پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۶ محور مقاله: شیمی و حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

اثر عوامل بیولوژیک بر برخی صفات آگرومورفولوژیک گندم نان تحت کمبود آهن و روی

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

چکیده

در این آزمایش اثر باکتری محرک رشد *Azospirillum lipoferum* ، قارچ مایکوریزا جنس *Glomus mosseae*، کرم‌خاکی جنس *Eisenia foetida* و کاربرد تلفیقی آنها بر رقم گندم پیشتاز در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس صفات آگرومورفولوژیک، نشان می‌دهد که اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات ارتفاع بوته در بلوک در سطح (٪۵) و در تیمار در سطح (٪۱) معنی دار بود و بقیه صفات در سطح احتمال (٪۱) معنی‌دار شدند. تیمار (باکتری+کرم‌خاکی+قارچ) و (باکتری+کرم‌خاکی) تأثیر به سزایی بر افزایش وزن خشک برگ و تعداد پنجه داشتند. کاربرد قارچ مایکوریزا نیز اثر معنی‌داری بر اندام‌های زیرزمینی و رشد ریشه داشت. به طوری که بیشترین حجم و وزن ریشه در تیمار قارچ به دست آمد.

واژه های کلیدی: گندم، باکتری محرک رشد، قارچ مایکوریزا، کرم‌خاکی، صفات آگرومورفولوژیک

مقدمه

سال‌های اخیر بحران آلودگی زیست محیطی به عنوان یک تهدیدکننده سلامتی انسان مطرح است (صفری و همکاران، ۲۰۱۶). پس اخیراً یک تجدید حیات در محیط زیست ایجاد و شیوه‌های دوستانه، پایدار و ارگانیک در پیش گرفته می‌شود و افزایش و گسترش نقش کودهای زیستی می‌تواند موجب کاهش کودهای شیمیایی و اثرات نامطلوب زیست محیطی شود (کارلیداگ و همکاران، ۲۰۰۷).

گندم در تمامی قاره‌ها در سطح وسیع کشت می‌شود و برای رشد خود به موادغذایی مثل ریزمغذی‌ها نیازمند است (رحیمی چگنی و همکاران، ۱۳۹۰). استفاده از عناصر ریزمغذی، یکی از راه‌های افزایش خصوصیات کمی و کیفی عملکرد گندم است (مارالیان و همکاران، ۱۳۸۷). بیش از ۳ میلیون نفر از جمعیت جهان از کمبود روی و آهن رنج می‌برند. مصرف زیاد و یکنواخت غلات با غلظت‌های پایین عناصر کم‌مصرف از دلایل عمده توسعه بین المللی کمبودهای آهن و روی در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (کاک‌مک، ۲۰۰۲).

بعضی ریزجانداران به‌روش‌های مختلف از قبیل تغییر شکل عناصر از غیرقابل جذب به شکل قابل جذب، حل کردن ترکیبات حاوی عناصرغذایی که به صورت نامحلول یا کم‌محلول در خاک تجمع یافته‌اند و با افزایش سطح جذب و گسترش سیستم ریشه‌ای در خاک به تغذیه گیاهان کمک می‌کنند (آقابابایی، ۱۳۸۷).

باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) با تولید آنزیم ACCدآمیناز 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). باکتری‌ها تا اندازه‌ای می‌توانند جبران نیاز کودهای شیمیایی را برای استراتژی کشاورزی پایدار کنند و باعث کاهش صدمات زیست محیط شود (کارلیداگ و همکاران، ۲۰۰۷).

قارچ‌های مایکوریزا- آربسکولار بزرگترین گروه قارچ‌های مایکوریزایی هستند که به سلول‌های پوستی ریشه نفوذ کرده و ساختمان‌هایی به نام وزیکول و آربسکول تشکیل می‌دهند که آربسکول‌ها در پوست، سطح تبادل ترکیبات متابولیکی را بین

میزبان و قارچ افزایش می‌دهند و با افزایش جذب عناصر با قابلیت جابجایی کمتر نظیر فسفر، مس و روی و بهبود روابط آبی گیاه، باعث افزایش رشد گیاه می‌گردند (فلاحیان و همکاران، ۱۳۸۴).

کرم‌های خاکی موجوداتی هستند که ارسطو به‌عنوان روده زمین از آنها یاد کرده و داروین مشاهداتی را بر روی چگونگی عمل مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک مزرعه توسط کرم‌ها و عمل هضم به‌دست آورد و آن‌ها را دستگاه گوارش زمین نام نهاد. به عقیده وی کرم‌های خاکی دوستان و سربازان ثابت قدم انسان‌ها هستند که شب و روز در خاک فعالیت می‌کنند (علیخانی و دیندارلو، ۱۳۹۴).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کاربرد جداگانه و تلفیقی باکتری‌های محرک رشد گیاه، قارچ مایکوریزا و کرم‌خاکی برجذب آهن و روی و خصوصیات آگرومورفولوژیک گندم، آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد انجام گرفت. آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، تیمارها شامل شاهد (C)، تلقیح باکتریایی بذور با باکتری محرک رشد *Azospirillium lipoferium* L (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) بر روی رقم گندم پیشتاز اجرا شد.

جهت اعمال تیمارهای تلقیح باکتری، بذور استریل به مدت ۱ ساعت در سوسپانسیون باکتری که میزان جذب آن در طول موج ۶۰۰ نانومتر برای دستیابی به تراکم مایه تلقیح $۵*۱۰^{۸}$ واحد تشکیل دهنده کلونی (CFU) بر میلی‌لیتر روی ۰/۵ تنظیم گردیده، فرو برده می‌شوند. بذور شاهد پس از استریلیزاسیون به مدت ۱ ساعت در دمای اتاق در مقابل آب مقطر قرار داده می‌شوند (بورد و همکاران، ۱۹۹۸).

به منظور اعمال تیمارهای قارچ مایکوریز آربوسکولار، حدود ۷-۵ سانتی‌متر از قسمت بالایی خاک هر گلدان برداشته شده و مقدار ۵۰ گرم زادمایه به‌صورت یک لایه نازک یکنواخت در سطح خاک پخش خواهد شد. مقدار خاک برداشت شده از هر گلدان روی زادمایه برگردانده می‌شود. برای تیمارهای بدون قارچ، مقدار معادل از مایه‌ی تلقیح مایکوریزا استریل‌شده به خاک هر گلدان اضافه خواهد شد تا شرایط برای تمام گلدان‌ها یکسان گردد (چن و همکاران، ۲۰۰۳).

کرم‌های‌خاکی یک هفته پس از کشت به گلدان‌ها اضافه خواهد شد. به منظور جلوگیری از فرار کرم‌های‌خاکی زیر و روی سطح خاک گلدان‌ها با توری نازک مسدود می‌شود. به منظور تغذیه کرم ها نیز از پودر یونجه استفاده شد. در مرحله رسیدگی گیاه 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).

قبل از تجزیه واریانس، فرضیات تجزیه واریانس شامل همگنی واریانس‌ها و توزیع نرمال باقی‌مانده‌ها و اثر تیمارها بر ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی استفاده شد. همچنین، برای مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال ۵ درصد و تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس، نشان می‌دهد که اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات قطر ساقه و طول سنبله غیر معنی‌دار بود (جدول۱). در ارتفاع بوته در بلوک در سطح (۵٪) و در تیمار در سطح (۱٪) معنی دار بود و تیمار قارچ و کرم با مقدار ۶۹/۱۳۹ بیشترین ارتفاع را داشت ولی با تیمارهای شاهد، کودشیمیایی، تیمار باکتری و کرم و تلفیق سه موجود زنده اختلاف معنی‌داری ندارند (جدول ۲) ولی با تیمار باکتری اختلاف معنی‌داری دارند. بقیه صفات در سطح احتمال (۱٪) معنی‌دار شدند (جدول ۱).

در تیمار باکتری کوتاه‌ترین بوته و تیمار قارچ و کرم بلندترین بوته را دارا هستند. مقایسه میانگین نشان می‌دهد که تیمار (B) و (F) با هم و (W) و (B+W) نیز باهمدیگر در تعداد پنجه اختلاف معنی‌دار ندارند. در صفت قطر ساقه اثر تیمارها با هم مشابه بوده‌است و در طول سنبله نیز شاهد به جز تیمار باکتری با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری ندارند؛ همچنین بیشترین قطر ساقه و طول سنبله مربوط به شاهد و کمترین مربوط به تیمار باکتری است.

تیمار (B+F+W) و (B+W) تأثیر معنی داری در وزن خشک برگ و تعداد پنجه داشته اند که در وزن خشک برگ اختلاف معنی‌داری بین این دو تیمار با دیگر تیمارها وجود دارد و تأثیر به سزایی بر افزایش وزن خشک برگ داشته است. در صفت تعداد پنجه این دو تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمار کرم خاکی ندارد و با تیمار های دیگر اختلاف معنی‌دار داشته است.

با توجه به تحقیقات پیشین قارچ می‌تواند از طریق اندام‌های تخصصی آربسکول (اندامک تبادل مواد مغذی با گیاه میزبان) و وزیکول (اندامک ذخیره سازی) و محاصره کردن ریشه گیاهان از طریق هیف قارچی باعث بالا بردن ظرفیت جذب ریشه برای دریافت آب و مواد مغذی می‌شود. قارچ برای کشت و زرع گندم موجب بهبود و افزایش بهره‌وری زیست‌بوم می‌شود. مکانیزم مؤثر بر کارائی ارقام گندم در جذب مواد مغذی عبارتند از سرعت جذب موادمغذی ریشه توسط گیاهان و جایگزینی موادمغذی در گیاهان دارد (مردوخی و همکاران، ۲۰۱۱). اثرات مهم آن از جمله رشد گیاهی، افزایش انشعابات و شاخه و رشد جانبی ریشه‌ها، طول اختصاصی ریشه و قطر ریشه است (بیشت و همکاران، ۲۰۰۹).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول سنبله، وزن خشک برگ، وزن خشک ریشه و حجم ریشه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد پنجه	طول سنبله	وزن برگ	وزن خشک ریشه	حجم ریشه
بلوک	۳	۵۱/۲۵۰*	۰/۰۲۲^{ns}	۰/۱۳۱^{ns}	۰/۸۰۴^{ns}	۰/۰۱۹^{ns}	۱۴۵۱/۹۰۹^{ns}	۰/۶۲۲^{ns}
تیمار	۸	۶۵/۹۱۱**	۰/۰۲۶^{ns}	۳/۳۰۹**	۰/۴۵۷^{ns}	**۰/۷۲۰	۲۶۱۷۸/۵۰۵**	۳/۳۷۱**
خطا	۲۴	۱۴/۵۴۲	033۰/	۰/۲۰۲	436/0	۰/۰۲۲	۴۴۷۴/۹۰۰	۰/۴۷۴
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۰۱	07/8	۱۳/۹۵	95/7	۸/۲۲	۱۳/۴۶	۱۳/۳۷

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

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول سنبله، وزن خشک برگ، وزن خشک ریشه و حجم ریشه

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد پنجه در بوته	طول سنبله (cm)	وزن خشک برگ (گرم در بوته)	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)	حجم ریشه (گرم در بوته)
شاهد	۶۵/۳۰۷^{ab}	۲/۳۷۲۰^{a}	۲/۳۳۳۳^{c}	۸/۷۸۷۳^{a}	۱/۳۹۲۷^{de}	۴۳۴^{ed}	۴/۶۰۰۰^{edf}
باکتری	۵۴/۳۱۳^{c}	۲/۱۲۷۳^{a}	۳/۵۰۰۰^{b}	۷/۸۰۶۹^{b}	۱/۳۶۰۰^{e}	۴۶۶^{cde}	۵/۳۳۳۳^{bcd}
قارچ	۶۳/۱۴۱^{b}	۲/۱۹۳۳^{a}	۲/۷۷۷۸^{c}	۸/۵۶۱۴^{ab}	۱/۴۹۴۸^{cde}	۶۲۴/۶۷^{a}	۶/۴۶۶۷^{a}
کرم‌خاکی	۶۱/۱۱۷^{b}	۲/۲۲۹۰^{a}	۳/۹۴۴۴^{ab}	۷/۹۵۵۹^{ab}	۱/۹۷۱۵^{b}	۳۹۱/۳۳^{e}	۴/۱۵۸۳^{ef}
باکتری + قارچ	۶۲/۸۴۰^{b}	۲/۳۰۳۳^{a}	۲/۲۰۸۳^{c}	۸/۱۹۱۴^{ab}	۱/۶۶۹۳^{c}	۴۸۵/۳۳^{cde}	۴/۹۳۳۳^{cde}
قارچ + کرم‌خاکی	۶۹/۱۳۲^{a}	۲/۳۳۹۵^{a}	۲/۸۳۳۳^{c}	۸/۴۸۲۴^{ab}	۲/۰۵۳۱^{b}	۴۱۷^{ed}	۳/۷۴۴۴^{f}
باکتری + کرم‌خاکی	۶۴/۹۲۷^{ab}	۲/۱۹۵۵^{a}	۴/۴۱۶۷^{a}	۷/۹۴۶۷^{ab}	۲/۳۷۲۷^{a}	۵۹۲^{ab}	۵/۹۳۳۳^{abc}
باکتری + قارچ + کرم‌خاکی	۶۴/۶۸۰^{ab}	۲/۳۱۲۴^{a}	۴/۵۵۵۶^{a}	۸/۴۳۶۶^{ab}	۲/۵۱۱۴^{a}	۴۹۸/۳۳^{bcd}	۵/۰۱۱۱^{cde}
کود شیمیایی	۶۵/۱۹۰^{ab}	۲/۲۰۹۰^{a}	۲/۴۱۶۷^{c}	۸/۵۴۵۰^{ab}	۱/۵۷۹۸^{cd}	۵۶۳/۳۳^{abc}	۶/۱۶۶۷^{ab}

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

در دو صفت حجم و وزن خشک ریشه نیز تیمار قارچ، تیمار باکتری و کرم و کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری ندارند و نسبت به شاهد حجم و وزن ریشه را افزایش داده‌اند. می‌توان گفت که قارچ مایکوریزا تأثیر به سزایی بر اندام‌های زیرزمینی و رشد ریشه داشته است و بیشترین حجم و وزن مربوط به تیمار قارچ است. در مورد اندام هوایی و وزن خشک برگ و تعداد پنجه نیز می‌توان گفت که تیمار تلفیقی سه‌گانه و تیمار باکتری و کرم بیشترین میزان تأثیر را داراست (جدول ۲).

منابع

. آقابابایی ف. ۱۳۸۷. نقش همزیستی مایکوریزایی بر رشد و جذب عناصرغذایی در ژنوتیپ‌های سفید، مامایی، ربیع و تلخ بادام. پایان‌نامه کارشناسی ارشد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

رحیمی چگنی، ر. خورگامی، ع. رفیعی، م. زیدی طولابی، ن. ۱۳۹۰. بررسی اثر سطوح مختلف کودهای سولفات روی و سولفات منگنز بر خصوصیات کمی و کیفی سه رقم گندم آبی در شهرستان خرم آباد. مجله دانش زراعت، سال چهارم، شماره 5.صفحات ۳۳ تا ۴۲.

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.

علیخانی ح. و دیندارلو ن. ۱۳۹۴. ورمی‌تکنولوژی (فناوری کرم‌های خاکی) فرصتی در جهت نیل به کشاورزی پایدار (مروری). دومین همایش یافته های نوین در محیط زیست و اکوسیستم های کشاورزی، دانشگاه تهران.

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.

فلاحیان، ف.ا. عباسپور، ح. فهیمی، ح. و خاوری‌نژاد، ر. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر قارچ اندومیکوریز بر تغذیه معدنی و رشد گیاه پسته (*Pistacia vera* L.) در شرایط شوری. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۶۷. صفحات۸۲ تا ۸۶.

مارالیان، ح. طالش‌میکائیل، ر. د. شهبازی، ک. و ترابی گیگلو، م. ۱۳۸۷. اثر محلول‌پاشی آهن و روی در بهبود خصوصیات کمی و کیفی دانه سه رقم گندم. پژوهش کشاورزی :آب، خاک و گیاه در کشاورزی، جلد هشتم، شماره چهارم. صفحات ۴۷ تا ۵۹.

Bisht R, Chaturvedi SH, Srivastava R, Sharma A.K and Johri B.N. 2009. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi, *Pseudomonas fluorescens* and *Rhizobium leguminosarum* on the growth and nutrient status of *Dalbergia sissoo* Roxb. International Society for Tropical Ecology. *Tropical Ecology* **50**(2): 231-242, 2009

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.

Cakmack I. 2002. Plant nutrition research priorities to meet human needs for food sustainable ways. Plant and Soil. 247: pp.3- 24.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.

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.

Karlidag H, Esitken A, Turan M, and Sahin F. 2007. Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple. Scientia Horticulturae 114: 16–20.

Mardukhi B, Rejali F., Gudarz D, Ardakani M.R, Mardukhi M.J, and Miransari M.2011. Arbuscular mycorrhizas enhance nutrient uptake in different wheat genotypes at high salinity levels under field and greenhouse conditions. Contents lists available at ScienceDirect Comptes Rendus Biologies. 564–571pp.

Safari D, Jamali F, Nooryazdan H.R and Bayat F. 2016. Screening fluorescent pseudomonads isolated from wheat rhizosphere for plant growth- promoting and salt tolerance properties Biological Forum - An International Journal 8(1): 35-42.

The effects of biological factors on agro-morphological traits of wheat under iron and zinc deficiencies

A. Mosharraf[1], A. Danesh shahraki[2], H. R. Motaghian[3]
[1] M.Sc 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 this experiment the effects of *Azospirillum lipoferum* as a plant growth promoting bacteria, Mycorrhizal Fungi (*Glomus mosseae*), Earthworm (*Eisenia foetida*) and they combined application on wheat Pishtaz cultivar was evaluated in a randomized complete block design experiment by four replications. Analysis of variance showed that the effects of treatments except for stem diameter and length of spike, on other traits was significant. Integrated treatments (Bacteria+mycorrhizal fungi+and earthworm), (Bacteria+earthworm) have a significant influence on gain weight, leaves dry weight and number of tillers. Moreover, Mycorrhizal fungi had a significant effect on root growth. So most of the volume and weight of root was obtained by fungus treatment.

Keywords: Wheat, PGPR, Mycorrhizal fungi, Earthworm, agro-morphological traits