دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و هشتم، ۱۳۹۸

تاثیر نظام‌های مختلف کوددهی (شیمیایی، بیولوژیک و تلفیقی) برخصوصیات مختلف جو پاییزه

نسرین میرزاکرمی[۱]، محمد میرزایی حیدری[۲]، محمود رستمی‌نیا[۳]

دریافت: ۹۵/۱۱/۲۱ پذیرش: ۹۶/۳/۳۱

چکیده

به منظور بررسی سیستم تلفیقی نهاده‌های زیستی و شیمیایی برخصوصیات مختلف جو پاییزه، این آزمایش به صورت فاکتوریل سه‌عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار درسال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقاتی سرابله استان ایلام انجام شد. فاکتورها شامل عامل اول دو روش کاربرد کودهای زیستی (کاربرد کود زیستی در عمق ٤ سانتی‌متر در خاک و کاربرد کود زیستی همراه با بذر (تلقیح با بذر))، عامل دوم کود شیمیایی فسفاته (از منبع سوپر فسفات تریپل) در سه سطح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز کودی) و عامل سوم شامل مصرف انواع کودهای زیستی (ازتوباکتر، سودوموناس، ازتوباکتر+سودوموناس و شاهد (بدون تلقیح)) بود. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح مختلف مصرف کود شیمیایی فسفره تفاوت بسیار معنی‌داری وجود دارد وحداکثرعملکرد دانه (۳۵۸۵/٤ کیلوگرم درهکتار) از تیمار۱۰۰ درصد مصرف کود فسفره بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۲٤ درصد افزایش نشان داد. همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین سطوح مختلف مصرف کودهای زیستی وجود دارد و حداکثر عملکرد دانه (٤۲۰٦ کیلوگرم در هکتار) از سطح سوم (ازتوباکتر+سودوموناس) بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۲٦ درصد افزایش نشان داد. به‌طورکلی نتایج این بررسی نشان داد استفاده از کودهای بیولوژیک می‌تواند باعث کاهش مصرف کود شیمیایی و کاهش اثرات نامطلوب زیست محیطی و سلامت انسان و دام شود. در نهایت، با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد که روش تلقیح بذری با کود بیولوژیک موثرتر از روش تلقیح خاکی با کود بیولوژیک می‌باشد.

واژه های کلیدی: باکتری محرک رشد، جو، عملکرد، کود زیستی، کود شیمیایی

میرازکرمی، ن.، م. میرزایی حیدری و م. رستمی نیا. ۱۳۹۸. تاثیر نظام‌های مختلف کوددهی (شیمیایی، بیولوژیک و تلفیقی) برخصوصیات مختلف جو پاییزه. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۸: ۱۱۷-۱۰۳.

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

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

۳- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

مقدمه

غلات از مهمترین منابع تأمین کننده غذای انسان هستند و بیشترین نیاز به کودهای شیمیایی (کود نیتروژن) را دارند که با توجه به هزینه‌های زیاد تولید این کودها و مشکلات زیست محیطی ناشی از استفاده غیر اصولی از آنها لزوم تجدید نظر در روش‌های افزایش تولید محصولات کشاورزی ضروری به نظر می‌رسد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۹). به دلیل اهمیت گیاه جو حصول حداکثر عملکرد زمانی عاید می‌گردد که تعادلی مناسب بین عناصر غذایی و دیگر عوامل موثر در رشد برقرار باشد (احتشامی و همکاران، ۱۳۸۸). فسفر یکی از مهمترین عناصر مورد نیاز گیاهان می‌باشد که باعث رشد و قویتر شدن ریشه‌ها، رشد و ضخیم‌تر شدن ساقه‌ها، پرحجم شدن دانه‌ها، افزایش میزان عملکرد و زودرسی محصول می‌شود و در عمل تلقیح گل‌ها دخالت دارد (فتحی و همکاران، ۱۳۹۱: میرزایی حیدری، ۲۰۱۳).

یکی از شیوه‌های مدیریتی برای حفظ کیفیت خاک در سطح مطلوب در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی می باشد (کوکالیس بوریلی و همکاران، ۲۰۰٦). ریزجانداران مورد استفاده در کودهای زیستی یا آزادزی هستند و یا دارای رابطه همزیستی با گیاهان می‌باشند. این ریزجانداران به طور مستقیم یا غیر مستقیم در تغذیه گیاه شرکت می‌کنند. از اثرات سودمند این کودها می‌توان به سنتز آنتی‌بیوتیک‌ها و ترشح سیدروفور، افزایش هورمون‌های گیاهی، تثبیت زیستی نیتروژن مولکولی (N_2)، کاهش پتانسیل الکتریکی غشای ریشه‌ها، تولید انواع آنزیم‌ها مانند ACC دآمیناز و افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی اشاره کرد. باکتری‌های محرک رشد گیاه از طریق تولید هورمون‌ها باعث افزایش رشد گیاهان، درصد جوانه‌زنی بذور و گسترش ریشه می‌شوند. همچنین تلقیح بذور با کودهای زیستی سبب افزایش سطح ریشه، وزن خشک اندام‌های هوایی و در نهایت عملکرد دانه گردید (نظارت و غلامی، ۱۳۸۸). لذا به نظر می‌رسد که تلقیح بیولوژیک یکی از اقدامات مفیدی است که باعث افزایش فسفر قابل دسترس گیاه و کاهش وابستگی به کودهای گران‌قیمت می‌گردد (میرزایی حیدری و همکاران، ۲۰۱۱).

امروزه بکارگیری جانداران مفید خاکزی تحت عنوان کودهای زیستی به عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه حل برای زنده و فعال نگه داشتن سیستم حیاتی خاک در اراضی کشاورزی مطرح است. عرضه مواد آلی به خاک، بدلیل پاسخگویی به مبرم ترین نیاز آن، بزرگترین مزیت این قبیل کودهاست. علاوه بر این، تأمین عناصر غذایی به صورتی کاملاً مناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، جلوگیری از تنش اسمزی که در اثر افزودن کودهای شیمیایی به زمین های شور اتفاق می‌افتد، کمک به تنوع زیستی، کاهش بیماری‌ها، تحریک بیشتر رشد گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول و بهبود کیفیت و حفظ سلامت محیط زیست از مزایای دیگر کودهای زیستی محسوب می شوند (مستاجران و همکاران، ۱۳۸۳؛ امیدی و همکاران، ۱۳۸۸؛ درزی و همکاران، ۱۳۸۸). فتحی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند استفاده از کودهای زیستی به همراه مصرف بهینه کود شیمیایی سبب افزایش معنی داری در عملکرد و اجزای عملکرد ذرت گردید، همچنین پاسخ مثبت گیاه نسبت به کودهای زیستی به عنوان جایگزینی برای کود های شیمیایی امکان تولید پایدار محصول زراعی باشد (فتحی و همکاران، ۱۳۹۵). بررسی‌ها نشان داد که استفاده از کود زیستی به دلیل اینکه حاوی باکتری های محرک می باشد، سبب افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی می شود که به دنبال آن عملکرد و اجزای عملکرد افزایش می یابد. همچنین این محققان بیان کردند که استفاده از باکتری‌های محرک رشد همراه با مصرف بهینه کود شیمیایی اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (پورنجف، ۱۳۸۵)، ذرت (فتحی، ۱۳۹۲)، کلزا (امام و ایلیکایی، ۲۰۰۲)، ماش (محمودی، ۱۳۹۲) و لوبیا چشم بلبلی (اولاد، ۱۳۹۳) داشت. ساندرا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند تلفیق باکتری‌های حل کننده فسفات و کودهای شیمیایی در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی، ضمن افزایش ۱۲/٦ درصد عملکرد نیشکر توانست ۵۰ درصد مصرف سوپر فسفات تریپل را از طریق کاربرد سنگ فسفات (۲۵ درصد بدون کاربرد سنگ فسفات) جبران کند و حتی با کاهش ۷۵ درصد سوپر فسفات، کاهش معنی‌داری در عملکرد مشاهده نشد.

از آنجا که مدیریت کود از عوامل اصلی در رسیدن به کشاورزی پایدار محسوب می‌گردد، لذا جایگزین تدریجی کودهای شیمیایی، خصوصاً کودهای فسفاته با کودهای زیستی به دلیل مزایای این کودها که در جهت کشاورزی پایدار می‌باشد، امری کاملاً اجتناب ناپذیر است. در این آزمایش، تاثیر مدیریت تلفیقی کود شیمیایی و زیستی بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد جو پاییزه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

این تحقیق مزرعه ای در سال زراعی ۱۳۹٤-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقاتی سرابله با مختصات جغرافیایی ٤٦ درجه و ۳٤

دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ٤۹ دقیقه عرض شمالی، واقع در فاصله۳۰ کیلومتری شمال شرقی شهر ایلام با ارتفاع ۹۷۵ متر از سطح دریا اجرا شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. فاکتورها شامل عامل اول روش کوددهی زیستی (۱- کاربرد کود زیستی در عمق ٤ سانتی متر در خاک ۲- کاربرد کود زیستی همراه با بذر (تلقیح با بذر) عامل دوم کود شیمیایی فسفاته (از منبع سوپر فسفات تریپل) در سه سطح شامل (۱-عدم مصرف کود فسفاته ۲-مصرف ۵۰ درصد کود فسفاته ۳- مصرف ۱۰۰ درصد کود فسفاته و عامل سوم شامل مصرف انواع کودها- ی زیستی ۱- ازتوباکتر ۲- سودوموناس ۳- ازتوباکتر+ سودوموناس ٤- شاهد (بدون تلقیح) بود. قبل از انجام آزمایش، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه بررسی گردید که در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک مورد مطالعه در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر.

بافت خاک	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	کربن آلی(٪)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	اسیدیته خاک (PH)	هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتیمتر)	نیتروژن کل (٪)
لومی	١٤/٢	۳۵۰	۱/۲۲	۳۲	۳۵	۳۳	۷/۲	۰/٤۹	۰/۱۱

عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک و ماله به نحو مطلوب، قبل از کاشت و به صورت متداول منطقه بود. تاریخ کاشت ۲۳ آذر ماه ۱۳۹۳ و تراکم کاشت ۳۵۰ بوته در متر مربع بود. هر کرت آزمایشی شامل ۱۰ ردیف کاشت به فاصله ۲۵ سانتیمتر و طول ٤ متر بود (سلیمانی عبیات و همکاران، ۱۳۹۵). به منظور تلقیح بذور با باکتری پس از ریختن بذور گندم در داخل یک کیسه پلی‌اتیلنی، مقدار ۳۰ میلی‌لیتر محلول شکر ۲۰ درصد به آن اضافه شد، آنگاه کیسه حاوی بذر و ماده چسباننده برای مدت ۳۰ ثانیه به شدت تکان داده شد تا سطح کلیه بذرها به طور یکنواخت چسبناک شود. پس از آن به مقدار کافی (۲ لیتر در هکتار) از مایه تلقیح (با جمعیت $۹/۸ \times ۱۰^{۷}$ باکتری در هر گرم مایه تلقیح) به بذرهای چسبناک اضافه شد تا حدی که کل سطح بذر پوشانده شود (فتحی، ۱۳۹۱). پس از ٤۵ ثانیه تکان دادن و اطمینان از چسبیدن یکنواخت مایه تلقیح به بذرها، بذرهای آغشته به مایه تلقیح بر روی ورقه آلومینیومی تمیز در زیر سایه پهن گردید تا بذور خشک شود. سپس نسبت به کاشت بذور اقدام شد. کاشت بذور به صورت دستی بر روی خطوط کاشت در عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متری صورت گرفت. میزان بذر مصرفی نیز بر اساس برآورد محصول منطقه ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. رقم جو در این آزمایش بهمن بود. کلیه عملیات زراعی از قبیل مبارزه و کنترل علفهای هرز، تنک کردن و مبارزه با آفات و بیماری‌ها به طور همزمان و به نحو مطلوب در کلیه کرت‌های آزمایشی انجام شد. سطح برداشت نهایی معادل ٤ متر مربع بود که پس از حذف نیم متر از بالا و پایین هر کرت به عنوان حاشیه به دست آمد. صفات مورد بررسی شامل عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه بود. جهت تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی از مساحت ۲ متر مربع از هر کرت پس از حذف اثر حاشیه‌ای استفاده شد. برای تخمین عملکرد بیولوژیکی نمونه‌های برداشت شده به آزمایشگاه منتقل و جهت خشک شدن به مدت ٤۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. پس از خشک شدن نمونه‌ها، کلیه اندام‌های هوایی (کاه و کلش) توزین شدند. پس از توزین نمونه‌ها، عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید. باقی‌مانده مساحت هرکرت با رعایت اثر حاشیه‌ای برداشت شد و پس ازخرمن‌کوبی و بوجاری عملکرد نهایی دانه با رطوبت ١٤ درصد محاسبه شد. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک به دست آمد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از نمونه برداری، با استفاده از نرم افزار آماری SAS (Ver. 9.1) و مقایسه میانگین تیمارهای مورد بررسی به روش آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

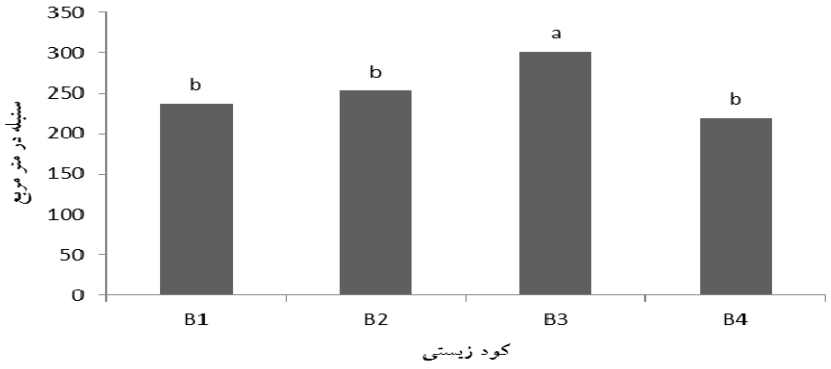
تعداد پنجه در بوته

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثرات سه عامل به تنهایی در سطح یک درصد بر تعداد پنجه در بوته معنی- دار گردید. همچنین اثرات متقابل سه‌گانه و اثرات متقابل دو عامل روش کاربرد کودهای زیستی در کود شیمیایی فسفره و همچنین اثرات متقابل دو عامل کود شیمیایی فسفره در سطوح

مختلف کودهای زیستی بر تعداد پنجه در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. نتایج تحقیق نشان داد که اثرات متقابل روش‌های کاربرد کودهای زیستی در سطوح مختلف مصرف کودهای زیستی در سطح پنج درصد بر تعداد پنجه در بوته معنی دار گردید. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین روش کاربرد خاکی و تلقیح بذر تفاوت بسیار معنی‌داری وجود دارد و حداکثر تعداد پنجه مربوط به روش تلقیح بذر می‌باشد و بین سطوح مختلف کود شیمیایی فسفره مقایسه میانگین تیمارها اختلاف بسیار معنی‌داری را درخصوص تعداد پنجه در بوته نشان داد و حداکثر تعداد پنجه در بوته (۳/۹) مربوط به سطح سوم کود شیمیایی فسفره (۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفره) بود که نسبت به تیمار شاهد ۱۵ درصد افزایش نشان داد (شکل ۳). مقایسه میانگین تیمارها تفاوت بسیار معنی‌داری بین سطوح مختلف کودهای زیستی از لحاظ تعداد پنجه در بوته نشان داد و حداکثر تعداد پنجه در بوته (٤/۳) مربوط به تیمار مصرف تلفیقی (ازتوباکتر+ سودوموناس) می‌باشد (شکل ٤). به نظر می‌رسد که تلقیح بیولوژیک با جمعیت مناسب و فعال ازتوباکتر و سودوموناس در ریزوسفر خاک به افزایش مواد غذایی قابلجذب گیاه در خاک به واسطه تثبیت و انحلال مواد غذایی قابل جذب برای گیاه، باعث افزایش رشد و توسعه بیشتر گیاه با تعداد پنجه بیشتر می‌گردد (میرزایی حیدری، 2013).

تعداد سنبله در متر مربع

بر اساس نتایج تحقیق (جدول ۲) تاثیر عامل کاربرد کودهای زیستی به تنهایی در سطح یک درصد بر تعداد سنبله در متر مربع معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین سطوح مختلف کاربرد کودهای زیستی تفاوت بسیار معنی‌داری را نشان داد و حداکثر تعداد سنبله در متر مربع (۳۰۱/٤) مربوط به سطح سوم کاربرد کودهای زیستی (ازتوباکتر + سودوموناس) بود (شکل ۱). باید توجه داشت که از تاثیرات افزایشی این باکتری‌ها زمانی می‌توان به خوبی بهره برد که مصرف کودهای شیمیایی درحد بهینه در اختیار گیاه باشد. در غیر این‌صورت گیاه ترجیح می‌دهد که بدون مصرف انرژی از کود شیمیایی استفاده کند و کاربرد باکتری‌ها در عمل بی‌تاثیر است (کادر و همکاران، ۲۰۰۲).



شکل ۱- اثرات ساده مصرف انواع کود زیستی بر تعداد سنبله (B1.B2,B3,B4 بترتیب ۱-ازتوباکتر ۲-سودوموناس۳ -ازتوباکتر+ سودوموناس ٤- شاهد(بدون تلقیح)

اثرات مثبت کاربرد کودهای زیستی را می‌توان به افزایش جذب آب و مواد غذایی به واسطه توسعه بیشتر ریشه‌ها و همچنین انجام فرایند تثبیت زیستی نیتروژن نسبت داد. در رابطه با اثر کودهای زیستی ازتوباکتر و سودوموناس می توان گفت که سطوح پائین‌تر کود شیمیایی فسفره همراه باکتری‌های همیار در یک گروه قرار گرفتند این امر حاکی از فعالیت این باکتری‌ها در قسمت ریزوسفر ریشه و همچنین نشان دهنده توانایی آنها در کاهش مصرف کود شیمیایی فسفر است. کاماکسی و همکاران (۲۰۰۲) افزایش عملکرد به‌واسطه باکتری‌های افزاینده رشد گیاه را به افزایش رشد سیستم ریشه‌ای گیاه و درنتیجه افزایش جذب عناصر غذایی مانند نیتروژن نسبت دادند. آموجویگب (۲۰۰۷) و چانکو جانزن (۲۰۰۰) در طی آزمایشات خود به این نتیجه رسیدند که کاربرد تلفیق کودهای شیمیایی با کود زیستی باعث حصول بیشترین عملکرد دانه نسبت به مصرف تنهایی هر کدام از کود های شیمیایی و زیستی می شود. پریستوپا و همکاران (۲۰۰٤) نیز دلیل افزایش عملکرد دانه جو در تیمارهای کود

زیستی ازتوباکتر را افزایش تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله اعلام کردند. مصرف کودهای زیستی ازتوباکتر و سودوموناس برفعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، افزایش تعداد برگ، افزایش طول دوره رویش و تجمع ماده‌خشک اندام-های هوایی گیاه موثر است. همچنین وجود ریزجانداران ناشی از کاربرد کودهای زیستی در محیط ریشه میزان فراهمی نیتروژن برای گیاه جو را افزایش داده و از این طریق تاثیر مثبتی بر رشد گیاه داشته که منجر به افزایش تعداد سنبله در متر مربع شده است. نتایج بررسی‌های فتحی و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که عملکرد بذرهای تلقیح شده آفتابگردان با باکتریهای افزاینده رشد نسبت به عملکرد بذرهای بدون تلقیح از افزایش ۹ درصدی برخوردار بودند. کادر و همکاران (۲۰۰۲) نیز بیان کردند تلقیح باکتری ازتوباکتر با بذر گندم به تنهایی ۱۸ درصد افزایش در تعداد دانه و عملکرد کاه داشته، درحالیکه باکتری همراه با کود نیتروژنه باعث افزایش قابل توجه تعداد دانه و میزان نیتروژن جذب شده توسط گیاه می گردد. خاوازی و همکاران (۱۳۸٤) پاسخ غلاتی از قبیل ذرت و گندم را به ازتوباکتر بر حسب سویه‌ی 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. خان و همکاران (۲۰۰۹) اظهار داشته‌اند که تولید و ترشح ترکیبات تحریک کننده رشد و یا برخی هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد توسط ریزجانداران در خاک می‌تواند رشد، اجزاء عملکرد و عملکرد دانه غلات را تحت تاثیر قرار دهد. با توجه به این نتیجه می‌توان گفت که تعداد سنبله در بوته از مهم‌ترین اجزای تعیین کننده عملکرد دانه در بوته محسوب شده و بنابراین هر اقدام اصلاحی در جهت افزایش آن، نقش به‌سزایی را در بهبود عملکرد بوته خواهد داشت.

طول سنبله

اطلاعات حاصل از تجزیه واریانس (جدول۲) بیانگر آن بود که تاثیر هر سه عامل به تنهایی در سطح یک درصد بر طول سنبله معنی دار گردید. همچنین اثرات متقابل روش‌های کاربرد کودهای زیستی و کود شیمیایی فسفره در سطح پنج درصد بر طول سنبله معنی‌دار گردید (جدول ٤). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین تیمار خاک‌کاربرد کودهای زیستی با تلقیح بذر تفاوت بسیار معنی داری وجود دارد و حداکثر طول سنبله (۷/٦ سانتی متر) مربوط به تیمار تلقیح بذر بود و نسبت به تیمار خاک کاربرد کودهای زیستی ٤ درصد افزایش نشان داد. علاوه بر آن مقایسه میانگین (جدول ۳) بین سطوح مختلف کود شیمیایی فسفره تفاوت بسیار معنی‌داری نشان داد به‌طوری‌که طول سنبله در سطح سوم (۷/۷ سانتی‌متر) بیشتر از سطح اول (٦/۹ سانتی-متر) و سطح دوم (۷/۵ سانتی‌متر) بود. مقایسه میانگین‌ها (جدول٦) بین سطوح مختلف کاربرد کودهای زیستی تفاوت بسیار معنی‌داری را نشان داد به نحوی که طول سنبله در سطح سوم (۸/۳ سانتی‌متر) بیشتر از دیگر سطوح بود. نتایج تحقیق نشان داد مقایسه میانگین اثرات متقابل دو عامل روش‌های کاربرد کودهای زیستی و کود شیمیایی فسفره نیز دارای اختلاف معنی-داری بود به طوری‌که طول سنبله در تیمار حاوی تلقیح بذر با کاربرد ۵۰ درصد کود شیمیایی دارای بیشترین طول سنبله بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار تلقیح بذر با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نشان داد.

یافته های این پژوهش نشان داد که تلقیح بذر به دلیل نزدیکی به ریشه و تسریع در فعالیت باکتری‌ها، به‌نظر می‌رسد افزایش جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر می‌تواند منجر به افزایش طول سنبله گردد. افزایش در وزن کل گیاه به وسیله حداکثر فعالیت ریزوباکترها در شرایط کاربرد ۵۰ درصد کود شیمیایی (اثر متقابل تلقیح بذر با کود زیستی و کود شیمیایی) به واسطه افزایش در جذب عناصر غذایی و در نتیجه رشد بهتر گیاه می‌باشد که می‌تواند موجب افزایش طول گیاه و سنبله وشاخص برداشت بالاتری گردد. کادر و همکاران (۲۰۰۲) تلقیح بذر با ازتوباکتر در سطوح مختلف کود نیتروژن را بر ارتفاع نهایی بوته و سنبله مثبت و معنی دار ارزیابی نمودند.

تعداد دانه در سنبله

اثر ساده روش‌های کاربرد کودهای زیستی و کاربرد کودهای زیستی در سطح احتمال یک‌درصد برای صفت تعداد دانه در سنبله معنی‌دار گردید. و همچنین اثرات متقابل کود شیمیایی فسفره و مصرف کودهای زیستی (جدول ۵) و اثرات متقابل سه گانه بر روی صفت تعداد دانه در سنبله معنی‌دار گردید (جدول ٦). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تیمار خاک‌کاربرد کودهای زیستی و تلقیح بذر با کودهای زیستی تفاوت بسیار معنی‌داری وجود دارد و حداکثر تعداد دانه در سنبله (۲۳/۸) مربوط به تیمار تلقیح با بذر می‌باشد که نسبت به تیمار خاک-کاربرد کودهای زیستی٤/۳ افزایش نشان داد. همچنین تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین سطوح مختلف مصرف کودهای زیستی مشاهده شد به‌نحوی که تعداد دانه در سنبله در سطح سوم (۲۱/۹) در حدود ۵۱ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود.

مقایسه میانگین‌های (جدول ٤) اثرات متقابل دو عامل کود شیمیایی فسفره و مصرف کودهای زیستی نیز دارای اختلاف معنی‌داری بود. به نحوی که تعداد دانه در بوته در تیمارهای حاوی مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفره و مصرف توام کودهای ازتوباکتر و سودوموناس دارای بیشترین مقدار (۲۹/۵) بود. همچنین مقایسه میانگین‌های دارای اثرات متقابل سه عامل نیز دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود. و حداکثر تعداد دانه در سنبله از تیمار تلقیح بذر با کودهای زیستی به اضافه مصرف ۱۰۰ درصد کود فسفره شیمیایی و مصرف توام کودهای ازتوباکتر و سودوموناس بدست آمد. مخلوط ازتوباکتر و سودوموناس بیشترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص داد. اسید ایندول‌استیک در کنار سیتوکنین که توسط ازتوباکتر تولید می‌شود از طریق رشد ریشه‌های جانبی و افزایش وزن برگ و ریشه سبب افزایش مواد پرورده شده که به نوبه خود باعث افزایش رشد رویشی و افزایش سهم اندام‌های زایشی از جمله تعداد دانه در سنبله می‌گردد. همچنین نشان داده شد که به طور کلی اثر متقابل تلقیح بذر به همراه ازتوباکتر در کنار کود شیمیایی به مقدار مورد نیاز می تواند با اثر گذاری مثبت خود بر جذب عناصر ماکرو و ضروری نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و نیز تاثیر روی بهبود توزیع آب و گیاه و افزایش فعالیت نیترات‌ردوکتاز و تاثیر عمده آن در تولید هورمون‌های گیاهی و نقش موثر این هورمون‌ها در رشد گیاه باعث افزایش اجزای عملکرد می‌شود (میرزایی حیدری و همکاران، ۲۰۱٤). حسن‌زاده و همکاران (۱۳۸٦) کارایی مصرف باکتری‌های تسهیل‌کننده جذب فسفر و کود شیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد جو را مثبت ارزیابی کردند به گونه‌ای که تعداد دانه در سنبله به طور معنی‌داری تحت تاثیر سویه‌های باکتری قرار گرفت. آنها بیان داشتند که وجود باکتری-های تسهیل‌کننده جذب فسفر با توجه به نقشی که فسفر در تحریک رشد زایشی و تشکیل دانه در گیاه ایفا می‌کند باعث افزایش تعداد دانه در سنبله گردیده است.

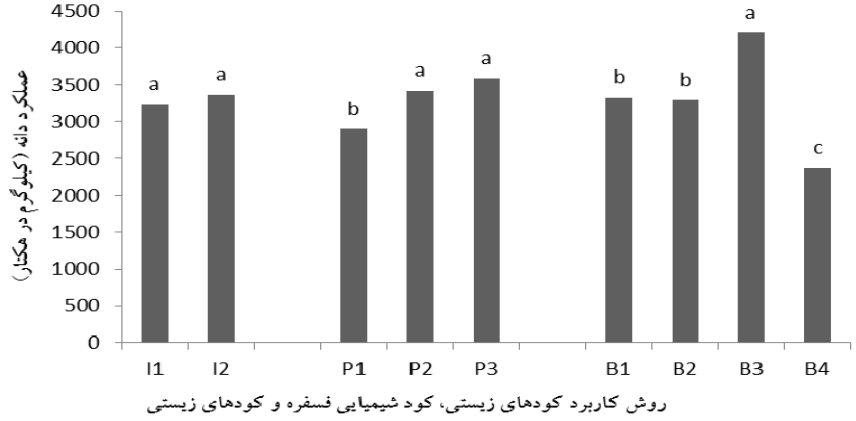
وزن هزاردانه

بر اساس نتایج آزمایش (جدول۲) اثر مصرف کودهای زیستی در سطح یک درصد بر وزن هزاردانه جو معنی‌دار گردید و اثر عامل‌های روش‌های مصرف کودهای زیستی و کود شیمیایی و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بین عامل‌ها بر وزن-هزاردانه معنی‌دار نگردید (جدول ٤، ٥ و ٦). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تفاوت بسیار معنی‌داری بین سطوح مختلف مصرف کودهای زیستی مشاهده شد به نحوی که وزن هزاردانه در سطح سوم (۲۹/۵ گرم) بیشتر از بقیه سطوح بود و نسبت به تیمار شاهد (۲۳/٤ گرم) ۲٦ درصد افزایش نشان داد. ازتوباکتر با تشدید فعالیت فتوسنتزی و افزایش عناصر غذایی درون گیاه تاثیر مثبتی بر وزن هزاردانه می‌تواند داشته باشد (پریستوپا و همکاران، ۲۰۰٤). کاربرد کودهای زیستی ازتوباکتر و سودوموناس و مخلوط ازتوباکتر و سودوموناس هرسه عامل دارای اثر یکسانی بر وزن هزاردانه بودند و سبب افزایش این صفت گردیدند. احتمالا" کاربرد کودشیمیایی فسفره، شرایط تغذیه‌ای مناسب را برای تکثیر و فعالیت باکتری‌های ازتوباکتر و سودوموناس فراهم نموده است. زیرا این باکتری‌ها جهت رشد و نمو و تثبیت نیتروژن و فسفر نیازمند وجود این عناصر در محیط غذایی هستند. تیمارهای کود زیستی مناسب در مقایسه با تیمار شاهد شیمیایی به مراتب شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت‌های زیستی داخل خاک مهیا کرده و از طریق جذب مواد غذایی توسط ریشه موجب افزایش وزن هزاردانه گردید. در مورد کود زیستی *سودوموناس* می‌توان گفت احتمالا کاربرد کود شیمیایی توصیه شده در هکتار شرایط تغذیه‌ای مناسب را برای تکثیر و فعالیت باکتری‌های سودوموناس فراهم نموده است. زیرا این باکتری جهت رشد و نمو و تثبیت نیتروژن نیازمند وجود این عناصر در محیط غذایی هستند. تجمع مواد آلی توسط باکتری‌ها در خاک باعث افزایش توسعه ریشه و دسترسی بیشتر به عناصر غذایی شده است به‌طوری که این شرایط موجب زیادتر شدن تعداد دانه در سنبله و به خصوص افزایش معنی‌دار وزن هزاردانه گردیده است و در نتیجه میزان عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (فلاح و همکاران، ۱۳۸٦).

عملکرد دانه

اطلاعات حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) بیانگر آن بود که تاثیر دو عامل کود شیمیایی فسفره و مصرف کودهای زیستی به تنهایی در سطح یک‌درصد و اثرات متقابل روش‌های کاربرد کودهای زیستی و کود شیمیایی فسفره در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح مختلف مصرف کود شیمیایی فسفره تفاوت بسیار معنی‌داری وجود دارد و حداکثر عملکرد دانه (۳۵۸۵/٤ کیلوگرم در هکتار) از سطح سوم کود شیمیایی فسفره (۱۰۰ درصد مصرف کود فسفره) بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۲٤ درصد افزایش نشان داد (شکل ۲). همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین سطوح مختلف مصرف کودهای زیستی وجود دارد و حداکثر عملکرد دانه (٤۲۰٦ کیلوگرم در

هکتار) از سطح سوم (ازتوباکتر + سودوموناس) بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۲۶ درصد افزایش نشان داد. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل دو عامل روش‌های کاربرد کودهای زیستی و کود شیمیایی نیز دارای اختلاف معنی‌داری بود به‌نحوی که عملکرد دانه فقط در تیمار خاک‌کاربرد کودهای زیستی و مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفره بدست آمد. کودهای زیستی باعث افزایش میزان نیتروژن و در نتیجه افزایش کارایی فتوسنتزی گیاه و در نهایت افزایش میزان رشد و عملکرد دانه ذرت را باعث شده است (فتحی و همکاران،۱۳۹۱؛ فتحی،۱۳۹۱).



شکل ۲- اثرات ساده روش‌های کاربرد کودهای زیستی،کود فسفره شیمیایی و مصرف کودهای زیستی بر عملکرد دانه(روش کوددهی زیستی(I1,I2 به ترتیب ۱- کاربرد کود زیستی در عمق ٤ سانتی متر در خاک۲- کاربرد کود زیستی همراه با بذر(تلقیح با بذر) P1,P2,P3به ترتیب شامل ۱-عدم مصرف کود فسفاته ۲-مصرف ۵۰ درصد کود فسفاته ۳- مصرف ۱۰۰ درصد فسفاته) و B1.B2,B3,B4 بترتیب ۱-ازتوباکتر ۲-سودوموناس۳ - ازتوباکتر+ سودوموناس ٤-شاهد(بدون تلقیح)

افزوده شدن باکتری مخلوط ازتوباکتر بعلاوه سودوموناس با یکدیگر باعث افزایش اثر تلقیح بذر با باکتری بر عملکرد دانه جو شده است. از این‌رو موثرترین باکتری در ترکیب باکتریایی مورد بررسی، باکتری مخلوط این دو بوده است. ازتوباکتر در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین‌های B، اسیدنیکوتینیک، اسیدپنتوتنیک، بیوتین، اکسین، جیبرلین و غیره را دارند که در افزایش رشد ریشه نقش مفید و موثری دارند (کادر و همکاران،۲۰۰۲؛ فتحی و همکاران، ۱۳۹۲). یساری و پاتواردهان (۲۰۰۷) افزایش عملکرد دانه را با کاربرد کودهای زیستی گزارش دادند. درواقع با تلقیح بذر بوسیله کودهای زیستی امکان استفاده گیاهچه از نیتروژن و دیگر عناصر غذایی فراهم می‌شود و گیاه در شرایط بهتری از نظر مواد غذایی رشد می‌کند و ازتوباکتر با توان تثبیت زیستی نیتروژن به گسترش سطح ریشه کمک و جذب بهینه آب و عناصر غذایی و تولید هورمون‌های رشد و برخی ویتامین‌ها، رشد کمی وکیفی گیاه را تقویت می‌کند که نتیجه آن به‌صورت افزایش عملکرد دانه حاصل می‌گردد. باکتری‌ها از قبیل ازتوباکتر و سودوموناس با دارا بودن خاصیت تثبیت نیتروژن و حل‌کنندگی فسفر موجب توسعه بخش هوایی ذرت و با تغییرات عمده در فیزیولوژی گیاه موجب افزایش چشمگیر عملکرد گیاه می‌شود. به طور کلی مطابق نتایج بدست آمده در عملکرد می‌توان به احتمال رابطه تقویت کنندگی ترکیب باکتری‌های به کار رفته با یکدیگر در افزایش عملکرد دانه اشاره کرد. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که بر اثر تلقیح باکتریایی بذر و فعالیت زودتر در مجاورت بذر، احتمالا روابط مثبت بین گیاه و این باکتری‌ها تقویت گردیده و منجر به افزایش عملکرد شده است.

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (شکل ۳) برای صفت عملکرد بیولوژیک نیز حاکی از اثر معنی‌دار مصرف کودهای زیستی در سطح یک درصد و همچنین اثرات متقابل روش‌های مصرف کودهای زیستی و کود شیمیایی فسفره در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید. تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین سطوح مختلف مصرف کودهای زیستی مشاهده شد. به نحوی که عملکرد بیولوژیک در سطح سوم (۹۱۱۵ کیلوگرم در هکتار)

دارای بیشترین مقدار بود که نسبت به تیمار شاهد (۵۲۸۳ کیلوگرم در هکتار) ۷۲ درصد افزایش نشان داد (شکل ۳). و همچنین میانگین‌های اثر متقابل دو عامل روش‌های کاربرد کودهای زیستی و کود شیمیایی فسفره نیز دارای اختلاف معنی-داری بود و حداکثر عملکرد بیولوژیک (۷۴۹۲ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تلقیح بذری با مصرف ۱۰۰ درصد کود فسفره شیمیایی بود. پاسخ گیاه به تلقیح با ازتوباکتر و سودوموناس و کاربرد کودفسفره بیشتر به صورت افزایش وزن خشک گیاه، افزایش پنجه‌ها، گلهای بارور و شمار سنبله‌ها، افزایش شمار دانه‌های هر سنبله، وزن هزار دانه، افزایش ارتفاع بوته و طول برگ گزارش شده است (پاولت و همکاران، ۲۰۱۵).

شکل ۳- اثرات ساده روش‌های کاربرد کودهای زیستی، کود فسفره شیمیایی و مصرف کودهای زیستی بر عملکرد بیولوژیک (روش کوددهی زیستی(I1,I2 به ترتیب ۱- کاربرد کود زیستی در عمق ٤ سانتی متر در خاک۲- کاربرد کود زیستی همراه با بذر(تلقیح با بذر) P1,P2,P3به ترتیب شامل ۱-عدم مصرف کود فسفاته ۲-مصرف ۵۰ درصد کود فسفاته ۳- مصرف ۱۰۰ درصد فسفاته) و B1.B2,B3,B4 بترتیب ۱-ازتوباکتر ۲- سودوموناس۳ -ازتوباکتر+ سودوموناس ٤-شاهد(بدون تلقیح)

به نظر می‌رسد که دلیل افزایش ماده خشک‌کل، جذب بیشتر عناصری چون آهن و منیزیم باشد که نقش اساسی در ساختمان کلروفیل دارند. بیان شده که باکتری سودوموناس بر میزان کلروفیل تاثیر معنی‌داری داشته است. این افزایش کلروفیل را به افزایش فعالیت آنزیم‌هایی مانند کاتالاز و پراکسیداز نسبت داده اند. نقش این آنزیم‌ها در سنتز کلروفیل یک فاکتور مهم محسوب می شود. بنابراین می‌توان گفت که با ازدیاد میزان کلروفیل، فتوسنتز و در نهایت میزان اسیمیلاسیون و کربوهیدرات در جو افزایش یافته و بر تجمع مواد خشک تولیدی موثر واقع می‌شود (کیزیل کایا، ۲۰۰۸). افزایش غلظت فسفر باعث افزایش خطی عملکرد زیست‌توده گیاه شد. افزایش هورمون‌های گیاهی باعث جذب بیشتر عناصر می‌شود. جذب عناصر غذایی توسط گیاه تابع دو عامل رشد ریشه و فراهمی عناصر غذایی در خاک می‌باشد. محققین زیادی نقش اتیلن در تغییرات مورفولوژیک سیستم ریشه‌ای را بیان کرده‌اند که خود می‌تواند بر جذب عناصر غذایی توسط ریشه موثر باشد (افضل و همکاران، ۲۰۰۵؛ دوود و همکاران، ۲۰۱٤).

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در گیاه جو

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد پنجه در بوته	تعداد سنبله در متر مربع	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۸۳۵/٦^{ns}	۱/۳^{ns}	۰/۸۱۷^{ns}	۵۵۹۱۸/۱^{ns}	۰/٦۵^{ns}	۳۱/۹^{ns}	۳/۸۸^{ns}	٤۹۹۰۹۳/۱^{ns}	۱۱۵۳۷۳/۲^{ns}	۵۱/۰۲^{ns}
فاکتورa	۱	٦۲/۳٤*	۰/٤۱**	۵/۵**	۵۵۱۲/۵^{ns}	۲/۳۸**	۱۷/۰۱**	۱/٤۱^{ns}	۲۸۷۵۳٤/۷^{ns}	۱۰۷۸۰۰۱/٤^{ns}	۳/٦۸^{ns}
(روش های مصرف کودهای زیستی)											
فاکتورb(کود شیمیایی فسفره)	۲	۹۳۵/۷**	۰/۸٦**	۱/۵۱**	۱۱۹۲^{ns}	۳/۷۲**	۱/۹۳^{ns}	۲۱/۸٦^{ns}	۳۰٦٦۰۳۸/۹**	۲٦۸۲۹۱٤/۷^{ns}	۳۲۸/۳**
a×b	۲	۰/۰۵٦^{ns}	۰/۲۵**	۰/۵۰۳**	۹۵۷/۲^{ns}	۰/٦۱*	۲/۱۸^{ns}	٦/۸۸^{ns}	۱٤۹۷۰۷۲/۲*	٤۰٦۸٤٦۸*	٤۹/٤*
فاکتورc	۳	۱٦۲۰/۷**	۱/٤۵**	٤/۸۱**	۲۲٤۰۲/۳**	۱۰/۲۸**	۲٦۹/٤**	۱۲۷/۲**	۱۰۱۳۳۵٤۹**	٤٤۱۲۳۱۷۹/۱**	۱۷/٦۵^{ns}
(مصرف کودهای زیستی)											
a×c	۳	٤٤/۱*	۰/۱۳۹**	۰/۱۱۲*	۸۰۲/۳^{ns}	۰/۱۱۵^{ns}	۱/۳۸^{ns}	۵/۲۱^{ns}	۲۹٤۲۵٦/۹^{ns}	۱۰۰٦۰۹۳/۹^{ns}	۷/۱۹^{ns}
b×c	٦	٦۳/٤**	۰/۰۲٦^{ns}	۰/۱۰۹**	۱۰۷٤/۹^{ns}	۰/۰۸۳^{ns}	۳/۹۱^{ns}	٦/۹^{ns}	۷۵۲۵۹/۲^{ns}	۳۹۰۳۲۳/٦^{ns}	۱۸/۹٦^{ns}
a×b×c	٦	۸/۳۳^{ns}	۰/۰٤۵*	۰/۱۰۹**	۳٦۷/۹^{ns}	۰/۰٤۵^{ns}	۳/٤۹^{ns}	٤/٤۲^{ns}	٤۸٤۱٤٤/٤^{ns}	۱۱٦۳۵۰۵/۱^{ns}	۱۸/٤^{ns}
خطای کل	٤٦	۱۱/۱	۰/۰۱٤	۰/۰۳۲	٤٦۱۱/۵	۰/۱۷۵	۱/۷۷	۸/٤۱	۳۸۳۷۵۸/۲	۱۳٤۹۵۹۲/۵	۱۱/۳
ضریب تغییرات	–	٤/٦	۵/۳	٤/۸	۲٦/۹	۵/۷	۵/۷	۱۱/۲	۱۸/۸	۱٦/۳	۷/۳

ns و * و ** به ترتیب غیر معنی داری و معنی دار در سطح پنج و یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش های کاربرد کودهای زیستی در کود شیمیایی فسفره بر صفات اندازه گیری شده

روش های کاربرد کودهایزیستی×کودفسفره	ارتفاع بوته(سانتی متر)	قطر ساقه(میلیمتر)	تعداد پنجه در بوته	تعداد سنبله در متر مربع	طول سنبله(سانتی متر)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه(گرم)	عملکرد دانه(کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک(کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
I1 P1	٦٤/٧^{c}	١/٨^{c}	٣/٣^{d}	٢٣١/٢^{a}	٦/٨^{b}	٢٢/٦^{bc}	٢٥/٣^{a}	٢٥٤٨/٣^{a}	٦٢٤١/٧^{b}	٣٩/٨^{c}
I1 P2	٧٤/٥^{b}	٢/١^{b}	٣/٥^{c}	٢٤٥^{a}	٧/١^{b}	٢٣/٢^{abc}	٢٥/١^{a}	٣٥١٠^{a}	٧٣٣١/٧^{a}	٤٧/٨^{a}
I1 P3	٧٦/٢^{ab}	٢/٤^{a}	٣/٦^{c}	٢٥٥/٤^{a}	٧/٧^{a}	٢٢/٥^{c}	٢٦/٥^{a}	٣٦٥٤/١^{a}	٧٤٤٨/٥^{a}	٤٩/٢^{a}
I2 P1	٦٦/٥^{c}	٢/٢^{b}	٣/٦^{c}	٢٦٣/٣^{a}	٧/١^{b}	٢٣/٣^{abc}	٢٤/٤^{a}	٣٢٥٠/٨^{a}	٧٤٠٣/٣^{a}	٤٣/٣^{b}
I2 P2	٧٦/٤^{ab}	٢/٣^{a}	٤/١^{b}	٢٥٥^{a}	٧/٩^{a}	٢٣/٨^{ab}	٢٦/٤^{a}	٣٣٢٤/٢^{a}	٦٩٠٠^{ab}	٤٧/٩^{a}
I2 P3	٧٨/٢^{a}	٢/٤^{a}	٤/٣^{a}	٢٦٥/٨^{a}	٧/٧^{a}	٢٤/٢^{a}	٢٧/١^{a}	٣٥١٦/٧^{a}	٧٤٩١/٧^{a}	٤٧^{a}

میانگین هایی که دارای حداقل مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵٪ می باشند.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش های کاربرد کودهای زیستی در مصرف انواع کودهای زیستی بر صفات کمی گیاه جو

روش های کاربرد کودهایزیستی×مصرف کود زیستی	تعداد پنجه در بوته	تعداد سنبله در متر مربع	طول سنبله(سانتی متر)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه(گرم)	عملکرد دانه(کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک(کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
I1 B1	۳/٦^{d}	۲۳۰^{bc}	۷^{ef}	۲۲/٥^{d}	۲٤/۳^{cd}	۳۱٥۳/۳^{b}	٦۲٤۱/۷^{b}	٤٦^{a}
I1 B2	۳/٥^{d}	۲٥۲/۷^{abc}	۷/٥^{cd}	۲۲/۷^{d}	۲٦/۳^{bc}	۳٤۰۸/۹^{b}	۷۲٤٤/٤^{b}	٤٦/۷^{a}
I1 B3	۳/۹^{c}	۲۸۸/۳^{ab}	۷/۹^{b}	۲۷/٤^{b}	۲۸/۸^{ab}	٤۱٥۲/۲^{a}	۹۱۲۰^{a}	٤٥/٤^{a}
I1B4	۲/۸^{F}	۲۰٤/٤^{c}	٦/۳^{g}	۱۸/٦^{e}	۲۲/۸^{d}	۲۲۳٥/٦^{c}	٤۹٦۱/۱^{c}	٤٤/٤^{a}
I2 B1	٤/۱^{b}	۲٤۳/۳^{bc}	۷/۲^{de}	۲۳/۱^{cd}	۲٤/۸^{cd}	۳٥۰۷/۸^{b}	۷۳۹٤/٤^{b}	٤۷/٦^{a}
I2 B1	٤/۱^{b}	۲٥۳/۳^{abc}	۷/۸^{bc}	۲٤/۱^{c}	۲٥/۱^{cd}	۳۱۸۳/۳^{b}	٦۹٥۰^{b}	٤٥/٥^{a}
I2 B1	٤/٦^{a}	۳۱٤/٤^{a}	۸/٥^{a}	۲۹^{a}	۳۰/۲^{a}	٤۲٦۱/۱^{a}	۹۱۱۰^{a}	٤٦/۷^{a}
I2 B1	۳/۲^{e}	۲۳٤/٤^{bc}	٦/٦^{fg}	۱۹^{e}	۲۳/۷^{cd}	۲٥۰۳/۳^{c}	٥٦۰٥/٦^{c}	٤٤/٥^{a}

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی دار آماری در سطح پنج درصد می باشند.

جدول ٥- مقایسه میانگین اثرات متقابل کود فسفره شیمیایی و مصرف انواع کود زیستی بر صفات کمی گیاه جو

P×B	تعداد پنجه در بوته	تعداد سنبله در متر مربع	طول سنبله(سانتی متر)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه(گرم)	عملکرد دانه(کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک(کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
P1 B1	۳/۷^{F}	۳۳۳/۳^{ab}	٦/۷^{ef}	۲۳/٥^{c}	۲۳/۳^{d}	۳۰۳۸/۳^{cde}	٦۸٥۰^{bc}	٤۳/٥^{bc}
P1 B2	۳/٤^{F}	۲٥۹/۱^{ab}	۷/۳^{bcd}	۲۳/۱^{c}	۲٥/٦^{bcd}	۲۸٤٥^{cde}	٦٥۷٥^{bc}	٤۲/۸^{c}
P1 B3	۳/۹^{cde}	۲۹٦/٦^{a}	۷/۸^{bc}	۲۷/۲^{b}	۲۷/٥^{bc}	۳۸۸٥^{ab}	۹۰٥٦/۷^{a}	٤۲/۷^{c}
P1 B4	۲/۹^{h}	۲۰۰^{b}	٦^{g}	۱۸/۲^{d}	۲۲/۹^{d}	۱۸۳۰^{F}	٤۸۰۸/۳^{d}	۳۷/۳^{d}
P2 B1	۳/۸^{de}	۲٤۳/۳^{ab}	۷/۳^{cd}	۲۲/۳^{c}	۲٥/٦^{bcd}	۳۳۳۰^{bcde}	٦۷٥۰^{bc}	٤۹/۱^{a}
P2 B2	۳/۹^{bcd}	۲۳۸/۳^{ab}	۷/۸^{bc}	۲۳/۱^{c}	۲٥/۸^{bcd}	۳٤۱۸/۳^{bcd}	۷۲۰۸/۳^{b}	٤۷/۳^{ab}
P2 B3	٤/٤^{a}	۲۸۸/۳^{ab}	۸/٤^{a}	۲۹/٥^{a}	۲۹/۲^{ab}	٤۳۳۳/٤^{a}	۹۰۳۸/۳^{a}	٤۷/۷^{ab}
P2 B4	۳/۱^{gh}	۲۳۰^{ab}	٦/٤^{fg}	۱۹/۲^{d}	۲۲/٦^{d}	۲٥۸٦/٦^{e}	٥٤٦٦/۷^{cd}	٤۲/۲^{ab}
P3 B1	٤/۱^{bc}	۲۳۳/۳^{ab}	۷/٥^{bcd}	۲۲/٦^{c}	۲٤/۷^{cd}	۳٦۲۳/۳^{abc}	۷٦۲٥^{b}	٤۷/۸^{ab}
P3 B2	٤/۱^{b}	۲٦۱/۷^{ab}	۷/۹^{b}	۲٤^{c}	۲٥/۹^{bcd}	۳٦۲٥^{abc}	۷٥۰۸/۳^{b}	٤۸/۱^{a}
P3 B3	٤/٥^{a}	۳۱۹/۱^{a}	۸/٦^{a}	۲۸^{ab}	۳۱/۸^{a}	٤٤۰۱/۷^{a}	۹۲٥۰^{a}	٤۷/٦^{ab}
P3 B4	۳/۲^{g}	۲۲۸/۳^{ab}	۷^{de}	۱۹^{d}	۲٤/۷^{cd}	۲٦۹۱/۷^{de}	٥٥۷٥^{cd}	٤۸/۸^{a}

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی دار آماری در سطح پنج درصد می باشند.

شاخص برداشت

بر اساس نتایج بدست آمده (جدول ٥) اثر عامل‌های کود شیمیایی فسفره و اثرات متقابل روش‌های کاربرد کودهای زیستی و کود شیمیایی فسفره بر شاخص برداشت به ترتیب در سطح یک‌درصد و پنج‌درصد معنی‌دار گردید. و مقایسه میانگین سطوح مختلف کود شیمیایی فسفره تفاوت بسیار معنی‌داری را نشان داد و حداکثر شاخص برداشت (٤٨/١ درصد) از سطح سوم کود شیمیایی فسفره (١٠٠ درصد مصرف کود فسفره) بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد ١٦ درصد افزایش نشان داد. همچنین مقایسه میانگین های اثر متقابل دو عامل روش‌های کاربرد کودهای زیستی و کود شیمیایی فسفره نیز دارای اختلاف معنی-داری بود به‌نحوی که بیشترین شاخص برداشت دانه (٤٩/٢

درصد) از تیمار خاک‌کاربرد کودهای زیستی و سطح سوم کود شیمیایی فسفره (۱۰۰ درصد مصرف) بدست آمد. شاخص برداشت نسبت عملکرد دانه به وزن خشک یا بیوماس می‌باشد که متاثر از عوامل مختلفی از قبیل رقم و ژنوتیپ آن، شرایط محیط، کودهای نیتروژن، تراکم و تاریخ‌کاشت می‌باشد.

نتیجه گیری

استفاده از کودهای بیولوژیک به هر نحو گامی مهم در راستای کشاورزی پایدار و حفظ پایداری در درازمدت می‌باشد. به‌طور کلی نتایج این بررسی نشان داد استفاده از کودهای بیولوژیک به طور بالقوه در کاهش وابستگی به کوددهی شیمیایی و کاهش اثرات نامطلوب زیست‌محیطی، مفید می‌باشند. در نهایت، باتوجه به نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد که روش تلقیح بذری با کود بیولوژیک موثرتر از روش تلقیح خاکی با کود بیولوژیک می‌باشد.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه عامل های کاربرد کود زیستی، کود فسفره و مصرف انواع کود زیستی بر صفات کمی گیاه جو

I×P×B	تعداد پنجه در بوته	تعداد سنبله در متر مربع	طول سنبله(سانتی متر)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه(گرم)	عملکرد دانه(کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک(کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
I1 P1 B1	۳/۷^{ef}	۲۱۳/۳^{ab}	٦/۵^{eijkL}	۲۲/۷^{eF}	۲۲/۸^{cd}	۲۱۹۳/۳^{ij}	۵٤٦٦/۷^{ef}	٤۰^{e}
I1 P1 B2	۳/۲^{hijk}	۲۵۱/۷^{ab}	۷/۲^{Fghi}	۲۲/۳^{ef}	۲۲۷/۲^{abcd}	۱۸۵٦/٦^{defghi}	٦۵۱٦/۷^{cdf}	٤۳/۵^{bcde}
I1 P1 B3	۳/۵^{Fgh}	۲۸٦/۷^{ab}	۷/۵^{defgh}	۲۷/۳^{bc}	۲۸^{abc}	۳۷۸۳/۳^{abcdef}	۸۹۱٦/۷^{ab}	٤۲/۱^{cde}
I1 P1 B4	۲/۷^{m}	۱۷۳/۳^{ab}	۵/۹^{L}	۱۸/۳^{h}	۳۲/۳^{cd}	۱۳٦۰^{j}	٤۰٦٦/۷^{F}	۳۳/۷^{f}
I1 P2 B1	۳/٤^{Fghi}	۲۳٦/۷^{ab}	۷^{hi}	۲۳^{ef}	۲۵/۷^{cd}	۳٦۳۳/۳^{abcdefg}	۷۳٦٦/۷^{abcde}	٤۹/۷^{ab}
I1 P2 B2	۳/۷^{Fg}	۲٤۳/۳^{ab}	۷/٤^{efgh}	۲۲/۳^{ef}	۲٦/۱^{bcd}	۳۵٦۰^{abcdefg}	۷٤٦٦/۷^{abcde}	٤۷/۷^{abc}
I1 P2 B3	٤^{df}	۲۷٦/۷^{ab}	۷/۹^{bcdef}	۲۹^{ab}	۲۷^{abcd}	٤۱۵۰^{abc}	۸۹٤۳/۳^{ab}	٤٦/۲^{abcde}
I1 P2 B4	۲/۹^{Lm}	۲۲۳/۳^{ab}	٦/۲^{jkL}	۱۸/۷^{h}	۲۱/۸^{d}	۲٦٤٦/۷^{Fghi}	۵۵۵۰^{def}	٤۷/٦^{abc}
I1 P3 B1	۳/٦^{Fg}	۲٤۰^{ab}	۷/۵^{defgh}	۲۲^{ef}	۲٤/٦^{cd}	۳۵۸۳/۳^{abcdefg}	۷٤۳۳/۳^{abcde}	٤۸/۳^{abc}
I1 P3 B2	۳/۷^{ef}	۲٦۳/۳^{ab}	۷/۹^{cdefg}	۲۳/۷^{def}	۲۵/۷^{cd}	۳۸۱۰^{abcdef}	۷۷۵۰^{abcd}	٤۸/۹^{ab}
I1 P3 B3	٤/۱^{d}	۳۰۱/۷^{ab}	۸/٤^{abc}	۲٦^{cd}	۳۱/۷^{a}	٤۵۲۳/۳^{a}	۹۵۰۰^{a}	٤۷/۷^{abc}
I1 P3 B4	۲/۹^{kLm}	۲۱٦/٦^{ab}	٦/۹^{hij}	۱۸/۷^{h}	۲٤^{cd}	۲۷۰۰^{efghi}	۵۲٦٦/۷^{ef}	۵۱/۹^{a}
I2 P1 B1	۳/٦^{Fg}	۲۵۳/۳^{ab}	٦/۹^{hij}	۲٤/۳^{de}	۲٤/۱^{cd}	۳۸۸۳/۳^{abcde}	۸۲۳۳/۳^{abc}	٤٦/۹^{cde}
I2 P1 B2	۳/۵^{Fgh}	۲٦٦/۷^{ab}	۷/٤^{defgh}	۲٤^{def}	۲٤^{cd}	۲۸۳۳/۳^{defghi}	٦٦۳۳/۳^{cde}	٤۲/۲^{bcde}
I2 P1 B3	٤/۲^{d}	۳۰٦/۷^{ab}	۸/۱^{bcde}	۲۷^{bc}	۲۷/۱^{abcd}	۳۹۸٦/۷^{abcd}	۹۱۹٦/۷^{ab}	٤۳/۳^{de}
I2 P1 B4	۳/۱^{jkl}	۲۲٦/۷^{ab}	٦^{kL}	۱۸^{h}	۲۲/۵^{cd}	۲۳۰۰^{hij}	۵۵۵۰^{def}	٤۰/۹^{abc}
I2 P2 B1	٤/۲^{d}	۲۵۰^{ab}	۷/۵^{defgh}	۲۱/۷^{Fh}	۲۵/۵^{cd}	۲۹۷٦/۷^{cdefghi}	٦۱۳۳/۳^{cdef}	٤۲/۲^{abcd}
I2 P2 B2	٤/۳^{cd}	۲۳۳/۳^{ab}	۸/۲^{abcd}	۲٤^{def}	۲۵/۳^{cd}	۳۲۷٦/۷^{bcdefghi}	٦۹۵۰^{bcde}	٤۳/۳^{ab}
I2 P2 B3	٤/۸^{ab}	۳۰۰^{ab}	۸/۹^{a}	۳۰^{a}	۳۱/٤^{ab}	٤۵۱٦/۷^{a}	۹۱۳۳/۳^{ab}	٤۹/۲^{abcd}
I2 P2 B4	۳/۲^{ijkL}	۲۳٦/۷^{ab}	٦/۷^{hijk}	۱۹/۷^{gh}	۲۳/۳^{cd}	۲۵۲٦/۷^{ghi}	۵۳۸۳/۳^{ef}	٤٦/۹^{abcd}
I2 P3 B1	٤/۵^{bc}	۲۲٦/۷^{ab}	۷/٤^{efgh}	۲۳/۳^{ef}	۲٤/۸^{cd}	۳٦٦۳/۳^{abcdefg}	۷۸۱٦/۷^{abcd}	٤۷/۳^{abcd}
I2 P3 B2	٤/۵^{bc}	۲٦۰^{ab}	۷/۹^{cdefg}	۲٤^{de}	۲٦/۱^{abc}	۳٤٤۰^{abcdefgh}	۷۲٦٦/۷^{abcd}	٤۷/٤^{abc}
I2 P3 B3	٤/۹^{a}	۳۳٦/۷^{a}	۸/۷^{ab}	۳۰^{a}	۳۱/۹^{a}	٤۲۸۰^{ab}	۹۰۰۰^{ab}	٤۷/۵^{abcde}
I2 P3 B4	۳/۳^{ghij}	۲٤۰^{aL}	۷/۱^{ghi}	۱۹/۳^{h}	۲۵/۳^{cd}	۲٦۸۳/۳^{efghi}	۵۸۸۳/۳^{def}	٤۵/۷^{abcdef}

میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی داری آماری در سطح احتمال ۵٪ می باشند.

منابع

احتشامی، م.، علیخانی، م.، چایی چی، م. و ک. خاوازی. ۱۳۸۸. تأثیر کودهای زیستی فسفاته بر خواص کمی و کیفی ذرت دانه ای (سینگل کراس ۷۰٤) در شرایط تنش کم آبی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. جلد ٤۰، شماره ۱: ۲٦-۱۵.

امیدی، ح.، ح. نقدی بادی، ع. گلزاد، ح. ترابی و م. ح. فتوکیان. ۱۳۸۸. تاثیر کود شیمیایی و زیستی نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی زعفران (*Crocus sativus* L.). فصلنامه گیاهان دارویی. جلد ۹، شماره ۳۰: ۱۰۹-۹۸.

اولاد، ر. ۱۳۹۳. اثر کودهای بیولوژیک، دامی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی در شرایط آب و هوایی دره شهر. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول.

حسن زاده ا.، مظاهری، د.، چایی چی، م. و ک. خاوازی. ۱۳۸٦. کارایی مصرف باکتری های تسهیل کننده جذب فسفر و کود شیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزا عملکرد جو. مجله پژوهش و سازندگی. جلد ۲۰، شماره ٤: ۱۱۸-۱۱۱.

خاوازی، ک.، اسدی‌رحمانی، ه. و م. ملکوتی. ۱۳۸٤. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور (مجموعه مقالات). انتشارات سنا. ٤٦٤ صفحه.

درزی، م. ت.، قلاوند، ا. و ف. رجالی. ۱۳۸۸. تأثیر مصرف کودهای بیولوژیک بر جذب عناصر N, P, K و عملکرد دانه در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum Vulgare* Mill.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی. جلد ۲۵، شماره ۱: ۱۹-۱.

رجایی، س.، ح. علیخانی و ف. رئیسی. ۱۳۸٦. اثر پتانسیل‌های محرک رشد سویه‌های بومی ازتوباکتر کروکوکوم روی رشد، عملکرد و جذب عناصر غذایی در گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۱، شماره ٤۱: ۲۹٦-۲۸۵.

سلیمانی عبیات، م. مرادی تلاوت، م. ر. و ع. ا. سیادت. ۱۳۹۵. واکنش جذب تشعشع، ضریب خاموشی نور، عملکرد و اجزای عملکرد جو به الگوی کاشت و میزان بذر. تحقیقات غلات. جلد ٦، شماره ۲: ۱۹۹-۱۸۵.

فتحی، ا. ۱۳۹۲. تأثیر کودهای بیولوژیک نیتروژنه و فسفاته بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ذرت تحت شرایط آب و هوایی شهرستان دره شهر. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد.

فتحی، ا.، صحرایی، ا. شریفی مقدم، ح. مقدم، ع. و س. کرمی چمه. ۱۳۹۱. تاثیر تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی و دامی بر روی عملکرد کیفی آفتابگردان. سومین همایش ملی علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا، ۱٦ آذر ۱۳۹۱.

فتحی، ا.، فرنیا، ا. و ع. ملکی. ۱۳۹۲. اثر کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره برعملکرد و اجزاء عملکرد هیبرید AS71 ذرت در شرایط آب و هوایی شهرستان دره شهر. نشریه علمی- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۱، شماره ۲۵: ۱۱٤-۱۰۵.

فتحی، ا.، فرنیا، ا. و ع. ملکی. ۱۳۹۵. تأثیر کودهای بیولوژیک بر خصوصیات رویشی، عملکرد و ماده خشک ذرت. نشریه علمی- پژوهشی زراعت (پژوهش و سازندگی). جلد ۲۹، شماره ۱: ۷-۱.

فلاح، س.، قلاوند، ا. و م. خواجه پور. ۱۳۸٦. تأثیر نحوه اختلاط کود دامی با خاک و تلفیق آن با کود شیمیایی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) در خرم‌آباد لرستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۲۰، شماره ٤۰: ۲٤۳-۲۳۳.

محمودی، س. ۱۳۹۲. اثر باکتری‌های محرک رشد بر خصوصیات فیزیولوژیکی گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل.

مستأجران، ا.، ر. عموآقائی و گ. امتیازی. ۱۳۸۳. اثر آزوسپیریلوم و شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه و میزان پروتئین ارقام زراعی گندم. مجله پژوهشی علوم پایه دانشگاه اصفهان. جلد ۲٤، شماره ۲: ٦٤-۵۱.

نظارت، س. و ا. غلامی. ۱۳۸۸. نقش تلقیح مضاعف باکتری‌های آزوسپریلوم و سودوموناس در بهبودجذب عناصر غذایی در ذرت. مجله بوم شناسی کشاورزی. جلد ۱، شماره ۱: ۳۲-۲۵.

نور محمدی، ق.، س.ع.ا. سیادت و ع. کاشانی. ۱۳۸۹. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ٤۸٦ صفحه.

Afzal, A., M. Ashraf, S.A. Asad and M. Farooq. 2005. Effect of phosphate solubilizing microorganisms on phosphorus uptake, yield and yield traits of wheat (*Triticum aestivum* L.) in rainfed area. Intl. J. Agric. Biol. 7: 207-209.

Amujoyegbe, B.J., J.T. Opbode and A. Olayinka. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizer on yield and chlorophyll content of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*sorghum bicolour* L.). African Journal of Biotechnology. 6: 1869-1873.

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

Chung, C. and H. H. Janzen. 1996. Long term fate of nitrogen from annual feedlot manure application. Journal of Environmental Quality. 25: 785-790.

Dodd, R.J., McDowell, R.W. and Condron, L.M., 2014. Manipulation of fertiliser regimes in phosphorus enriched soils can reduce phosphorus loss to leachate through an increase in pasture and microbial biomass production. Agriculture, Ecosystems and Environment. 185: 65–76.

Emam, Y. and Eilkaee, M. N. 2002. Effects of plant density and chlormequat chloride (CCC) on morphological characteristics and grain yield of winter oilseed rape cv. Talayeh. Agronomy Science Journal. 1: 1-8.

Kader, M.K., Mmian, H., and Hoyue, M.S. 2002. Effects of azotobacter inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences. 2: 250 – 261.

Khan, A.A., G. Jilani, M.S. Akhtar, S.M. Saqlan Naqvi, and M. Rasheed., 2009. Phosphorus Solubilizing Bacteria: Occurrence, Mechanisms and their Role in Crop Production. Journal of Agricultural and Biological Science. 1: 48–58.

Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentration of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with Azotobacter chroococcum strains. Ecological Engineering. 33: 150-156.

Kokalis-Burelle, N. Kloepper, J.W. and Reddy, M.S. 2006. Plant growth promoting rhizobacteria as transplant amendments and their effects on indigenous rhizosphere microorganisms. Applied Soil Ecology. 31: 91-100.

Mirzaei Heydari, M., 2013. The role of bio-inoculants on phosphorus relations of barley. PhD Thesis, Bangor University, Wales, United Kingdom, 193 pp.

Mirzaei Heydari, M., Brook, R.M., Withers, P. and Jones, D.L., 2011. Mycorrhizal infection of barley roots and its effect upon phosphorus uptake. Applied and Environmental Microbiology, pp.137–142.

Mirzaei Heydari, M. and Maleki, A., 2014. Effect of phosphorus sources and mycorrhizal inoculation on root colonization and phosphorus uptake of barley (*Hordeum vulgare* L.). International Journal of Current Microbiology applied sciences. 3: 235–248.

Pawlett, M., Deeks, L.K. and Sakrabani, R., 2015. Nutrient potential of biosolids and urea derived organo-mineral fertilisers in a field scale experiment using ryegrass (*Lolium perenne* L.). Field Crops Research, 175: 56–63.

Prystupa, P., Savin, R. and Slafer, G. a., 2004. Grain number and its relationship with dry matter, N and P in the spikes at heading in response to N×P fertilization in barley. Field Crops Research, 90(2-3):245–254.

Sandra, B., Natarajan, V., and Hari, K. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane sugar yields. Field Crop Res. 77: 43-49.

The effect of different fertilization systems (chemical, biological and combinatory) on different characteristics of winter barley

N. Mirzakarami[1], M. Mirzaei Heydari[2], M. Rostaminia[3]

Received: 2017-2-17 Accepted: 2017-6-21

Abstract

In order to evaluate the effect of the combined system of biological and chemical inputs on different characteristics of winter barley, the three-factor factorial experiment in a randomized complete block design with three replications was conducted at Sarableh Research Station of Ilam, during the 2014-2015 growing seasons. Treatments contain the application method of biofertilizer factor that include, Soil inoculation at the depth of 4 cm in the soil and Seeds inoculation, the second factor was phosphorus (P) fertilizer as triple super phosphate include three levels of P fertilizer (0, 50 and 100 kg P ha^{-1}), the third factor involves the use of bio-fertilizers (1. Azotobacter 2. Pseudomonas 3. Azotobacter + Pseudomonas 4. Control (no inoculation)). Mean comparison of treatments showed highly significant differences between different levels of P fertilizer. The comparison of means showed that significant differences exist between different levels of bio-fertilizers and grain yield (4206 kg ha^{-1}) of the third level (Azotobacter + Pseudomonas) achieved a 26% increase compared to the control. The results of this study showed that the use of biofertilizers potentially reducing dependence on chemical fertilizers and decreasing potential human, animal and environmental impact. Finally, according to the survey results, it seems that seed inoculation method with biological fertilizer is more effective than terrestrial insemination.

Keywords: Growth-promoting bacteria, barley, yield, biofertilizer, chemical fertilizer

1- MSc Student, Depratmenmt of Agronomy and Plant Breeding, Ilam Branch , Islamic Azad University, Ilam, Iran
2- Asistant Professor, Depratmenmt of Agronomy and Plant Breeding, Illam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran
3- Asistant Professor, Depratmenmt of Soil Science and Engineering, Ilam University, Ilam, Iran