بررسی اثر قارچ میکوریزا (*VAM*) و مقادیرکود فسفر بر ویژگی‌های کمی و کیفی ذرت دانه‌ای سینگل کراس کارون

علی غلامی*[۱] و مهشید محمودی[۲]

۱) استادیار گروه خاکشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

* **نویسنده مسئول:** A.gholami@khouzestan.srbiau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱۹ **تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۳/۱۸**

چکیده

ذرت به دلیل قابلیت‌هایی نظیر سازگاری در شرایط اقلیمی گوناگون، تحمل نسبت به خشکی، عملکرد بالا، قدرت قرار گرفتن در تناوب‌های مختلف، قدرت پذیرش کامل مکانیزاسیون و موارد مصرف متعدد، در بسیاری از کشورها به‌طور گسترده کشت می‌شود. به منظور بررسی اثر کاربرد قارچ میکوریزا و مقادیر مختلف سطوح کود فسفر بر ویژگی‌های کمی و کیفی ذرت دانه‌ای رقم سینگل گراس کارون آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو سطح کاربرد و عدم کاربرد قارچ میکوریزا و چهار مقدار کود فسفر با سه تکرار، در سال زراعی ۱۳۹۱ در شمال خوزستان اجرا شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد با افزودن قارچ میکوریزا عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت بوته، تعداد دانه در ردیف و ارتفاع بوته، در سطح یک درصد و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، وزن هزاردانه و پروتئین دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد و تعداد ردیف در دانه تحت اثر میکوریزا قرار نگرفت. تیمار A_2 (استفاده از تلقیح میکوریزایی) نیز با میانگین درصد پروتئین ۱۰/۸۳ نسبت به تیمار A_1 (عدم استفاده از تلقیح میکوریزایی) با میانگین ۱۰/۵۹ عملکرد بالاتری را نشان داد. اثر تیمار فسفر بر ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، تعداد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت بوته و پروتئین در سطح یک درصد معنی‌دار و بر تعداد ردیف در بلال معنی‌دار نشد.

واژه‌های کلیدی: ویژگی‌های کمی و کیفی، ذرت، فسفر، قارچ میکوریزا.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]

مقدمه

ذرت به دلیل قابلیت‌هایی نظیر سازگاری در شرایط اقلیمی گوناگون، تحمل نسبت به خشکی، عملکرد زیاد، قدرت قرار گرفتن در تناوب‌های مختلف، قدرت پذیرش کامل مکانیزاسیون و موارد مصرف متعدد، در بسیاری از کشورها به‌طور گسترده کشت می‌شود. ذرت علاوه بر این که علوفه‌ای بسیار مطلوب برای دام است، از نظر تأمین انرژی نیز بی نظیر است (فرقانی و کلباسی، ۱۳۷۵). سطح زیر کشت، میزان تولید در هکتار و مقدار مصرف ذرت، در طی سال‌های اخیر در اغلب کشورهای جهان افزایش یافته به نحوی که در بین غلات مقام اول را پس از گندم و برنج کسب نموده است. این گیاه غنی از پروتئین و مواد قندی بوده و برای دام‌ها بسیار مفید است و ۸۰ تا ۸۵ درصد تولید هر کشور به مصرف تهیه ذرت سیلویی یا علوفه سبز تازه برای تغذیه دام می‌رسد (نصیری‌محلاتی و همکاران، ۱۳۸۰). Sylvia و همکاران (۱۹۹۳) در یک آزمایش مزرعه‌ای سه ساله بر گیاه ذرت، به این نتیجه رسیدند که در تیمارهای تلقیح شده، غلظت عناصر فسفر و مس در اندام هوایی گیاه و دانه افزایش یافته و هم‌چنین پاسخ نسبی گیاه ذرت به تلقیح با *Glomusetunicatum* در شرایط تنش خشکی افزایش می‌یابد. Subramanian و Charest (۱۹۹۷) در آزمایشی اثر گونه *Glomusintraradices* را بر رشد، جذب عناصر غذایی و رفتار زایشی ذرت مورد مطالعه قرار داده و گزارش نمودند که در طول سه هفته تنش خشکی، گیاهان میکوریزایی ارقام حساس و متحمل به خشکی، پتانسیل آب برگ بیش‌تر را حفظ نمودند. Sherif و همکاران (۲۰۱۲) بیان داشتند هیبریدهای ذرت دارای فنوتیپ‌های متفاوتی بوده و هیبریدهایی که از لحاظ فنوتیپی طول دوره‌ی زایشی طولانی‌تری داشته باشند، عملکرد دانه و بیولوژیکی بیش‌تری نیز دارند. یکی از اصلی‌ترین ریز جانداران موجود در محیط ریشه، قارچ‌های میکوریزای وزیکولار آربوسکولار (VAM)[1] هستند. این قارچ‌ها با ایجاد ارتباط هم‌زیستی با ریشه گیاهان زراعی مزایای زیادی را برای میزبان خود فراهم می‌کنند. افزایش در جذب آب و عناصر غذایی گیاه میزبان و در نتیجه افزایش رشد و تحمل تنش خشکی، افزایش مقاومت در مقابل عوامل بیماریزا، تولید هورمون‌های گیاهی و بهبود ساختمان خاک از طریق تسهیل در ایجاد خاک‌دانه‌ها از جمله مزایایی است که گیاه میزبان در این هم‌زیستی از آن بهره‌مند می‌شود. عنصر فسفر در تغذیه و رشد گیاهان اهمیت به‌سزایی دارد. وجود این عنصر در ساختار ژنتیکی موجودات زنده و نقش آن در انتقال انرژی کاملاً مشخص شده است. تحقیقات Perry و همکاران (۲۰۱۱) نشان می‌دهد که فسفر در افزایش محتوای نشاسته، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و افزایش سطح کاروتن در برگ ذرت نقشی ندارد. فسفر در تمام خاک‌ها، اکثر سنگ‌ها و آب، هم‌چنین بقایای گیاهی و جانوری وجود داشته اما بیش‌تر منابع فسفر به شکل‌های قابل جذب برای گیاه نمی‌باشند. هم‌چنین استخراج و تبدیل آن به شکل‌های قابل دسترس گیاهی با صرف مقادیر زیادی انرژی و

[1] *Vesicular Arbuscular Mycorrhiza*

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]

هزینه همراه است. این پژوهش با هدف بررسی اثر کاربرد قارچ میکوریزا و مقادیر مختلف سطوح کود فسفر و برهمکنش این دو بر ویژگی‌های کمی و کیفی هیبرید جدید ذرت کارون اجرا شد. شناخت اثر عنصر غذایی فسفر و میکوریزا بر تغییرات مورفولوژیک و نیز شناخت برهمکنش میکوریزا و کود فسفر و تشخیص اثر بخشی آن بر هیبرید کارون برای مراکز علمی و پژوهشی حائز اهمیت است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به‌صورت آزمایش فاکتوریل با دو سطح تلقیح قارچ میکوریزا و چهار مقدار کود فسفر در سه تکرار در شمال استان خوزستان اجرا شد. فاکتور قارچ میکوریزا در دو سطح شاهد A_1 (عدم تلقیح میکوریزایی)، و A_2 (تلقیح میکوریزایی- به میزان تقریبی ۱ تا ۲ گرم برای هر بذر به‌طوری‌که با بذر آغشته شود) در نظر گرفته شد. قارچ میکوریزایی مورد استفاده در این تحقیق از گونه *Clomus Mosseae* بوده که در هر گرم از ماده حاصله تعداد 10^5 اسپور قارچ وجود داشت. تیمار مقادیر فسفر شامل عدم مصرف کود فسفر به‌عنوان شاهد (B_1)، ۵۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار (B_2)، ۱۰۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار (B_3) و ۱۵۰ کیلوگرم فسفر خالص (B_4)، از کود فسفات آمونیوم (۴۶ درصد فسفر خالص) تأمین گردید. صفات ارتفاع بوته، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در بلال، وزن هزاردانه، عملکرد دانه در واحد سطح به هکتار، عملکرد بیولوژیک (بلال + بوته)، شاخص برداشت، شاخص برداشت بلال، وزن بلال و پروتئین اندازه‌گیری شد.

صفات اندازه‌گیری شده

ارتفاع بوته

ارتفاع ۵ بوته با استفاده از متر فلزی از سطح زمین تا زیر گل تاجی بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

تعداد ردیف دانه در بلال

برای محاسبه تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد ردیف‌های دانه از قسمت وسط، ۵ بلال انتخابی از هر کرت آزمایشی شمارش شده و پس از گرفتن میانگین، ثبت گردید.

تعداد دانه در بلال

از حاصل‌ضرب تعداد ردیف دانه در تعداد دانه در ردیف هر بلال محاسبه و پس از میانگین‌گیری ثبت گردید (میانگین ۵ بلال انتخابی).

وزن هزاردانه

از بذر تمام تیمارها ۱۰۰۰ دانه شمارش کرده سپس با ترازو توزین شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]

عملکرد دانه در واحد سطح(هکتار)

از توزین تعداد بلال‌های هر نمونه پس از جدا نمودن غلاف و دانه از بلال، به‌دست آمد. با توجه به اینکه رطوبت دانه‌ها در زمان برداشت زیاد بود با استفاده از رطوبت‌سنج دستی، بر حسب رطوبت ۱۴ درصد و با استفاده از رابطه (۱)، این ویژگی تصحیح شد (Roberts, 2005):

رابطه (۱)

$$P_{14\%} = \frac{P\,(100 - M)}{100 - 14}$$

$P_{14\%}$: وزن محصول با رطوبت ۱۴ درصد (گرم یا کیلوگرم)

P: وزن محصول برداشت شده (گرم یا کیلوگرم)

M: درصد رطوبت محصول

عملکرد بیولوژیک (بلال + بوته)

برای محاسبه عملکرد بیولوژیک، بوته‌های نمونه‌گیری شده، در آون به مدت ۷۲ ساعت و در در دمای۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۱ وزن خشک کل بوته‌ها (شامل ساقه، برگ، بلال) توزین و بر حسب گرم در مترمربع محاسبه و ثبت گردید.

شاخص برداشت

از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک ضرب در ۱۰۰، این شاخص محاسبه گردید.

شاخص برداشت بلال

از تقسیم عملکرد دانه در وزن بلال ضرب در ۱۰۰ این شاخص محاسبه شد.

وزن بلال

وزن ۵ بلال انتخابی از هر کرت آزمایشی پس از رسیدگی فیزیولوژیکی و جدا نمودن غلاف و دم بلال با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۱ توزین و پس از آن بر تعداد کل بلال‌ها تقسیم کرده و بر حسب گرم محاسبه گردید.

درصد پروتئین دانه

درصد پروتئین دانه از طریق محاسبه میزان نیتروژن دانه بروش کجلدال و ضرب آن در عدد ۵/۷ محاسبه شد (Nelson and Sommers, 1973). به منظور تجزیه واریانس و بررسی‌های آماری صفات مورد مطالعه، از نرم‌افزار آماری MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و در سطوح احتمال پنج و یک درصد آماری انجام شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]

نتایج و بحث

بر اساس نظر Barea و همکاران (۲۰۰۵) اکثر گیاهان زراعی با قارچ‌های میکوریزا هم‌زیستی دارند. در شرایط هم‌زیستی جذب عناصر غذایی و به ویژه فسفر افزایش می‌یابد (غلامی و اصغری، ۱۳۸۶). بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، با افزودن میکوریزا عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت بوته، تعداد دانه در ردیف، ارتفاع بوته در سطح یک درصد و صفاتی مانند ارتفاع بوته، وزن هزاردانه و پروتئین در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار شد که نتایج این قسمت از تحقیق با نتایج Giri و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت داشت. اما ویژگی تعداد ردیف در دانه تحت اثر تیمار میکوریزا قرار نگرفت (جدول ۱). هم‌چنین، با افزودن کود فسفر، صفاتی چون ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، تعداد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت بوته و پروتئین در سطح یک درصد و شاخص برداشت در سطح آماری پنج درصد مطابق با نتایج پژوهش Farooq (۲۰۰۶) معنی‌دار شد(جدول ۱). اما تعداد ردیف در بلال تحت اثر تیمار کود فسفر قرار نگرفت(Kamh *et al*. 1999). نتایج نشان داد در حالت کاربرد میکوریزا بیش‌ترین عملکرد دانه از مقدار ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به‌دست آمد. هم‌چنین کاربرد میکوریزا (A_2) نسبت به عدم کاربرد آن (A_1) سبب افزایش عملکرد دانه شد (جدول ۱). افزایش سطح برگ گیاه در اثر کاربرد میکوریزا نیز توسط Talukdar و Germida (۱۹۹۵) گزارش شده است.

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	ارتفاع گیاه	شاخص برداشت بوته	شاخص برداشت بلال	پروتئین دانه
تکرار	۲	۰/۰۴۵^{ns}	۱/۸^{ns}	۲۰۴^{ns}	۱۸۰۳^{ns}	۳/۵^{ns}	۲۳/۲^{ns}	۲۳/۲^{ns}	۲۲/۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
عامل A (میکوریزا)	۱	۱۱/۳۴**	۰/۰۰۱^{ns}	۴۱۸**	۲۹۷۹۹**	۱۸۹۸۴**	۱۳۰**	۵۰۴**	۷۶/۵^{ns}	۰/۳۲**
عامل B (کودفسفات)	۳	۲۹/۶۲**	۰/۰۰۰۵^{ns}	۱۰۵۷*	۴۵۶۹۸**	۳۴۷۵۰**	۴۷۴*	۶۶۹**	۱۱۸**	۱/۳*
برهمکنش (A×B)	۳	۰/۰۲۸^{ns}	۰/۰۰۰۵^{ns}	۴۳/۲^{ns}	۱۴۶۳^{ns}	۱۹۱۴^{ns}	۴/۰۹ ^{ns}	۴۶/۳^{ns}	۵/۳^{ns}	۰/۰۱۴^{ns}
خطا	۱۴	۰/۳۱	۶/۰۳	۸۵/۵	۴۷۵	۷۰۴	۲۶/۲	۲۷/۸	۳۳	۰/۰۶۴
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۷	۱۰/۷	۳/۰۵	۷/۸	۵/۶	۲/۶	۹/۲	۷/۶	۳/۶

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

ارتفاع گیاه

نتایج جدول ۱ نشان داد که اثر مقادیر مختلف کود فسفر بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف تیمار کودی نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع گیاه مربوط به سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده، با افزایش مقادیر فسفر ارتفاع گیاه افزایش پیدا کرد. میانگین ارتفاع گیاه در مقادیر مختلف کود فسفر در تیمار B_2 و B_3 در گروه‌های مستقل قرار گرفت و در همه تیمارهای کود فسفر، تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده شد، به جز ارتفاع گیاه در تیمار B_3 که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای B_2 و B_4 نشان داد. هم‌چنین بین تیمارهای B_3 و B_4 و نیز تیمار B_3 و B_2 این تفاوت‌ها معنی‌دار نبود و از نظر آماری در یک گروه قرار گرفت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]

در اثر افزودن مقادیر تیمارهای B_2، B_3 و B_4 به ترتیب ۷، ۹/۶۷ و ۱۰ درصد افزایش ارتفاع گیاه نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲). هم‌چنین بین کاربرد و عدم کاربرد قارچ میکوریزا و اثر آن بر ارتفاع گیاه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد به‌دست آمد (جدول ۳). قارچ میکوریزایی احتمالاً از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی سبب افزایش فتوسنتز شده و این موضوع موجب تولید اسیمیلات بیش‌تر و بهبود رشد گیاه شده، در نتیجه ارتفاع گیاه نیز افزایش یافته است. گزارش‌های غلامی و همکاران (۱۳۷۸)، شیرانی‌راد (۱۳۷۷) و Giri و همکاران (۲۰۰۳) در زمینه افزایش ارتفاع گیاه در اثرکاربرد میکوریزا تائیدکننده نتیجه این تحقیق می‌باشد. برهمکنش میکوریزا و فسفر بر ارتفاع گیاه اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در مقایسه‌ی تیمار بدون مصرف قارچ میکوریزا با تیمار مصرف کود فسفر، ارتفاع گیاه نیز افزایش یافت و در تیماری که مقادیر فسفر استفاده نشد، تلقیح ذرت با میکوریزا سبب افزایش ارتفاع شد (جدول ۴). قارچ میکوریزایی بواسطه فراهم نمودن فسفر غیر قابل جذب خاک برای گیاه از یک طرف سبب کاهش مصرف فسفر و از طرف دیگر به دلیل افزایش جذب آب و عناصر غذایی سبب بهبود رشد گیاه و افزایش ارتفاع گیاه گردید (Russo *et al*. 2005).

جدول ۲: مقایسه میانگین ارتفاع گیاه، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت بوته و عملکرد بیولوژیک تحت اثر تیمارهای فسفر

تیمار و مقادیر فسفر (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم)	شاخص برداشت بوته (درصد)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	تعداد ردیف دانه	شاخص برداشت بلال (درصد)	وزن کل بوته (گرم)	پروتئین (درصد)
۰(B_1)	۱۸۴ c	۲۸۵ c	۱۶۱ d	۴۲/۵ c	۳۷۰ d	۱۸/۸ a	۶۹/۸ b	۲۲۹ d	۱۰/۱ c
۵۰(B_2)	۱۹۷ b	۳۰۱ b	۲۶۱ c	۵۶/۴ b	۴۶۰ c	۱۸/۷ a	۷۴/۸ a	۳۴۹ c	۱۰/۶ b
۱۰۰(B_3)	۲۰۱ ab	۳۱۱ ab	۳۲۳ b	۶۳/۹ a	۵۰۶ b	۱۸/۷ a	۷۸/۴ a	۴۱۳ b	۱۱ a
۱۵۰(B_4)	۲۰۳ a	۳۱۵ a	۳۶۰ a	۶۵/۹ a	۵۴۸ a	۱۸/۷ a	۷۹/۷ a	۴۵۳ a	۱۱/۲ a

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

جدول ۳: مقایسه میانگین ارتفاع گیاه، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت بوته و عملکرد بیولوژیک تحت اثر تیمارهای مایکوریزا

تیمار مایکوریزا	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم)	شاخص برداشت بوته (درصد)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	تعداد ردیف دانه	شاخص برداشت بلال (درصد)	وزن کل بوته (گرم)	پروتئین (درصد)
(A_1) عدم تلقیح	۱۹۴ b	۲۹۹ b	۲۴۱ b	۵۲/۶ b	۴۴۳ b	۱۸/۷ a	۷۳/۹ b	۳۲۱/۵ b	۱۰/۵ b
(A_2) تلقیح	۱۹۹ a	۳۰۷/۵ a	۲۹۸ a	۳۱۱ a	۴۹۹ a	۱۸/۷ a	۷۷/۵ a	۴۰۱ a	۱۰/۹ a

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

وزن هزاردانه

نتایج جدول ۱ نشان داد که اثر تیمارهای میکوریزا و تیمارهای کودی به ترتیب در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد معنی‌دار بود. در بررسی اثر فسفر بر روی وزن هزاردانه مشاهده شد که بین مقادیر مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. با توجه به جدول ۲ مشاهده شد که افزایش فسفر سبب افزایش وزن هزاردانه شده

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]

است. تیمار B_4 با مقدار ۳۱۵/۱ گرم اختلاف معنی‌داری از نظر آماری با سایر مقادیر داشته، هم‌چنین تیمار B_3 نسبت به B_2 و تیمار شاهد دارای وزن هزاردانه بیش‌تری بود. در واقع میانگین وزن هزاردانه در تیمارهای B_2، B_3 و B_4 به ترتیب ۵/۷۸، ۹/۱ و ۱۰/۴۵ درصد بیش‌تر از تیمار شاهد (B_1) به‌دست آمد. میانگین تیمارهای B_2 و B_3 و نیز تیمارهای B_3 و B_4 از نظر آماری در یک گروه مشترک قرار گرفت. هم‌چنین تفاوت معنی‌داری بین تیمار B_2 و B_3 و نیز بین تیمار B_3 و B_4 مشاهده نشد (جدول ۲). به‌طورکلی کاربرد میکوریزا نسبت به عدم کاربرد آن سبب افزایش وزن هزاردانه گردید (جدول ۳). علی‌رغم استفاده قارچ میکوریزایی از اسیمیلات‌های گیاه، به واسطه نقش مثبت این ریز جانداران در جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه فسفر و انتقال آن به سلول‌های گیاه میزبان، هم‌زیستی آن با گیاه ذرت (C_4) سبب بهبود رشد و افزایش فتوسنتز و تولید ایسمیلات شد. در نتیجه در مرحله پر شدن دانه شیره پرورده کافی به دانه‌ها انتقال یافته و دانه‌های درشت با وزن قابل قبول تولید گردید. به همین دلیل وزن هزاردانه نیز افزایش نشان داد. افزایش وزن هزاردانه در گیاه گندم هم‌زیست با میکوریزا توسط اردکانی (۱۳۷۸) شیرانی‌راد (۱۳۷۷) و Panwar (۱۹۹۲)گزارش شده است. نتایج برهمکنش میکوریزا و فسفر نشان داد که اثر این عامل بر وزن هزاردانه معنی‌دار نشد (جدول ۴). در واقع اثر قارچ میکوریزایی بر روی وزن هزاردانه مستقل از اثر فسفر بوده و تحت اثر آن واقع نشد. احتمالاً در سطوح بالای فسفر، قارچ میکوریزایی دارای اثرات پارازیتی بر میزبان بوده است. هم‌زیستی ذرت با میکوریزا حتی در شرایط عدم مصرف فسفر نیز وزن هزاردانه تقریباً برابر با گیاه ذرت غیر هم‌زیست در بالاترین سطح فسفر، تولید نمود (جدول ۴).

جدول ۴: مقایسه میانگین ارتفاع گیاه، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت بوته و عملکرد بیولوژیک تحت اثر برهمکنش فسفر و مایکوریزا

مایکوریزا	پروتئین (درصد)	فسفر (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم)	شاخص برداشت بوته (درصد)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	شاخص برداشت بلال (درصد)	وزن کل بوته (گرم)
عدم تلقیح(A_1)	۹/۸ e	(B_1)۰	۱۸۰ f	۲۷۷ f	۱۱۷ g	۳۶/۷ e	۳۱۹ f	۴۲/۷ e	۱۸/۸ a	۶۶/۶ e	۱۷۶ f
تلقیح(A_2)	۱۰/۲ d	(B_1)۰	۱۸۷ e	۲۹۳ e	۲۰۵ f	۴۸/۷ d	۴۲۲ e	۴۴/۳ d	۱۸/۷ a	۷۲/۹ d	۲۸۲ e
عدم تلقیح(A_1)	۱۰/۴ d	(B_2)۵۰	۱۹۴ d	۲۹۸ d	۲۱۱ f	۴۸/۶ d	۴۳۳ e	۴۵/۵ c	۱۸/۷ a	۷۳/۸ d	۲۸۷ e
تلقیح(A_2)	۱۰/۸ c	(B_2)۵۰	۱۹۹ c	۳۰۵ cd	۳۱۱ d	۶۴/۱ b	۴۸۷ d	۴۷/۴ b	۱۸/۷ a	۷۵/۸ c	۴۱۲ c
عدم تلقیح(A_1)	۱۰/۹ bc	(B_3)۱۰۰	۲۰۰ c	۳۰۸ c	۲۹۱ e	۶۰/۸ c	۴۸۰ d	۴۷/۲ b	۱۸/۷ a	۷۶/۸ c	۳۸۰ d
تلقیح(A_2)	۱۱/۲ ab	(B_3)۱۰۰	۲۰۳ b	۳۱۳ b	۳۵۶ b	۶۷ a	۵۳۲ c	۴۸/۳ ab	۱۸/۷ a	۸۰ a	۴۴۶ b
عدم تلقیح(A_1)	۱۱ b	(B_4)۱۵۰	۲۰۲ b	۳۱۲ b	۳۴۶ c	۶۴/۳ b	۵۴۰ b	۴۸/۱ ab	۱۸/۷ a	۷۸/۴ b	۴۴۳ b
تلقیح(A_2)	۱۱/۴ a	(B_4)۱۵۰	۲۰۵ a	۳۱۸ a	۳۷۵ a	۶۷/۳ a	۵۵۶ a	۴۹ a	۱۸/۷ a	۸۱ a	۴۶۴ a

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

عملکرد دانه

نتایج جدول ۱ نشان داد که اثر تیمارهای میکوریزا بر وزن هزاردانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. میانگین عملکرد دانه در اثر افزایش تیمارهای کود فسفر تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان داد. این تفاوت در میان تیمارهای

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1393.6.22.8.0]

مختلف نیز معنی‌دار بود. با افزایش مقادیر تیمارهای B_2، B_3 و B_4 به ترتیب ۶۲، ۱۰۱ و ۱۲۴درصد افزایش عملکرد دانه مشاهده شد. افزایش تیمارهای کود فسفری سبب افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۲). در واقع کاربرد فسفر فعالیت فتوسنتزی گیاه را بهبود بخشیده و با تولید مواد فتوسنتزی بیش‌تر، میزان مواد ذخیره‌ای بیش‌تر می‌گردد. فرقانی و کلباسی (۱۳۷۵) در بررسی بر روی گیاه ذرت نشان دادندکه وقتی مقدار فسفر خاک به حد بحرانی آن نزدیک و یا بیش‌تر می‌شود، افزایش عملکردی در خاک‌های تیمار شده نسبت به شاهد مشاهده نمی‌شود. اسماعیلی و همکاران (۱۳۷۹) و هم‌چنین Hammett و همکاران (۱۹۸۲) نیز نشان دادند که کاربرد فسفر در مقادیر زیاد نه تنها سبب افزایش عملکرد نمی‌شود بلکه با اثر بر جذب سایر عناصر سبب کاهش محصول و تخریب خاک می‌گردد. Farooq و همکاران (۲۰۰۶) افزایش عملکرد دانه را در اثر کاربرد فسفر به ترتیب در آفتابگردان، برنج و گندم گزارش کردند. با توجه به جدول تجزیه واریانس، بین اثر کاربرد و عدم کاربرد قارچ میکوریزا بر عملکرد دانه در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد (جدول ۱). در واقع کاربرد میکوریزا نسبت به عدم کاربرد آن، سبب افزایش عملکرد دانه شد. از آن‌جایی‌که عملکرد دانه برآیندی از صفات تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه در بلال و وزن هزاردانه می‌باشد، پس هم‌زیستی میکوریزایی از طریق افزایش این صفات سبب افزایش عملکرد دانه نسبت به گیاه ذرت غیرهم‌زیست شد. افزایش عملکرد در اثر کاربرد میکوریزا توسط اردکانی (۱۳۷۸)، شیرانی‌راد (۱۳۷۷) گزارش شده است. برهمکنش میکوریزا و فسفر بر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری نشان نداد که نشان می‌دهد اثر قارچ میکوریزا، مستقل از فسفر است (جدول ۱). مقایسه میانگین برهمکنش میکوریزا و فسفر بر صفت مذکور نشان داد در تیمار عدم کاربرد میکوریزا با افزایش مقدار فسفر، عملکرد دانه افزایش یافته و بیش‌ترین عملکرد دانه از بالاترین سطح فسفر به‌دست آمد. در صورتی که در تیمار کاربرد میکوریزا، بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار تلقیح با میکوریزا بود (جدول ۴). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد میکوریزا از یک طرف سبب کاهش مصرف و از طرفی باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد. در واقع هم‌زیستی گیاه ذرت با میکوریزا سبب استفاده گیاه از فسفر غیر قابل جذب خاک گردیده و این امر واکنش گیاه را به فسفر اضافه شده از طریق مصرف کود، کاهش داده است. Nagahashi (۱۹۹۶) چهار سازوکار برای توصیف دلایل ممانعت و یا محدود شدن توسعه قارچ میکوریزا در اثر بالا بودن مقدار فسفر پیشنهاد کرده است:

۱) ایجاد تغییرات آناتومیک و یا فیزیولوژیک که ممکن است در ریشه‌ها رخ دهد و توسعه قارچ را در درون ریشه‌های گیاه محدود سازد.

۲) کندتر شدن جریان کربن به ازای واحد طول ریشه‌ها در سطح بالای فسفر نسبت به سطوح پایین تر.

۳) تغییرات کمی و کیفی در ترشحات ریشه که به نوعی بر رشد برون ریشه‌ای و گستردگی نفوذ آن‌ها به ریشه اثر می‌گذارد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]

۴) فسفر ممکن است به‌طور مستقیم مانع رشد قارچ‌ها در خاک شود.

عملکرد بیولوژیکی

نتایج جدول ۱ نشان داد که اثر تیمارهای میکوریزا و تیمارکودی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی برهمکنش تیمار کودی و میکوریزا معنی‌دار نشد. با توجه به نقش فسفر در توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه، افزایش این عنصر سبب افزایش میزان جذب مواد و عناصر مختلف در گیاه خواهد شد. در تحقیق حاضر نیز به دلیل توسعه ریشه‌ها در سطوح بالاتر مصرف فسفر، میزان عملکرد فیزیولوژیکی افزایش نشان داد. میانگین عملکرد بیولوژیکی در اثر افزایش تیمارهای کودی تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان داد. این تفاوت حتی میان تیمارهای مختلف نیز معنی‌دار شد و تیمارها هر کدام در گروه آماری متفاوت و با مقادیر بالاتری نسبت به شاهد قرار گرفتند. هم‌چنین نتایج نشان داد با افزایش مقدار B_2، B_3 و B_4 به ترتیب ۲۴/۳، ۳۶/۷ و ۴۸/۱ درصد افزایش عملکرد دیده شد (جدول ۲). Kamara و همکاران (۲۰۰۹) گـزارش‌کردند که تأخیر در کشت باعث افزایش روز تا گل‌دهی و فاصله بین ظهور گل آذین‌نر و ماده و کاهش در مـاده خشک تولیدی و در نهایت عملکرد بیولوژیکی می‌گردد. بررسی اثر قارچ میکوریزا بر روی وزن بلال نشان داد که بین کاربرد و عدم کاربرد آن از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (جدول ۳). به‌طورکلی، کاربرد قارچ نسبت به عدم کاربرد آن، سبب افزایش عملکرد بیولوژیکی گردید. در واقع قارچ میکوریزا سبب افزایش جذب آب و عناصر غذایی شده و به این ترتیب باعث بهبود رشد و افزایش شاخص سطح برگ می‌گردد، در نتیجه میزان فتوسنتز و تولید اسیمیلات افزایش می‌یابد. افزایش عملکرد بیولوژیکی توسط Ojala و Jarrell (۱۹۸۰) گزارش شده است، در واقع به دلیل انتشار میسلیوم قارچ‌های میکوریزا مرتبط با بافت‌های درونی ریشه در محیط ریزوسفر و تشکیل یک سیستم جذب اضافی به‌صورت مکمل بر سیستم ریشه‌ای گیاه است که بهره‌گیری از حجم بیش‌تری از خاک را که ریشه‌های تغذیه کننده به آن دسترسی ندارند ممکن می‌سازد. به همین دلیل جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه فسفر که در تولید اندام‌های زایشی و پر شدن دانه در بلال اهمیت دارد بیش‌تر شده و با اثر بر فتوسنتز سبب افزایش اسیمیلات شده و شیره پرورده کافی برای رشد اندام‌های زایشی و رویشی و افزایش عملکرد بیولوژیکی گیاه تأمین گردیده است. گزارش تحقیقات Potarzycki و Grzebisz (۲۰۰۹) و Ayad و همکاران (۲۰۱۰) مؤید اثر مثبت عنصر روی و فسفر درافزایش محتوای کلروفیل در ذرت می‌باشد. برهمکنش میکوریزا و فسفر بر عملکرد بیولوژیکی گیاه معنی‌دار نشد (جدول ۴). این امر نشان می‌دهد اثر قارچ میکوریزایی بر عملکرد بیولوژیکی مستقل از اثر فسفر بوده و تحت اثر آن قرار نگرفته است. در بررسی برهمکنش میکوریزا و فسفر مشاهده شد که افزایش تیمار کودی و کاربرد میکوریزا سبب افزایش میزان عملکرد شده و بیش‌ترین مقدار آن مربوط به تیمار A_2B_4 و کم‌ترین مقدار آن به تیمار شاهد اختصاص داشت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]

تعداد ردیف دانه در بلال

نتایج جدول ۱ نشان داد که اثر تیمارهای میکوریزا و تیمار کودی و نیز برهمکنش آن‌ها بر تعداد ردیف دانه در بلال معنی‌داری نشد (جدول ۱). کاظمی و همکاران (۱۳۷۹) در آزمایش بر روی ذرت مشاهده نمودند که اثر تیمارهای فسفر بر تعداد ردیف دانه در بلال معنی‌دار بوده است. بررسی اثر مقادیر مختلف فسفر بر تعداد ردیف در بلال نیز نشان داد که بین سطوح مختلف فسفر از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت. مقایسه میانگین این ویژگی در مقادیر مختلف کودی فسفر نشان داد که تفاوت معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد وجود ندارد و تیمارها همگی در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ۲). با افزایش تیمار کودی تفاوتی در افزایش عملکرد دیده نشد چرا که این عدم افزایش عملکرد بیش‌تر تحت اثر بافت ژنتیکی بلال قرار می‌گیرد. Canrarero و همکاران (۲۰۰۰) گزارش دادند که با تأخیر در تاریخ کاشت، تعداد بلال در گیاه و تعداد دانه در بلال و نهایتاً عملکرد تقلیل پیدا می‌کند. کاربرد میکوریزا در مقایسه با عدم کاربرد آن از نظر اثر بر روی تعداد دانه در بلال دارای یک اثر افزایشی نبوده و معنی‌دار نشد (جدول ۳). احتمالاً قارچ میکوریزایی از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه فسفر سبب افزایش میزان فتوسنتز و تولید اسیمیلات به اندازه مشخصی که تابع ژنتیک می‌باشد شده است و در نتیجه شیره‌ی پرورده کافی جهت رشد بلال و افزایش قطر آن فراهم شده و نهایتاً تعداد ردیف دانه در بلال تا تعداد مشخصی که ژنتیک بلال مشخص می‌کند افزایش نشان داده است. برهمکنش میکوریزا و فسفر نیز از نظر اثر بر روی تعداد ردیف دانه در بلال اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). تیمار A_1B_1 با ۱۸/۸ ردیف دانه در بلال بیش‌ترین مقدار بود و دامنه تغییرات تیمارهای مختلف تقریباً نزدیک به هم است چرا که این عدم تفاوت عملکرد، بیش‌تر تحت اثر بافت ژنتیکی بلال قرار گرفت.

تعداد دانه در ردیف

نتایج جدول ۱ نشان داد که اثر تیمارهای میکوریزا و تیمار کودی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی برهمکنش آن دو تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. مقایسه میانگین سطوح فسفر نشان داد که با افزایش مقدار فسفر تعداد دانه در ردیف افزایش پیدا کرد. Classen و Shaw (۱۹۷۰) علت اصلی کاهش تعداد دانه در ردیف را کاهش در طول بلال در اثر بروز تنش خشکی دانسته‌اند. بررسی اثر فسفر از لحاظ اثر بر تعداد دانه در ردیف در سطح یک درصد در این تحقیق معنی‌دار شد (جدول ۱). با افزایش فسفر به خاک تعداد دانه در ردیف افزایش پیدا کرد به‌طوری‌که تیمار B_4 با دارا بودن ۴۸/۵۷ دانه در ردیف بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داد. در تیمار B_3 تعداد دانه در ردیف نسبت به دو تیمار B_2 و B_1 افزایش یافت ولی نسبت به تیمار B_4 مقدار کم‌تری را به خود اختصاص داد (جدول ۲). از این نتیجه چنین استنباط خواهد شد که مصرف بیش از حد فسفر به دلیل اهمیتی که در تشکیل دانه و گل‌بندی دارد باعث افزایش تعداد دانه در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]

ردیف شده است. بررسی اثر قارچ میکوریزا بر تعداد دانه در ردیف نشان داد که بین کاربرد و عدم کاربرد آن از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۳). اثر قارچ میکوریزا بر تعداد دانه در ردیف مستقل از اثر فسفر بوده و تحت اثر آن قرار نگرفته است. مقایسه میانگین برهمکنش قارچ و کود فسفر نشان داد که در تیمار عدم کاربرد میکوریزا، با افزایش فسفر تعداد دانه در ردیف افزایش یافت و در حالت کاربرد قارچ میکوریزا، بیش‌ترین افزایش عملکرد در تیمار A_2B_4 مشاهده گردید (جدول ۴).

شاخص برداشت بلال

نتایج جدول ۱ نشان داد که اثر تیمارهای میکوریزا بر شاخص برداشت بلال معنی‌دار نبود ولی تیمار کودی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. برهمکنش تیمار کودی و میکوریزا نیز معنی‌دار نشد. میانگین شاخص برداشت بلال در اثر افزایش تیمارهای کودی تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان داد، که این تفاوت میان تیمارهای B_4 و B_1 دیده شد ولی بین تیمارهای B_4، B_3 و B_2، B_3 ناچیز بوده و از نظر آماری در یک گروه قرار گرفت (جدول ۲). هم‌چنین بررسی اثر کاربرد قارچ میکوریزا بر فسفر از لحاظ اثر بر روی شاخص برداشت بلال معنی‌دار نبود در واقع کاربرد یا عدم کاربرد قارچ میکوریزا اثر چندانی در افزایش عملکرد نسبت به شاهد نداشت (جدول ۳). برهمکنش میکوریزا و فسفر از لحاظ اثر بر شاخص برداشت بلال معنی‌دار نشد (جدول ۴). یعنی اثر قارچ میکوریزایی بر شاخص برداشت بلال مستقل از اثر فسفر بوده و تحت اثر آن واقع نشده است. مقایسه تیمارهای کودی و میکوریزا نشان داد که بیش‌ترین سطح را A_2B_4 به خود اختصاص داده است و تیمارهای دیگر تقریباً در یک سطح قرار دارند، تیمارA_1B_1 نیز کم‌ترین شاخص برداشت را داشت. Panwar (۱۹۹۱؛ ۱۹۹۲) اشاره کرد که دادن مقادیر کود فسفر، باعث افزایش شاخص برداشت بلال شده است.

درصد پروتئین دانه

اثر تیمارهای کودی در سطح یک درصد بر مقدار پروتئین دانه معنی‌دار شد و در بین تیمارهای کود فسفاته، تیمار B_4 (تیمار ۱۵۰ کیلوگرم فسفر) با میانگین پروتئین ۱۱/۲ بیش‌ترین عملکرد پروتئین و تیمار B_1 (عدم مصرف فسفر) با میانگین پروتئین ۱۰/۱ پایین‌ترین و کم‌ترین درصد پروتئین را داشت. تیمارهای B_4 و B_3 نسبت به هم اختلاف معنی‌داری نداشتند(جدول ۲). Zhang و همکاران (۱۹۹۴) با مصرف کودهای فسفاته آمونیوم و نیترات‌آمونیوم‌کلسیم دریافتند که میزان پروتئین دانه ذرت با مصرف فسفر افزایش قابل توجهی داشته است. چنان‌چه که از جدول ۱ بر می‌آید اثر کاربرد قارچ میکوریزا بر پروتئین ذرت در سطح پنج درصد معنی‌دار است. تیمار A_2 (تلقیح میکوریزایی) با میانگین پروتئین ۱۰/۸۳ نسبت به تیمار A_1 (عدم تلقیح میکوریزا) با میانگین ۱۰/۵۹ از درصد پروتئین بیش‌تری برخوردار بود (جدول ۳). برهمکنش تیمار کودی در تلقیح یا عدم تلقیح میکوریزا بر پروتئین ذرت غیر معنی‌دار شد. در مقایسه میانگین برهمکنش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]

میکوریزا و مقادیر مختلف کود فسفر بر پروتئین دانه ذرت، تیمارهای A_2B_4 (تیمار مایکوریزا و ۱۵۰ کیلوگرم فسفر خالص) با میانگین پروتئین ۱۱/۴ درصد و تیمار A_2B_3 (تیمار مایکوریزا و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر خالص) با میانگین پروتئین ۱۱/۲ درصد، بیش‌ترین عملکرد را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

شاخص برداشت

پس از برداشت عملکرد دانه، نسبت آن به کل ماده خشک به‌صورت درصد، تحت شاخص برداشت بیان می شود. میانگین شاخص برداشت در اثر افزایش تیمارهای کودی تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان داد. این تفاوت حتی میان تیمارهای مختلف نیز معنی‌دار بود. با افزایش مقادیر فسفر در تیمارهای B_2، B_3 و B_4 به ترتیب ۵۶/۴، ۶۳/۹ و ۶۵/۹ درصد، افزایش عملکرد از طریق محاسبه شاخص برداشت مشاهده گردید (جدول ۲). با افزایش مصرف فسفر، شاخص برداشت بوته نسبت به تیمار شاهد (B_1) افزایش نشان داد. تیمار B_3 و B_4 به ترتیب با دارا بودن ۶۳/۹ و۶۵/۹ درصد در گروه برترآماری قرار گرفتند. در توجیه این نکته می‌توان اظهار کرد که با توجه به نقش فسفر در توسعه سیستم ریشه‌ای گیاهی، بر میزان جذب مواد و عناصر مختلف افزوده می‌شود و در این تحقیق نیز به دلیل توسعه ریشه‌ها در سطوح بالاتر مصرف فسفر، میزان شاخص نیز افزایش یافت. گرچه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نداشته و در یک سطح آماری قرار گرفته‌اند. در واقع مصرف بیش از حد فسفر باعث افزایش غلظت نامطلوب فسفر در محلول خاک شده و باعث کاهش رشد و جذب برخی عناصر کم مصرف نظیر روی و آهن برای گیاهان می‌شود، کاهش سطح بوته در اثر مصرف بیش از حد فسفر توسط رفیعی و همکاران (۱۳۸۱) به اثبات رسیده است. کاربرد و عدم کاربرد میکوریزا از نظر اثر بر این صفت نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در واقع قارچ میکوریزا سبب افزایش جذب آب و عناصر غذایی شده و به این ترتیب باعث بهبود رشد می‌گردد در نتیجه میزان فتوسنتز و تولید اسیمیلات افزایش می‌یابد (Hamel, 2004). افزایش سطح برگ گیاه در اثر کاربرد میکوریزا توسط Talukdar و Germida (۱۹۹۵)، Panwar (۱۹۹۱؛ ۱۹۹۲) و Ojala و Jarrell (۱۹۸۰) گزارش شده است. برهمکنش میکوریزا و فسفر بر روی شاخص برداشت معنی‌دار نشد (جدول ۴). علت این امر این است که قارچ میکوریزایی از طریق تأمین فسفر غیرقابل جذب خاک برای گیاه از یک طرف سبب کاهش مصرف فسفر و از طرف دیگر به دلیل افزایش جذب آب و عناصر غذایی باعث بهبود رشد گیاه و افزایش شاخص برداشت گردید. هم‌چنین در هر یک از مقادیر فسفر، کاربرد قارچ نسبت به عدم کاربرد آن از لحاظ شاخص برداشت برتری نشان داد. Ashraf و Rauf (۲۰۰۱) گزارش نمودند که پیش تیمار بذر ذرت با آب و یا محلول‌های اسموتیک سبب بهبود جوانه‌زنی، استقرار اولیه گیاه ذرت و رشد آن خواهد شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]

نتیجه‌گیری

به دلیل اینکه ذرت جزء گیاهان چهار کربنه (C_4) بوده و از سرعت فتوسنتز خالص و هم‌چنین سرعت رشد و پتانسیل تولید بالاتری نسبت به سایر گیاهان برخوردار است پس مواد فتوسنتزی بیش‌تری در اختیار قارچ‌های میکوریزایی هم‌زیست قرار داده و به این ترتیب شرایط مناسب‌تری برای رشد و تکثیر این قارچ‌ها فراهم شد و این موضوع نشان داد که قارچ‌های میکوریزایی نیازمند کربوهیدارت‌هایی هستندکه توسط گیاه فراهم می‌شود. به نظر می‌رسد که قارچ میکوریزایی پس از شروع هم‌زیستی با گیاه، از یک طرف مواد غذایی مورد نیاز را از گیاه میزبان دریافت نموده و از طرفی دیگر با توسعه ریزوسفر گیاه از طریق انشعابات میسلیومی و ریشه‌ای خود و هم‌چنین با تولید آنزیم فسفاتاز، فسفر غیرقابل جذب خاک را به‌صورت فراهم برای گیاه در آورده و تا حدودی فسفر مورد نیاز گیاه را به‌ویژه در سطوح مختلف پایین‌تر فسفر خاک تأمین می‌نماید.

منابع

اردکانی، م.ر. ۱۳۷۸. بررسی کارایی کودهای بیولوژیک در زراعت پایدار گندم. پایان نامه دکتری. دانشگاه آزاداسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۳۷ ص.

اسماعیلی، م.ع.، میرنیا، س.خ. و سلیمان‌پناه، س.م. ۱۳۷۹. برآورد اثر کودهای سولفات روی و منگنز در دو سطح از فسفر بر کیفیت و کمیت دو رقم گندم. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۶-۱۳ شهریور ۱۳۷۹، دانشکده کشاورزی دانشگاه مازندران. ص: ۴۲۲-۴۱۸.

رفیعی، م. کریمی، م.، نورمحمدی، ق.، نادیان، ح. و دانشور، م. ۱۳۸۱. اثرات تنش خشکی و مقادیر فسفر و روی بر توزیع عمودی سطح برگ و نفوذ نور درسایه انداز ذرت. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۴-۲ شهریور ۱۳۸۱، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ص: ۵۲۸-۵۲۴.

شیرانی‌راد، الف.ح. ۱۳۷۷. بررسی اکوفیزیولوژیک هم‌زیستی قارچ‌های میکوریز وزیکولار آربوسکولار با گندم وسویا. رساله دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات تهران. ۱۵۴ص.

غلامی، ا.، و اصغری، ح.ر. ۱۳۸۶. بررسی وابستگی میکوریزایی گیاه ذرت در پاسخ به هم‌زیستی با گونه‌های مختلف قارچ میکوریزای آرباسکولار و مقادیر مختلف فسفر، دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. ۲۶-۲۵ مهر ۱۳۸۶، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ص:۹۶-۸۶.

غلامی، ا.، کوچکی، ع.، مظاهری، د. و قلاوند، ا. ۱۳۷۸. ارزیابی اثر گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا از نوع وسیکولار- آرسکولار بر خصوصیات رشد ذرت، مجله علوم زراعی ایران. ۱ (۳): ۵۴-۴۷

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]

فرقانی، الف. و کلباسی، م. ۱۳۷۵. ارتباط بین عملکرد ذرت و فسفر قابل جذب خاک و تعیین حد بحرانی فسفر برای گیاه ذرت. چهارمین کنگره علوم زراعت واصلاح نباتات ایران. ۷-۴ شهریور ۱۳۷۵، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان ص: ۲۰۳-۱۹۹

کاظمی، ش.، آذرآبادی، س.، رحیم‌زاده‌خویی، ف.، نظری، ن. و مردان، م. ۱۳۹۰. بررسی جذب و انتقال سطوح مختلف فسفر در خاک و گیاه ذرت. مجموعه مقالات اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی. ۱۱ آبان ۱۳۹۰، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه. ص: ۸۴-۷۵.

نصیری‌محلاتی، م.، کوچکی، ع.ر.، رضوانی، پ. و بهشتی، ع.ر. ۱۳۸۰. اگرواکولوژی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۲۰ص.

Ashraf, M. and Rauf, H. 2001. Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: Growth and ion transport at early growth stages. Acta Physiol Plant 23:407-414.

Ayad, H.S., Reda, F. and Abdalla, M.S.A., 2010. Effect of putrescine and zinc onvegetative growth, photosynthetic pigments, lipid peroxidation and essential oil content of geranium (*Pelargonium graveolens* L.). World Journal of Agricultural Sciences 6: 601-608.

Barea, J.M., Pozo, M.J., Azcon, R. and Azcon-Aguilar, C. 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany 56: 1761-1778.

Canrarero, M.G., Lugue, S.F. and Rubiolo, O.J. 2000. Effects of sowing date and planting densities on grain number and yield of maize. Journal of Agricultural Science 17: 3- 10.

Classen, M.M. and Shaw, R.H. 1970. Water deficit effects on corn. Grain components. Agronomy Journal 62: 652-655.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Warraich, E.A. and Khaliq, A. 2006. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. Seed Science and technology 34: 529-534.

Giri, B., Kapoor, R. and Mukerji, K.G. 2003. Influence of arbuscularmycorrhizal fungi and salinity on growth, biomass, and mineral nutrition of Acacia auriculiformis. Soil Biological Fertilizer 38 (3): 170-175.

Hamel, C. 2004. Impact of arbuscularmycorrhizal fungi on N and P cycling in the root zone. Canadian Journal of Soil Science 84 (4): 383-395.

Hammett, H.L., Constantin, R.J., Jones, L.G. and Hernandez, T.P. 1982. The effect of phosphorus and soil moisture levels on yield and processing quality of "centennial" sweet potatoes. Journal of American Society Horticultural Science 107 (1): 119-122.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]

Kamara, A.Y., Ekeleme, F., Chikoye, D. and Omoigui, L.O. 2009. Planting date and cultivar effects on grain yield in dry land corn production. Agronomy Journal 101: 91-98.

Kamh, M., Horst, W.J., Amer, F., Mostafa, H. and Maier, P. 1999. Mobilization of soil and fertilizer phosphate by cover crops. Plant and Soil 211: 19–27.

Nagahashi, G., Douds Jr., D.D. and Abney, G.D. 1996. Phosphorus amendment inhibits hyphal branching of the VAM fungus *Gigaspora margarita* directly and indirectly through its effect on root exudation. Mycorrhiza 6 (5): 403-408.

Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1973. Determination of total nitrogen in plant material. Agronomy Journal 65: 109-112.

Ojala, J.C. and Jarrell, W.M. 1980. Hydroponic sand culture systems for mycorrhixal research. Plant and Soil 57 (2-3): 297-303.

Panwar, J. D.S. 1991. Effect of VAM and Azospirillum inoculation on metabolic changes and grain yield of wheat under moisture stress condition. Indian Journal of Plant Physiology 35: 157-161.

Panwar, J. D.S. 1992. Effect of VAM and *Azospirillumbrasilense* on photosynthesis, nitrogen metabolism and grain yield in wheat. Indian Journal of Plant physiology 34: 357-367.

Perry, T.W., Rhykerd, C.L., Holt, D.A. and Mayo, H.H. 2011. Effect of potassium fertilization on chemical characteristics, yield and nutritive value of corn silage. Journal of Animal Science 34: 642-646.

Potarzycki, J. and Grzebisz, W. 2009. Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding components. Plant Soil Environ 55: 519 -527.

Roberts, W.J. 2005. Environment control of greenhouse. Center for Controlled Environment Agriculture, Cook College, Rutgers University.

Russo, A., Felici, C., Toffanin, A., Gotz, M., Collados, M.C., Miguel Barea, J., Moenne-Loccoz, Y., Smalla, K., Vanderleyden, J. and Nuti, M. 2005. Effect of Azospirillum inoculants on arbuscular mycorrhiza establishment in wheat and maize plants. Biology and Fertility of Soils 41 (5): 301-309.

Sherif, L.M., Eshmawiy, K.H., Ghareeb, N.A. and Mohhamed, K.A. 2012. An Analytical economic of the corn crop at the World level. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 6 (30): 734-740.

Subramanian, K.S., Charest, C. 1997. Nutritional growth and reproductive responses of maize (*Zea mays* L.) to arbuscularmycorrhizal inoculation during and after drought stress at tassel ling. Mycorrhizal 7(1): 25-32.

Sylvia, D.M., Hammond, L.C., Bennett, J.M., Haas, J. H. and Linda, S.B. 1993. Field response of maize to a VAM fungus and water management. Agronomy Journal 85 (2): 193-198.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]

Talukdar, N.C. and Germida, J.J. 1995. Growth and yield of lentil and wheat inoculated with three Glomus isolates from Saskatchewan soils. Mycorrhiza 5: 145-152.

Zhang, F., Mackenize, A.F. and Smith, D.L. 1994. Nitrogen fertilizer and protein, Lipid, and non-structural carbohydrate concentration during the course of maize kernel filling. Journal of Agronomy and crop science 172: 3, 171-181.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.22.8.0]