

ارزیابی تأثیر توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفره و عناصر ریزمغذی بر صفات مرفوفیزیولوژیکی و عملکرد دانه جو (*Hordeum vulgare* L.)

منا یوسفی پورا، شهرام لک^{۱*}، خوشناز پاینده^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۲- استاد گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۳- استادیار گروه خاکشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

* مسئول مکاتبات: sh.lack50@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱ مرداد ماه ۱۳۹۷؛ تاریخ پذیرش: ۱ آبان ماه ۱۳۹۷)

چکیده

در کشاورزی پایدار کاربرد کودهای زیستی نقش ویژه‌ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصل‌خیزی پایدار خاک دارد. به همین منظور جهت بررسی تأثیر توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفره و عناصر ریزمغذی بر خصوصیات مرفوفیزیولوژیکی جو این تحقیق بر اساس آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در رامهرمز در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ اجرا گردید. تیمار کودهای زیستی و شیمیایی فسفره در چهار سطح (عدم کاربرد کود فسفره، کود زیستی بارور ۲، کود زیستی بارور ۲+۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل) در کرت‌های اصلی و تیمار محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی (روی، آهن و منگنز) در سه سطح عدم محلول‌پاشی، محلول-پاشی دو در هزار، محلول‌پاشی چهار در هزار به کرت‌های فرعی تعلق گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر تیمارهای کاربرد توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفره و عناصر ریزمغذی بر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. نتایج نشان داد تیمار بارور ۲+۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل حداکثر مقدار ارتفاع بوته (۹۲/۵۷ سانتی‌متر)، طول سنبله (۶/۴۷ سانتی‌متر)، شاخص سطح برگ (۴/۵)، شاخص کلروفیل (۴۰/۲۶) و شاخص برداشت (۳۱/۲۲ درصد) را به خود اختصاص داد، همچنین مقایسه میانگین محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی نشان داد غلظت چهار در هزار بیشترین مقدار صفات نامبرده را کسب کرد. طبق نتایج مقایسه میانگین برهمکنش تیمارها، بیشترین عملکرد دانه (۴۰۰/۱ گرم در مترمربع) و عملکرد بیولوژیک (۱۳۰۰/۲۱ گرم در مترمربع) به تیمار کود زیستی بارور ۲ + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی با غلظت چهار در هزار تعلق داشت.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، ریزمغذی، شاخص سطح برگ، کلروفیل.

مقدمه

کشاورزان برای افزایش عملکرد در واحد سطح یکی از روش‌های کوددهی شامل مصرف خاکی، از طریق آبیاری، اختلاط با بذر و محلول‌پاشی را مورد استفاده قرار می‌دهند که محلول‌پاشی برگ‌گی یکی از روش‌های سریع در رفع نیاز کودی بوده که در این روش در مصرف کود نیز صرفه‌جویی می‌گردد و در اثر آن علاوه بر جنبه مثبت اقتصادی، محیط زیست از آلودگی شیمیایی حفظ شده که این امر در راستای تحقق کشاورزی پایدار بسیار مؤثر می‌باشد (۸). مصرف برگ‌گی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز بهتر از مصرف خاکی می‌تواند در افزایش عملکرد گیاه مؤثر واقع شود (۱۰). آهن، روی، منگنز و مس برای رشد گیاهان عالی ضروری بوده و در فعالیت‌های مختلف بیوشیمیایی سلول‌های گیاهی نقش غیرقابل انکاری دارند، به طوری که هر عامل ثانویه‌ای که موجب غیرقابل دسترس بودن این عناصر برای گیاه شود علایم ناشی از کمبود به صورت مختلف از قبیل کاهش عملکرد و کاهش غلظت این عناصر در اندام‌های مختلف نمایان خواهد شد، هر گونه تنش تغذیه‌ای ناشی از کمبود این عناصر نیز به طور مستقیم و غیرمستقیم بر سلامت انسان و حیوان تأثیر نامطلوبی به جای می‌گذارد (۲۵). نقش مس عمدتاً در فعالیت‌های آنزیمی و تولید کلروپلاست است. وجود این عنصر در سیستم‌های آنزیمی اکسیداز کاتالاز، واکنش‌های انتقال الکترون برای فعال کردن آنزیم‌های مختلف ضروری است (۲۳).

گوباره و همکاران^۱ (۱۳) با بررسی عناصر ریزمغذی آهن و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد جو گزارش کردند که کاربرد عناصر ریزمغذی باعث افزایش معنی‌داری عملکرد دانه جو در مقایسه با تیمار شاهد بود، بطور کلی گیاه جو با کود پاشی ۱۵ تن در هکتار کاربرد مواد آلی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی و منگنز بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه را بدست آورد. آفوسو و لیتچ^۲ (۲۰) با مطالعه اثر محلول‌پاشی شش ریزمغذی بر جو بهاره دریافتند که عناصر ریزمغذی پتانسیل افزایش ارتفاع گیاه و طول سنبله جو بهاره را دارند. ناصف و همکاران^۳ (۱۹) گزارش نمودند کاربرد ریزمغذی روی باعث افزایش محتوی کلروفیل و شدت فتوسنتز در برگ‌ها، افزایش تجمع ماده خشک در گیاه، بهبود انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی به اندام‌های زایشی می‌شود. بنابراین می‌تواند باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد گردد. امروزه در زراعت ارگانیک علاوه بر کمیت تولید به کیفیت، ثبات و پایداری در تولید نیز توجه خاص می‌شود. با این حال به یک باره نمی‌توان کودهای شیمیایی را از اکوسیستم‌های زراعی حذف کرد، زیرا لازمه‌ی پایداری در کشاورزی، اطمینان از درآمد کافی و امنیت غذایی است. در این رابطه، کاربرد توأم کودهای معدنی، آلی و زیستی، نه تنها مقدار کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد بلکه به ذخیره‌ی انرژی، کاهش آلودگی محیط و بهبود شرایط فیزیکی خاک کمک می‌کند (۲۲). کاهش منابع فسفات و همچنین آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از تولید و مصرف کودهای شیمیایی فسفات، باعث رویکرد جدی به نسل جدیدی از کودها، تحت عنوان کودهای بیولوژیک شده است. کودهای بیولوژیک فسفات‌ها حاوی باکتری‌ها و قارچ‌های مفید حل‌کننده فسفات هستند که معمولاً با اسیدی کردن محیط خاک و یا ترشح آنزیم‌های فسفاتاز باعث رهاسازی یون فسفات از ترکیبات نامحلول آن شده که این امر باعث قابل جذب شدن فسفر توسط گیاهان می‌گردد (۱۵). شارما^۴ (۲۶) اظهار داشت که کاربرد کودهای زیستی به ویژه باکتری‌های محرک رشد گیاه مهم‌ترین راهبرد در مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه، برای سیستم کشاورزی پایدار می‌باشد. جونز و همکاران^۵ (۱۴) در گیاه جو گزارش کردند، که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر و کمترین این صفات از تیمار شاهد (عدم مصرف کود)

1- Gobarah

2- Ofosu and Leitch

3 - Nasef

4- Sharma

5 - Jones

بدست آمد. عظیمی و همکاران^۱ (۱۱) با بررسی تأثیر کود فسفر بر عملکرد گیاه جو اظهار داشتند که اثر کود فسفر بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی دار بود. بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و کمترین عملکرد دانه در تیمار عدم مصرف کود فسفر حاصل شد. رشید و خان^۲ (۲۴) با بررسی کود شیمیایی فسفر بر گیاه جو گزارش نمودند که حداکثر عملکرد دانه در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر با میانگین ۲۸۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه در تیمار شاهد (عدم مصرف کود) با میانگین ۲۲۵۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

تحقیق حاضر جهت ارزیابی کاربرد توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفره همراه با محلول پاشی عناصر ریزمغذی‌ها بر خصوصیات مرفوفیزیولوژی و عملکرد دانه جو در منطقه رامهرمز طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

مشخصات تیمارها و مکان آزمایش

این تحقیق در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان رامهرمز در استان خوزستان با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۶۰ متر از سطح دریا انجام شد. خصوصیات فیزیکی شیمیایی نمونه خاک محل تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی شیمیایی نمونه خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)

فسفر قابل جذب واحد در (میلیون)	آهن (واحد در میلیون)	روی (واحد در میلیون)	کربن آلی (درصد)	واکنش گل اشباع	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	ذرات تشکیل دهنده خاک (درصد)			عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر)
						شن	رس	لای	
۷/۱	۹/۸	۰/۳۲	۰/۶	۷/۴	۳/۵	۳۵	۴۴	۲۱	لومی رسی ۰-۳۰

این تحقیق بر اساس آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل کودهای زیستی و شیمیایی فسفر در چهار سطح (عدم کاربرد کود فسفر یا شاهد، کود زیستی بارور ۲، کود زیستی بارور ۲ + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات‌تریپل و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات‌تریپل) و محلول پاشی با کود مایع میکرو کیمیا (حاوی عناصر ریزمغذی روی، آهن و منگنز) در سه سطح (عدم محلول پاشی یا شاهد، محلول پاشی با غلظت های دو در هزار و چهار در هزار) به کرت‌های فرعی تعلق گرفتند. عملیات آماده‌سازی زمین شامل یک شخم به عمق ۲۰ سانتی‌متر سپس دو دیسک عمود بر هم و به منظور از بین بردن پستی و بلندی‌های حاصل از شخم یک ماله زده شد. رقم جو مورد استفاده رقم جنوب بود. هر کرت دارای هفت خط هر کدام به طول چهار متر که فاصله خطوط در آن ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت نصف نیتروژن از منبع اوره همراه با دیسک در مزرعه پخش و نصف دیگر نیتروژن در مرحله ساقه رفتن (۳۰ زادکس) توزیع شد. کود فسفره نیز بر حسب نوع تیمارهای آزمایشی قبل از کاشت به خاک اضافه گردید. برای اعمال کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ نیز ابتدا کود مورد نظر (به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار) در یک ظرف ۱۰ لیتری پر از آب حل گردید، سپس بذور جو قبل از کاشت به مدت ۱۰ دقیقه در این ظروف قرار داده و با محلول کودی (به صورت بذرمال) آغشته

1 -Azimi

2- Rashid and Khan

و سپس اقدام به کاشت آن‌ها شد. محلول‌پاشی کود مایع در مقادیر قید شده در اوایل صبح که هوا خنک باشد (ساعات ۷-۸ صبح) در مزرعه اعمال گردید. محلول‌پاشی کود مایع میکرو کیمیا (که حاوی عناصر ریزمغذی روی، آهن و منگنز) در مرحله ساقه رفتن انجام گرفت. در نهایت پس از آماده شدن خطوط کشت، کاشت به صورت دستی در عمق سه سانتی‌متری در تاریخ پنجم آبان ماه ۱۳۹۵ با تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع انجام شد. اولین آبیاری یک روز بعد از کشت انجام شد. آبیاری‌های بعدی با توجه به نیاز گیاه انجام گردید. کنترل علف‌های هرز به صورت وجین دستی و مبارزه با آفات و بیماری‌های احتمالی با استفاده از سموم موثر و سم‌پاش انجام گرفت.

صفات اندازه گیری شده

به منظور تعیین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت به عنوان اثرات حاشیه‌ایی حذف شدند و در نهایت برداشت نهایی از مساحتی معادل ۱/۵ مترمربع از خطوط سه، چهار و پنج هر کرت در ۲۵ اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۶ انجام شد. برای محاسبه ارتفاع بوته، به طور تصادفی ارتفاع حدود ۲۰ بوته را از سطح خاک تا نوک ریشک در زمان برداشت محاسبه و میانگین آن‌ها را به عنوان ارتفاع گیاه در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی، در هر بار نمونه‌برداری مساحت سطح برگ با استفاده از روش کپی‌برداری بر روی کاغذ A4 بدست آمد. میانگین سطح برگ سه بوته محاسبه و در نهایت شاخص سطح برگ محاسبه گردید (۹). شاخص کلروفیل (عدد Spad) با دستگاه اسپاد، مدل (Spad-502)، با متوسط ۱۰ برگ وسط بوته از هر کرت در زمان گلدهی اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت نیز با استفاده از معادله شماره یک (۱۱) حاصل گردید.

$$\text{معادله (۱)} \quad 100 \times (\text{عملکرد بیولوژیکی} / \text{عملکرد اقتصادی}) = \text{شاخص برداشت}$$

محاسبات آماری

تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که ارتفاع بوته تحت تأثیر توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفر و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد، اما برهمکنش آن‌ها بر ارتفاع بوته اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تلفیق کود زیستی و شیمیایی فسفره نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۹۲/۵۷ سانتی‌متر) مربوط به تیمار کود زیستی بارور ۲ + ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار و کمترین ارتفاع بوته (۸۳/۳ سانتی‌متر) به تیمار عدم کاربرد کود (شاهد) اختصاص یافت (جدول ۳). به نظر می‌رسد میکروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفات از طریق تولید مواد تحریک کننده رشد سبب افزایش رشد گیاهان می‌شوند و از طرفی ارتفاع بوته صفتی است که تحت تأثیر هورمون‌های رشد به خصوص اکسین قرار می‌گیرد که این نتایج با یافته‌های مهرورز و همکاران^۱ (۱۶) مطابقت داشت. از طرفی مصرف کودهای زیستی در کنار کودهای شیمیایی منجر به افزایش طول میانگره‌ها شده که این امر

می‌تواند مربوط به تحریک تولید هورمون‌های گیاهی تولید شده توسط کودهای زیستی باشد. جونز و همکاران^۱ (۱۴) در گیاه جو گزارش کردند، که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفره و کمترین این صفات از تیمار شاهد (عدم مصرف کود) بدست آمد. کریمی و همکاران (۶) اعلام کردند که با مصرف کود فسفره و کود زیستی فسفات بارور-۲ مقدار فسفر بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته است و در اثر آن رشد گیاه زیادتر شد و به تبع آن ارتفاع بوته افزایش می‌یابد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. مقایسه میانگین محلول پاشی عناصر ریزمغذی نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۹۰/۸۵ سانتی‌متر) در محلول پاشی چهار در هزار و کمترین آن (۸۵/۳۲ سانتی‌متر) در تیمار عدم محلول پاشی مشاهده شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که عناصر ریزمغذی نظیر روی نقش مهمی در سنتز تریپتوفان (آمینو اسید لازم برای سنتز اکسین) دارد که موجب افزایش ارتفاع و تعداد گره در ساقه می‌شود (۱۲). در این رابطه احسانی‌پور (۱) گزارش نمود محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته تأثیر معنی‌دار داشت و یک مرحله محلول پاشی کود کامل میکرو در مرحله ساقه رفتن باعث بهبود ویژگی‌های رشدی گیاه جو در مقایسه با شرایط عدم مصرف ریزمغذی‌ها گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

طول سنبله

طبق نتایج تجزیه واریانس اثر تأثیر توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفره و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر طول سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما برهمکنش تیمارها اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفره بر طول سنبله نشان داد که بیشترین طول سنبله (۶/۴۷ سانتی‌متر) مربوط به تیمار کود زیستی بارور ۲ + ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و کمترین طول سنبله (۴/۱۲ سانتی‌متر) به تیمار عدم کاربرد کود اختصاص یافت (جدول ۳). بیشتر بودن طول سنبله در تیمار زیستی بارور ۲ به همراه ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به علت نقش مفید فسفره و کودهای زیستی در باروری خاک و تقویت ریشه گیاه و رشد بیشتر اندام‌های رویشی گیاه می‌باشد. فسفر به عنوان حامل انرژی ATP در کلیه فعل و انفعالات شرکت کرده و در تقسیم سلولی و رشد سریع سلول‌های مریستمی دخالت کرده و سبب افزایش طول سنبله می‌شود. همچنان‌که میتال و همکاران^۲ (۱۸) در نتایج بررسی خود اعلام کردند که میکروارگانیزم‌ها با تولید پیش ماده هورمون اکسین باعث افزایش رشد گیاه می‌شوند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. مقایسه میانگین محلول پاشی عناصر ریز مغذی نشان داد که بیشترین طول سنبله (۶/۱۵ سانتی‌متر) متعلق به تیمار محلول پاشی چهار در هزار و کمترین طول سنبله (۴/۴۱ سانتی‌متر) از تیمار عدم محلول پاشی حاصل شد (جدول ۳). عناصر ریزمغذی آهن، روی، منگنز و مس برای رشد گیاهان عالی ضروری بوده و در فعالیت‌های مختلف بیوشیمیایی سلول‌های گیاهی نقش غیرقابل انکاری دارند، به طوری که هر عامل ثانویه‌ای که موجب غیرقابل دسترس بودن این عناصر برای گیاه شود علایم ناشی از کمبود به صورت مختلف از قبیل کاهش طول سنبله و عملکرد خواهد شد (۲۵). همچنین آفوسو و لیتچ^۳ (۲۰) اعلام کردند کمبود عناصر کم‌مصرف نظیر روی، بیوستنز اکسین را مختل کرده و در اثر آن طول سنبله کاهش می‌یابد که نتایج این تحقیق را تأیید نمود.

1 - Jones

2 - Mittal

3 - Ofosu and Leitch

جدول ۲- خلاصه نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات اندازه گیری شده

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول سنبله	شاخص سطح برگ	شاخص سطح کلروفیل	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
بلوک	۲	۳۵/۸۹ ^{ns}	۳/۲۳ ^{ns}	۱/۸۲ ^{ns}	۰/۳۴ ^{ns}	۸۹۳۰/۶ ^{ns}	۱۱۷۴۳ ^{ns}	۵۶/۰۷ ^{ns}
تلفیق کود زیستی و شیمیایی فسفر	۳	۸۹/۸*	۳۱/۸۹**	۷/۸۹*	۱۸/۲۰*	۴۸۱۵۴/۵**	۵۶۹۶۶**	۶۹/۷۲**
خطای اصلی	۶	۱۴/۶۱	۲/۸۲	۱/۶۲	۳/۳۳	۲۷۱۷/۱	۱۶۹۵	۵/۳۱
عناصر ریزمغذی	۲	۷۶/۷۷**	۲۶/۸۹**	۴/۳۷**	۱۲/۴۴*	۱۴۲۵۸/۱**	۲۴۲۰۴**	۵۱/۶۴**
تلفیق کود زیستی و شیمیایی فسفر × ریزمغذی	۶	۴/۷ ^{ns}	۱/۰۱ ^{ns}	۰/۰۷۲ ^{ns}	۰/۲۸۷ ^{ns}	۱۹۴۳۲**	۱۷۶۷۱**	۱/۷۸ ^{ns}
خطای فرعی	۱۶	۱۱/۱۴	۰/۸	۰/۴	۲/۲۴	۱۲۴۵	۱۴۲۰/۱	۳/۲۵
درصد ضریب تغییرات	-	۳/۷۶	۷/۲۶	۹/۵۳	۳/۹۲	۱۰/۹۴	۳/۰۶	۶/۹

ns و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی دار.

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر تیمارهای کاربرد توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفر و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر صفت شاخص سطح برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد اما برهمکنش تیمارها اثر معنی داری نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفره نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ (۴/۵) به تیمار کود زیستی بارور ۲ + ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و کمترین شاخص سطح برگ (۳/۴) به تیمار عدم کاربرد کود (شاهد) اختصاص یافت (جدول ۳). به نظر می رسد تلفیق کود شیمیایی با کود زیستی فسفات بارور ۲ می تواند موجب افزایش شاخص سطح برگ گیاه جو شود. دلیل این امر می تواند افزایش سطح برگ، بهبود فتوسنتز و بالا رفتن سرعت افزایش ظرفیت فتوسنتز در گیاه باشد. در این رابطه ناظری و همکاران (۹) گزارش نمودند که شاخص سطح برگ تحت تأثیر تیمارهای کود شیمیایی فسفر و کود زیستی فسفات مصرفی قرار گرفته است، بطوری که سطوح ۰/۷۵، ۰/۵۰ کود شیمیایی فسفر و همچنین استفاده از کود زیستی فسفات دارای بهترین وضعیت بودند و بیشترین شاخص سطح برگ در این تیمار مشاهده شد.

مقایسه میانگین محلول پاشی عناصر ریزمغذی نشان داد بیشترین شاخص سطح برگ در تیمار محلول پاشی با غلظت چهار در هزار (۴/۵۶) و کمترین آن در تیمار عدم محلول پاشی (۳/۲۲) مشاهده شد (جدول ۳). به نظر می رسد بیشتر بودن شاخص سطح برگ در تیمارهای محلول پاشی با عناصر ریزمغذی روی و آهن این باشد که اثر سطوح مختلف کودهای میکرو بر رشد رویشی تأثیر قابل ملاحظه ای دارد. توسعه سطح برگ از طریق بهبود تعداد، اندازه و سطح برگ ها به کمک مواد تغذیه ای فراهم می شود که این امر باعث افزایش شاخص سطح برگ می شود که این نتایج با یافته های مردان و کاظمی (۷) در گیاه جو مطابقت داشت.

شاخص کلروفیل

طبق نتایج تجزیه واریانس تأثیر کاربرد توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفره و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر شاخص کلروفیل در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد، اما برهمکنش این دو عامل اثر معنی داری نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین کاربرد توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفره نشان داد که بیشترین شاخص کلروفیل (۴۰/۲۶) به تیمار کود زیستی بارور ۲ + ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و کمترین شاخص کلروفیل (۳۵/۲) به تیمار عدم کاربرد کود اختصاص یافت (جدول ۳). روند افزایشی شاخص کلروفیل، تحت تأثیر افزایش میزان کود شیمیایی و زیستی فسفره به خوبی بیانگر اثر مثبت فسفر بر این صفت می باشد.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در جو
تحت تأثیر تلفیق کود شیمیایی و زیستی فسفر و محلول پاشی عناصر ریزمغذی

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول سنبله (سانتی‌متر)	شاخص سطح برگ	شاخص کلروفیل	شاخص برداشت (درصد)
تلفیق کود زیستی و شیمیایی فسفر					
عدم کاربرد کود	۸۳/۳ c	۴/۱۲ c	۳/۴ b	۳۵/۲ c	۲۰/۱۹ c
کود زیستی بارو ۲	۸۷/۱۴ b	۵/۲۶ b	۴/۰۸ ab	۳۷/۴ b	۲۴/۵۳ b
بارور ۲+۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل	۹۲/۵۷ a	۶/۴۷ a	۴/۵ a	۴۰/۲۶ a	۳۱/۲۲ a
۲۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل	۹۱/۴ ab	۶/۱۵ ab	۴/۳ ab	۳۹/۸ ab	۲۸/۶۸ ab
عناصر ریزمغذی					
عدم محلول پاشی	۸۵/۳۲ b	۴/۴۱ b	۳/۲۲ b	۳۶/۲۳ b	۲۱/۲۳ b
۲ در هزار	۸۹/۸۲ ab	۵/۹۴ ab	۴/۴۳ ab	۳۸/۴۸ ab	۲۷/۹۳ ab
۴ در هزار	۹۰/۸۵ a	۶/۱۵ a	۴/۵۶ a	۳۹/۷۸ a	۲۹/۱۴ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

در این رابطه مهرورز و همکاران^۱ (۱۶) گزارش کردند که باکتری‌های حل‌کننده فسفات باعث افزایش محتوای کلروفیل برگ‌های گیاه جو شد. همچنین زیدی و صغیرخان^۲ (۲۸) گزارش کردند که بکارگیری باکتری‌های حل‌کننده فسفات باعث افزایش میزان کلروفیل برگ شد. مقایسه میانگین محلول پاشی عناصر ریز مغذی نشان داد بیشترین شاخص کلروفیل (۳۹/۷۸) در محلول پاشی چهار در هزار و کمترین آن (۳۶/۲۳) در تیمار عدم محلول پاشی مشاهده شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد عناصر آهن و روی باعث فعال شدن بسیاری از آنزیم‌ها می‌شود به طوری که برای سنتز کلروفیل و تشکیل کربوهیدرات‌ها لازم و ضروری است که مطالعات پانندی و همکاران^۳ (۲۱) این نتایج را تأیید نمود. همچنان که ولدسنت و همکاران^۴ (۲۷) در گیاه جو گزارش نمودند استفاده از عناصر کم‌مصرف با توجه به تأثیر بر ساخت کلروفیل و افزایش تنظیم‌کننده‌های رشد، سبب افزایش کلروفیل نسبت به تیمار بدون محلول پاشی شد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای کاربرد توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفره و محلول پاشی عناصر ریزمغذی و برهمکنش آن‌ها بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش کودهای زیستی و شیمیایی فسفره و محلول پاشی عناصر ریزمغذی نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۴۰۰/۱) گرم در متر مربع از تیمار کود زیستی بارور ۲ + ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و محلول پاشی با غلظت چهار در هزار و پایین‌ترین عملکرد دانه (۲۳۴/۸۱) گرم بر متر مربع از تیمار عدم کاربرد کود شیمیایی و زیستی فسفره و عدم محلول پاشی عناصر ریزمغذی حاصل شد (جدول ۴). کاربرد تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی به همراه محلول پاشی عناصر ریزمغذی، باعث رشد تصاعدی عملکرد دانه شده است. در نتیجه افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی، با کاربرد توأم کودهای شیمیایی و زیستی فسفره و جذب بیشتر آن‌ها توسط گیاه جو از عوامل افزایش عملکرد دانه در

1 - Mehrvarz

2- Zaidi and Saghirakhan

3 - Pandey

2 - Woldesenbet

تیمارهای تلفیقی می‌باشد. قابلیت حل شدن فسفات‌های غیرقابل حل توسط میکروارگانیزم‌ها از طریق تولید اسیدهای آلی، کلات کردن اگزواسیدها از قندها و تبادل واکنش‌هایی در محیط رشد ریشه، از دیگر سازوکار این میکروارگانیزم‌ها در افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه افزایش عملکرد دانه می‌باشد (۱۷). در این رابطه عظیمی و همکاران^۱ (۱۱) با بررسی تأثیر کود فسفر بر عملکرد گیاه جو اظهار داشتند که اثر کود فسفر بر عملکرد دانه معنی‌دار بود، بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و کمترین عملکرد دانه در تیمار عدم مصرف کود فسفر حاصل شد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. قاسمی (۴) گزارش داد اثر سودمند تلفیق کود زیستی فسفات با کود شیمیایی فسفردار از نظر افزایش عملکرد دانه مشهود بود. هم‌چنان که گوباره و همکاران^۲ (۱۳) گزارش نمودند که کاربرد عناصر ریزمغذی باعث افزایش معنی‌داری عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو در مقایسه با تیمار شاهد بود، بطور کلی گیاه جو با کودپاشی ۱۵ تن در هکتار کاربرد مواد آلی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی و منگنز بیشترین عملکرد را بدست آورد. نتایج تحقیقات فتحی و عنایت قلی‌زاده (۵) بر گیاه جو مؤید آن است که بیشترین تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه با مصرف کود ریز مغذی آهن و روی به دست آمد. در بین عناصر مصرفی، عناصر آهن و روی در مقایسه با مس و ترکیب این سه عنصر اثر بیشتری بر رشد گیاه نشان داد. این امر ضرورت استفاده از عناصر ریزمغذی برای بهبود رشد گیاه در مقایسه با شاهد بدون مصرف این عناصر را نشان می‌دهد. ولدسنبت و همکاران^۳ (۲۷) با بررسی محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو گزارش نمودند که بیشترین عملکرد دانه از تیماری که عناصر ریزمغذی را بطور توأم دریافت نموده بود بدست آمد. استفاده از عناصر کم‌مصرف با توجه به تأثیر بر ساخت کلروفیل و افزایش تنظیم‌کننده‌های رشد، سبب افزایش فتوسنتز برگ‌های جوان گردیده و انتقال مواد به محل‌های ذخیره‌ای را افزایش داده و سبب افزایش وزن دانه‌ها گردیده لذا عملکرد دانه را مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌دهد و کمترین عملکرد دانه از تیمار بدون محلول‌پاشی بدست آمد.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین برهمکنش صفات مورد مطالعه در جو تحت تأثیر تلفیق کود زیستی و شیمیایی فسفر و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی

تلفیق کود زیستی و شیمیایی فسفر	محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)
	عدم محلول‌پاشی	۲۳۴/۸۱ e	۱۱۳۹/۳ e
عدم کاربرد کود	۲ در هزار	۲۵۸/۰۹ d	۱۱۸۴/۷۷ d
	۴ در هزار	۲۶۴/۵۲ d	۱۱۸۶/۵ d
	عدم محلول‌پاشی	۲۵۵/۲۱ de	۱۱۸۰/۴۱ d
کود زیستی بارور ۲	۲ در هزار	۳۲۰/۵۴ bc	۱۲۳۲/۲ c
	۴ در هزار	۳۳۰/۴۵ b	۱۲۶۶/۴ b
	عدم محلول‌پاشی	۳۱۷/۵ c	۱۲۳۱/۴ c
بارور ۲+۱۵۰ کیلو سوپر فسفات تریپل	۲ در هزار	۳۹۰/۴۷ ab	۱۲۹۳/۶۷ ab
	۴ در هزار	۴۰۰/۱ a	۱۳۰۰/۲۱ a
	عدم محلول‌پاشی	۳۱۵/۲۵ c	۱۲۳۳/۲۱ c
۲۰۰ کیلو سوپرفسفات تریپل	۲ در هزار	۳۸۹/۴۱ ab	۱۲۸۵/۷۷ ab
	۴ در هزار	۳۹۱/۵۷ ab	۱۲۹۰/۱ ab

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک در آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد نیستند.

1 - Azimi

2 - Gobarah

3 - Woldesenbet

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفره و محلول پاشی عناصر ریزمغذی و برهمکنش آن‌ها بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). طبق نتایج مقایسه میانگین برهمکنش کودهای زیستی و شیمیایی فسفره و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۳۰۰/۲۱) گرم در متر مربع) از تیمار کود زیستی بارور ۲ + ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و محلول پاشی با غلظت چهار در هزار و پایین‌ترین عملکرد بیولوژیک (۱۱۳۹/۳) گرم در متر مربع) از تیمار عدم کاربرد کود شیمیایی و زیستی فسفره و عدم محلول پاشی عناصر ریزمغذی حاصل شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد کاربرد همزمان عناصر ریزمغذی و کود شیمیایی و زیستی فسفره بر عملکرد بیولوژیک مؤثر بوده و باعث افزایش آن شده است. در شرایط تغذیه‌ای مناسب و دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی کافی، مخصوصاً فسفر از طریق تأثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها در افزایش ارتفاع بوته و در نهایت افزایش بیوماس گیاهان بسیار مؤثر بوده است (۱). همچنان‌که جونز و همکاران^۱ (۱۴) در بررسی کاربرد توأم کود شیمیایی و زیستی بر گیاه جو، بیان نمودند که اثر فسفر بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود که این نتایج با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. میرووات و همکاران^۲ (۱۷) گزارش نمودند که کاربرد عناصر ریزمغذی باعث افزایش معنی‌داری عملکرد بیولوژیک در مقایسه با تیمار شاهد بود. همچنین می‌توان اظهار داشت محلول پاشی عناصر آهن و روی به دلیل تأثیر مثبت روی در بیوسنتز اکسین و تأثیر آهن در افزایش فتوسنتز و تولید ماده خشک بیشتر قابل انتظار می‌باشد. این نتایج در تحقیقات سعیدی‌ابواسحق و یدوی (۲) نیز گزارش گردیده است، البته در شرایط کمبود مواد ریزمغذی، افزایش تجمع ماده خشک محدود می‌شود و عملکرد بیولوژیکی گیاه کاهش خواهد یافت.

شاخص برداشت

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر کاربرد توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفره و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر صفت شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، اما اثر برهمکنش این دو عامل غیرمعنی‌داری بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف کودهای زیستی و شیمیایی فسفره نشان داد بیشترین شاخص برداشت (۳۱/۲۲ درصد) به تیمار کود زیستی بارور ۲ + ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و کمترین شاخص برداشت (۲۰/۱۹ درصد) به تیمار عدم کاربرد کود تعلق گرفت (جدول ۳). شاخص برداشت بیانگر چگونگی تسهیم مواد پرورده بین بخش‌های رویشی گیاه و دانه می‌باشد. از آنجایی که یکی از اجزای محاسبه شاخص برداشت عملکرد دانه است، تغییرات شاخص برداشت وابستگی زیادی به تغییرات عملکرد دانه دارد (۶). در این تحقیق باکتری‌های محرک رشد با تأثیر بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیشتر و افزایش عملکرد در دانه‌ها سبب بالا رفتن شاخص برداشت شده‌اند که این نتایج با یافته‌های عظیمی و همکاران^۳ (۱۱) مطابقت داشت. نکته حائز اهمیت در این نتایج این است که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی فسفره به مراتب تأثیر بیشتری نسبت به تیمار کاربرد کود شیمیایی بر شاخص برداشت گذاشته‌اند. از جمله دلایل آن می‌توان به قابلیت کودهای بیولوژیک آزاد کننده فسفر در افزایش جذب عناصر غذایی ماکرو (K, P, N) و میکرو (Cu, Zn, Fe) اشاره کرد، نتایج بدست آمده از مطالعات ضرابی و خلیلی (۳) یافته‌های حاصل از این تحقیق را تأیید می‌کنند. شاخص برداشت تحت تأثیر محلول پاشی عناصر ریزمغذی قرار گرفت و بیشترین شاخص برداشت (۲۹/۱۴ درصد) از تیمار محلول پاشی با غلظت چهار در هزار و

1 - Jones

2 - Mirvat

3 - Azimi

کمترین شاخص برداشت (۲۱/۲۳ درصد) از تیمار عدم محلول پاشی حاصل شد. به نظر می‌رسد که محلول پاشی عناصر روی و آهن عملکرد دانه را نسبت به عملکرد بیولوژیک بیشتر افزایش داده و این امر باعث افزایش شاخص برداشت شده است. از آنجایی که شاخص برداشت از کسر عملکرد اقتصادی (دانه) بر عملکرد بیولوژیک حاصل می‌گردد، بنابراین، با افزایش عملکرد دانه شاخص برداشت نیز افزایش می‌یابد، این یافته با نتایج تحقیقات فتحی و عنایت‌قلی‌زاده (۵) مطابقت دارد. نتایج تحقیقات میرووات و همکاران^۱ (۱۷) در گیاه جو نیز مؤید آن است که کاربرد عناصر ریزمغذی باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت در مقایسه با تیمار شاهد بود.

نتیجه‌گیری نهایی

در مجموع کودهای بیولوژیکی می‌توانند علاوه بر تولید محصول کافی، مصرف کودهای شیمیایی را کاهش دهند، که این امر کمک قابل توجهی به سالم‌سازی محیط زیست می‌کند و راهبرد مهمی در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار می‌باشد. می‌توان گفت که افزایش عملکرد و جذب عناصر توسط گیاه با افزایش فسفر قابل استفاده گیاه ارتباط داشته و به نقش مهم این عنصر در توسعه ریشه و جلوگیری از تجمع ترکیبات فسفره و آثار سوء آن بر جذب برخی عناصر در خاک مرتبط می‌باشد. در دسترس بودن عناصر برای گیاهان تا حدود زیادی به شرایط زیستی و شیمیایی موجود در خاک بستگی دارد. بنابراین کود زیستی فسفات بارور ۲ در تلفیق با میزان مناسبی از کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل با رهاسازی تدریجی فسفر و تبدیل آن به شکل قابل جذب گیاه، نیاز به کودهای شیمیایی فسفره را کاسته و کارایی آن‌ها را بالا می‌برد. در میان تیمارهای مختلف کودهای زیستی و شیمیایی فسفره تیمار کود زیستی فسفات بارور ۲ همراه با ۱۵۰ درصد کود سوپرفسفات تریپل حداکثر مقدار ارتفاع بوته، طول سنبله، شاخص سطح برگ، شاخص کلروفیل و شاخص برداشت را به خود اختصاص داد و در عین حال همین تیمار همراه با تیمار محلول پاشی عناصر ریز مغذی با غلظت چهار در هزار بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک را نیز کسب کرد. بنابراین جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی، کاهش هزینه تولید و همچنین جلوگیری از آلودگی بی‌رویه خاک‌های زراعی تیمار مصرف کود زیستی فسفات بارور ۲ همراه با ۱۵۰ درصد کود سوپرفسفات تریپل در مصرف کود شیمیایی قابل توصیه است.

منابع

- ۱- احسانی‌پور، ر. ۱۳۹۵. اثر محلول پاشی مونوپتاسیم فسفات و عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار. ۱۲۶ صفحه.
- ۲- سعیدی‌ابواسحق، ر. و یدوی، ع. ر. ۱۳۹۴. اثر سطوح آبیاری و محلول پاشی آهن و روی بر خصوصیات کمی و کیفی لوبیا قرمز. نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران. ۶(۱): ۵۴-۶۵
- ۳- ضرابی، م. و خلیلی، آ. ۱۳۸۵. اثرات زیانبار مصرف کود فسفات در چرخه حیاتی اکوسیستم‌ها. اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست. تهران ۱۳۸۵- دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست. ۷ صفحه.
- ۴- قاسمی، ث. ۱۳۹۰. اثر کود زیستی فسفات بر عملکرد دانه و اجزای آن در ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط تنش کم آبی. مجله به زراعی نهال و بذر. ۲۷(۲): ۱۴-۲۵

- ۵- فتحی، ق.، و عنایت‌قلی‌زاده، م. ر. ۱۳۸۸. تأثیر کودهای کم مصرف آهن، روی و مس بر رشد و عملکرد ارقام جو در شرایط آب و هوایی خوزستان. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱(۱): ۲۸-۴۱.
- ۶- کریمی، ز.، نصراله‌زاده‌اصل، ع.، جلیلی، ف.، و ولیلو، ر. ۱۳۹۱. تأثیر کود زیستی فسفات بارور-۲ و محلول پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای ۷۰۴. مجله پژوهشی در علوم زراعی. ۴(۱۵): ۳۳-۴۳.
- ۷- مردان، ر.، و کاظمی، ش. ۱۳۹۰. واکنش خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد بیولوژیکی ارقام جو به عناصر کم مصرف (آهن، روی و مس). اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی دانشگاه ساوه. صفحات: ۳۱-۳۵.
- ۸- ملکوتی، م. ج.، و طهرانی، م. م. ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، ناشر دانشگاه تربیت مدرس. ۲۹۲ صفحه.
- ۹- ناظری، پ.، کاشانی، ع.، خاوازی، ک.، اردکانی، م. ر.، و میرآخوری، م. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد به کود زیستی میکروبی فسفات‌ها روی و کود شیمیایی فسفر در لوبیا. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۸(۳): ۱۲۶-۱۱۱.
- 10- Alloway, B. J. 2008. Zinc in soils and crop nutrition (2th Ed.). Brussels: International Zinc Association (IZA). 136 p.
- 11- Azimi, S M., Nabati, E., Lak, M., and Shaban, M. 2015. Effect of N and P fertilizers on yield components of barley. Internatunal Journal Advanced Biology and Biomedical Research. 2(2): 365-370.
- 12- El-Gizawy, N. Kh. B., and Mehasen, S. A. S. 2009. Response of faba bean to bio, mineral phosphorus fertilizers and foliar application with zinc. World Applied Sciences Journal. 6: 1359-1365.
- 13- Gobarah, M. E., Haggag, W. M., Tawfik, M. M., Amal. G. A., and Ebtesam, E. A. 2015. Effect of Zn, Mn, and organic manures applications on yield, yield components and chemical constituents of barley (*Hordeum vulgare* L.) grown in newly sandy soil. Internatunal Journal of ChemTech Research. 8(4): 2120-2130.
- 14- Jones, C. A., Jacobsen, J. S., and Wraith, J. M. 2003. The effects of P fertilization on drought tolerance of malt barley. Western Nutrient Management Conference. 5: 88-93.
- 15- Karami, A., Sepehri, A., Hamzehei, J., and Salimi, G. 2011. Biological phosphorus and nitrogen fertilizers impact on the quantity and quality of the herb borage (*Borago officinalis* L.) under water stress. Journal Plant Production Technology. 1: 37-50.
- 16- Mehrvarz, S., Chaichai, M. R., and Alikhani, H. A. 2008. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizing on yield of barely. American-Eurasian Journal of Agricultural Environmental Science. 3 (6): 822-828.
- 17- Mirvat, E., Haggag, M., Tawfik, M. M., and Amal, G. A. 2015. Effect of Zn, Mn, and organic manures applications on yield, yield components and chemical constituents of barley (*Hordeum vulgare* L.) grown in newly sandy soil. Internatunal Journal of ChemTech Research. 8(4): 2120- 2130.
- 18- Mittal, V., Sigh, O., Nayyarkaur, H., and Tewari, R. 2007. Stimulatory effect of phosphate solubilizing fungal Starins (*Aspergillus awamori* and *Penicillium citrinum*) on the yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Soil Biology and Biochemistry. 40: 718-727.

- 19- **Nasef, M. A., Badran, N. M., and Abd El-Hamide, A. F. 2006.** Response of peanut to foliar spray with boron and/or rhizobium inoculation. *Journal Applied Science Research*. 2(12): 1330-1337.
- 20- **Ofofu- Anim, J., and Leitch, M. 2009.** Relative efficacy of organic manures in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) production. *Australian Journal Crop of Science*. 3(1): 13-19.
- 21- **Pandey, N., Pathak, G. C., and Sharma, C. P. 2006.** Zinc is critically required for pollen function and fertilization in lentil. *Journal Trace Elements Medicines and Biology*. 20: 89-96
- 22- **Pandey, N., Pathak, G. C., and Sharma, C. P. 2009.** Impairment in reproductive development is a major factor limiting yield of black gram under zinc deficiency. *Biology Plant*. 53: 723-727.
- 23- **Pedram, M., Ayeneband, A., and Modhej, A. 2013.** The effect of biological and chemical fertilizers and plant density on quality and quantity yield of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Ahwaz condition. *International Journal Agronomy Plant Production*. 4(3): 524-529.
- 24- **Rashid, A., and Khan, R. U. 2008.** Comparative effect of varieties and fertilizer levels on Barley (*Hordeum vulgare* L.). *International Journal Agriculture Biology*. 10: 124-126.
- 25- **Sadri, M. H., and Malakoti, M. J. 2004.** The effects of iron, zinc and copper on the quantity and quality of wheat. *Journal Soil and Water*. 5: 71-83.
- 26- **Sharma, A. K. 2003.** Bio-fertilizer for sustainable agriculture. *Agrobios (India)*. 218 pp.
- 27- **Woldesenbet, M., Tana, T., Sing, T. N., and Mekonnen, T. 2014.** Effect of Integrated Nutrient Management on Yield and Yield Components of Food Barley (*Hordeum vulgare* L.) in Kaffa Zone, South western Ethiopia. *Science Technology and Arts Research Journal*. 3(2): 34-42.
- 28- **Zaidi, A., and Saghirakhan, M. 2006.** Co- inoculation effect of phosphate solubilizing microorganisms and glomus fasciculata on green gram brady rhizobium symbiosis. *Turkish Journal Agriculture and Forestry*. 30: 223-230.

Evaluation Effect of Combine Application of Biological and Chemical Phosphorus Fertilizers and Micronutrients on Seed Yield and Morpho-physiological Traits of Barley (*Hordeum vulgare* L.)

Mona Yousefipor¹, Shahram Lack^{*2}, Khoshnaz Payandeh³

1- Graduated MSc, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

2- Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

3- Department of Soil Science, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

*Corresponding Author: sh.lack50@gmail.com

(Received: 23 July 2018; Accepted: 23 October 2018)

Abstract

Application of bio-fertilizers in Sustainable Agriculture perform important role at increasing of crop production and improving soil fertility. In order to investigate combine application of biological and chemical phosphorus fertilizers and micronutrients on morpho-physiologic characteristics of barley, present research was conducted via split plot experiment according randomized complete blocks design with three replications in Ramhormoz during 2016-17. The main treatments consisted of phosphorus fertilizers and bio-fertilizers in four levels (Non use phosphorus fertilizer or control, bio-fertilizer "Barvar2", bio-fertilizer "Barvar2" with 150 kg.ha⁻¹ superphosphate fertilizer and 200 kg.ha⁻¹ superphosphate fertilizer) and spray micro-nutrient (included micronutrients of zinc, iron and manganese) at three levels (no spray micro-nutrient or control, spray micro-nutrient at 0.002 and 0.004 concentration) belonged to sub plots. Results of analysis of variance indicated effect of combine application of biological and chemical phosphorus fertilizers and micronutrients on measured traits was significant. Mean comparison result of phosphorus fertilizers showed that bio-fertilizer "Barvar2" with 150 kg.ha⁻¹ superphosphate fertilizer had maximum plant height (92.57 cm), spike length (6.47 cm), leaf area index (4.5), chlorophyll index (40.26) and harvest index (31.22%) also spray micro-nutrient at 0.004 concentration achieved maximum rate of mentioned traits. According mean comparison results of interactions of treatments the highest seed yield (400.1 g.m⁻²) and biological yield (1300.21 g.m⁻²) belonged to bio-fertilizer "Barvar2" with 150 kg.ha⁻¹ superphosphate fertilizer and spray micro-nutrient at 0.004 concentration. Generally to achieved optimum yield use bio-fertilizer "Barvar2" with 150 kg.ha⁻¹ superphosphate fertilizer and foliar application micro-nutrient at 0.004 concentrations for Ramhormoz weather conditions can be advised.

Keyword: Chlorophyll, Leaf area index, Micronutrient, Plant height.

