یافته های نوین کشاورزی
سال سوم- شماره۱- پاییز ۱۳۸۷

بررسی کاربرد توام میکوریزا و آزوسپریلیوم با هدف بهینه سازی مصرف کود نیتروژن و فسفر در زراعت پایدار ذرت

امید علیزاده *، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروز آباد
اردلان علیزاده، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد استهبان
آیدا خواست خدایی، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر همزیستی قارچ مایکوریزا و باکتری های آزوسپریلیوم به عنوان کودهای بیولوژیک در سطوح مختلف کود شیمیایی فسفر و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت انجام گرفت. آزمایش ها به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار در شرایط کنترل شده خاک درنظر گرفته شد. تیمارها شامل مصرف کود شیمیایی فسفر و نیتروژن در۳ سطح (بدون مصرف ازت و فسفر)، (ازت ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر ۵۰ کیلوگرم در هکتار، (ازت ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و تیمار آزوسپریلیوم در ۲ سطح (مصرف و عدم مصرف) تیمار میکوریزا در ۲ سطح (مصرف و عدم مصرف) درنظر گرفته شدند. نتایج نشان داد عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت تاثیر تیمارها ی کودی قرارگرفتند. به طوری که آزوسپریلیوم بر عملکرد دانه و تعداد دانه های بلال به طور معنی داری اثر گذاشت اما بر وزن هزار دانه تاثیر نداشت. مایکوریزا توانست بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه در سطح ۱٪ تاثیر مثبت بگذارد اما بر تعداد دانه در بلال اثر معنی داری نداشت. با مصرف مقادیر متوسط کودهای شیمیایی فعالیت این میکروارگانیسم ها بیشتر ولی با افزایش مصرف کودهای شیمیایی این نقش کم رنگ می گردد. هیچ گونه تاثیرمنفی وآنتاگونیستی بین میکروارگانیسم هادراین تحقیق مشاهده نشد، لذا همراه با مصرف هردومیکروارگانیسم می توان تا ۱۰۰کیلوگرم کود ازت و۵۰ کیلوگرم کود فسفر را بدون اینکه اثر منفی بر فعالیت آنها بگذارد مصرف نمود.

واژه های کلیدی: میکوریزا، آزوسپریلیوم، ازت، فسفر، ذرت

---

* نویسنده رابط : E-mail: omid_alizadeh2003@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله:۸۹/۳/۱۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۶/۱۵

مقدمه

مدیریت مصرف کود یک عامل مهم در موفقیت کشت گیاهان می باشد و در این بین شناسایی کودهای بیولوژیک سازگار با طبیعت و مناسب برای رشد و نمو گیاهان می تواند اثرات مطلوبی بر شاخص‌های کمی و کیفی محصول داشته باشد. از جمله این کودهای بیولوژیک قارچ های مایکوریزا و باکتری های آزوسپریلیوم هستند. گرچه استفاده از کودهای بیولوژیک در کشاورزی قدمت زیادی دارد ولی بهره برداری علمی از این گونه منابع سابقه چندانی ندارد (۱). امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی رویه کودهای شیمیایی در مزارع و خاک ها به وجود آورده است استفاده از منابع بیولوژیک کودی در کشاورزی بیش از پیش مطرح است (۲). یکی از راه های دست یابی به اهداف کشاورزی پایدار، استفاده از میکروارگانیسم هایی است که نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی گیاهان دارند (۱۱).

کود های بیولوژیک به تولیدات حاصل از فعالیت میکروارگانیسم هایی که در ارتباط با تثبیت ازت و یا فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی در خاک فعالیت می کنند اشاره دارد (۵). واژه مایکوریزا به معنی قارچ ریشه به طورکلی به همزیستی بین ریشه گیاهان و میسلیوم های قارچی اطلاق می شود (٤ و ۹). تحقیقات نشان داده است که قارچ های میکوریزای وزیکولار- آربیسکولار (VAM) باعث افزایش رشد و نمو گیاه میزبان می گردند (۱۰). البته عوامل مختلفی بر این توانایی اثر دارند که از آن جمله می توان به میزان توانایی میسلیوم های خارجی قارچ های میکوریزایی در انتشار به درون خاک و تاثیر عوامل محیطی نظیر نور، pH خاک و تهویه خاک اشاره نمود. این نوع قارچ ها بر جذب عناصر غذایی مثل فسفر و ازت همچنین جذب آب در شرایط تنش، تولید هورمون های گیاهی تعدیل کننده اثرات تنش های محیطی، افزایش مقاومت نسبت به عوامل بیماری زا در گیاه و کاهش آسیب های ریشه ای، تاثیر بر دانه بندی خاک، تشدید فعالیت تثبیت بیولوژیک ازت، همچنین بهبود خواص کمی و کیفی فرآورده های زراعی موثرند (۳، ۱۰ و۲۱). از طرف دیگر باکتری های آزوسپریلیوم که قابلیت همزیستی با ریشه غلات را دارند در تثبیت بیولوژیک ازت در بسیاری از گیاهان دیگر هم مانند افزایش تقسیم سلولی در ریشه، تغییر مورفولوژی ریشه، افزایش تارهای کشنده و افزایش جذب مواد غذایی موثرند (۱۵، ۱۸و۲۷).

استفاده از این گونه مواد بیولوژیک در سیستم های زراعتی امروزه دارای اهمیت خاصی است و یکی از مهمترین راه های نیل به اهداف کشاورزی پایدار محسوب می شود. اخیرا کاربرد با کتری آزوسپریلیوم به دلیل توان تثبیت ازت مولکولی به صورت همیاری با غلات و همچنین تولید هورمون های محرک رشد گیاه به عنوان یک کود بیولوژیک در کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. این باکتری علاوه بر پتانسیل قابل توجهی که برای بهبود رشد گیاهان میزبان از خود نشان داده است، به دلایل دیگری مانند طیف وسیع گیاهان میزبان، تنوع گونه ای و تعدیل اثرات تنش های محیطی مورد توجه قرار گرفته است (٤). نتایج پژو هش های مختلف نشان داده که تلقیح گیاهان با آزوسپریلیوم کاهش مصرف کود شیمیایی به

خصوص کود نیتروژنه و افزایش رشد و نمو گیاه را به همراه دارد. همچنین در گیاه ذرت و سورگوم افزایش جذب ازت و فسفر را به واسطه افزایش سیستم ریشه گیاه به دنبال داشته است (۲۵ و ۲٦). از طرفی تحقیقات روستا (۱۳۷۵) در نقاط مختلف ایران نشان داد فراوانی نسبی آزوسپریلیوم در خاک های نقاط مختلف استان فارس بالا می باشد (٤). میکوریزا علاوه بر تاثیر قابل توجه بر بهبود رشد گیاه جذب عناصر غذایی را افزایش می دهد از مهمترین عناصری که توسط میکوریزا به طور فعال و در سطح وسیع جذب می شود عنصر فسفر است. نتایج بعضی تحقیقات نشان داده که سرعت جریان فسفر بدرون گیاه میکوریزایی ۳ الی ٦ مرتبه بیشتر از گیاهان غیر میکوریزایی است (١٦ و۳۳).

علاوه بر فسفر، نیتروژن نیز جزء عناصری است که تحقیقات نشان داده گیاهان میکوریزایی جذب آن را بالا برده اند (۸ و ٢٤). این افزایش جذب در گیاهان میکوریزایی حتی در شرایطی که فسفر خاک نیز زیاد باشد دیده می شود (۲۳). هیف های گیاهان میکوریزایی این توانایی را دارند که نیتروژن خاک را جذب و به ریشه گیاهان منتقل کنند (۲۳). البته دیده شده که هیف های قارچ میکوریزایی جذب نیتروژن از نوع آمونیم را به نیترات ترجیح می دهند (۲۸). هدف از انجام این تحقیق بررسی کاربرد توام آزوسپریلیوم و میکوریزا با هدف بهینه سازی مصرف کود شیمیایی ازته و فسفره در زراعت پایدار ذرت می باشد.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دنیای گل و گیاه واقع در ۲۹/٦۸ عرض شمالی و ۵۲/٤۵ درجه طول شرقی در منطقه دراک شیراز به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در محیط طبیعی و به صورت گلدانی اجرا گردید. برای این کار گلدان‌های پلاستیکی با قطر ٤۵ سانتی‌متر و ارتفاع ٤۰ سانتی‌متری و به حجم تقریبی ۱۰ کیلوگرم خاک انتخاب و سپس گلدان‌ها کاملاً با الکل استریل شدند. جهت زهکشی گلدان ها تعدادی سوراخ در ته آن ها ایجاد شد. برای تهیه محیط کشت مناسب ابتدا خاک لازم برای گلدان‌ها به صورت۵۰ درصد خاک زراعی که از عمق۰-۲۰ سانتی‌متری خاک مزرعه تهیه پس از عبور از غربال ۲ میلی‌متری با ۵۰ درصد ماسه بادی به صورت یکنواخت مخلوط شد. نمونه‌ای از این خاک تهیه و برای آزمایش تجزیه و تشخیص عناصر موجود در آن آزمایش شد که نتایج آزمون خاک در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: نتایج آزمون خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک

هدایت الکتریکی mμ/cm	اسیدیته	کربن(درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	فسفر(ppm)	پتاسیم (ppm)	آهن(ppm)	ازت (ppm)	روی (ppm)	منگنز (ppm)	مس(ppm)
۳/٦۲	۷/۰۱	۰/٤٦	۱۵	۲۵	٦۰	٤/۲	۸۰	۳/۱	۰/۰٤	۰/۳۵	۲/۸	۱/۲

سپس مخلوط خاک حاصل با استفاده از اتوکلاو و با دمای۱۲۱/۵ درجه سانتی گراد و فشار ۱۵ بار به مدت ۲ ساعت استریل گردید تا خاک کاملا عاری از هرگونه اسپور قارچ یا مواد زنده دیگری گردد. درون هر گلدان ۹۵۰۰ گرم خاک استریل ریخته و سپس بذور ذرت دانه ای هیبرید سینگل کراس ۷۰٤ قبل از کاشت کاملا شست شو شده و به مدت ۱۰ تا ۱۲ روز در دستگاه ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. بذرها در این مرحله جوانه‌زده و سبز شدند. گیاهچه های ذرت مورد استفاده برای کشت در گلدان ها دارای ریشه سالم به طول تقریبی ۰/۷ تا ۱/۵ سانتی‌متر بودند. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از تیمار مصرف هم زمان به ترتیب کود ازت و فسفر در سه سطح کاربرد با نسبت های ازت و فسفر صفر(F0)، ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار (F1) و مصرف ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (F2). در این بررسی نیتروژن مورد نیاز از منبع کود اوره و منبع تامین فسفراز منبع کود سوپر فسفات تریپل بود. تیمار آزوسپریلیوم در دو سطح با مصرف جمعیت 10^8cfu/g آزوسپریلیوم (*Azospirillum brasilense*) در ماده حامل پیت (A1) و عدم مصرف آزوسپریلیوم (A0) و تیمار کاربرد میکوریزا در دو سطح با مصرف جمعیت g/اسپور 10^5 میکوریزا (*Glomus intaradices*) در ماده حامل رس و پیت (M1) و عدم مصرف (M0). به طورکلی در این آزمایش ۳٦ گلدان مورد استفاده قرار گرفت. برای تلقیح گیاهچه‌های جوان ذرت از پروپاگول که عبارت بود از مخلوط اسپور قارچ، میسلیوم‌های خارجی و قطعات ریشه کلنیزه شده توسط میکوریزا به همراه آزوسپریلیوم در زمان قرارگرفتن بذور جوانه زده در خاک استفاده شد. بدین صورت که در هر گلدان ۳ حفره به عمق حدود ۳ سانتی‌متر به فاصله ۳ تا ۵ سانتی‌متر از یکدیگر ایجاد شد و قبل از قرار دادن بذور جوانه زده در این حفرات در کف آن ها پروپاگول اضافه شد. همچنین روی آن ها با پروپاگول و ماسه نرم پوشیده شد. برای تیمارهای غیر میکوریزایی و غیر باکتریایی فقط ماسه نرم روی گیاهچه ها ریخته شد. سپس کلیه گلدان‌ها با آب مقطر آبیاری شدند. بعد از خارج شدن گیاهچه از خاک فقط ۱ گیاهچه در گلدان حفظ و بقیه حذف شد. در پایان رشد زایشی میزان اثرباکتری آزوسپریلیوم و میکوریزا و اثر متقابل آن دو و همچنین اثر کود شیمیایی ازت و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه مورد اندازه گیری قرار گرفت. نتایج آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحریر قرار گرفت. مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل تیمارها با استفاده از آزمون دانکن ۵٪ برای صفات مورد بررسی انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل ازتجزیه واریانس در جدول۲ آورده شده است. همچنین مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل تیمارها با استفاده از آزمون دانکن برای صفات مورد بررسی انجام گرفت که نتایج حاصل در جدول ۳ نشان داده شده است. همان طورکه در جدول۲ مشاهده می شود اثر متقابل مایکوریزا و

آزوسپریلیوم و کود های شیمیایی بر عملکرد دانه در سطح ۱٪ معنی دار شدند. اثر کاربرد آزوسپریلیوم بر عملکرد دانه و تعداد دانه های بلال در سطح ۱٪ موثر ولی بر وزن هزار دانه بی تاثیر بود. تیمار مصرف مایکوریزا بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه در سطح ۱٪ و بر تعداد دانه های بلال در سطح ۵٪ معنی دار بودند. تیمار اثر متقابل آزوسپریلیوم و مایکوریزا و اثر متقابل آزوسپیرلیوم و کود و همچنین اثر متقابل کود و مایکوریزا در عملکرد دانه در سطح ۱٪ معنی دارمی بود. تاثیر متقابل آزوسپریلیوم و مایکوریزا بر وزن هزار دانه در سطح ۵٪ معنی دار بود. مطابق با جدول ۳ مقایسه میانگین های عملکرد دانه در اثر کاربرد میکوریزا و آزوسپریلیوم و اثرمتقابل آن ها نشان می دهد کاربرد میکوریزا به تنهایی در مقایسه با عدم مصرف میکوریزا و همچنین مصرف آزوسپریلیوم به تنهایی در مقایسه با عدم مصرف آن و همچنین اثر متقابل آن دو بر هم با میانگین ۷۵/۷ گرم در بوته بیشترین عملکرد دانه را به وجود آورده است. این امر نشان دهنده اثر سینرژیستی این دو بر عملکرد دانه می باشد. به طوری که عملکرد دانه در تیمار مصرف آزوسپریلیوم و میکوریزا و اثرات متقابل آن ها در یک گروه آماری قرار گرفته اند که این تفاوت را هم در تعداد دانه های بلال و هم در وزن هزار دانه می توان دید. در این بین مهمترین جزء عملکرد دانه که باعث افزایش عملکرد شده است در تیمار آزوسپریلیوم تعداد دانه و در تیمار میکوریزا افزایش وزن هزار دانه می باشد. این امر موید آن است که میکوریزا و آزوسپریلیوم هم در افزایش نشانه های تولید دانه نقش دارند و هم با افزایش جذب مواد غذایی و تغذیه بهتر گیاه در افزایش وزن هزاردانه نقش داشته اند. به نظر می رسد کاربرد آزوسپریلیوم عمدتا در افزایش تعداد دانه و مصرف مایکوریزا در افزایش وزن هزاردانه موثر بوده است. نتایج این تحقیقات نشان داده در مناطق گرمسیری تلقیح ذرت با آزوسپریلیوم می تواند ۱۰ تا ۲۰ درصد از ازت مورد نیاز را در اختیار گیاه قرار دهد و با توجه به سطح زیر کشت این محصول سالیانه میلیون ها تن کود از ته صرفه جویی می شود (۲۲). کاپولینک و همکاران (۱۹۸۱) و زادی و همکاران (۱۹۹۳) در طی آزمایش بر روی گیاه ذرت اعلام کردند تلقیح با آزوسپیریلوم نسبت ریشه به ساقه، طول برگ ها و ارتفاع گیاه، تعداد سنبلچه ها، تعداد دانه در هر سنبله در گیاهان تلقیح شده را به طور معنی داری افزایش داده و در مجموع موجب تأثیر بر اجزای عملکرد و افزایش محصول و وزن گیاه می شود. آن ها بیان کردند به نظر می رسد این میکرو اورگانیسم ها سیستم ریشه ای را گسترده تر کرده اند که این امر خود باعث افزایش جذب سایر عناصر توسط ریشه ذرت شده است. جذب بیشتر این عناصر شاخص سطح برگ را نیز که خود عاملی است برای ازدیاد مواد فتوسنتزی و در نتیجه مواد حاصله از فرایند فتوسنتز را افزایش داده که این اتفاق اگر در زمان انگیزش پریموردیای دانه رخ دهد، باعث افزایش تعداد دانه شده و عملکرد را بهبود می بخشد (۲۶ و ۳٤).

مطابق با جدول ۳ مقایسه میانگین ها نشان داد بین تیمار مصرف مایکوریزا و یا عدم مصرف آن بر عملکرد دانه و وزن هزاردانه تفاوت معنی داری وجود دارد. بین تعداد دانه های بلال در این حالت

تفاوت معنی داری دیده نمی شود. قارچ های مایکوریز دارای اثرات سودمندی در همزیستی با گیاه می باشند، از اثرات سودآور قارچ های میکوریزا بهبود وضع تغذیه گیاه میزبان به خصوص فسفر است. این قارچ ها در خاک هایی که غلظت عناصر غذایی آن ها به ویژه فسفر کم تا متوسط باشد قادرند نیاز فسفری گیاه را تأمین کنند (۹، ۲۱ و ۲۹). تلقیح بذر ذرت با مایکوریزا اثرات مثبتی بر جذب عناصر غذایی و مقاومت گیاه به عوامل بیماری زای ریشه، افزایش تولیدات فیتوهورمونی مانند ترکیبات اکسینی و سیتوکنین، افزایش رشد ریشه های مویین، تشدید فعالیت تثبیت ازت و افزایش عملکرد شده است (۲،۱۱ و ۳۵).

جدول۲: میانگین مربعات تاثیر آزوسپریلیوم و مایکوریزا و سطوح مختلف کودی بر عملکرد دانه، تعداد دانه های بلال و وزن هزار دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد دانه	تعداد دانه های بلال	وزن هزاردانه
تکرار	۲	۰/۶۹^{ns}	۵/۶۰۰^{ns}	۱۹/۳۷^{ns}
آزوسپریلیوم a	۱	۰۰/۳۲۴**	۰/۱۷۶۱**	۷۸/۱۸^{ns}
مایکوریزا m	۱	۴۴/۷۶۵**	۱/۴۴۰۰*	۰۰/۱۶۰۰**
کود f	۲	۲۳۲۳/۰۰^{ns}	۲۸۳/۱۱*	۱۲۶/۰۳**
کود و مایکوریزا f×m	۲	۱۰۳۶/۰۰^{ns}	۱۷۱/۰۰^{ns}	۱۱۱/۶۸**
آزوسپریلیوم و مایکوریزا a×m	۱	۷۸/۱۸۶**	۰/۴۸۴^{ns}	۴۴/۴۶۹*
کود و آزوسپریلیوم a×f	۲	۳۸/۵۵**	۴۷۳/۱^{ns}	۶۷/۶۴^{ns}
آزوسپریلیوم و مایکوریزا و کود a×m×f	۲	۵۸/۵۳**	۶۰۰/۱^{ns}	۸۴/۷۸^{ns}
خطا	۲۲	۱/۰۳	۳/۸۳۷	۱۰/۸۱

ns، *و**: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار د ر سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد می باشند

به نظر می رسد در این آزمایش با تلقیح گیاهچه ها بوسیله مایکوریزا جذب عناصر غذایی از خاک بیشتر شده و باعث افزایش شاخص سطح برگ، افزایش فتوسنتز و طول دوره پرشدن دانه نیز افزایش یافته و با افزایش تجمع ماده خشک وزن هزار دانه نیز افزایش داشته است. همچنین با توجه به جدول ۳ مقایسه میانگین ها نشان می دهد مصرف مایکوریزا عموماً همراه با باکتری آزوسپریلیوم در عملکرد دانه، وزن هزاردانه و تعداد دانه در بلال به گیاه کمک کرده است.

در تیمار مصرف توام مایکوریزا و آزوسپریلیوم بیشترین عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه مشاهده شد. محققین معتقدند که این تلقیح توأم موجب افزایش فعالیت اسید فسفاتاز و الکالین فسفاتاز در اطراف ریشه ها شده و افزایش محتوای فسفر در خاک و جذب بیشتر ازت، روی، مس و آهن را

موجب می شود. این نوع تلقیح دو گانه می تواند مکمل کاربرد کودهای فسفره و ازتـه در گیاهـان شـود (۲۷، ۳۰ و ۳۲). به نظر می رسد آزوسپریلیوم به قارچ مایکوریزا کمک می کند که ریشه گیاه را با سهولت بیشتری کلونیزه کرده و به صورت مکمل سیستم ریشه ای گیاه عمل می نماید. در این حالت ریـشه گیـاه انتشار و گسترش بیشتری پیدا کرده و آب و مواد غذایی لازم را جذب می کند. بـه واسـطه جـذب بهتـر اندام های فتوسنتز کننده بیشتری به وجود آمده و عملکرد گیاه بالا می رود. نتایج سـایر تحقیقـات نـشان داده است استفاده از آزوسپریلیوم در طول مرحله زایشی بـه خـصوص مرحلـه ظهـور سـنبله و گلـدهی موجب فعالیت آنزیم نیتروژناز در ریشه گیاهان تلقیح شده می شود و در نتیجه فراهمی نیتروژن برای گیاه افزایش و از این طریق منجربه افزایش عملکرد دانه می شود (۳۱).

جدول ۳: مقایسه میانگین تاثیر آزوسپیریلیوم و مایکوریز بر عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه

تیمار		میانگین		
		عملکرد دانه در بوته (gr)	تعداد دانه های بلال	وزن هزار دانه (gr)
عدم مصرف آزوسپریلیوم	a_0	۶۲/۸b	۴۱۱/۱b	۱۵۶/۶a
مصرف آزوسپریلیوم	a_1	۶۸/۸a	۴۵۴/۷a	۱۵۱/۲۲b
عدم مصرف میکوریزا	m_0	۶۱/۲b	۴۲۱/۸a	۱۴۵/۲b
مصرف میکوریزا	m_1	۷۰/۴a	۴۴۳/۹b	۱۵۸/۶a
عدم مصرف کود شیمیایی	f_0	۶۸/۲۳b	۴۱۶/۸۳b	۱۵۰/۳۳b
مصرف کود شیمیایی	f_1	۶۵/۲۵b	۴۴۱/۴۲a	۱۴۸/۱b
مصرف زیاد کود شیمیایی	f_2	۶۹/۲۵a	۴۴۰/۴۲a	۱۵۷/۳۳a
	a_0m_0	۶۰/۴c	۴۰۳/۷b	۱۴۰/۹b
	a_0m_1	۶۵/۱b	۴۱۸/۴b	۱۵۵/۷a
	a_1m_0	۶۱/۹c	۴۴۰/۰a	۱۴۹/۶c
	a_1m_1	۷۵/۷a	۴۶۹/۴a	۱۶۱/۴a
	f_0m_0	۵۵/۳d	۳۶۹/۵b	۱۴۰/۲b
	f_0m_1	۷۰/۳a	۴۳۷/۲a	۱۶۰/۵a
	f_1m_0	۶۰/۳c	۴۳۰/۳a	۱۴۰/۸b
	f_1m_1	۷۰/۲a	۴۲۵/۵a	۱۵۵/۲a
	f_2m_0	۶۷/۸b	۴۳۸/۷a	۱۵۵/۷a
	f_2m_1	۷۰/۷a	۴۴۲/۲a	۱۶۰/۰a
	a_0f_0	۵۸/۰d	۳۹۱/۳b	۱۴۸/۳b
	a_0f_1	۶۲/۳c	۴۱۶/۰ab	۱۴۹/۸b
	a_0f_2	۶۸/۰b	۴۲۵/۸ab	۱۵۹/۰ a
	a_1f_0	۶۷/۷c	۴۴۲/۳a	۱۵۲/۳a
	a_1f_1	۶۸/۲b	۴۵۵.۰a	۱۴۶/۲b

ادامه جدول۳:

تیمار	میانگین		
	عملکرد دانه در بوته (gr)	تعداد دانه های بلال	وزن هزار دانه (gr)
$a_1 f_2$	۷۰/۵a	٤٦٦/۸a	۱۵۹/۷a
$a_0f_0m_0$	۵۵/۰d	۳۸۲/۷b	۱٤٤/۰b
$a_0f_0m_1$	٦۱/۰c	٤۰۰/۰b	۱۵۲/۷b
$a_0f_1m_0$	۵۹/۷c	٤۰٦/۰b	۱٤۷/۰b
$a_0f_1m_1$	٦۵/۰b	٤۲٦/۰b	۱۵۲/۷a
$a_0f_2m_0$	٦٦/۷b	٤۲۲/۳b	۱۵۷/۷a
$a_0f_2m_1$	٦۹/۳b	٤۲۹/۳b	۱۵۸/۷a
$a_1f_0m_0$	۵۵/۷c	٤۱۰/۳b	۱۳٦/۳b
$a_1f_0m_1$	۷٦/۷a	٤۷٤/۳a	۱۵۸/۳a
$a_1f_1m_0$	٦٤/۰b	٤۵٤/۷a	۱۳٤/۷b
$a_1f_1m_1$	۷۵/۳a	٤۷۹/۰a	۱۵۷/۷a
$a_1f_2m_0$	٦۹/۰b	٤۵۵/۰a	۱۵۱/۷a
$a_1f_2m_1$	۷۰/۰b	٤۵۵/۰a	۱۵۸/۳a

میانگین های با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشند

با توجه به جدول ۳ مقایسه میانگین صفات نشان می دهد بیشترین عملکرد دانه مربوط به مصرف مایکوریزا می باشد به طوری که بین تیمار مصرف میکوریزا و عدم مصرف تفاوت معنی داری دیده می شود. اگرچه با افزایش مصرف کود شیمیایی عملکرد دانه افزایش داشته است اما در تیمار مصرف کود شیمیایی به میزان کم و تلقیح با میکوریزا (f_1m_1) عملکرد دانه با میانگین ۷۰/۲ گرم در بوته در مقایسه با مصرف کود شیمیایی زیاد (f_2) و تلقیح با میکوریزا تفاوت معنی داری ندارند. این امر نشان می دهد در تیمار مصرف کود شیمیایی به میزان زیاد، عملا فعالیت میکوریزا و آزوسپریلیوم کم اثر بوده و نقش کمی در افزایش عملکرد دارد. این امر در مورد وزن هزار دانه و تعداد دانه در بلال نیز صدق می کند. محققین معتقدند با مصرف کود شیمیایی زیاد ریشه ها قوی و رشد سریعی پیدا می کنند و در نتیجه میکوریزا نمی تواند به خوبی در ریشه نفوذ کند و تاثیر تلقیح مایکوریزایی کمتر می شود (۱٤ و ۲۰).

جدول مقایسه میانگین ها نشان می دهد اثر متقابل مصرف آزوسپریلیوم و کود های شیمیایی فسفره و ازته بیشترین عملکرد مربوط به تیمار مصرف آزوسپریلیوم بودند. به طوری که بین تیمار مصرف آزوسپریلیوم و عدم مصرف تفاوت معنی داری دیده می شود. اگرچه با افزایش مصرف کود عملکرد دانه افزایش داشته است اما در تیمار مصرف کود به میزان کم و تلقیح با آزوسپریلیوم (a_1f_1) در مقایسه با مصرف کود شیمیایی بالا (f_2) تلقیح با میکروارگانیسم ها تفاوت معنی داری دیده می شود. این امر نشان می دهد در تیمارهای مصرف کود شیمیایی زیاد آزوسپریلیوم کمتر اثر داشته و نقش کمتری در افزایش

عملکرد دارد. این امر در مورد وزن هزار دانه نیز صدق می کند. اما در صورت مصرف کود شیمیایی به میزان بالا و تلقیح با آزوسپریلیوم (a_1f_2) در مقایسه با مصرف کود شیمیایی کم (a_1f_1) و تلقیح بر تعداد دانه های بلال تفاوت معنی داری دیده نمی شود.این امرنشان می دهد که در تیمار مصرف کود شیمیایی زیاد عملا آزوسپریلیوم بی اثر بوده و نقش کمی در افزایش تعداد دانه های بلال داشته است. باشان و همکاران (۱۹۹۶) بیان می دارند که تلقیح گیاه ذرت با باکتری آزوسپریلیوم درخاکی که میزان نیتروژن آن کم باشد باعث افزایش فعالیت آزوسپریلیوم می شود. درصد بلال های تولید شده، ازت تثبیت شده و انشعابات ریشه و میزان بیوماس افزایش یافت که این امر سبب افزایش جذب عناصر غذایی در نتیجه افزایش عملکرد گردیده است. هرچه میزان کود شیمیایی کمتر باشد نقش آزوسپریلیوم در تغذیه گیاه بیشتر می شود و نیاز به کود شیمیایی را کاهش می دهد و آزوسپریلیوم می تواند مکمل کود ازته باشد و از این طریق در مصرف کود شیمیایی صرفه جویی شود (۱۵ و۱۹). در این آزمایش با افزایش مصرف کود شیمیایی نقش آزوسپریلیوم و میکوریزا کاهش پیدا کرده و تاثیر کود شیمیایی بر رشد گیاه در بعضی موارد کمی افزایش نشان داد. یعنی باعث افزایش تعداد دانه های بلال و افزایش عملکرد گردید. چرا که خاک گلدان ها دارای مقدار بسیار کمی از عناصر غذایی بوده و در تیمار مصرف کود شیمیایی در حد زیاد عملا وابستگی گیاه به میکوریزا و آزوسپریلیوم کاهش اما به کود شیمیایی افزایش یافت.

مقایسه میانگین بر همکنش کود شیمیایی و مصرف مایکوریزا و آزوسپریلیوم در جدول ۳ این مطلب را نشان می دهد که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۷۶/۷ گرم در بوته مربوط به تیمار مصرف توام مایکوریزا و آزوسپریلیوم و مقدار کود شیمیایی صفر بوده است. بعد از آن با افزایش کود شیمیایی حتی با حضور میکوریزا و آزوسپریلیوم شاهد کاهش عملکرد دانه بودیم. این امر نشان می دهد در مصرف کود شیمیایی زیاد مایکوریزا همراه با آزوسپریلیوم نتوانست نقش موثری در افزایش عملکرد داشته باشد. این امر در مورد تعداد دانه در بلال نیز صدق می کند. بطوری که بیشترین تعداد دانه مربوط به تیمار $a_1f_1m_1$ با میانگین ٤٧٩ عدد دانه در بلال بود که از نظر آماری با تیمار $a_1f_0m_1$ در یک گروه آماری قرار دارد. اما در تیمار مصرف کود شیمیایی به میزان کم و تلقیح با مایکوریزا و آزوسپریلیوم $a_1f_1m_1$ وزن هزار دانه در مقایسه با مصرف کود شیمیایی بالا f_2 و تلقیح با آزوسپریلیوم و مایکوریزا افزایش معنی داری را نشان نمی دهد و در یک گروه آماری قرار می گیرند. نتیجه آن که کود های بیولوژیک مانند آزوسپریلیوم و میکوریزا بیشترین نقش خود را می توانند در افزایش عملکرد در سطوح پایین مصرف کود شیمیایی نشان می دهند و چنان چه مصرف کود شیمیایی افزایش یابد تمایل گیاه برای تلقیح با کودهای بیولوژیک کاهش یافته و نقش و اهمیت این کودها کاهش می یابد. انتظار می رود در صورت مصرف مقدار اندک و متوسط کودهای شیمیایی فعالیت های بیولوژیک آزوسپریلیوم به صورت تثبیت ازت و

مایکوریزا از طریق فراهمی فسفر غیر قابل جذب موجب بهبود شرایط تغذیه ای گیاه و افزایش جذب ریشه ای آن ها شده و مصرف کود شیمیایی ازته و فسفره را کاهش دهد.

منابع

۱- آستارایی، ع. و کوچکی، ع. ۱۳۷۵. کاربرد کودهای بیولوژیکی در کشاورزی پایدار، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۵۰ صفحه.

۲- احتشامی، م. ر.، آفا علیخانی، م.، چائی چی، م. ر. و خاوازی، ک. ۱۳۸٦. تاثیر میکرو ارگانیسم های حل کننده فسفات بر خواص کمی و کیفی ذرت دانه ای تحت شراط تنش کم آبی. دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. گرگان، صفحه ۱۲۳.

۳- خاوزی، ک.۱۳۷۷. ضرورت تولیدکودهای میکروبی درایران. مجله آب و خاک. جلد۱۲شماره۳ صفحه ۳۸-۳۷.

٤- روستا، ۱۳۷۵. فراوانی و فعالیت آزوسپریلیوم در برخی خاکهای ایران. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۵- صالح راستین، ن. ۱۳۷۷. کود های بیو لوژیک . مجله خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۳، صفحات ۱ تا ۳٦.

٦- علیزاده ، ا. ۱۳۸٦. اصول زراعت انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروز آباد. ١٦٤ صفحه.

۷- علیزاده، ا .، مظاهری، د. و هاشمی دزفولی، و. ۱۳۷٦. اثر کود اوره واوره پوشش شده با گوگرد بر روی عملکرد واجزای عملکرد ارقام ذرت. پژوهش و سازندگی، سال ۱۰، جلد ۳، صفحات ٤۲ تا ٤۵.

۸- علیزاده ا. و علیزاده، ا. ۱۳۸٦. اثرات میکوریزا در شرایط متفاوت رطو بت خاک بر جذب عناصر غذایی در ذرت.مجله علمی-پژوهشی، پژو هش در علوم کشاورزی. سال سوم .شماره اول، صفحه ۱۰۱-۱۰۸.

۹- عموآقایی، ر.، مستأجران، الف. و امتیازی، گ. ۱۳۸۲. تأثیر باکتری آزوسپیریلوم بر برخی شاخص های رشد و عملکرد سه رقم گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی، شماره ۲، صفحه ۱۳۹-۱۲۷.

۱۰- معلم، ا. ح. و عشقی زاده، ح. ر. ۱۳۸٦. کاربرد کودهای بیولوژیک: مزیت ها و محدودیت ها. خلاصه مقالات دومین همایش ملی بوم شناسی ایران. گرگان، صفحه٤۷.

۱۱- نادیان، ح. ۱۳۷۷. نقش میکوریز در کشاورزی پایدار. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران ، کرج موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صفحات ۳ تا ٤.

12- Alizadeh, O. 2006. Evaluation effect of water stress and nitrogen rates on amount of mycorhizae. ICoM5, Spain, gully 28 – 23.

13- Allen, M. F. 1989. Mycorrhizae and rehabilitation of disturbed arid soils: processes and practices. Arid soil Res. Rehabil، 3: 229-241.

14- Amijee, F., Tinker, P. B. and Stribley, D. B.1989. The development of endo mycorrhizal root systems. VIIAdetailed study of soil phosphorus on colonization. New Phytol, 111:435-446.

15- Bashan, u. and Dubiously, J. G. 1996. *Azosprillum* spp. Participation in dry matter partitioning in grasses at the whole plant level.Biol.Fertil.Soil, 22:435-440.

16- Bolan. N. S. 1991. A critical review on the role of Mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. Plant soil 134:187-207

17- Brown, M. E and Crr, GR . 1984. Interactions between *Azotobacter chroococum* and VAM and their effect on plant growth. Journal of Applied Bacteriology, 56:429-437.

18- Chalk, p. M. 1991. The contribution of associative and symbiotic nitrogen fixation to the nitrogen nutrition of non-legumes .plant and soil.132:29-39.

19- Cohen, E., Okon, Y., Kigel, J., Nur, I. and Henis, Y.1980. Increase in dry weigh and total nitrogen content in *Zea mays* and *Setaria italica* associated with nitrogen-fixing *Azospirillum* spp. Plant Physiology,66, 746-749.

20-Denmead, O. T. and Shaw, R. H. 1960. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. Agronomy journal, 52: 272-274.
21-Fitter, A. H. and Garbaye, J. 1994. Interaction between mycorrhizal fungi and other soil،111: 259 -260.
22-Fatma, E. M., El-Zamik, I., Tomader, T., El-Hadidy, H. I., Abd El-Fattah, L. and Seham Salem, H. 2006. Efficiency of biofertilizers, organic and in organic amendments app.lication on growth and essential oil pf marjoram (*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous. Agric. Microbiology Dept., Faculty of Agric., Zagazig University and Soil Fertility and Microbiology Dept., Desert Research Center, Cairo, Egypt.
23-George, E., Marshner, H. and Jakobsen, I. 1995. Role of *Arbuscular mycorrhizal* fungi in uptake of phosphorus and nitrogen from soil. critical Review of Biotechnol. 15:257-270
24-Hamel. G. and Smith. D. L. 1991. interspecific N-transfer and plant development in a Mycorrhizal field-grown mixtyr.soil Biolo and Bio ch. 23:661-665
25-Hegazi, N. A. and Mobin, M. 1983. Response of maize plants of inoculation with *Azospirillum* and straw amendement in eggypt. can. j. microbiol. 28: 888-894
26-Kapulink, Y., Kige, J., Okon, GY., Nur, I. and Henis, Y. 1981. Effect of *Azospitillum* inoculation on same growth parameters and nitrogen content of wheat, sorghum and panicum.PlantSoil.61:65-70
27-Kennedy, A. C. and Smith, J. K. 1995. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. Plant and soil. 170: 75-86.
28-Marshner, H. and Dell, B. 1994. Nutrient uptake in Mycorrhizal symbiosis plant soil1. 59: 89-102.
29-Mohammadi, M. and Kenedy, A. C. 1995. Wheat responses to visicular *Arboscular mycorrhiza* fungi inculcation of soils from eraded to poseyuence journal of American soil science society, 59:108-109
30-Nadian, H. S., Smith, S. E., Alston, A. M. and Murray, R. S. 1996. Effects of soil compaction on plant growth, phosphorus uptuke and morphological characteristics of vesicular *Arbiscular mycorrhizal* colonization of *Trifolium subterraneum* new piytolojist, 133: 3.
31-Okon, Y., and Kapulnik, Y. 1986. Development and Functions of Azospirillum inoculated roots. Plant and soil.90:3-16.
32-Portas, C. A. and Taylor, H. M. 1975. Growth and survival of young plant root in dry soil. Soil science ,121:170-175.
33-Sanders F. E. and Tinker P. B. 1973. Phosphorus flow into Mycorrhizal roots.pestic.sci4:385-395
34-Zaady, E. and Pervolotsky, A. 1993. Promotion of Plant Growth by Inoculation whit aggregated and single cell Suspensions of *Azqospirrillum brasilense*. Soil Boil. Biochem, 25: 819-823
35-Zaady, E., Okon, Y. and Perevolotsky, A. 1994. Growth responses of Mediterranean herbaceous swards to inoculation with *A. brasilenses*. J. Range. Management, 47: 12-15.