[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.23.8]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.279]

واکنش مزرعه‌ای ذرت به کاربرد مایکوریزا و کود فسفر از نظر برخی شاخص‌های آگروفیزیولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد دانه

جواد حمزه‌ئی[۱*] و مجید بابائی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۱)

چکیده

مایکوریزا می‌تواند در مدیریت تلفیقی خاک در جهت دست‌یابی به سیستم‌های کشاورزی پایدار کم‌هزینه مورد استفاده قرار گیرد. از این‌رو، اثر عدم کاربرد (M_1) و کاربرد مایکوریزا (M_2) بر کاهش مصرف کود فسفر، رشد و عملکرد ذرت تحت سطوح مختلف کود شیمیایی فسفر (P_1: صفر، P_2: ۲۰، P_3: ۴۰، P_4: ۶۰، P_5: ۸۰ و P_6: ۱۰۰ درصد توصیه شده) به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بررسی شد. اثر فسفر بر تمامی صفات معنی‌دار شد. اثر مایکوریزا نیز بر کلیه صفات به‌جز طول بلال معنی‌دار گردید. بیشترین تعداد دانه در ردیف (۲۸/۶۷) و بیشترین مقدار ارتفاع بوته (۲۱۵ سانتی‌متر) به‌ترتیب از تیمارهای P_6 و P_5 و کمترین مقدار آنها (به‌ترتیب با ۲۰/۶۸ و ۲۱/۴۵ درصد کاهش نسبت به حداکثر) از تیمار P_1 حاصل شد. برهمکنش $M \times P$ نیز بر LAI، CGR، طول بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، وزن صد دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک معنی‌دار بود. بیشترین مقدار LAI، CGR، طول بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به تیمار M_2P_3 و کمترین میزان این ویژگی‌ها به تیمار شاهد (M_1P_1) تعلق گرفت. بنابراین، تیمار M_2P_3 ممکن است برای افزایش عملکرد دانه ذرت قابل توصیه باشد.

واژه‌های کلیدی: دانه در بلال، ذرت، سرعت رشد محصول، کود زیستی، مایکوریزا

۱ و ۲. به‌ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: j.hamzei@basu.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.23.8]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.279]

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) به‌دلیل اهمیت فزاینده‌ای که در تغذیهٔ انسان و دام داشته و نیز سازگاری گسترده‌ای که با مناطق آب‌وهوایی سردسیری، معتدل و گرمسیری دارد، یکی از گیاهان زراعی راهبردی محسوب می‌شود (۳۳). افزایش سطح زیر کشت ذرت طی چند دههٔ گذشته و فشرده‌سازی سیستم‌های کشت این گیاه به‌همراه نیاز بالای ذرت به عناصر غذایی موجب شده است که علاوه‌بر مصرف زیاد نهاده‌های شیمیایی، هزینه‌های تولید افزایش یافته و خطرات زیست‌محیطی ایجاد شود (۷). فسفر از عناصر ضروری برای رشدونمو گیاهان بوده که پس از نیتروژن دومین عنصر محدود کننده در تولید گیاهان زراعی محسوب می‌شود. با وجود فراوانی فسفر در طبیعت، به‌دلیل تثبیت این عنصر در خاک، کمبود آن در بسیاری از خاک‌ها مشاهده می‌شود (۱۲). کود شیمیایی فسفر اصلی‌ترین منبع تأمین فسفر در کشاورزی است، ولی تقریباً ۷۵ تا ۹۰ درصد از کود فسفر اضافه شده به خاک توسط ترکیب‌های حاوی آهن، آلومینیوم و کلسیم تثبیت می‌شود (۳۱). نتایج مطالعات بلندمدت نشان می‌دهد که استفادهٔ متوالی از کودهای شیمیایی عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد. این کاهش نتیجه اسیدی شدن، کاهش فعالیت‌های بیولوژیک، تغییر خصوصیات فیزیکی خاک و عدم وجود ریزمغذی‌ها در کودهای شیمیایی می‌باشد (۱). کودهای زیستی حاوی مواد نگهدارنده با جمعیت متراکم یک یا چند نوع ارگانیسم مفید خاک‌زی و یا به‌صورت فرآورده متابولیک این موجودات می‌باشند که به‌منظور بهبود حاصلخیزی خاک و عرضهٔ مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، در سیستم‌های کشاورزی پایدار به‌کار می‌روند (۸). در این بین می‌توان به قارچ‌های مایکوریزا اشاره کرد. قارچ‌های مایکوریزا دارای رابطهٔ همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی می‌باشند و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر و برخی عناصر کم‌مصرف، افزایش جذب آب، کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماریزا، سبب بهبود در رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند (۲۹). شاه‌حسینی و همکاران (۲۸) گزارش کردند که قارچ‌های مایکوریزا عملکرد کمی و کیفی ذرت را افزایش دادند. آنها اظهار داشتند که قارچ‌های مایکوریزا سطح جذبی ریشه‌ها را افزایش می‌دهند و در نتیجه منجر به بهبود جذب مواد غذایی مخصوصاً تحت شرایط کمبود فسفر شده و ظرفیت فتوسنتزی گیاه را افزایش می‌دهند. نتایج پژوهشی در مورد گندم و ذرت نشان داده است که در خاک‌هایی که فقر فسفر وجود دارد، کاربرد قارچ مایکوریزا سبب افزایش مقدار فسفر در اندام‌های هوایی گندم و ذرت شد (۱۶). در واقع، کاربرد قارچ‌های مایکوریزا انتقال مواد بین ریشه، ساقه و برگ‌ها را افزایش داده و منجر به افزایش جذب مواد غذایی شده است. هم‌چنین، گوپتا و همکاران (۱۵) دو آزمایش جداگانه‌ای را روی گیاهان گوجه‌فرنگی و نعناع در شرایط مزرعه‌ای انجام دادند و گزارش کردند که گیاهان تلقیح شده با قارچ مایکوریزا دارای درصد کلونیزاسیون (colonization percent) ریشه، عملکرد و جذب عناصر غذایی بالاتری نسبت به تیمار شاهد بودند. در آزمایش مزرعه‌ای استفاده از قارچ‌های مایکوریزا منجر به افزایش جذب فسفر، نیتروژن، پتاسیم، منگنز و روی در ذرت شد (۱۸). افزون بر این، گزارش شده است که قارچ‌های مایکوریزا تعداد دانه در بلال ذرات را افزایش می‌دهند (۱۳). خرم‌دل و همکاران (۱۷) نیز افزایش معنی‌دار رشد، عملکرد دانه و شاخص‌های زراعی سیاهدانه را در گیاهان مایکورایزایی گزارش کردند. نتایج آزمایش مزرعه‌ای بر روی ذرت مؤید این بود که کاربرد مایکوریزا باعث افزایش معنی‌دار سرعت رشد محصول ذرت شد (۳۲).

از آنجایی‌که رویکرد جهانی در تولید گیاهان زراعی در مسیر توسعه و ترویج نظام کشاورزی پایدار و استفاده از نهاده‌های آلی به‌جای نهاده‌های شیمیایی به‌منظور ارتقاء عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد، لذا هدف تحقیق حاضر بررسی امکان کاهش مصرف کود شیمیایی فسفر با استفاده از مایکوریزا و نیز مطالعه اثر مایکوریزا بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیک

(شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول)، شاخص‌های زراعی (ارتفاع بوته و طول بلال)، اجزای عملکرد (تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن صد دانه)، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت در سطوح مختلف کود شیمیایی فسفر بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. بافت خاک لومی شنی، میزان فسفر و پتاسیم قابل جذب آن به‌ترتیب ۷/۸ و ۲۴۶/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، درصد نیتروژن کل و کربن آلی آن به‌ترتیب ۰/۱۲ و ۰/۸۷، میزان هدایت الکتریکی و اسیدیته آن نیز به‌ترتیب ۰/۳۴۲ دسی‌زیمنس بر متر و ۷/۳۲ بود. از هریک از کودهای نیتروژن و پتاسیم به‌ترتیب ۴۰۰ کیلوگرم اوره و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار مصرف شد. میزان مصرف کود فسفر برحسب نوع تیمار، درصدی از مقدار توصیه شده (۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل) بود. تیمارها شامل کود شیمیایی فسفر در ۶ سطح (P_1: صفر، P_2: ۲۰، P_3: ۴۰، P_4: ۶۰، P_5: ۸۰، P_6: ۱۰۰ درصد کود فسفر توصیه شده براساس نتایج آزمون خاک) و کود زیستی در دو سطح عدم کاربرد مایکوریزا (M_1) وکاربرد مایکوریزا (M_2) بودند. گونهٔ قارچ مایکوریزای مورد استفاده در این تحقیق *Glomus mossea* بود که از کلینیک گیاه‌پزشکی ارگانیک اسدآباد تهیه شد. این قارچ‌ها به‌همراه خاک به بازار مصرف عرضه می‌شوند. تعداد اسپور موجود در هر گرم از خاک ۱۲۰ عدد ذکر شده است. مقدار کود مایکوریزای مصرفی طبق توصیه شرکت سازنده ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. به‌هنگام کاشت، ابتدا شیارهایی به عمق چهار تا پنج سانتی‌متر در محل داغ آب پشته‌ها ایجاد و مقدار ۲ گرم از خاک حاوی مایکوریزا داخل شیارها ریخته شد و بلافاصله بذر ذرت روی مایه تلقیح قرار گرفت و با خاک پوشانده شد. در این آزمایش از رقم سینگل کراس ۵۰۰ (SC500) استفاده شد. مزرعه پس از کاشت آبیاری شد. در هر کرت، ۵ ردیف ذرت به طول شش متر با فاصله ردیف‌های ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته در روی ردیف ۱۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. طی فصل رشد، عملیات وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی و برحسب نیاز انجام شد. در این آزمایش صفات حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر سرعت رشد محصول، ارتفاع بوته، طول بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک اندازه‌گیری و بررسی شدند.

از ۳۰ روز پس از سبز شدن ذرت، به فاصله هر ۱۴ روز یک‌بار از تیمارهای مورد بررسی نمونه‌برداری به‌عمل آمد. در هر نمونه‌برداری تعداد سه بوته از هر کرت برداشت شد. ابتدا برگ‌های هر بوته از ساقه جدا شدند و طول (L) و بزرگ‌ترین پهنای (W) هر برگ به‌وسیله خط‌کش اندازه‌گیری و مساحت هر برگ (A) براساس رابطه $A = L \times W \times 0.75$ محاسبه گردید (۱۱). مجموع مساحت محاسبه شده، شاخص سطح برگ (LAI; Leaf area index) خواهد بود (۱۹). سرعت رشد محصول (CGR; Crop growth rate) با استفاده از رابطه $CGR = [(W_2 - W_1)/(T_2 - T_1)] \times (1/GA)$ محاسبه شد که میزان تجمع ماده خشک جامعه گیاهی را در زمان مشخص و در واحد سطح زمین نشان می‌دهد و برحسب گرم بر مترمربع در روز ($g\ m^{-2}\ d^{-1}$) بیان می‌شود (۲۲). در این رابطه، CGR: سرعت رشد محصول، $W_2 - W_1$: وزن ماده خشک تولیدی در دو برداشت متوالی، $T_2 - T_1$: فاصله زمانی بین دو برداشت متوالی و GA: سطح زمین اشغال شده توسط گیاه می‌باشد. حداکثر شاخص سطح برگ (LAI) و سرعت رشد محصول (CGR) انتخاب و مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. پس از رسیدگی فیزیولوژیک ذرت، به‌منظور تعیین صفات ارتفاع بوته، طول بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال، تعداد پنج بوته به‌طور تصادفی از هر واحد آزمایشی انتخاب و میانگین اندازه‌گیری‌ها برای هر صفت ثبت گردید. پس از خشک شدن نمونه‌های برداشت شده، از

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.23.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.279]

مساحت دو مترمربع هر واحد آزمایشی و توزین با ترازوی دقیق، عملکرد بیولوژیک به‌دست آمد. سپس دانه‌ها از بلال‌های بوته‌های برداشت شده از هر واحد آزمایشی جدا و توزین شد و عملکرد دانه برحسب ۱۴ درصد رطوبت ثبت گردید. هم‌چنین، تعداد پنج نمونه صدتایی از بذور هر واحد آزمایشی انتخاب و میانگین وزن آنها به‌عنوان وزن ۱۰۰ دانه در نظر گرفته شد. تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ (LAI) و سرعت رشد محصول (CGR)

اثر کود فسفر بر LAI در سطح احتمال یک درصد و اثر مایکوریزا و برهمکنش کود شیمیایی فسفر در مایکوریزا در سطح احتمال پنج درصد بر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین میزان LAI (۴/۸۸) از تیمار گیاهان مایکوریزایی به‌همراه ۴۰ درصد کود فسفر به‌دست آمد و کمترین مقدار آن (۲/۴۸) بدون اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد (عدم استفاده از کود فسفر و مایکوریزا) از تیمارM_2P_1 (گیاهان مایکوریزایی و عدم مصرف کود فسفر) حاصل شد (جدول ۲). مصرف کود فسفر تا سطح ۴۰ درصد توصیه شده در شرایط کاربرد مایکوریزا شاخص سطح برگ و رشد ذرت را به‌طور معنی‌داری بهبود بخشید. به‌طوری‌که، مصرف بیشتر از ۴۰ درصد کود فسفر توصیه شده، اثر منفی بر کارایی مایکوریزا داشت. زیرا همان‌طورکه مشاهده می‌شود بین سطوح کود فسفر ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد در گیاهان مایکوریزایی از نظر LAI تفاوتی وجود ندارد. تیمار M_2P_3 در مقایسه با تیمار شاهد (M_1P_1)، LAI ذرت را ۴۱/۱۹ درصد افزایش داد (جدول ۲). دلیل این امر از توانایی مایکوریزا در فراهم‌سازی عناصر غذایی به‌ویژه فسفر و احتمالاً سایر عناصر غذایی مورد نیاز رشد ذرت ناشی می‌شود که سبب بهبود رشد رویشی و توسعه برگ‌ها و به‌دنبال آن افزایش شاخص سطح برگ شده است. نتایج آزمایش حاضر با یافته‌های سایر پژوهشگران (۳ و ۱۵) که اظهار داشتند گیاهان مایکوریزایی به‌سبب افزایش قابلیت دسترسی به فسفر از شاخص سطح برگ بیشتری برخوردارند، مطابقت دارد.

هم‌چنین، اثر کود فسفر، اثر مایکوریزا و برهمکنش کود فسفر در مایکوریزا بر سرعت رشد محصول (CGR) معنی‌دار شده است (جدول ۱). با مقایسه میانگین برهمکنش عوامل مورد بررسی (جدول ۲) مشخص شد که تیمار M_1P_5 (گیاهان غیر مایکوریزایی به‌همراه مصرف ۸۰ درصد کود فسفر) بیشترین میزان CGR (۳۹/۸۹ گرم بر مترمربع در روز) را به‌خود اختصاص داد. کمترین میزان CGR (۱۷/۵۰ گرم بر مترمربع در روز) نیز به تیمار M_1P_1 (عدم کاربرد مایکوریزا و فسفر) تعلق گرفت که در مقایسه با تیمار M_2P_3 (گیاهان مایکوریزایی به‌همراه ۴۰ درصد کود فسفر) ۵۲/۴۵ درصد CGR ذرت را کاهش داد (جدول ۲). شایان ذکر است که تیمار M_2P_3 با تیمارهای M_1P_5، M_1P_6، M_2P_4، M_2P_5 و M_2P_6 تفاوت معنی‌دار نداشت. این امر بیانگر این است که با مصرف بیش از ۴۰ درصد کود فسفر، میزان همزیستی مایکوریزا با ریشه ذرت کاهش می‌یابد. چرا که، با توجه به نتایج حاصل، مایکوریزا در سطوح پایین‌تر کود فسفر به‌دلیل فعالیت بیشتر و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز ذرت، باعث افزایش سطح دریافت کننده نور (LAI)، سرعت جذب خالص و به‌دنبال آن سرعت رشد محصول گردیده است. افزون بر این، وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r = ۰/۷۵۲^{**}$)، بین CGR و LAI (جدول ۳) تأید کننده مطالب فوق است. وو و همکاران (۳۲) نیز علت افزایش سرعت رشد محصول در گیاهان مایکورایزایی نسبت به گیاهان غیر مایکوریزایی را بهبود جذب مواد غذایی توسط ریشه دانستند.

ارتفاع بوته و طول بلال

اثرات اصلی کود شیمیایی فسفر و مایکورایز بر ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، ولی برهمکنش کود فسفر در مایکوریزا بر این ویژگی معنی‌دار نشد (جدول ۱). با

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.23.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.279]

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.23.8]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.279]

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر کود شیمیایی فسفر و مایکوریزا بر شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، برخی شاخص‌های زراعی، اجزای عملکرد و عملکرد ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		LAI	CGR	ارتفاع بوته	طول بلال	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۰/۶۹*	۴۲/۶۳	۱۸۸/۲	۶/۷۹	۷/۶۷	۱۲/۰۰	۴/۵۳	۳۳۷۵۷	۴۰۱۹۸
فسفر (P)	۵	۳/۷۵**	۲۷۹/۸۵**	۱۳۴۹/۹۱*	۱۹/۶۷*	۱۸/۹۴**	۶۴/۵۰**	۹/۹۷**	۲۳۲۴۸۸**	۳۷۳۰۷۷**
مایکوریزا (M)	۱	۱/۲۴*	۹۶/۹۸*	۹۱۵/۰۶*	۲/۹۶^{ns}	۱۸/۶۰*	۵۴/۳۶*	۷/۵۹*	۹۲۶۷۷*	۲۳۷۱۶۹*
P × M	۵	۰/۶۴*	۴۸/۶۷*	۱۰۱/۶۱^{ns}	۳۲/۹۶**	۱۱/۴۵*	۸/۶۲^{ns}	۸/۷۷**	۴۸۶۲۵*	۸۴۹۱۹*
خطای آزمایش	۲۲	۰/۱۷	۱۷/۱۵	۱۳۱/۲۰	۵/۵۷	۴/۱۶	۱۰/۲۸	۱/۵۰	۱۲۴۱۴	۳۱۶۸۰
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۳۵	۱۳/۲۸	۵/۹۰	۱۲/۵۵	۱۰/۶۶	۱۲/۶۶	۶/۵۸	۱۶/۳۴	۱۰/۷۸

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

LAI: شاخص سطح برگ و CGR: سرعت رشد محصول

جدول ۲. مقایسه میانگین برهمکنش مایکوریزا در کود شیمیایی فسفر بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیک، شاخص‌های زراعی و عملکرد دانه ذرت

مایکوریزا	فسفر	LAI	CGR ($g\ m^{-2}\ d^{-1}$)	طول بلال (cm)	تعداد ردیف دانه در بلال	وزن ۱۰۰ دانه (g)	عملکرد دانه ($g\ m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک ($g\ m^{-2}$)
M_1	P_1	۲/۸۷	۱۷/۵۰	۱۶/۰۷	۱۷/۱۹	۱۴/۹۵	۳۹۲	۱۲۵۴
	P_2	۳/۲۵	۲۵/۷۵	۱۵/۴۹	۱۶/۰۰	۱۶/۱۵	۴۵۲	۱۳۷۳
	P_3	۳/۳۹	۳۰/۰۳	۱۷/۵۶	۱۷/۸۸	۱۷/۵۰	۵۶۲	۱۴۴۲
	P_4	۴/۴۶	۱۶/۱۲	۱۷/۰۳	۱۷/۱۱	۱۶/۵۰	۶۵۰	۱۳۷۵
	P_5	۴/۰۹	۳۹/۸۹	۲۲/۵۸	۲۱/۳۴	۲۲/۰۷	۹۱۷	۱۹۷۷
	P_6	۴/۵۰	۳۷/۹۴	۲۲/۳۸	۲۰/۹۷	۲۰/۵۰	۸۵۲	۱۹۹۶
M_2	P_1	۲/۴۸	۲۵/۵۸	۱۷/۹۷	۱۷/۷۱	۱۴/۹۷	۴۱۲	۱۴۹۰
	P_2	۳/۳۰	۲۳/۸۹	۱۶/۵۰	۱۷/۰۰	۱۶/۹۰	۴۵۸	۱۴۳۶
	P_3	۴/۸۸	۳۶/۸۰	۲۲/۵۳	۲۲/۲۹	۲۱/۵۰	۹۲۳	۱۸۶۸
	P_4	۴/۸۴	۳۶/۳۳	۲۲/۶۷	۲۲/۱۷	۲۱/۱۹	۹۱۸	۱۸۰۷
	P_5	۴/۵۹	۳۷/۱۶	۱۷/۳۹	۲۱/۰۳	۲۲/۵۰	۸۶۵	۱۸۷۷
	P_6	۴/۷۰	۳۷/۱۷	۱۷/۵۰	۱۸/۹۲	۱۹/۰۰	۷۵۱	۱۹۱۷
LSD (5%)		۰/۶۹	۷/۰۱	۳/۹۹	۳/۴۵	۳/۴۵	۱۸۸	۳۰۱

M_1و M_2 : به‌ترتیب عدم کاربرد و کاربرد مایکوریزا و P_1 تا P_6: به‌ترتیب ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد کود فسفر توصیه شده

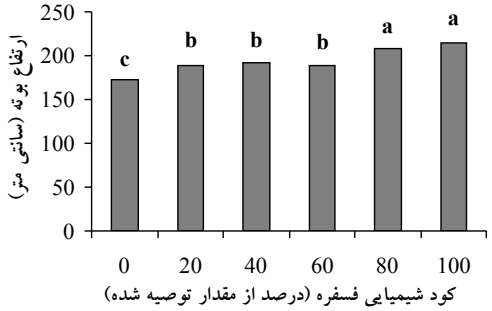
LAI : شاخص سطح برگ و CGR: سرعت رشد محصول

جدول ۳. نتایج همبستگی شاخص‌های فیزیولوژیک و اجزای عملکرد با عملکرد دانه ذرت

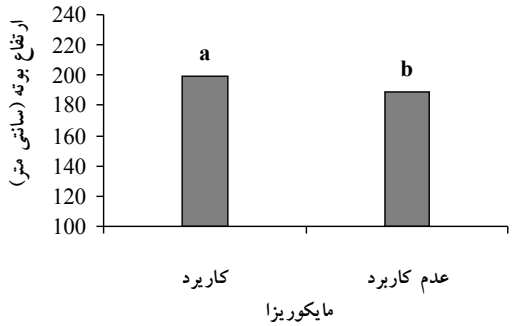
	LAI	CGR	وزن ۱۰۰ دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه در بلال	عملکرد دانه
LAI	۱					
CGR	۰/۷۵۲**	۱				
وزن ۱۰۰ دانه	۰/۸۰۹**	۰/۸۶۵**	۱			
تعداد دانه در ردیف	۰/۶۸۹**	۰/۵۴۹**	۰/۲۲۱ns	۱		
تعداد ردیف دانه در بلال	۰/۶۱۰**	۰/۶۰۲**	۰/۲۵۰ns	۰/۲۴۰ns	۱	
عملکرد دانه	۰/۷۰۲**	۰/۷۶۰**	۰/۸۱۱**	۰/۶۳۰**	۰/۷۴۶**	۱

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

LAI: شاخص سطح برگ و CGR: سرعت رشد محصول



شکل ۱. اثر سطوح مختلف کود فسفر بر ارتفاع بوته ذرت. حروف غیر مشترک در داخل شکل، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد است.



شکل ۲. اثر مایکوریزا بر ارتفاع بوته ذرت. حروف غیرمشترک در داخل شکل، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد است.

افزایش مصرف کود شیمیایی فسفر از صفر تا ۱۰۰ درصد، ارتفاع بوته افزایش یافت (شکل ۱) و بیشترین میزان ارتفاع (۲۱۵ سانتی‌متر) به تیمار P_6 (۱۰۰ درصد کود فسفر) تعلق گرفت که با تیمار P_5 (۸۰ درصد کود فسفر) تفاوت معنی‌داری نداشت. در بررسی اثر مایکورایزا بر ارتفاع بوته نیز مشخص شد که بیشترین (۱۹۹ سانتی‌متر) و کمترین (۱۸۹ سانتی‌متر) ارتفاع بوته به‌ترتیب به گیاهان مایکوریزایی و غیر مایکوریزایی تعلق گرفت (شکل ۲). به‌نظر می‌رسد دلیل این امر تأثیر مفید مایکوریزا در جذب آب و عناصر مورد نیاز گیاه از طریق توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه باشد که سبب افزایش سرعت رشد محصول و به‌تبع آن ارتفاع بوته شده است. این نتایج با یافته‌های سایر محققین (۲، ۱۰ و ۲۳) که بیان نمودند گیاهان مایکورایزایی به‌علت جذب بیشتر عناصر غذایی، ارتفاع بوته بیشتری دارند، مطابقت دارد.

نتایج ارائه شده در جدول ۱ حاکی از این است که طول بلال در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر کود فسفر و در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر برهمکنش کود فسفر در مایکوریزا قرار می‌گیرد، ولی اثر مایکوریزا بر این ویژگی معنی‌دار نشد. بیشترین طول بلال (۲۲/۶۷ سانتی‌متر) به تیمار گیاهان مایکوریزایی به‌همراه ۶۰ درصد کود فسفر تعلق داشت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.23.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.279]

که با تیمارهای M_2P_3، M_1P_5 و M_1P_6 در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین میزان این ویژگی (۱۵/۴۹ سانتی‌متر) از تیمار M_1P_2 به‌دست آمد که با تیمار M_1P_1 تفاوتی نداشت. تیمار M_2P_3 در مقایسه با تیمار M_1P_1 طول بلال ذرت را ۲۸/۶۲ درصد افزایش داد (جدول ۲). استفاده از مایکوریزا سبب توسعهٔ سطح کربن‌گیری گیاه می‌گردد که این خود اصولاً به‌علت افزایش کارآیی مصرف آب و افزایش جذب عناصر غذایی و هم‌چنین ظرفیت فتوسنتزی گیاه می‌باشد که در نهایت به افزایش طول بلال (به‌ویژه در سطوح پایین فسفر مصرفی) منجر می‌گردد (۱۴ و ۲۶).

تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف

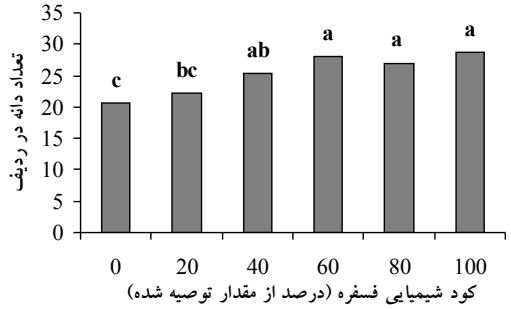
تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف از اجزای مهم عملکرد دانه می‌باشند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که بین سطوح کود فسفر از نظر تعداد ردیف دانه در بلال تفاوت معنی‌دار وجود دارد. هم‌چنین، اثر مایکوریزا و برهمکنش کود فسفر در مایکوریزا معنی‌دار بود (جدول ۱). در میان تیمارهای مورد مطالعه، بیشترین (۲۲/۲۹) و کمترین (۱۷) تعداد ردیف دانه در بلال به‌ترتیب از تیمارهای M_2P_3 و M_1P_2 به‌دست آمد. ولی، بین تیمارهای M_1P_2 و M_1P_1 تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۲). تیمار M_2P_3 در مقایسه با تیمار M_1P_1 تعداد ردیف دانه در بلال ذرت را ۲۲/۸۸ درصد افزایش داد. به‌نظر می‌رسد همزیستی ذرت با مایکوریزا در صورت مصرف متعادل کود شیمیایی فسفر، به‌دلیل تولید هورمون‌های محرک رشد و مواد بیولوژیکی فعال توسط مایکوریزا، ظرفیت فتوسنتزی ذرت افزایش و در نتیجه تأمین مواد آلی مورد نیاز بخش زایشی گیاه (بلال)، تعداد ردیف دانه در بلال افزایش یافته است. این نتایج با یافته‌های سایر پژوهشگران که گزارش کردند مایکوریزا در سطوح پایین فسفر باعث افزایش اجزای عملکرد می‌شود، هماهنگ است (۵ و ۲۰).

اثر کود فسفر و مایکوریزا بر تعداد دانه در ردیف به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد معنی‌دار شد، ولی برهمکنش آنها معنی‌دار نبود (جدول ۱). با افزایش مصرف کود فسفر از صفر به ۱۰۰ درصد، تعداد دانه در ردیف افزایش یافت. بیشترین میزان این ویژگی به تیمار P_6 (۱۰۰ درصد کود فسفر) تعلق گرفت که از لحاظ آماری با تیمارهای P_3، P_4 و P_5 تفاوت معنی‌دار نداشت (شکل ۳). مقایسه میانگین اثر مایکوریزا نشان داد که گیاهان مایکوریزایی در مقایسه با گیاهان غیرمایکوریزایی تعداد دانه در ردیف بیشتری داشتند. به‌طوری‌که، کاربرد مایکوریزا نسبت به عدم کاربرد آن تعداد دانه در ردیف را ۹/۳ درصد افزایش داد (شکل ۴). تجزیه همبستگی (جدول ۳) نیز نشان داد که بین این ویژگی‌ها (تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف) و سرعت رشد محصول همبستگی مثبت و معنی‌دار (به‌ترتیب $r = ۰/۶۰۲^{**}$ و $r = ۰/۵۴۹^{**}$) وجود دارد. بنابراین، مایکوریزا از طریق بهبود کارآیی جذب عناصر غذایی به‌خصوص فسفر، به بهبود رشد رویشی و زایشی ذرت منجر می‌شود (۶). هم‌چنین، با توجه به نقش فسفر در افزایش تعداد دانه در گل، می‌توان افزایش توان تولیدی بذر توسط بلال ذرت را در اثر کاربرد مایکوریزا به این موضوع نسبت داد (۲۱). این نتایج با یافته‌های سایر پژوهشگران که گزارش کردند کاربرد مایکوریزا تعداد دانه در ردیف ذرت را افزایش می‌دهد، مطابقت دارد (۱۳ و ۲۷).

وزن هزار دانه

اثر کود فسفر و برهمکنش کود فسفر در مایکوریزا در سطح احتمال یک درصد و اثر مایکوریزا در سطح احتمال پنج درصد بر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۱). در بررسی اثرات متقابل تیمارها مشخص شد که بیشترین وزن ۱۰۰ دانه (۲۲/۵ گرم) به تیمار M_2P_5 و کمترین میزان آن (۱۴/۹۵ گرم) به تیمار M_1P_1 تعلق گرفت (جدول ۲). تیمار M_2P_3 (گیاهان مایکوریزایی به‌همراه ۴۰ درصد کود فسفر) در مقایسه با تیمار M_1P_1 وزن ۱۰۰ دانه ذرت را ۳۰/۴۶ درصد افزایش داد. با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن ۱۰۰ دانه با سرعت رشد محصول ($r = ۰/۸۶۵^{**}$) (جدول ۳)، می‌توان اظهار داشت که

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.23.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.279]



شکل ۳. اثر سطوح مختلف کود فسفر بر تعداد دانه در ردیف حروف غیر مشترک در داخل شکل، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد است.



شکل ۴. اثر مایکوریزا بر تعداد دانه در ردیف. حروف غیرمشترک در داخل شکل، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد است.

تیمار M_2P_3 به‌دلیل برتری از نظر CGR، ظرفیت فتوسنتزی بالایی داشته و به‌علت تغذیه مطلوب دانه‌ها، وزن ۱۰۰ دانه افزایش یافته است. شایان ذکر است که تیمار M_2P_3 با تیمارهای M_1P_5، M_1P_6، M_2P_4 و M_2P_5 تفاوت معنی‌دار نداشت. این امر نشان می‌دهد که با افزایش میزان فسفر مصرفی از ۴۰ به ۱۰۰ درصد، عملاً فعالیت مایکوریزا کم اثر بوده و نقشی در افزایش وزن ۱۰۰ دانه نداشته است. به‌عبارتی، با افزایش مصرف کود شیمیایی، سرعت رشد ریشه‌ها افزایش یافته و در نتیجه مایکورایزا نمی‌تواند به‌خوبی در ریشه نفوذ کند که این امر به کاهش درصد همزیستی منجر می‌شود (۴، ۹ و ۱۸).

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مؤید آن است که اثر فسفر در سطح احتمال یک درصد و اثر مایکوریزا و اثرات متقابل آنها در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار است (جدول ۱). عملکرد دانه از ۶۲۷ گرم در مترمربع در گیاهان غیر مایکوریزایی به ۷۲۱ گرم در مترمربع در گیاهان مایکوریزایی افزایش یافت. کاربرد مایکوریزا به‌دلیل افزایش مواد غذایی قابل دسترس، شاخ و برگ، دوام سطح برگ، مدت زمان فتوسنتز و طول دوره پُر شدن دانه، راندمان انتقال مواد به دانه و تجمع ماده خشک در گیاه را افزایش داده که این امر در نهایت منجر به افزایش وزن دانه و عملکرد دانه می‌شود. مقایسه میانگین عملکرد دانه در ترکیبات تیماری حاکی از این است که بیشترین عملکرد دانه (۹۲۳ گرم در مترمربع) از تیمار M_2P_3 و کمترین میزان آن (۳۹۲ گرم در مترمربع) از تیمار M_1P_1 (بدون کاربرد مایکوریزا و فسفر) به‌دست آمد (جدول ۳). به‌طوری‌که، تیمار M_2P_3 در مقایسه با تیمار شاهد (M_1P_1) از افزایش ۵۸ درصدی از نظر عملکرد دانه برخوردار بود. همان‌طورکه تیمار M_2P_3 از نظر اجزای عملکرد (تعداد ردیف دانه در بلال و وزن ۱۰۰ دانه) نیز بهترین تیمار شناخته شد و از آنجایی‌که عملکرد دانه با اجزای عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد (جدول ۳)، بنابراین برتری آن از نظر عملکرد دانه نیز دور از انتظار نیست. از طرفی، تیمار M_2P_3 با تیمارهای M_1P_5، M_1P_6، M_2P_4، M_2P_5 و M_2P_6 از نظر عملکرد دانه تفاوتی نداشت. به‌عبارت دیگر، تأثیر مایکوریزا بر عملکرد دانه ذرت در سطوح پایین‌تر کود فسفر بیشتر است ولی چنان‌چه خاک از نظر فسفر غنی باشد، اثر مایکوریزا در افزایش محصول کمتر می‌شود. دلیل این امر افزایش درصد همزیستی و میزان فعالیت قارچ مایکوریزا در خاک‌های فقیر از نظر فسفر قابل جذب و برعکس است. اثر مثبت کاربرد این قارچ‌ها و افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در آفتابگردان و ریحان نیز گزارش شده است (۱۵، ۲۴ و ۳۰).

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر کود

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.23.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.279]

شیمیایی فسفر قرار گرفت، هم‌چنین اثر مایکوریزا و برهمکنش کود فسفر در مایکوریزا در سطح احتمال پنج درصد بر این ویژگی معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک (۱۹۹۶ گرم در مترمربع) از تیمار ۱۰۰ درصد کود فسفر و عدم کاربرد مایکوریزا (M_1P_6) به‌دست آمد. کمترین میزان عملکرد بیولوژیک نیز که معادل ۱۲۵۴ گرم در مترمربع بود به تیمار عدم مصرف کود شیمیایی و عدم کاربرد مایکوریزا (M_1P_1) تعلق گرفت که در مقایسه با تیمار M_1P_6 از کاهش ۳۷/۱۷ درصدی برخوردار بود. تیمار M_1P_6 با گیاهان مایکوریزایی در سطوح ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد کود فسفر تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۲). با توجه به نتایج به‌نظر می‌رسد که فعالیت مایکوریزا مستقل از فسفر خاک نیست و با افزایش میزان فسفر مصرفی عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌دار افزایش نمی‌یابد. علت این امر آن است که با مصرف فسفر بیشتر (۴۰٪ <)، نه تنها فعالیت مایکوریزا محدود شده بلکه ممکن است به‌عنوان یک مصرف کننده کربن آلی باعث کاهش رشد و تولید محصول نیز شود. گزارش امیرآبادی و همکاران (۵) مؤید نتایج این آزمایش است. هم‌چنین، ریان و گراهام (۲۵) اظهار داشتند زمانی که فراهمی فسفات قابل دسترس در خاک بیش از حد مورد نیاز گیاه باشد، اندوفیت قارچی اندامی زائد و غیر ضروری گشته و قارچ می‌تواند یک پارازیت باشد. نتایج به‌دست آمده در این بررسی، نیز حاکی از این است که افزایش فسفر قابل دسترس خاک باعث کاهش فعالیت مایکوریزا شده و در نتیجه وزن خشک کل گیاهان مایکوریزایی با افزایش مصرف فسفر از ۴۰ به ۱۰۰ درصد، افزایش نیافت.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج آزمایش حاضر مؤید این است که عملکرد اقتصادی ذرت در صورت کاربرد مایکوریزا و مصرف ۴۰ درصد کود فسفر، بیشتر از سایر تیمارها است. این نتیجه می‌تواند ناشی از افزایش کارآیی مایکوریزا در سطوح پایین‌تر کود شیمیایی فسفر باشد، هم‌چنان‌که کاربرد مایکوریزا در سطوح پایین‌تر کود فسفر، اجزای عملکرد دانه و صفات آگروفیزیولوژیک ذرت را به‌طور قابل توجهی افزایش داد. هم‌چنین، کاربرد مایکوریزا توانست میزان مصرف کود شیمیایی فسفر را تا ۶۰ درصد کاهش دهد.

منابع مورد استفاده

1. Adediran, J. A., L. B. Taiwo, M. O. Akande, R. A. Sobulo and O. J. Idowu. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. *Journal of Plant Nutrition* 27(7): 1163-1181.
2. Al-Karaki, G., B. Mcmichael and J. Zak. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. *Mycorrhiza* 14: 263-269.
3. Amerian, M. R., W. S. Stevart and H. Griffiths. 2001. Effect of two species of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, assimilation and leaf water relation in maize (*Zea mays*). *Applied Biology* 63: 1-6.
4. Amijee, F., P. B. Tinker and D. B. Stribley. 1989. The development of endo mycorrhizal root systems. VII. A detailed study of soil phosphorus on colonization. *New Phytologist* 111(3): 435-446.
5. Amirabadi, M., M. R. Ardekani, F. Rejali, M. Borji and SH. Khaghani. 2008. Determine efficiency of mycorrhiza and Azotobacter under different levels of phosphorus on yield and yield components of forage maize (SC 704) in Arak. *Iranian Journal of Crop Sciences* 45: 45-51. (In Farsi).
6. Arpana, J. and D. J. Bagyaraj. 2007. Response of kalmegh to an arbuscular mycorrhizal fungus and a plant growth promoting rhizomicroorganism at two levels of phosphorus fertilizer. *American-Eurasian Journal Agriculture Science* 2: 33-38.
7. Biari, A., A. Gholami and H. A. Rahmani. 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. *Journal of Biological Sciences* 8(6): 1015-1020.
8. Darzi, M. T., A. Ghalavand and F. Rejali. 2008. Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphate biofertilizer

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.23.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.279]

application on flowering, biological yield and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Crop Sciences* 10: 88-109. (In Farsi).
9. Denmead, O. T. and R. H. Shaw. 1960. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. *Agronomy Journal* 52(5): 272-274.
10. Duponnois, R., C. Plenchette, J. Thioulouse and P. Cadet. 2001. The mycorrhizal soil infectivity and arbuscular mycorrhizal fungal spore communities in soils of different aged fallows in Senegal. *Applied Soil Ecology* 17(3): 239 – 251.
11. Dwyer, L. M. and D. W. Stewart. 1986. Leaf area development in field-grown maize. *Agronomy Journal* 78: 334–343.
12. Fernandez, L. A., P. Zalba, M. A. Gomez and M. A. Sagardoy. 2007. Phosphate-solubilization activity bacterial strains in soil and their effect on soybean growth under greenhouse conditions. *Biology and Fertility of Soils* 43(6): 805-809.
13. Ghorbanian, D., S. Harutyunyan, D. Mazaheri, V. Rasoli and A. Mohebi. 2012. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and different levels of phosphorus on the growth of corn in water stress conditions. *African Journal of Agricultural Research* 7(16): 2575-2580.
14. Ghorchiani, M., G. Akbari, H. A. Alikhani, I. Allahdadi and M. Zarei. 2011. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and *Pseudomonas fluorescence* bacterium on the ear traits, chlorophyll content and yield of *Zea maize* under moisture stress conditions. *Journal of Soil and Water* 1: 98-114. (In Farsi).
15. Gupta, M. L., A. Prasad, M. Ram and S. Kumar. 2002. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasiculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. *Bioresource Technology* 81(1): 77-79.
16. Khan, M. S. and A. Zaidi. 2007. Synergistic effects of the inoculation with plant growth-promotion rhizobacteria and an Arbuscular mycorrhizal fungus on the performance of wheat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 31: 355-362.
17. Khorramdel, S., A. Koocheki, M. Nassiri Mahallati, R. Ghorbani1. 2010. Effects of biofertilizers on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 5:768-776. (In Farsi).
18. Mobasser, H. R., A. Moradgholi, A. Mehraban, S. Koohkan. 2012. Investigation of mycorrhizal effect on agronomic traits and protein percent of corn varieties in Sistan. *International Journal of Agricultural Science* 2(2): 108-119.
19. Moll, R. H. and E. J. Kamparth. 1977. Effect of population density upon agronomic traits associated with genetic increases in yield of corn. *Agronomy Journal* 69(1): 81-84.
20. Mosavi Jangali, S. A., B. Sani, M. Sharifi and Z. Hoseini-Nejad. 2005. Effect of phosphate solubilizing bacteria and mycorrhizal fungi on yield and yield components of corn grain (SC 704). *Journal of Iran Agriculture Science* 2: 60-65. (In Farsi).
21. Paradi, I., Z. Bratek and F. Lang. 2003. Influence of arbuscular mycorrhiza and phosphorus supply on polyamine content, growth and photosynthesis of *Plantago lanceolata*. *Biologia Plantarum* 46(4): 563-569.
22. Rahnama, A. 2008. Plant Physiology. 2 Edition. Puran Research Publications, Tehran. (In Farsi).
23. Ratti, N., S. Kumar, H. N. Verma and S. P. Gautam. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. motia by rhizobacteria, AMF and azospirillum inoculation. *Microbiological Research* 156(2): 145-149.
24. Rodríguez, H. and F. Reynaldo. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances* 17(4): 319-339.
25. Ryan, M. H. and J. H. Graham. 2002. Is there a role for arbuscular mycorrhiza fungi production in agriculture? *Plant and Soil* 244: 263–271.
26. Samar bakhsh, S. 2006. Impact of Fungicide pesticide on the efficiency of different strains of symbiotic mycorrhizal fungi arbascolar with corn. MSc. Thesis, Islamic Azad University of Karaj, Iran. (In Farsi).
27. Sarajuoghi, M., M. R. Ardakani, G. Nurmohammadi, A. Kashani, F. Rejali and S. Mafakheri. 2012. Response of yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) to different biofertilizers and chemical fertilizers. *American-Eurasian Journal Agricultural and Environmental Sciences* 12(3): 315-320.
28. Shahhosseini, Z., A. Gholami and H. Asghari. 2012. Study the correlation among some growth characteristics of maize and yield under symbiosis with mycorrhizae fungi. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 4: 696-698.
29. Sharma, A. K. 2002. A Handbook of Organic Farming. Oscar Publications, Delhi, India.
30. Soleimanzadeh, H. 2010. Effect of VA-mycorrhiza on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) at different phosphorus levels. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 47: 159-162.
31. Turan, M., N. Ataoglu and F. Sahin. 2006. Evaluation of the capacity of phosphate solubilizing bacteria and fungi on different forms of phosphorus in liquid culture. *Journal of Sustainable Agriculture* 28(3): 99-108.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.23.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.279]

32. Wu, S. C., Z. H. Cao, Z. G. Li, K. C. Chenng and M. H. Wong. 2005. Effect of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma* 125: 155-166.
33. Yazdani, M., M. A. Bahmanyar, H. Pirdashti and M. A. Esmaili. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of corn. *International Journal of Biological and Life Sciences* 25(1): 2-7.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.23.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.279]