اثر آزوسپیریلیوم، قارچ مایکوریزا و کرم خاکی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان

عاطفه مشرف[۱]، عبدالرزاق دانش شهرکی[۲]، حمیدرضا متقیان[۳]
۱دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشگاه شهرکرد
۲ و ۳- به ترتیب استادیار گروه زراعت و گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

چکیده

به منظور بررسی اثر *آزوسپیریلیوم لیپوفریوم*، قارچ مایکوریزا و کرم‌خاکی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم، آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۴ تکرار در دانشگاه شهرکرد اجرا شد. در این آزمون اثر باکتری محرک رشد *Azospirillum lipoferum*، قارچ مایکوریزا جنس *Glomus mosseae*، کرم‌خاکی جنس *Eisenia foetida* و کاربرد تلفیقی آنها به عنوان تیمارهای آزمایشی بر رقم گندم پیشتاز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر تیمارها بر تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ($P\leq0/01$) معنی‌دار بود. با توجه به نتایج آزمایش، تقریباً در تمامی صفات تیمار باکتری+ قارچ+کرم‌خاکی (B+F+W)، و پس از آن به ترتیب تیمار باکتری و کرم‌خاکی(B+W) و تیمار قارچ و کرم (F+W)، بیشترین تأثیر مثبت را نسبت به شاهد بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم داشتند.

واژه های کلیدی: باکتری محرک رشد، شاخص برداشت، کشاورزی ارگانیک، کود زیستی

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) از مهم‌ترین گیاهان زراعی جهان به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه به شمار می‌آید (عباس‌منش و موحدی، ۱۳۸۸) که با بیشترین سطح زیر کشت (بیش از ۲۵۰ میلیون هکتار) و بالاترین میزان تولید (بیش از ۵۰۰ میلیون تن)، غذای اصلی مردم جهان به شمار می‌رود (حیدریان‌پور و همکاران، ۱۳۹۲). نا امنی و تقاضا برای غذا و انرژی در جهان در حال افزایش است و از طریق سیستم‌های کشاورزی فشرده، فشارهایی را به خاک وارد کرده است که نیاز به اصلاح سلامت و امنیت خاک دارد (Chintala et al,2015). امروزه بیش از هر زمان دیگر، تأمین نیاز گیاهان به عناصر غذایی کافی به منظور تضمین تولید محصول و در نتیجه تأمین امنیت غذایی جامعه بشری اهمیت دارد. کشاورزان به طور مداوم در تلاش‌اند تا با رفع کمبودهای عناصر و استفاده بهینه از مصرف کود، تولید محصول را به حد پتانسل ژنتیکی نزدیک کنند (بابایی و همکاران، ۱۳۹۱).

باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه (PGPR)، ریزجاندارانی هستند که در ریزوسفر گیاه حضور داشته و قابلیت استقرار یک رابطه‌ی مداوم با گیاهان برای افزایش زیست‌توده و رشد ریشه را دارند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۳). باکتری‌های محرک رشد گیاه با تولید آنزیم ACC دآمیناز و تجزیه پیش‌ساز تولید اتیلن (ACC) میزان این هورمون را کاهش داده و باعث افزایش رشد گیاه می‌شوند. همچنین این باکتری‌ها با تولید سیدروفورها و مواد کلات‌کننده، میزان فراهمی عناصر کم‌نیاز را افزایش می‌دهند (سادات و همکاران، ۱۳۸۸).

قارچ مایکوریزا از رایج‌ترین و سابقه‌دارترین ارتباط های همزیستی در سلسله‌ی گیاهی است و اکثر گیاهان حداقل یکی از تیپ‌های مایکوریزایی را دارا هستند (قول‌لرعطا، ۱۳۸۴). در این همزیستی قارچ در برابر دریافت کربوهیدرات‌ها از گیاه، جذب عناصرغذایی و آب توسط گیاه را افزایش می‌دهد. همزیستی با گیاهان سبب افزایش رشد گیاه، جذب عناصرغذایی و تحمل به خشکی و شوری می‌شود و دارای اثرات هم‌افزایی (سینرژیستی) با دیگر ریزجانداران مفید خاک مانند تثبیت‌کننده‌های نیتروژن و حل‌کننده‌های فسفر می‌باشد (شیخی و همکاران، ۱۳۹۴).

کرم‌های خاکی به عنوان مهندسان زیست‌بوم نقش بسیار مهمی در بهبود ساختار فیزیکی خاک، پویایی مواد آلی و تسریع تجزیه آنها و چرخه عناصرغذایی از طریق بلع، هضم و دفع خاک ایفا می‌کنند. همچنین به عنوان سنتزکننده و یا تحریک‌کننده

ریزجانداران خاک از طریق افزایش مواد قابل متابولیسم موجود در مواد آلی برای ریزجانداران و از طریق حفاظت آنزیم‌های رها شده در خاک توسط انباشته شدن این آنزیم‌ها در مواد هیومیکی و پایدارشدن آن‌ها، می‌توانند نقش مهمی در فعالیت آنزیمی خاک داشته باشند (قارایی‌کسمائی و همکاران، ۱۳۹۳).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر آزوسپیریلیوم، قارچ مایکوریزا و کرم خاکی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم، پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۴ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد انجام گرفت. تیمارها شامل شاهد (C)، تلقیح باکتریایی بذور با باکتری محرک رشد *Azospirillum lipoferum* (B)، تلقیح با قارچ مایکوریزا جنس *Glomus mosseae* (F)، کاربرد کرم‌خاکی جنس *Eisenia foetida* (E)، کاربرد همزمان قارچ و باکتری (B+F)، قارچ و کرم‌خاکی (F+E)، باکتری و کرم‌خاکی (B+E) و تلقیح همزمان قارچ، باکتری و کرم‌خاکی (B+F+E) و تیمار کود شیمیایی (S) بر رقم گندم پیشتاز طبق آزمایشات قبلی (بهرامیان، ۱۳۹۵؛ فاتحی، ۱۳۹۴) انتخاب شد. کودهای شیمیایی شامل: ۰/۸۹۶ گرم اوره در ۲ تقسیط ، یکی قبل از پنجه دهی و یکی ابتدای سنبله دادن برای همه ی گلدان‌ها، سولفات روی یک مرتبه ۰/۰۸۷ گرم فقط برای تیمار کود شیمیایی، کود آهن به نام سکوستری ۱۳۸ ۰/۳۳۰ گرم فقط برای تیمار کود شیمیایی و سولفات مس ۰/۰۷۸ گرم یک مرتبه برای همه تیمارها استفاده شدند.

جهت تلقیح بذور با باکتری تعداد ۱۰ عدد از بذور ضدعفونی شده به مدت یک ساعت در ۱۰ میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتریایی که دارای تراکم مایه تلقیح ۵×۱۰^{۸} واحد تشکیل‌دهنده کلونی (CFU) بر میلی‌لیتر بود فرو برده شدند. (Burd et al,1998). به منظور اعمال تیمارهای قارچ مایکوریزا آربسکولار، حدود ۷-۵ سانتی‌متر از قسمت بالای خاک هر گلدان برداشته شد و مقدار ۶۸ گرم زادمایه (اسپور) به صورت یک لایه نازک یکنواخت در سطح خاک پخش گردید. (Chen et al, 2003). همچنین تعداد ۶ کرم خاکی یک هفته پس از کشت به خاک گلدان‌ها اضافه گردید (Edward and Bohlen,1996). به منظور تأمین ماده آلی مورد نیاز کرم‌های خاکی از بقایای آسیاب شده گیاه یونجه استفاده گردید.

در مرحله رسیدگی گیاه (حدوداً پس از ۱۲۰ روز یعنی دوره رشد گیاه از انتهای آبان ماه تا اوایل بهار است.) اجزای تشکیل دهنده بوته شامل برگ، ساقه، سنبله و ریشه به تفکیک به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده و پس از آن هر بخش به طور جداگانه توزین گردید و عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید (فتحی و قلی زاده، ۱۳۸۸). پس از بوجاری سنبله‌ها تعداد کل دانه‌های موجود در سنبله‌ها شمارش و وزن هزار دانه نیز تعیین گردید. با توزین کل بذور حاصل از هر واحد آزمایشی عملکرد دانه تعیین شد. پس از آن شاخص برداشت با استفاده از (رابطه ۱)زیر محاسبه گردید (مهدوی، ۱۳۸۴).

$$HI= (EY/BY)*100 \quad (1)$$

که در آن HI شاخص برداشت (٪)،EY عملکرد اقتصادی (گرم در بوته) ،BY عملکرد بیولوژیک (گرم در بوته) می‌باشد.
در نهایت تجزیه آماری اطلاعات جمع آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS، مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح (٪۰/۰۵)و رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور، وزن هزار دانه، عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در (جدول ۱) ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که اثر تیمارها به ترتیب بر تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله، عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال (۱ درصد) و شاخص برداشت در سطح احتمال (۵ درصد) معنی‌دار شد. اثر تیمارهای مورد بررسی بر وزن هزار دانه گندم معنی‌دار نبود (جدول ۱).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین صفات (جدول ۲)، تیمار قارچ + کرم بیشترین تأثیر را در تعداد دانه در سنبله داشت. اگر چه این تیمار با تیمار ترکیبی سه گانه اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین تعداد دانه در سنبله مربوط به تیمار باکتری است. تیمار باکتری + کرم برعکس نتایج در صفت تعداد دانه در سنبله بیشترین سطح را با مقدار ۲/۹ تعداد سنبله در بوته و پس از آن نیز تیمار ترکیبی باکتری + قارچ + کرم بیشترین تعداد سنبله را داشت. می‌توان گفت به جز تیمار باکتری + قارچ ، دیگر تیمارهای ترکیبی اثر مثبتی بر تعداد سنبله دارند.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مورد بررسی بر صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد اقتصادی	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
بلوک	۳	۱/۰۳۳^{ns}	۰/۰۷۵^{ns}	۸/۲۸۱^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۵۰۵^{ns}	۱۰/۵۱۱^{ns}
تیمار	۸	۵۸/۳۴۸**	۰/۶۳۴**	۱۰/۱۵۵^{ns}	۰/۱۸۰**	۲/۷۷۲**	۲۷/۳۴۹*
خطا	۲۴	۶/۰۰۷	۰/۰۷۵	۶/۵۳۹	۰/۰۱۴	۰/۱۷۸	۱۰/۰۰۴
ضریب تغییرات		۱۳/۰۲	۱۱/۴۷	۷/۹۰	۱۰/۵۲	۹/۴۷	۱۲/۰۸۶

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

جدول ۲ – مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

تیمار	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در بوته)	عملکرد بیولوژیک (گرم در بوته)	شاخص برداشت (درصد)
شاهد	۱۸/۷۸۱^{bc}	۱/۸۰۰۰^{d}	۳۱/۹۵۲^{ab}	۰/۹۷۰۵۰^{ef}	۳/۷۲۸۵^{c}	۲۶/۰۳۷^{ab}
باکتری	۱۰/۹۸۹^{d}	۲/۴۶۶۷^{bc}	۳۱/۹۰۵^{ab}	۰/۹۱۹۰۰^{f}	۳/۴۸۵۰^{c}	۲۶/۴۴۸^{ab}
قارچ	۲۰/۹۱۸^{ab}	۲/۱۲۵۰^{cd}	۳۴/۵۷۱^{a}	۱/۱۵۱۷۵^{cd}	۴/۰۱۷۳^{c}	۲۸/۹۱۱^{a}
کرم‌خاکی	۱۶/۳۶۹^{c}	۲/۴۶۶۷^{bc}	۲۸/۷۵۰^{b}	۱/۰۲۶۷۸^{def}	۴/۸۲۲۳^{b}	۲۱/۲۹۵^{c}
باکتری + قارچ	۱۹/۱۸۶^{bc}	۲/۰۷۵۰^{cd}	۳۲/۹۶۴^{a}	۱/۱۱۲۶۷^{cde}	۳/۸۶۳۵^{c}	۲۹/۱۴۹^{a}
قارچ + کرم‌خاکی	۲۳/۸۷۱^{a}	۲/۷۴۴۴^{ab}	۳۲/۷۵۰^{a}	۱/۴۲۲۵۸^{ab}	۵/۲۰۳۷^{ab}	۲۷/۴۴۴^{ab}
باکتری + کرم‌خاکی	۱۷/۱۶۰^{c}	۲/۹۱۲۵^{a}	۳۱/۹۲۹^{ab}	۱/۲۷۷۳۳^{bc}	۵/۵۴۸۰^{a}	۲۳/۰۴۵^{bc}
باکتری + قارچ + کرم‌خاکی	۲۲/۸۷۶^{a}	۲/۸۵۵۶^{ab}	۳۳/۳۹۳^{a}	۱/۵۲۵۰۰^{a}	۵/۵۸۹۸^{a}	۲۷/۷۵۸^{a}
کود شیمیایی	۱۹/۱۵۳^{bc}	۲/۰۳۷۵^{d}	۳۲/۸۵۷^{a}	۰/۹۸۲۶۷^{def}	۳/۸۵۶۵^{c}	۲۵/۴۳۱^{abc}

در هر ستون میانگین‌ها دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتایج مقایسه میانگین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله به نوعی هم‌جهت و هم‌سو هستند و در هر دو تیمارهای قارچ تأثیر معنی‌دار و در هر دو تیمار باکتری + کرم کمترین تأثیر را بر صفات گذاشته است. در مورد صفت عملکرد دانه تیمار تلفیقی (B+F+W) نسبت به دیگر تیمارهای باکتری (BW+FW+BF+B) تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه و اختلاف معنی‌داری با تیمار باکتری (B) داشته است. تیمار باکتری + قارچ نیز اختلاف معنی‌داری با تیمار کرم‌خاکی و تلفیق باکتری و کرم و کود شیمیایی دارد (جدول ۲)

همچنین تیمار قارچ نیز تأثیر مثبتی بر تعداد دانه و وزن هزار دانه گیاه دارد.با توجه به مشاهدات می‌توانیم به این نتیجه برسیم که تیمارهای باکتری و قارچ (B+F) و قارچ (F) در شاخص برداشت و وزن هزار دانه بیشتر از دیگر تیمارها مؤثر باشند؛

در صورتی که در سایر صفات مشخص می‌شود که تیمارهای (B+F+W)، (B+W) و (F+W) بیشترین تأثیر مثبت را نسبت به شاهد بر عملکرد و اجزای عملکرد می‌گذارند.

منابع

بابایی، پ. گلچین، الف. بشارتی، ح. و افضلی م. ۱۳۹۱. تأثیر کود میکروبی گوگردی بر جذب عناصرغذایی و عملکرد سویا در مزرعه، مجله پژوهش‌های خاک، جلد ۲۶، شماره ۲، صفحات ۱۴۵ تا ۱۵۱.

بهرامیان، م.۱۳۹۵. اثر برخی ریزوباکترهای محرک رشد بر جذب آهن و روی و خصوصیات آگرومورفولوژیک دو رقم گندم نان. پایان نامه کارشناسی ارشد، کشاورزی اکولوژیک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران.

جعفری، ص. چرم، م. عنایتی ضمیر، ن. و معتمدی ح. ۱۳۹۳. تأثیر دو جدایه باکتری مقاوم به شوری بر رشد جو در سطوح مختلف شوری خاک. نشریه زیست‌شناسی خاک، جلد۲، شماره ۲، صفحات ۱۸۷ تا ۱۹۶.

حیدریان‌پور، م.ب. رمضانی مژدهه، ز. و ثامنی، ع. ۱۳۹۲. اثر نیتروژن و باکتری‌های زیستی برعملکرد، غلظت و جذب کل عناصرغذایی شاخساره گندم. مجله پژوهش‌های خاک، جلد ۲۷، شماره ۲، صفحات ۱۴۱ تا ۱۴۸.

سادات، ع. ثواقبی، غ. رجالی، ف. خاوازی، ک. و شیرمردی، م. ۱۳۸۸. صفحات ۱۱۷ تا ۱۱۸. تأثیر چند نوع مایه تلقیح میکروبی، بر میزان جذب عناصر آهن، منگنز، مس و روی دو رقم گندم در شرایط شور. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، گرگان.

شیخی، ج. ثقفی،ع. کریمیان، ن. زارعی،م و یثربی، ج. ۱۳۹۴. اثر قارچ میکوریز آربوسکولار و ورمی کمپوست روی عملکرد بیولوژیک و جذب عناصر غذایی کم مصرف ارقام گندم‌ بهار و شیراز. نشریه زیست‌شناسی خاک، جلد۳، شماره ۱، صفحات ۴۶ تا ۵۷.

عباس‌منش، گ. و موحدی نایینی، ع. ۱۳۸۸. صفحات ۳۵۹ تا ۳۶۱. اثر پتانسیل‌های محرک رشد ازتوباکتر روی، رشد و عملکرد و جذب عناصرغذایی گندم. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، گرگان.

فاتحی، الف. ۱۳۹۴. اثر کرم خاکی *آیزینیا فتیدا*، قارچ میکوریزا آربسکولار، *گلوموس موسه‌آ* و باکتری *باسیلوس* بر گیاه پالایی سرب توسط ذرت (*Zea mays L.*). پایان نامه کارشناسی ارشد کشاورزی اکولوژیک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران.

قارایی کسمائی، ا. شعبان‌پور، م. و فرقانی، ا. ۱۳۹۳. صفحات ۱ تا ۸. اثر کرم‌خاکی و ماده‌آلی بر آهن و روی قابل دسترس در خاک. دومین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار.

فتحی، ق. و قلی‌زاده، م.ح. ۱۳۸۸. تأثیر کودهای کم‌مصرف آهن، روی و مس بر رشد و عملکرد ارقام جو در شرایط آب و هوایی خوزستان. فصلنامه علمی تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد۱، صفحات ۱ تا ۱۴.

قول‌لرعطا، م. ۱۳۸۴. اثر تلقیح مایکوریزا بر عملکرد شبدر برسیم و جذب عناصر غذایی در سطوح مختلف شوری و فسفر خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

مهدوی، ف. اسماعیلی، م. ع. فلاح، الف. و پیردشتی، ه. ۱۳۸۴. مطالعه خصوصیات مورفولوژیک، شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام بومی اصلاح شده برنج. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۷، صفحات ۲۸۰ تا ۲۹۸.

Burd G.I, George Dixon D, and Glick B. R. 1998. A Plant growth promoting bacterium that decreases nickel toxicity in seedlings. Joutnal of Applied and Environmwntal Microbiology. 64:3663 -3668.

Chen B.D Li X.L, Tao H.Q, Christie P, and Wong M.H. 2003. The role of *Arbuscular mycorrhiza* in zinc uptake by red clover growing in a calcareous soil spiked with various quantities of zinc. Chemosphere 50:839-846.

Chintala R, Gelderman R H, Thomas E, Schumacher, and Douglas D. M. 2015. Vegetative corn growth and nutrient uptake in Biochar amendends Soil from an Eroded Landscape. Proceedings of the Joint Annual Meeting of the Association for the Advancement of Industrial Crops and the USDA National Institute of Food and Agriculture.200-216.

Edward C.A, and Bohlen P.J. 1996. Biology and Ecology of Earthworms, third ed. Chapman and Hall, London. 333 pp

The effect of Azospirillum, Mycorrhizal fungi and Earthworm on Wheat yield and yield components

. A. Mosharraf[1], A. Danesh shahraki[2], H. R. Motaghian[3]
[1] MSc student of Agroecology, Shahrekord University
[2] Assistant Professors, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University
[3] Assistant Professors, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University

Abstract

In order to evaluate the effect of *Azospirillum*, Mycorrhizal fungi and Earthworm on Wheat yield and yield components, this experiment was carried out in a randomized complete block design with four replications at the Shahrekord University. In this experiment the effects of bacteria (*Azospirillum lipoferum*), mycorrhizal fungi (*Glomus mosseae*), Earthworm (*Eisenia foetida*) and integrated application of them as experimental treatments on wheat, Pishtaz cultivar, was evaluated. The results showed that the effect of treatments on the number of grains per spike, spike number, grain and biological yield was significant. According to this experiment results in almost all traits Bacteria+mycorrhizal fungi+earthworm (B+F+W) and then Bacteria and earthworm (B+W) and mycorrhizall fungi and earthworm (F+W), had the most positive effect on wheat yield and yield components compared to the control, respectively.

Keywords: Plant Growth Promoting Bacteria (PGPR), Harvest Index, Organic Farming, Bio fertilizer