatinga, 25: 58-64.

Cakmakci, R., M. F. Donmez and U. Erdogan. 2007a. the effect of plant growth promoting rhizobacteria on barley seedling growth, nutrient uptake, some soil properties and bacterial counts. Turkish Journal of Agriculture. 31: 189-199.

Chung, C. and H. H. Janzen. 2000. Long term fate of nitrogen from annual feedlot manure application. Journal of Environment. 25: 785-790.

Gupta, P.K. 2000. Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios pub. Bikaner, India. 350p.

Hasan Zadeh, A., D. Mazaheri, R. Chaychi and K. Khavazi. 2006. Application efficiency of P- uptake facilitating bacteria on yield and Yield compenonedts of Barley. Research and Reconstruction Journal, Agronomy and Horticulture. Special issue. 77: 111-118.

Jarak, M., N. Mrkovački, D. Bjelić, D. Jošić, T. Hajnal-Jafari and D. Stamenov. 2012. Effects of plant growth promoting rhizobacteria on maize in greenhouse and field trial. African Journal of Microbiology Research, 6(27): 5683-5690.

Jarak, M., R. Prptic, S. Jankovic and J. Colo. 2006. Response of wheat to Azotobacter -actinomycetes inoculation and nitrogen fertilizers. Romanian Agricultural Research. 23: 38-44

Jat, B. L. and M. S. Shaktawat. 2003. Effect of residual phosphorus, sulphur and biofertilizers on productivity, economics and nutrient content of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) pearl millet cropping sequence. Indian Journal of Agricultural Science. 73(3): 134-137.

Malakouti, M.J. and Homaee, M. 2005. Arid and semi- arid regions difficulties and solutions. Tarbiat Modarres University Press. 508p

Mayer D. M. 2000. Pyoverdins: Pigments siderophores and potential taxonomic markers of Pseudomonas fluorescent Species. Archives of Microbiology, 174: 135-142.

Page, A. L. 1982. Methods of Soil Analysis. Agronomi 9, ASA, SSSA, Madison, Wiscosin, USA.

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

Tennant, D. 1975. A test of a modified line interest method of estimating root length. Journal of Applied Ecology. 63: 995- 1001.

Yu, X., J. Cheng, and M. H. Wong. 2005. Earthworm-mycorrhiza interaction on Cd uptake and growth of ryegrass. Soil Biology and Biochemistry. 37:195-201.

Zahir, A., M. Arshad and W. F. Frankenberger. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria. Application and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy. 81: 97-168.

Study the impact of various levels phosphate fertilizer and gtowth promoting bacteria on availability of some of nutrients and wheat yield indices

R. Babaei[1], M. Mirzaei Heydari[2], M. Bazgir[3]

Received: 2016-7-20 Accpeted: 2017-3-17

Abstract

In order to study the effect of plant growth promoting bacteria and phosphate fertilizers levels on nutrient availability and yield of wheat, an experiment was conducted as factorial based on completely randomized block design in three replications in a fielf located in Eyvan town, Ilam province. Studied factors include five levels of phosphorous fertilizer (control, 25, 50, 75 and 100 kg/ha phosphate fertilizer) and seed inoculation with bacteria at four levels (no-inoculation (Control), inoculation with Azotobacter, inoculation with Pseudomonas, and inoculation with Azotobacter and Pseudomonas. Results showed that 100 kg P/ha along with seed inoculation with Azotobacter and Pseudomonas showed greatest effect on increase in growth and yield and yield components of autumn wheat. Wheat grain nitrogen content significantly increased by inoculation with Azotobacter and therefore protein content of grain and consequently grain quality increased as well. Seed inoculation with plant growth promoting bacteria at 4th phosphate fertilizer level resulted to increase in grain N and P by 43.5 and 62.7 percent, respectively. Results showed that all fertilizer treatments increased wheat yield compared to control which of them 100 kg/ha P treatment along with inoculation with Azotobacter and Pseudomonas resulted in highest impact on studied growth parameters. Though by increasing P phosphorus level, studied traits increased as well, but the effect was more when applied with biological fertilizers.

Keywords: azotobacter, fertilizer inoculation, phosphorous, pseudomonas, wheat

1- MSc student of Depratmenmt of Agronomy and Plant breeding, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran
2- Asistant Professor of Depratmenmt of Agronomy and Plant breeding, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran
3- Asistant Professor of Depratmenmt of Agronomy and Plant breeding, Ilam University, Ilam, Iran