



برخی خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی جو (*Hordeum vulgare* L.) تحت تاثیر کودهای نیتروژنی و فسفره

الناز فرج‌زاده معماری تبریزی^{۱*}، مهرداد یارنیا^۲، وحید احمدزاده^۳ و نوشین فرج‌زاده معماری تبریزی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۹

تاریخ بازنگری: ۱۳۹۴/۹/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۲۴

چکیده

کاربرد کودهای شیمیایی در دهه‌های اخیر منجر به افزایش عملکرد گیاهان زراعی شده است. اما، کاربرد آنها در دراز مدت با اثرات زیان‌باری بر محیط زیست و حتی عملکرد گیاهان همراه می‌باشد. از این رو تحقیقات به سمت استفاده از کودهای زیستی به جای کودهای شیمیایی سوق داده شده است. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر کودهای زیستی نیتروژنه (نیتروکارا، نیتروکسین، ترکیب نیتروکارا+ نیتروکسین و شاهد)، کودهای زیستی فسفره (فسفره بارور ۲، بیوفسفر، ترکیب فسفره بارور ۲+ بیوفسفر و شاهد) بر رشد و عملکرد جو می‌باشد. نتایج به دست آمده از این بررسی نشان داد که کاربرد کودهای زیستی فسفره و نیتروژنه اثر معنی‌داری بر صفات ارتفاع، وزن خشک بوته، تعداد پنجه و سنبلچه در واحد سطح، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، تعداد دانه در بوته، شاخص سطح برگ و شاخص کلروفیل برگ داشتند. بر اساس نتایج حاصل، کاربرد نیتروکارا، نیتروکسین و ترکیب این دو کود به ترتیب افزایش ۱۰۰، ۸۶ و ۱۱۰ درصدی را در عملکرد دانه باعث شدند. با کاربرد کودهای زیستی فسفره نیز بیشترین میزان افزایش عملکرد دانه جو مربوط به کاربرد بیوفسفر بود. این تیمار توانست عملکرد دانه را به میزان ۵۰ درصد افزایش دهد.

واژگان کلیدی: جو، کود زیستی فسفره، کود زیستی نیتروژنه، عملکرد دانه.

مقدمه

جمعیت جهان و مصرف مواد غذایی به شدت در طول ۴۰ سال گذشته افزایش یافته است. نگاه و آساوویپاپان (Ngavej and Assavavipapan, 2007) سومرو و همکاران (Soomro *et al.*, 2000) بیان کردند افزایش جمعیت، تقاضا برای مواد غذایی را افزایش می‌دهد. جمعیت جهان در حال حاضر ۶/۵ میلیارد نفر است که این جمعیت به میزان ۶ میلیون نفر در هر ماه در حال گسترش است (Hamel, 2008). پیش بینی می‌شود جمعیت جهان تا ۲۰۲۰ به ۷/۵ میلیارد نفر برسد (Soomro *et al.*, 2000). محققین تخمین زده‌اند که ۶۰ درصد از زمین‌های زراعی جهان دچار کمبود مواد غذایی هستند که ناشی از کمبود یا غیرقابل دسترس بودن یا سمیت بعضی از عناصر غذایی ضروری می‌باشد (Bukvic *et al.*, 2003). لذا بهبود حاصلخیزی خاک یکی از مهم‌ترین راهکارها برای افزایش تولیدات کشاورزی است. حتی در حال حاضر نیز حفظ سطح بالای نیتروژن و فسفر برای رشد گیاهان بسیار مهم می‌باشد (Razzaq *et al.*, 2012; Castagno *et al.*, 2008). همچنین، در تلاش برای تهیه مواد غذایی کافی برای تامین نیاز جمعیت در حال رشد در آینده محافظت از منابع و استفاده از فرآورده‌های طبیعی بسیار ضروری است (Ngavej and Assavavipapan, 2007). تا به حال انقلاب سبز موجب افزایش ظرفیت تولید گیاهان زراعی گردیده است اما مصرف روزافزون کودهای شیمیایی و آب موجب آلودگی شدید محیط زیست گردیده است. افزایش شدید ترکیبات شیمیایی برای افزایش تولید و محافظت از گیاهان موازنه اکولوژیکی خاک را به هم زده و موجب تخلیه بعضی از عناصر غذایی شده است (Sharma *et al.*, 2007). بر اساس نظر سایر محققین نیز کودهای شیمیایی با وجود اینکه نقش مهمی در انقلاب سبز داشتند، اما استفاده

نامتوازن از آنها منجر به آلودگی محیط زیست گردید (Fankem *et al.*, 2006). لذا با توجه به گفته‌های بالا ما نیازمند تولید غذای بیشتر با نهاده کمتری هستیم (Hamel, 2008). در هر حال به دلیل مضرات این ترکیبات بر محیط، استفاده از کودهای زیستی به عنوان کودهای جایگزین برای کشاورزان و کاهش استفاده از کودهای شیمیایی معرفی شده است (Ngavej and Assavavipapan, 2007). کودهای زیستی معمولاً شامل سلول‌های زنده میکروارگانیسم‌ها هستند که شامل تثبیت کننده‌های نیتروژن، باکتری‌های حل کننده فسفر نامحلول خاک، میکروارگانیسم‌های تبدیل چندین عنصر به فرم محلول و میکروارگانیسم‌های معدنی کننده نیتروژن در خاک هستند (Zaredost *et al.*, 2014). باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاهان نیروی تولید گیاهان را افزایش می‌دهد و میزان مصرف کودها را کاهش می‌دهد. این ترکیبات مقاومت به عوامل تنش‌زای محیطی را افزایش می‌دهند (Khaswa *et al.*, 2014).

هدف از این بررسی مطالعه تاثیر کاربرد کودهای زیستی مختلف نیتروژنه و فسفره بر رشد و عملکرد و اجزای عملکرد جو شش ردیفه بهمن است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان اجرا گردید. این محل دارای طول جغرافیایی ۴۲ درجه و ۵۵ دقیقه‌ی شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۲۴ دقیقه‌ی شمالی با ارتفاع ۱۲۸۵ متر از سطح دریای آزاد است. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، منطقه دارای اقلیم نیمه خشک سرد است. میانگین حداکثر دمای سالانه ۳۵ درجه سلسیوس و میانگین حداقل دمای سالانه ۱۱ درجه‌ی سلسیوس است.

سطح، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بوته، وزن خشک کل بوته، عملکرد دانه، محتوای کلروفیل برگ و شاخص سطح برگ مورد ارزیابی قرار گرفتند. قبل از تجزیه آماری، آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام و سپس تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده از اندازه‌گیری صفات مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد (Alizadeh and Tarinejhad, 2010). برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. برای ترسیم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که کود زیستی نیتروژنه و فسفره در کلیه صفات به غیر از شاخص برداشت اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند. اثر تداخلی کود زیستی نیتروژنه در کود زیستی فسفره نیز برای صفات وزن خشک بوته، ارتفاع پدانکل و تعداد پنجه بارور در واحد سطح در سطح احتمال یک درصد و صفات تعداد سنبلیچه و تعداد دانه در بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

ارتفاع بوته: بر اساس نتایج به دست آمده از این بررسی مشاهده شد که کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه (نیتروکارا، نیتروکسین و ترکیب این دو کود) منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته نسبت به شاهد گردید. در این مطالعه کودهای نیتروکسین و نیتروکارا ارتفاع بوته را به ترتیب به میزان ۱۷ و ۱۵ درصد افزایش دادند. بین این دو تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. مصرف ترکیبی این دو کود نیز منجر به افزایش ۲۰ درصدی ارتفاع بوته نسبت به شاهد گردید (شکل ۱). محققین اظهار داشته‌اند که کمبود نیتروژن رشد برگ‌ها را کاهش می‌دهد و باعث کم رنگ شدن برگ‌ها می‌شود. زیرا میزان کلروفیل در برگ‌ها کاهش می‌یابد، پیری برگ تسریع می‌گردد و بنابراین

میانگین بارندگی سالانه‌ی این ناحیه ۲۷۰ میلی‌متر است، pH خاک‌های منطقه در محدوده‌ی قلیایی قرار دارد (جدول ۱). این آزمایش به صورت طرح فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل برای مطالعه صفات جو زراعی شش ردیفه بهمن اجرا شد. فاکتور اول شامل کودهای زیستی نیتروژنه به ترتیب شامل کود زیستی (نیتروکارا، نیتروکسین، ترکیب دو کود و شاهد) و فاکتور دوم شامل کودهای زیستی فسفات شامل (فسفر بارور ۲، بیوفسفر، ترکیب دو کود و شاهد) می‌باشند. در تیمار شاهد هیچ کدام از کودها مورد استفاده قرار نگرفت و هر کدام از کودهای زیستی به صورت بذرمال مورد استفاده قرار گرفتند. قبل از اجرای آزمایش، نمونه برداری از خاک صورت گرفت و نتایج تجزیه نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی-متری محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. میزان کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک به صورت ۵۰٪ مصرف گردید. عملیات زراعی از قبیل شخم و دیسک‌زنی و تسطیح زمین و تهیه پشته در شهریور ماه ۱۳۹۱ صورت گرفت. زمین مورد استفاده در آزمایش شامل ۱۶ کرت و هر کرت دارای ۶ خط کاشت، فواصل خطوط کاشت بین ردیف ۱۰ و روی ردیف ۵ سانتی‌متر، بین هر کرت یک متر و بین تکرار نیز یک متر و بین کرت‌ها از همدیگر یک جوی-پشته و بین بلوک‌ها یک متر در نظر گرفته شدند و عملیات کاشت به وسیله‌ی دست انجام گرفت. با ظهور گیاهچه‌ها در سطح خاک، پخش کود اوره بر مبنای ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار انجام شد و پس از استقرار بوته‌ها، اقدام به وجین گردید. آبیاری کلیه کرت‌ها به طور یکسان تا پایان دوره‌ی رشدی هر دو هفته یک بار انجام پذیرفت. در زمان برداشت از ۶ خط هر کرت دو خط طرفین به عنوان حاشیه و نیم متر از طرفین چهار خط باقیمانده حذف شدند. صفات ارتفاع، تعداد پنجه در سطح، طول سنبله، تعداد سنبلیچه بارور در

ترکیبی دو کود نیتروژنه با ۱۲۲ درصد افزایش نسبت به عدم کاربرد کودهای زیستی بود. در تیمار نیتروکارا، بیشترین افزایش در تعداد پنجه در سطح به کاربرد بارور ۲ تعلق داشت (شکل ۳). این تیمار سبب شد که افزایشی به میزان ۶۷ درصد در تعداد پنجه نسبت به شاهد کود فسفره گردد. با کاربرد ترکیبی دو کود نیتروژنه و نیتروکسین نیز باعث بیشترین افزایش در تعداد پنجه در سطح گردید (Afzal et al., 2005). آن‌ها در تحقیق خود روی تأثیر باسیلوس و پزودوموناس روی گندم گزارش نمودند که اعمال این دو باکتری موجب افزایش تعداد پنجه در هر متر مربع نسبت به شاهد می‌شود. در بررسی دیگری استفاده از *Azetobacter chroococcum* تعداد پنجه را در گندم افزایش داد (Kızılkaya, 2008). لذا تحقیقات سایر محققین نیز نشان‌دهنده آن است که باکتری‌های افزایش دهنده رشد در گیاهان، تعداد پنجه را در جو افزایش می‌دهد.

تعداد سنبلچه بارور در واحد سطح: در

شرایط شاهد کود زیستی فسفره، کاربرد هر سه کود زیستی نیتروژنه منجر به افزایش معنی‌دار تعداد سنبلچه گردید. کاربرد بیوفسفر به همراه نیتروکسین بیشترین اثر افزایشی را روی تعداد سنبلچه‌ها داشت (شکل ۴). مدنی و همکاران (Madani et al., 2011) گزارش نمودند که هر چه میزان اسیمیلات‌های قابل انتقال بیشتر باشد تعدادی واحدهای زایای گیاه بیشتر خواهد بود. لذا این کودهای زیستی با تأثیری که روی سطح برگ و میزان فتوسنتز دارند، می‌توانند تعداد سنبلچه را در گیاه افزایش دهند.

وزن هزار دانه: وزن هزار دانه بستگی به مدت

و سرعت پر شدن دانه‌ها دارد. اسیمیلات‌ها برای پر شدن دانه‌ها تنها به‌وسیله فتوسنتز جاری برگ‌ها و بخش‌های سبز گیاه تامین نمی‌شود. بلکه به‌وسیله انتقال کربوهیدرات‌های سایر اندام‌های گیاه نیز تامین

مقدار دریافت تشعشع خورشیدی کاهش می‌یابد و در نهایت باعث کاهش تجمع ماده خشک در گیاهان می‌شود (Malnoua et al., 2008). با توجه به اینکه میزان اسیمیلات‌های تولیدی در گیاه تحت تأثیر کاربرد نیتروژن افزایش می‌یابد، لذا فراهم شدن نیتروژن می‌تواند رشد گیاه و ارتفاع گیاه را افزایش دهد. تثبیت بیولوژیکی نیتروژن نیز می‌تواند نیتروژن مورد نیاز گیاه را برای رشد فراهم آورد (Marinoa and Howartha, 2009).

در این مطالعه کاربرد کودهای بیولوژیکی فسفره اثر معنی‌داری را در ارتفاع بوته داشت. بیشترین میزان افزایش در ارتفاع بوته مربوط به بیوفسفر بود. این تیمار ارتفاع بوته را به میزان ۱۰ درصد افزایش داد. کود بارور ۲ و ترکیبی این دو کود به ترتیب افزایش ۹ و ۸ درصدی ارتفاع بوته نسبت به شاهد شدند (شکل ۲). در یک بررسی در رابطه تأثیر سطوح مختلف فسفر روی سه رقم از جو گزارش شد که کاربرد کود فسفره موجب افزایش ارتفاع بوته می‌گردد (Abbas et al., 2000). همچنین گزارش شده است که فسفر در تقسیم و طول‌شدن سلول نقش اساسی دارد (Bakhsh et al., 2008). لذا با کاربرد این کود، ارتفاع گیاه می‌تواند به دلیل افزایش تقسیم سلول و طول‌شدن آنها افزایش یابد. میکروارگانیسیم‌های حل‌کننده فسفات نیز می‌توانند فرم غیرمحلول را با اسیدی کردن محیط، کلاته کردن فسفر، واکنش‌های تبدالی، تشکیل ترکیبات پلی‌مری تبدیل کنند و لذا در دسترس گیاهان قرار دهند (Chang and Yang, 2009).

تعداد پنجه در واحد سطح: نتایج به‌دست

آمده از این بررسی نشان داد که کاربرد بیوفسفر و بارور ۲ منجر به افزایش تعداد پنجه در سطح گردید. کلیه کودهای زیستی نیتروژنه افزایش معنی‌داری را باعث گردید که بیشترین افزایش مربوط به کاربرد

وزن خشک کل بوته: در این مطالعه تنها

کاربرد بیوفسفر و ترکیبی کود نیتروژنه از تاثیر بیشتری روی وزن خشک کل بوته برخوردار بود. به طوری که مصرف این کودها سبب تولید ۱۰/۰۹ گرم وزن بوته گردید و افزایشی معادل ۳۸/۴۱ درصدی را منجر گردید. در میان کودهای زیستی فسفره کود بیوفسفر بیشترین اثر را بر وزن خشک کل بوته داشت (شکل ۸). کیزیل کایا (Kızılkaya, 2008) بیان کرد که تلقیح جو با باکتری ازتوباکتر ماده خشک گیاه را افزایش می‌دهد. این باکتری نه تنها با تثبیت نیتروژن بلکه با ترشح هورمون‌ها، محلول‌سازی فسفر نامحلول، ترشح سایدروفورها و مواد ضدقارچی نیز موجب افزایش رشد و عملکرد در جو می‌گردد. از جمله هورمون‌هایی که توسط این باکتری‌ها آزاد می‌شود جیبرلیک اسید است. این هورمون همچنین سطح ایندول استیک اسید را در گیاه افزایش می‌دهد. افضل و همکاران (Afzal et al., 2005) در تحقیق خود روی تأثیر پزودوموناس و باسیلوس روی گندم گزارش نمودند که اعمال این دو باکتری موجب افزایش عملکرد بیولوژیکی گردید.

عملکرد دانه: نتایج حاصل از این بررسی نشان

داد که کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه افزایش معنی‌داری را در عملکرد دانه‌ها باعث شدند. کاربرد نیتروکارا، نیتروکسین و ترکیبی کود نیتروژنه به ترتیب افزایشی ۱۰۰، ۸۶ و ۱۱۰ درصدی را در عملکرد دانه باعث گردیدند. اما بین تیمارهای کود زیستی نیتروژنه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۹). در یک مطالعه روی گندم گزارش گردید استفاده از برخی از سویه‌های باکتری ازتوباکتر در شرایط مزرعه‌ای، میزان عملکرد را ۸۴ درصد و در شرایط گلخانه‌ای به میزان ۹۵ درصد نسبت به عدم تیمار با این باکتری افزایش داد. در عین حال، عکس‌العمل عملکرد غلات به این باکتری ممکن است

می‌شود که مسئول پایداری وزن هر دانه در گیاه است (Manderscheid et al., 2009). رشد دانه به‌وسیله فتوسنتز برگ‌ها و گل‌ها و همچنین انتقال مواد فتوسنتزی از سایر بخش‌ها حمایت می‌شود. ماده خشک و نیتروژن تجمع یافته قبل از گرده‌افشانی یکی از منابع مهم فتوسنتزی و ترکیبات نیتروژنه برای رشد و نمو بذور است (Dordas and Sioulas, 2009). لذا نیتروژن نقش مهمی در پر شدن دانه‌ها بر عهده دارد. در این بررسی نیز کاربرد نیتروکارا، نیتروکسین و ترکیبی دو کود نیتروژنه وزن هزار دانه جو را افزایش دادند. اما اختلاف معنی‌داری بین کودهای زیستی نیتروژنه از نظر میزان افزایش در وزن هزار دانه مشاهده نشد (شکل ۵).

در این مطالعه کاربرد کودهای زیستی فسفره سبب افزایش وزن هزار دانه گردید. کودهای زیستی بارور ۲، بیوفسفر و ترکیبی دو کود فسفره نیز به ترتیب ۶، ۸ و ۶ درصد وزن هزار دانه را افزایش دادند (شکل ۶). بین این سه تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بر اساس نتایج محققین، کاربرد کود فسفره و باکتری‌های حل‌کننده فسفر باعث افزایش وزن هزار دانه گیاهان می‌شود (Afzal et al., 2005).

تعداد دانه در بوته: نتایج به‌دست آمده از این

مطالعه نشان داد که در صورت کاربرد بیوفسفر همراه با ترکیب نیتروکسین با نیتروکارا بیشترین تعداد دانه در بوته به دست آمد. این تیمار تعداد دانه را در بوته به میزان ۴۵/۶۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. کمترین تعداد دانه در صورت عدم کاربرد کودهای زیستی حاصل گردید (شکل ۷). رضایی‌آباده و همکاران (Rezaei Abade et al., 2013) نیز در بررسی کاربرد کود زیستی بر رشد و عملکرد عدس مشاهده نمودند که کاربرد کود زیستی پزودوموناس، ازتوباکتر و آزوسپریلیوم افزایش معنی‌داری را در تعداد دانه در بوته عدس باعث می‌شود.

مقایسه میانگین‌های شاخص کلروفیل برگ‌های جو نشان داد که کودهای زیستی فسفره افزایش معنی‌داری در شاخص کلروفیل داشت و بیشترین افزایش شاخص کلروفیل از تیمار کود زیستی بیوسفر به دست آمد. کاربرد بیوسففر، شاخص کلروفیل برگ‌های جو را ۱۱/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. کودهای زیستی بارور ۲ و مصرف ترکیبی دو کود فسفره نیز شاخص کلروفیل برگ‌های جو را در مقایسه با شاهد به ترتیب به میزان ۹/۲ و ۸/۲ درصد افزایش داد (شکل ۱۲). در یک بررسی توسط هلال و همکاران (Hellal *et al.*, 2011) مشاهده شد که تلقیح گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) با *Azotobacter* + *Bacillus* + *Azospirillum* سبب افزایش مقدار کلروفیل برگ‌های آن می‌شود.

شاخص سطح برگ: مقایسه میانگین‌های

شاخص سطح برگ حاصل از تأثیر کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره نشان داد که کاربرد ترکیبی دو کود بیوسففر و بارور ۲ تأثیری بر شاخص سطح برگ‌های جو نداشت، ولی کاربرد بیوسففر افزایش معنی‌داری را در شاخص سطح برگ‌های جو باعث شد. با کاربرد بیوسففر شاخص سطح برگ ۲/۶ به دست آمد که در مقایسه با شاهد ۲۳ درصد بیشتر بود. در این بررسی کاربرد کلیه کودهای زیستی نیتروژنه به‌طور معنی‌داری شاخص سطح برگ جو را افزایش دادند. کاربرد نیتروکسین، ترکیبی دو کود نیتروژنه و نیتروکارا، شاخص سطح برگ‌های جو را به ترتیب ۴۲، ۵۲ و ۲۸ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دادند. نتایج حاصل از این بررسی همچنین نشان داد که بیشترین افزایش در شاخص سطح برگ با کاربرد توأم کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره به‌دست آمد. بیشترین شاخص سطح برگ با کاربرد بیوسففر و ترکیبی دو کود نیتروژنه حاصل شد که در مقایسه با شاهد ۱۰۰ درصد بیشتر بود. کاربرد توأم (بارور ۲ با

تحت تأثیر ژنوتیپ گیاه، سویه باکتری و عوامل محیطی نیز قرار گیرد (Kızılkaya, 2008). کاربرد کود زیستی فسفره همچنین افزایش معنی‌داری را در عملکرد دانه باعث شد. بیشترین میزان افزایش عملکرد دانه مربوط به کاربرد بیوسففر بود. این تیمار عملکرد دانه را به میزان ۵۰ درصد افزایش داد. پس از این تیمارها، کود زیستی بارور ۲ و سپس ترکیبی کود فسفره از تأثیر بیشتری برخوردار بودند (شکل ۱۰). افضل و همکاران (Afzal *et al.*, 2005) در تحقیق خود روی تأثیر پزودوموناس و باسیلوس روی گندم گزارش نمودند که اعمال این دو باکتری موجب افزایش عملکرد دانه می‌گردد. با توجه به این نتایج مشخص است که با استفاده از کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره می‌توان برای تامین بخشی از فسفر و نیتروژن جو را تامین کرد و مقدار کاربرد کودهای نیتروژنه و فسفره را کاهش داد.

شاخص کلروفیل برگ: مقایسه میانگین‌های

شاخص کلروفیل جو تحت تأثیر کودهای زیستی نیتروژنه مختلف نشان داد که کلیه تیمارهای کود زیستی نیتروژنه افزایش معنی‌داری در شاخص کلروفیل را باعث گردیدند. بیشترین شاخص کلروفیل در تیمار نیتروکارا به‌دست آمد ولی از این نظر با مصرف ترکیبی کود نیتروژنه اختلاف معنی‌داری نداشت، کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین، نیتروکارا و ترکیبی دو کود نیتروژنه شاخص کلروفیل برگ‌های جو را به ترتیب ۱۹/۸، ۲۵/۱ و ۲۰/۴ درصد افزایش دادند (شکل ۱۱). کمبود نیتروژن باعث کم رنگ شدن برگ‌ها می‌شود. زیرا میزان کلروفیل در برگ‌ها کاهش می‌یابد (Malnoua *et al.*, 2008) با توجه به این که یکی از مهم‌ترین اثرات کودهای زیستی نیتروژنه آزدسازی نیتروژن قابل جذب توسط گیاهان است، بنابراین، کاربرد این نوع کودها می‌تواند منجر به افزایش میزان کلروفیل در برگ‌های گیاهان گردد.

کود زیستی نیتروژنه افزایش معنی‌داری در سرعت پرشدن دانه‌های جو باعث گردیدند. بیشترین سرعت پرشدن دانه‌های جو در تیمار نیتروکارا به دست آمد. کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین، نیتروکارا و ترکیبی دو کود نیتروژنه سرعت پرشدن دانه‌های جو را به ترتیب ۳۹/۴، ۴۵ و ۳۶/۶ درصد افزایش دادند (شکل ۱۵). مقایسه میانگین‌های سرعت پرشدن دانه‌های جو نشان داد که کودهای زیستی فسفره افزایش معنی‌داری را باعث شد. تیمارهای کودی بارور ۲، بیوفسفر و ترکیب هر دو کود افزایش مشابهی را در میزان سرعت پرشدن دانه‌های جو باعث شد (شکل ۱۶).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این بررسی می‌توان گفت که کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره می‌تواند نیاز گیاه را به این مواد غذایی برطرف نماید و از میزان کاربرد کودهای شیمیایی کاسته و بدین ترتیب از زیاده‌های هزینه‌ها و اثرات منفی کودهای شیمیایی اجتناب شود. بنابراین، توصیه بر این است که با کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره در جو می‌توان مقدار کاربرد کودهای شیمیایی را تقلیل داد. البته کودهای زیستی علاوه بر این که می‌توانند جذب نیتروژن و فسفر را افزایش دهند، منجر به افزایش جذب سایر مواد غذایی نیز می‌شوند. لذا تحت این شرایط نیاز به سایر کودهای شیمیایی نیز کاهش می‌یابد.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از زحمات حوزه پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان که در اجرای این پژوهش متقبل زحمت شده‌اند تقدیر و تشکر می‌گردد.

نیتروکارا) و (ترکیبی دو کود فسفره با نیتروکارا) نیز بیشترین شاخص سطح برگ را تولید کردند. این دو تیمار، شاخص سطح برگ جو را ۸۰ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (شکل ۱۳). کمبود کودهای نیتروژنه و فسفره، کاهش سطح برگ‌های گیاهان را باعث می‌گردد (Bakhsh *et al.*, 2008; Karandashov and Bucher, 2005) سایر محققین نیز گزارش نموده‌اند که بیشترین تأثیر را نیتروژن روی توسعه سطح برگ می‌گذارد و بدین طریق بر فتوسنتز گیاه تأثیر می‌گذارد (Bojovic and Markovic, 2009). بنابراین، کاربرد کودهای زیستی می‌تواند تأثیر مثبتی بر شاخص سطح برگ‌های جو داشته باشد.

میزان پروتئین دانه: مقایسه میانگین‌های

میزان پروتئین دانه‌های جو تحت تأثیر کودهای زیستی نیتروژنه مختلف نشان داد که کلیه تیمارهای کودزیستی نیتروژنه، افزایش معنی‌داری در میزان پروتئین دانه‌های جو را باعث گردیدند. هر سه کود زیستی مورد بررسی افزایش مشابهی را در درصد پروتئین دانه‌های جو باعث شد. کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین، نیتروکارا و ترکیبی دو کود نیتروژنه میزان پروتئین دانه‌های جو را به ترتیب ۳۵/۸، ۳۹/۷ و ۳۴/۶ درصد افزایش دادند (شکل ۱۴). مقایسه میانگین‌های میزان پروتئین دانه‌های جو نشان داد که کودهای زیستی فسفره، افزایش معنی‌داری را باعث شد. هر سه تیمار کود زیستی افزایش مشابهی را در درصد پروتئین دانه‌های جو باعث شد. تیمارهای کودی بارور ۲، بیوفسفر و ترکیب هر دو کود، افزایش مشابهی را در میزان پروتئین دانه‌های جو باعث شد (شکل ۱۴).

سرعت پر شدن دانه: مقایسه میانگین‌های

سرعت پر شدن دانه‌های جو تحت تأثیر کودهای زیستی نیتروژنه مختلف نشان داد که کلیه تیمارهای

جدول ۱- خواص فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش
Table 1- Soil physical and chemical properties of the test

بافت خاک	رس	سیلت	شن	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	ازت کل	کربن آلی	درصد مواد خنثی شونده	اسیدیته گل اشباع	هدایت الکتریکی
Soil texture	Clay	Silt	Sand	(P.P.M)	(P.P.M)	%T.N	(%)O.C	TNV	pH	Ec(ds/m)
لوم شنی	12%	21%	67%	194	53.22	0.215	2.24	17.25	7.87	1.84

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در جو
Table 2- Analysis of variance for the traits under investigation in barley

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	وزن کل بوته	تعداد پنجه	تعداد سنبلچه بارور	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
S.O.V	df	height	Total weight	Tiller number	Spiklet number	1000 Seed weight	Grain yield
تکرار Rep	2	26.88 ^{n.s}	1.18 ^{n.s}	0.238 ^{n.s}	0.373 ^{n.s}	1.116 ^{n.s}	0.01 ^{n.s}
Nitrogen bio Fertilizer	3	424.42 ^{**}	38.88 ^{**}	8.928 ^{**}	22.055 ^{**}	109.901 ^{**}	0.95 ^{**}
کود زیستی نیتروژنه							
Phosphor bio Fertilizer	3	147.98 ^{**}	12.77 ^{**}	2.923 ^{**}	6.03 ^{**}	34.699 ^{**}	0.323 ^{**}
کود زیستی فسفره							
Nitrogen bio Fertilizer× Phosphor bio Fertilizer	9	8.22 ^{n.s}	1.63 ^{**}	0.384 ^{**}	0.794 [*]	5.295 ^{n.s}	0.059 ^{n.s}
Error	30	12.09	0.41	0.098	0.327	4.148	0.029
C.V (%)		4.36	8.65	10.14	5.27	4.42	16.95

n.s, *, ** : غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

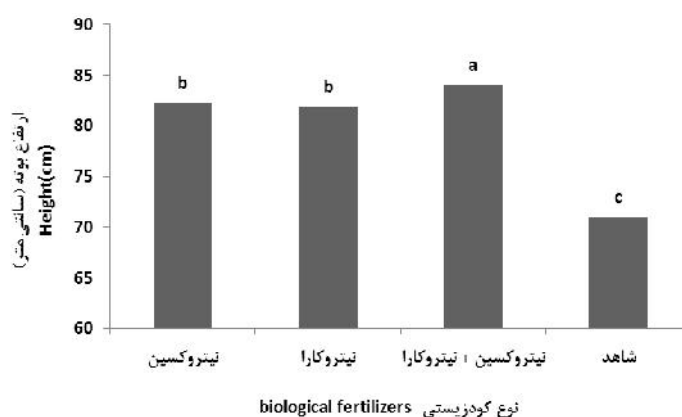
n.s, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در جو
Table 2- Analysis of variance for the traits under investigation in barley

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در بوته	شاخص برداشت	شاخص سطح برگ	شاخص کلروفیل	سرعت پر شدن دانه	درصد پروتئین دانه
S.O.V	df	Grain number	Harvest index	Leaf area index	Chlorophyll index	Rate grain filling	Seed protein
تکرار Rep	2	3.788 ^{n.s}	2.731 ^{n.s}	0.082 ^{n.s}	0.597 ^{n.s}	1.7 ^{n.s}	0.929 ^{n.s}
Nitrogen bio Fertilizer	3	292.09 ^{**}	17.97 ^{n.s}	4.084 ^{**}	55.73 ^{**}	25.180 ^{**}	24.600 ^{**}
کود زیستی نیتروژنه							
Phosphor bio Fertilizer	3	89.226 ^{**}	4.77 ^{n.s}	1.346 ^{**}	16.69 ^{**}	8.801 ^{**}	9.440 ^{**}
کود زیستی فسفره							
Nitrogen bio Fertilizer× Phosphor bio Fertilizer	9	14.5 [*]	2.35 ^{n.s}	0.194 ^{**}	2.55 ^{n.s}	0.49 ^{n.s}	0.523 ^{n.s}
Error	30	6.415	6.956	0.056	1.27	0.728	0.638
C.V (%)		11.87	6.24	7.26	5.08	9.18	7.98

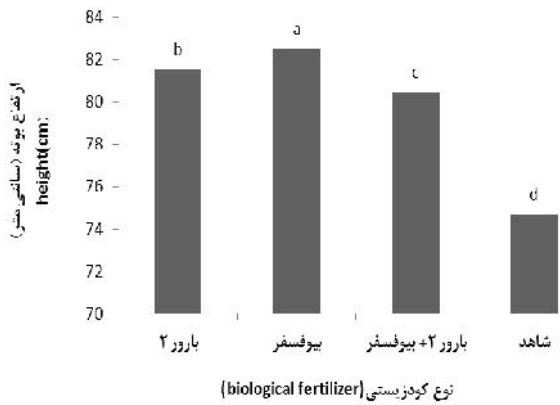
n.s, *, ** : غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

n.s, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

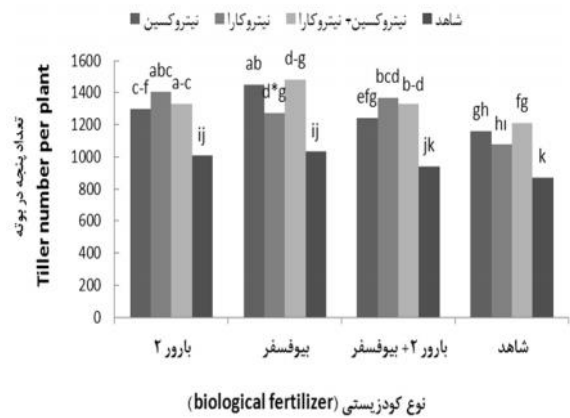


شکل ۱- تاثیر کودهای زیستی نیتروژنه بر ارتفاع بوته

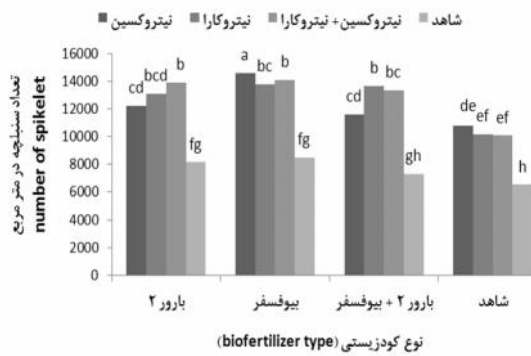
Figure 1- Effects of biological nitrogen fertilizer on plant height



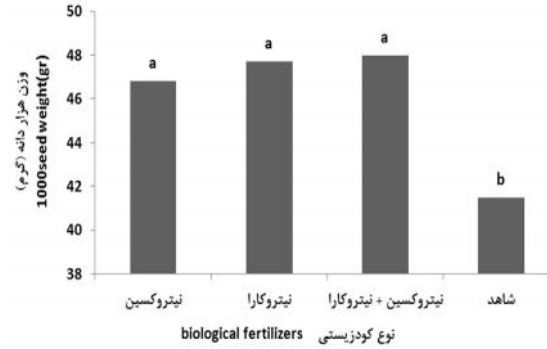
شکل ۲- تاثیر کودهای زیستی فسفره بر ارتفاع بوته
Figure 2- Effects of biological phosphorous fertilizer on plant height



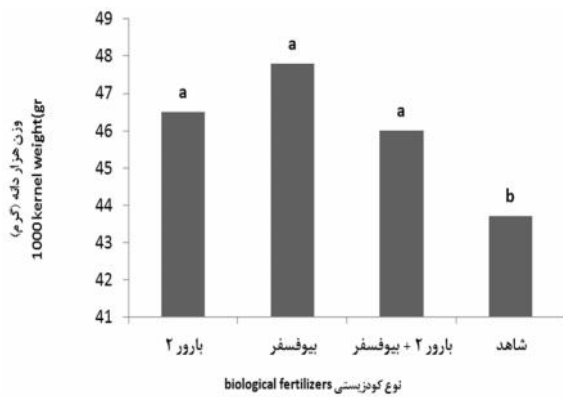
شکل ۳- تاثیر کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره بر تعداد پنجه
Figure 3- Effect of nitrogen and phosphorous bio fertilizer on the number of tiller per area



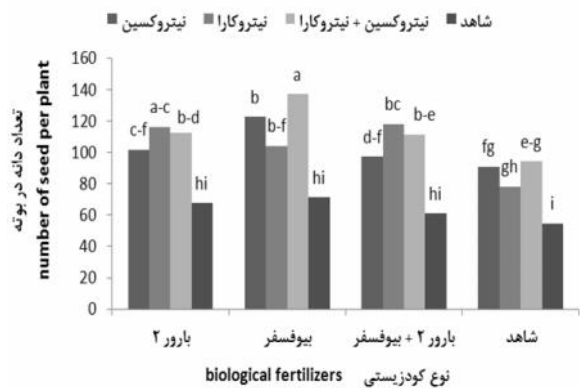
شکل ۴- تاثیر کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره بر تعداد سنبلیچه
Figure 4- Effect of nitrogen and phosphorous bio fertilizer on the number of fertile spikelets



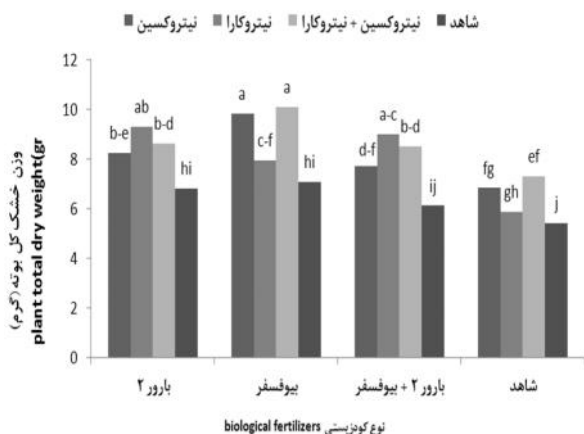
شکل ۵- تاثیر کودهای زیستی نیتروژنه بر وزن هزار دانه
Figure 5- Effect of nitrogen bio-fertilizer on 1000 seed weight



شکل ۶- تاثیر کودهای زیستی فسفره بر وزن هزار دانه
Figure 6- Effect of phosphorous bio fertilizer on 1000 seed weight

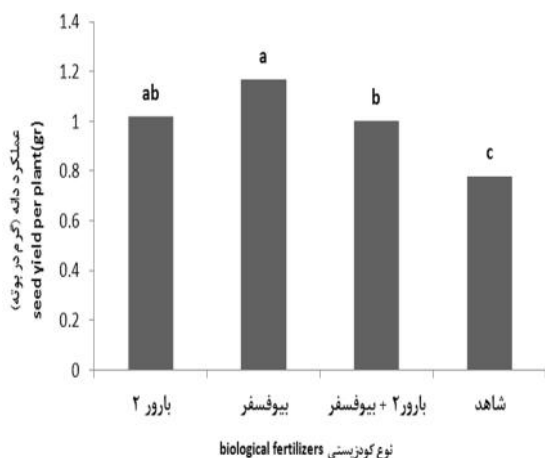


شکل ۷- تاثیر کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره بر تعداد دانه در بوته
Figure 7- Effect of nitrogen and phosphorous bio fertilizer in the number of seed per plant

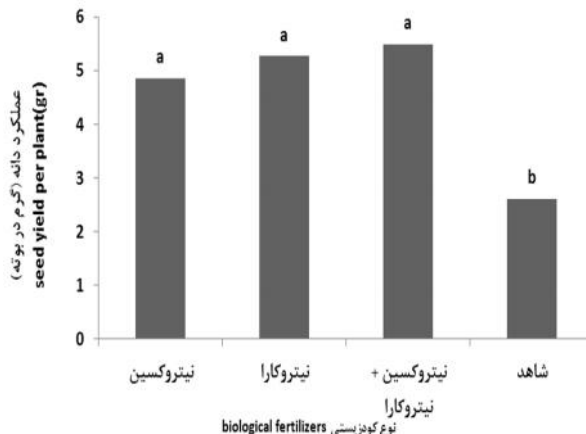


شکل ۸- تاثیر کودهای زیستی نیتروژن و فسفر بر وزن خشک کل بوته

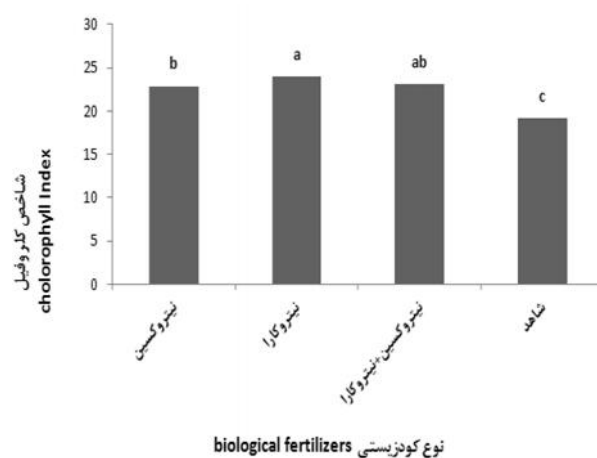
Figure 8- Effect of nitrogen and phosphorous bio-fertilizer on total plant dry weight



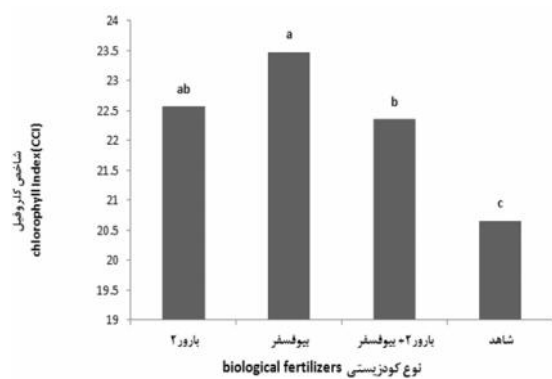
شکل ۱۰- تاثیر کودهای زیستی فسفر بر عملکرد دانه
Figure 10- Effect of phosphorous bio-fertilizer on yield



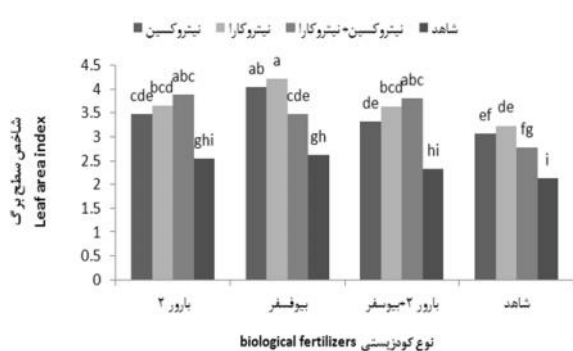
شکل ۹- تاثیر کودهای زیستی نیتروژن بر عملکرد دانه
Figure 9- Effect of nitrogen bio-fertilizer on seed yield



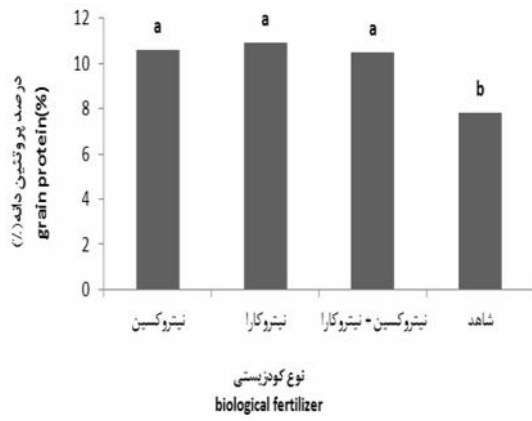
شکل ۱۱- تاثیر کودهای زیستی نیتروژن بر شاخص کلروفیل
Figure 11- Effect of nitrogen bio-fertilizer on chlorophyll index



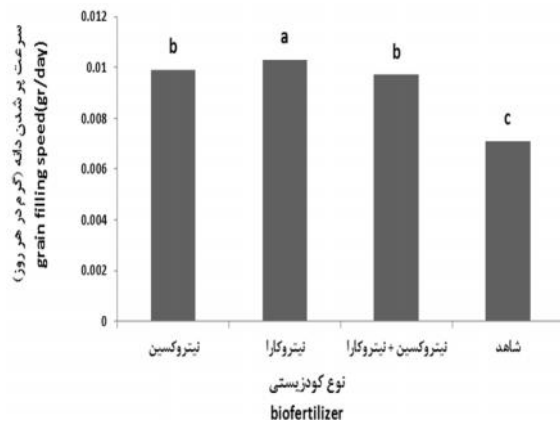
شکل ۱۲- تاثیر کودهای زیستی فسفر بر شاخص کلروفیل برگ
Figure 12- Effect of phosphorus bio-fertilizer on leaf chlorophyll index



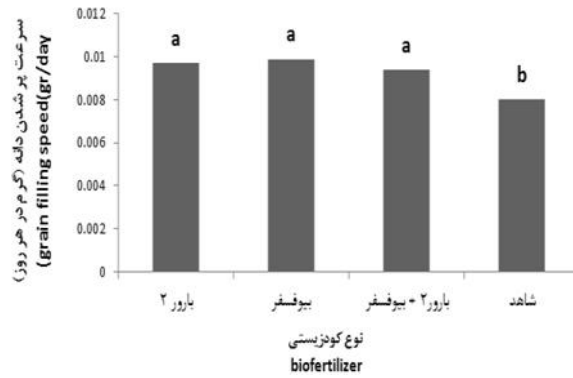
شکل ۱۳- تاثیر کودهای زیستی نیتروژن و فسفر بر شاخص سطح برگ
Figure 13- Effect of nitrogen and phosphorous bio-fertilizer on leaf area index



شکل ۱۴- تاثیر کودهای زیستی فسفره بر درصد پروتئین
Figure 14- Effect of phosphorus bio-fertilizer on protein percentag



شکل ۱۵- تاثیر کودهای زیستی نیتروژنه بر سرعت پر شدن دانه
Figure 15- Effect of nitrogen bio-fertilizer on grain feeling rate



شکل ۱۶- تاثیر کودهای زیستی فسفره بر سرعت پر شدن دانه
Figure 16- Effect of phosphorus bio-fertilizer on grain feeling rate

References

منابع مورد استفاده

- Abbas, G., A. Irshad, and M. Ali. 2000. Response of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to varying applications of N and P. *International Journal of Agriculture & Biology*. 2(3): 237–238.
- 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. *International Journal of Agriculture & Biology*. 07: 207–209.
- Alizadeh, B., and A. Tarinejhad. 1389. Application of Mstat-C software in analysis of variance. First edition. Sutude publication. Second Print.
- Bakhsh, A., R. Khan, A. Gurmani, M. Sohail Khan, B.M. Shahid Nawaz, B. Fazal Haq, P.A. Farid. 2008. Residual direct effect of phosphorus application on wheat and rice yield under rice-wheat system. *Gomal University Journal of Research*. 24: 29-35.
- Bojovi , B., and A. Markovi . 2009. Correlation between nitrogen and chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Kragujevac Journal Science*. 31: 69-74.
- Bukvi , G., M. Antunovi , S. Popovi , and M. Rastija. 2003. Effect of P and Zn fertilisation on biomass yield and its uptake by maize lines (*Zea mays* L.). *Plant, Soil and Environmental*. 49(11): 505–510.
- Castagno, L.N., M.J. Estrella, A. Grassano, and O.A. Ruiz. 2008. Biochemical and molecular characterization of phosphate solubilizing bacteria and evaluation of its efficiency promoting the growth of *Lotus tenuis*. *Lotus Newsletter*. 38(2): 53-56.
- Chang, C., and S. Yang. 2009. Thermo-tolerant phosphate-solubilizing microbes for multi-functional biofertilizer preparation. *Bioresource Technology*. 100: 1648–1658.
- Dordas, C.A., and C. Sioulas. 2009. Dry matter and nitrogen accumulation, partitioning, and retranslocation in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as affected by nitrogen fertilization. *Field Crops Research*. 110: 35–43.
- Fankem, H., D. Nwaga, A. Deubel, L. Dieng, W. Merbach, and F.X. Etoa. 2006. Occurrence and functioning of phosphate solubilizing microorganisms from oil palm tree (*Elaeis guineensis*) rhizosphere in Cameroon. *African Journal of Biotechnology*. 5 (24): 2450-2460.
- Hamel, C. 2008. Using arbuscular mycorrhizal fungi to improve input use efficiency. Semiarid Prairie Agricultural Research Centre, AAFC, Box 1030 Airport Rd. Swift Current SK, Canada, S9H 3X2. Proceedings 33rd PGRSA Annual Meeting
- Hellal, F.A., S.A. Mahfouz, and F.A.S. Hassan. 2011. Partial substitution of mineral nitrogen fertilizer by bio-fertilizer on (*Anethum graveolens* L.) plant. *Agriculture and Biology Journal of North America*. 2(4): 652-660.
- Karandashov, V., and M. Bucher. 2005. Symbiotic phosphate transport in arbuscular mycorrhizas. *Trends in Plant Science*. 10(1): 22-29.

- Khaswa, S., R.K. Dubey, S. Singh, and R.C. Tiwari. 2014. Growth, productivity and quality of soybean under different levels and sources of phosphorus and plant growth regulators in sub humid Rajasthan. *African Journal of Agricultural Research*. 9(12): 1045-1051.
- Kızılkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecological Engineering*. 33: 150-156.
- Madani, A., A. Shirani-Rad, A. Pazoki, G. Nourmohammadi, R. Zarghami, and A. Mokhtassi-Bidgoli. 2011. The impact of source or sink limitations on yield formation of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) due to post-anthesis water and nitrogen deficiencies. *Plant, Soil and Environmental*. 56(5): 218-227.
- Malnoua, C.S., K.W. Jaggard, and D.L. Sparkes. 2008. Nitrogen fertilizer and the efficiency of the sugar beet crop in late summer. *European Journal of Agronomy*. 28:47-56.
- Manderscheid, R., A. Pacholski, C. Fruhauf, and H. Weigel. 2009. Effects of free air carbon dioxide enrichment and nitrogen supply on growth and yield of winter barley cultivated in a crop rotation. *Field Crops Research*. 110: 185-196.
- Marinoa, R.W., and R. Howartha. 2009. Nitrogen fixation. *Encyclopedia of Inland Waters*.
- Ngavej, C., and S. Assavavipapan. 2007. Forecasting of rhizobial biofertilizer technology using maturity mapping. School of Management. Shinawatra University. Bangkok. Thailand.
- Razzaq, M.R., F. Muhammad Anjum, and M. Issa Khan. 2012. Effect of extruder variables on chemical characteristics of Maize (*Zea mays*. L) Extrudates. *Pakistan Journal of Food Science*. 22(2):108-116.
- Rezaei Abadeh, M., R. Seyed Sharifi, and A. Imani. 2013. Influence of nitrogen and seed biopriming with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and agronomic characteristics of red lentil. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*. 3(11): 117-123.
- Sharma, K., G. Dak, A. Agrawal, M. Bhatnagar, and R. Sharma. 2007. Effect of phosphate solubilizing bacteria on the germination of *Cicer arietinum* seeds and seedling growth. *Journal of Herbal Medicine and Toxicology*. 1(1): 61-63.
- Soomro, A.W., A.R. Soomro, A.B. Leghari, M.S. Chang, A.H. Soomro, and G.H. Tunio. 2000. Effect of boron and zinc micronutrients on seed cotton yield and its components. *Pakistan Journal of Biological Science*. 3(12): 2008-2009.
- Zaredost, F., D. Hashemabadi, M. Barari Ziyabari, A. Mohammadi Torkashvand, B. Kaviani, M. Jadid Solimandarabi, and M. Zarchini. 2014. The effect of phosphate bio-fertilizer (Barvar-2) on the growth of marigold. *Journal of Environmental Biology*. 35: 439-443.

Some Agronomic and Physiological Traits of Barley (*Hordeum Vulgare* L.) as Affected by Biological Nitrogen and Phosphorus Fertilizers

Elnaz Farajzadeh Memari Tabrizi^{1*}, Mehrdad Yarnia², Vahid Ahmadzadeh³, and Noushin Farajzadeh Memari Tabrizi³

Received: December 2014,

Revised: 18 December 2015,

Accepted: 9 March 2016

Abstract

In recent decades, using chemical fertilizers has resulted in increasing the yields of crop plants. However, it has been found that their use in the longrun has damaging effects on both environment and crop yields. Therefore, investigations of using organic fertilizers, instead of chemical fertilizers, have been emphasised. The aim of the present study was to evaluate the effect of nitrogen bio-fertilizers (Nitrokara, Nitroxin, combination of Nitrokara + Nitroxin and control) and phosphate bio-fertilizers (phosphorus fertilized 2, Biophosphorus, combination of phosphorous fertilized 2+ Biophosphorus and control) on agronomic and physiological traits of barley. The results of the study showed that the use of biological phosphorus and nitrogen fertilizers significantly affected plant height, whole plant dry weight, number of tillers and spikelets/m², 1000 seed weight, grain yield, number of seeds per a plant, the leaf area index and the leaf chlorophyll index. Based on these results it seems that using Nitrokara, Nitroxin and the combination of Nitrokara + Nitroxin increased grain yield by 100, 86, and 110% respectively. It was also revealed that highest increase in grain yield belonged to biophosphorus as compared to other phosphorus treatments. This treatment increased the grain yield by 50 percent.

Key words: Barley, Bio-fertilizer phosphorus, Grain yield, Nitrogen.

1- Assistant Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Malekan Branch, Islamic Azad University, Malekan, Iran.

2- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

3- Young Researchers and Elite Club, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

* Corresponding Author: Farajzadeh_e@malekaniiau.ac.ir and Farajzadeh.elnaz@yahoo.com