اثر سوپرجاذب و سویه‌های مایکوریزا بر عملکرد کمی و میزان انتقال مجدد ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط تنش کمبود آب

شکوفه برنجانی[۱]، مانی مجدم[۲*]، شهرام لک[۳]، خوشناز پاینده[۴] و علیرضا شکوه‌فر[۵]

۱، ۲، ۳ و ۵) گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۴) گروه خاک‌شناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول: **manimojaddam@yahoo.com**

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۱ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۵**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر مقادیر سوپرجاذب و مایکوریزا بر عملکرد و میزان انتقال مجدد ذرت تحت تأثیر تنش کمبود آب، این آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز انجام شد. عامل اصلی شامل تنش کمبود آب شامل شاهد (آبیاری در تمام مراحل)، عدم آبیاری در مرحله ۱۰ برگی (رشد رویشی)، عدم آبیاری در مرحله گرده‌افشانی (گلدهی) و عدم آبیاری در مرحله دانه-بندی (شیری خمیری) و کرت فرعی پلیمرسوپرجاذب شامل شاهد یا عدم کاربردسوپرجاذب، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و کرت فرعی فرعی مایکوریزا شامل شاهد (عدم کاربرد) و کاربرد مایکوریزا بود. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد اثر برهم‌کنش تنش کمبود آب و سوپرجاذب بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، میزان انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه (۶۶۷۴/۲۹ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار آبیاری در تمام مراحل رشدی و کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بود. هر چند با قطع آبیاری در مراحل ۱۰ برگی، گرده‌افشانی و دانه‌بندی از عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۱۱، ۱۴ و ۱۲/۵ درصد کاسته شده است اما این کاهش در این تیمارها معنی‌دار نبود زیرا مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب توانست تنش کمبود آب در این تیمارها را جبران نماید. هم‌چنین برهم‌کنش تنش کمبود آب و مایکوریزا بر عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف معنی‌دار بود. به طور کلی با توجه به پایداری چندین ساله سوپرجاذب در خاک می‌توان بیان نمود که کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب و مایکوریزا در شرایط آبیاری در تمام مراحل رشدی می‌تواند موجب افزایش عملکرد دانه، اجزای عملکرد ذرت و در کل بهبود تولید ذرت شود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، سهم انتقال مجدد، وزن هزار دانه و گرده‌افشانی.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

مقدمه

در کشور ایران اقلیم خشک و نیمه‌خشک اغلب مناطق را تحت اثر قرار داده و به‌ویژه خشکسالی‌های اخیر بر مشکل کم‌آبی افزوده است. در شرایط محدودیت منابع آب، تغییر الگوی کشاورزی به سمت کشت گیاهان سازگار به خشکی می‌تواند راهکار بسیار مناسبی باشد (محمودی و افکاری، ۱۳۹۹). در مناطق گرمسیری عملکرد دانه ذرت به طور متوسط در حدود ۱۷ درصد کاهش می‌یابد، اما بسته به شدت تنش و زمان وقوع آن کاهش عملکرد می‌تواند به ۸۰ درصد هم برسد. تأمین آب مورد نیاز در مراحل خاص رشد رویشی و زایشی ذرت دارای اهمیت می‌باشد (Ribaut *et al.*, 2012). عملکرد دانه در غلات تابع سه منبع کربوهیدارت می‌باشد، فتوسنتز جاری، انتقال اسمیلات‌های ذخیره شده قبل از گلدهی به دانه و اسیمیلات‌های ذخیره شده موقت در ساقه بعد از گلدهی. ذخایر موجود در اندام های گیاهی، در مرحله پرشدن دانه که فتوسنتز جاری قادر به تأمین همه نیازهای مخزن نیست، می توان مجدداً طی فرآیند انتقال مجدد به دانه منتقل گردند (مدحج و همکاران، ۱۳۹۰). Bahrani و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند که وقتی گیاه دچار تنش‌های حاصل از مواد غذایی و رطوبت می‌شود، فتوسنتز جاری کاهش پیدا می‌کند و گیاه برای جبران آن، انتقال مجدد ماده خشک به دانه‌ها را افزایش می‌دهد. Salgado-Aguilar و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی اثر تنش خشکی در دو مرحله گرده‌افشانی و پرشدن دانه بر ذرت بیان نمودند که بیش‌ترین میزان عملکرد زیستی و عملکرد دانه در تیمار عدم تنش خشکی و کم‌ترین این صفات در مرحله تنش در مرحله گرده‌افشانی حاصل شد. پژوهشگران بیان نمودند کمبود آب در مرحله ظهور گل‌های تاجی باعث می‌شود که تلقیح به‌صورت کامل انجام نشود. از طرفی کم آبی در مرحله بین ظهور گل ماده تا پایان پرشدن دانه موجب کاهش شدید عملکرد در این گیاه می‌شود. میزان کاهش عملکرد دانه در این شرایط بستگی به مقدار کمبود آب و مدت زمان آن دارد (سیادت و همکاران، ۱۳۹۲). Ghassemi-Golezani و همکاران (۲۰۱۸) در ذرت گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه (۶۲۸ گرم در مترمربع)، عملکرد بیولوژیک (۱۹۵۱ گرم در مترمربع) و شاخص برداشت (۳۶/۷۷ درصد) از تیمار شاهد و کمترین این صفات از تیمار ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت حاصل شد. اعمال مدیریت صحیح و بکارگیری تکنیک‌های پیشرفته به منظور حفظ ذخیره رطوبت و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش راندمان آبیاری و در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب می‌باشد (Sayadi Maazou *et al.*, 2016). یکی از روش‌های نوین در جهت افزایش بازده آبیاری استفاده از سوپرجاذب‌ها است. پلیمرهای سوپرجاذب می‌توانند مقادیر زیادی آب با محلول‌های آبی را جذب نموده و متورم شوند. این مخازن ذخیره‌کننده آب وقتی در خاک قرار می‌گیرند، آب آبیاری و بارندگی را به خود جذب نموده و از فرو نشستن آن جلوگیری می‌نمایند و پس از خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به‌تدریج تخلیه شده و بدین ترتیب خاک به‌مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری مجدد، مرطوب می‌

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

ماند، این پلیمرها هم‌چنین اثر کود و مواد مغذی گیاه را بیشتر می‌کند و به‌طور متوسط اتلاف فسفر را با ۸۴ درصد، نیتروژن را تا ۸۳ درصد کاهش می‌دهد (Seyed Doraji *et al*., 2011). Lamochi و Sakinejad (۲۰۱۹) با ارزیابی عملکرد دانه ذرت در پاسخ به پلیمرسوپرجاذب گزارش کردند که کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب باعث بهبود صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی شد. گزارش شده است که کاربرد سوپرجاذب عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی را تحت شرایط کم آبی و آبیاری کامل افزایش داد. کاربرد سوپرجاذب افزایش بیشتری را نسبت به کاربرد هر یک به تنهایی در عملکرد دانه باعث شد (Moslemi *et al*., 2012). هم‌چنین Kazempor و Zakernejad (۲۰۱۸) در مطالعات خود در گیاه ذرت نشان دادند که کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار پلیمرسوپرجاذب از لحاظ اجزای عملکرد برتر بوده و با داشتن پتانسیل و توان تولیدی بالاتر نسبت به تیمارهای دیگر آزمایش توانست عملکرد دانه بالاتری (با میانگین ۵۵۵۰/۴ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص دهد. هم‌چنین پلیمرسوپرسوجاذب با جذب و نگه‌داری آب و نگه‌داری آن و در اختیار گذاشتن به‌موقع آن در اختیار ذرت باعث افزایش طول بلال شده است. یکی دیگر از راهکارها در جهت برطرف نمودن اثر سوء ناشی از تنش کمبود آب کاربرد قارچ‌های میکوریزا می‌باشد که می‌توانند اثر نامطلوب این تنش را در گیاهان تقلیل دهند (Auge *et al*., 2015). قارچ‌های میکوریزا به‌عنوان جزء اصلی در بیشتر بوم نظام‌ها، اثر مثبتی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاهان هم‌زیست دارند. در مطالعات بسیار زیادی به نقش قارچ‌های میکوریزا در افزایش توانایی گیاه در جذب بیشتر عناصر معدنی و آب اشاره شده است (Kapoor *et al*., 2007). رابطه هم‌زیستی بین قارچ میکوریزا و انواع گیاهان با ایجاد شبکه گسترده هیفی این قارچ‌ها باعث افزایش جذب آب و مواد غذایی از طریق ریشه گیاهان و موجب افزایش رشد گیاه میزبان در طی دوره تنش خشکی می‌شود (Miransari, 2010). گزارش شده است که وجود قارچ میکوریزا در محیط ریشه گیاه ذرت اثر مثبتی بر رشد گیاه داشته است که این امر می‌تواند مربوط به تولید و ترشح ترکیبات تحریک‌کننده رشد گیاه و یا برخی هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد از جمله سیتوکینین باشد که توسط قارچ میکوریزا در خاک تولید می‌شود (Zhao *et al*., 2015). پژوهش‌گران در مطالعات خود بیان نمودند که گیاه ذرت در شرایط آبیاری معمول و کم آبیاری اظهار داشتند که کاربرد قارچ میکوریزا باعث افزایش زیست توده کل گیاه، اجزای عملکرد و در نتیجه عملکرد دانه ذرت گشت. عامریان و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی اثر تلقیح با گونه‌های میکوریزا و سطوح آبیاری در گیاه ذرت گزارش کردند تلقیح با قارچ‌های میکوریزا در شرایط کمبود آب، می‌تواند با گسترش ریشه و افزایش سطح جذب آن، جذب آب و عناصر غذایی را توسط گیاه افزایش داده و ضمن افزایش تحمل گیاه در برابر کم آبی، موجب افزایش عملکرد گردیده و میزان مصرف آب را در تولید این گیاه کاهش دهد. استفاده از قارچ مایکوریزا در کنار مصرف پلیمرهای سوپرجاذب از گزینه‌هایی هستند که می‌توانند ضمن کاستن از شدت تنش کمبود آب، در بهبود عملکرد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

گیاهان زراعی و پایداری در تولید آن‌ها مؤثر باشند. لذا این تحقیق به‌منظور ارزیابی اثر تنش کمبود آب و کاربرد قارچ مایکوریزا با پلیمرسوپرجاذب بر عملکرد و میزان انتقال مجدد ذرت دانه‌ای در منطقه اهواز اجرا شد.

مواد و روش ها

این پژوهش در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه‌ای با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۴ دقیقه‌ی شمالی و با ارتفاع ۱۱۰ متر از سطح دریا واقع در مزرعه‌ای در شهرستان اهواز انجام شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه برداری (cm)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	واکنش گل اشباع	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	نیتروژن (درصد)	بافت خاک
۰-۳۰	۳/۹۲	۷/۵۷	۰/۸۷	۹/۴	۱۷۱	۰/۰۴	لومی رسی

این تحقیق به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گیاه ذرت انجام شد. عامل اصلی شامل تنش کمبود آب شامل شاهد (آبیاری در تمام مراحل)، عدم آبیاری در مرحله ۱۰ برگی (رشد رویشی)، عدم آبیاری در مرحله گرده‌افشانی (گلدهی) و عدم آبیاری در مرحله دانه‌بندی (شیری خمیری) و کرت فرعی پلیمرسوپرجاذب شامل شاهد یا عدم کاربرد سوپرجاذب، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و کرت فرعی فرعی مایکوریزا شامل شاهد (عدم کاربرد) و کاربرد مایکوریزا بود. هیبرید مورد کشت برای گیاه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ که رقمی دیررس بود و از مرکز تحقیقات و تهیه نهال و بذر صفی‌آباد دزفول تهیه شد. این آزمایش از ۷۲ کرت تشکیل شد. هر کرت دارای شش خط به طول شش متر بود که فاصله ردیف‌ها در آن ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۸ سانتی‌متر با تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار بود. فاصله دو کرت فرعی یک متر (معادل یک خط نکاشت) و بین کرت‌های اصلی ۱/۵ متر فاصله در نظر گرفته شد. عملیات تهیه بستر شامل شخم با گاو آهن برگردان‌دار، دیسک و نهایتا عملیات تسطیح با ماله بود. کود پایه به‌کار برده شده در مزرعه شامل کود نیتروژن از منبع اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت تقسیط در دو مرحله (۵۰ درصد هم‌زمان با کاشت و ۵۰ درصد در مرحله شش برگی به‌صورت سرک) و کود فسفر نیز بر مبنای ۹۰ کیلوگرم فسفر خالص از منبع سوپرفسفات تریپل در هنگام تهیه زمین بود. تیمارهای سوپرجاذب (تهیه شده از شرکت Boshraamin نماینده انحصاری سوپرجاذب SNS فرانسه، نوع سوپرآب آ-۲۰۰ با ذرات به اندازه دو تا سه میلی‌متر) نیز همزمان با کاشت به‌صورت نواری پایین پشته‌ها در عمق ۱۰ سانتی‌متری قرار داده شد تا پس از جذب آب و رشد گیاهچه‌ها ریشه‌های گیاه سریع‌تر از آب ذخیره شده در پلیمرسوپرجاذب استفاده کنند. قارچ

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

مایکوریزا مورد استفاده در این تحقیق گونه *Glomus mosseae* تهیه شده از کلکسیون میکروبی مؤسسه تحقیقات آب و خاک تهران بود. میزان مصرف میکوریزا حدود ۲۰ گرم در مترمربع (معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. سپس روی قارچی که در شیار ریخته شد با خاک به اندازه دو سانتی‌متر پوشش داده شد و بذرها روی خاک کاشته شد و مجدداً روی بذرها حدود سه سانتی‌متر با خاک پوشانده شد. قارچ میکوریزا شامل مخلوطی از شن، ماسه استریل، خاک ریشه، هیف قارچ و تعداد ۲۰ اسپور قارچی در هر گرم بود. عملیات کاشت بذر در اواخر بهمن ماه ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ به‌صورت دستی روی پشته‌ها در عمق چهار سانتی‌متری خاک کمی بالاتر از داغاب انجام شد. کنترل علف‌های‌هرز به‌صورت وجین دستی انجام شد. بعد از کشت، مزرعه مورد آزمایش بلافاصله آبیاری شد. تا مرحله پنج برگی آبیاری‌ها براساس تخلیه ۳۰ درصد رطوبت از ظرفیت زراعی خاک با توجه به عمق توسعه ریشه (۵۰ سانتی‌متری) در همه تیمارها انجام و از این مرحله به بعد تیمارهای تنش آبی در مزرعه بر اساس تخلیه ۵۰ درصدی ظرفیت زراعی اعمال گردید (بر اساس تخلیه رطوبتی ۳۰ درصد ظرفیت زراعی و هم‌زمان با تخلیه رطوبتی، میزان تبخیر از تشت تبخیر را مورد بررسی قرار داده شد تا در آبیاری‌های بعدی، تشت تبخیر یک معیار تقریبی از تخلیه رطوبتی بود). حجم آب آبیاری مورد نیاز هر تیمار از رابطه ۱ محاسبه شد (Papakosta and Gagianas, 1991):

رابطه ۱:

$$V=\frac{(Fc-\Theta m)\times Pb\times Droot\times A}{Ei}$$

در این رابطه V حجم آب آبیاری برحسب متر مکعب، Fc درصد رطوبت وزنی در حد ظرفیت زراعی، Θm درصد رطوبت وزنی قبل از آبیاری، Pb وزن مخصوص ظاهری خاک برحسب گرم بر سانتی متر مکعب، A مساحت آبیاری شده برحسب متر مربع و D_{root} عمق توسعه ریشه برحسب متر و Ei راندمان آبیاری می‌باشند.

رسیدگی دانه‌ها با ایجاد لایه سیاه در قاعده دانه‌ها مشخص گردید و برداشت نهایی با حذف ۵۰ سانتی‌متر از اول و انتهای خطوط از سطحی معادل دو مترمربع انجام شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه در هر کرت آزمایشی پس از حذف ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای خطوط، تمامی بلال‌های موجود در سه خط میانی به طول دو متر به‌صورت دستی برداشت و پس از خشک شدن در آون جداسازی دانه‌ها به‌صورت دستی انجام گرفت و بوجاری با رطوبت ۱۴ درصد وزن شد. برای اندازه-گیری تعداد دانه در ردیف، به‌طور تصادفی پنج بلال از کل بلال‌های برداشت شده در هر کرت جدا و دانه‌های تمام ردیف آن‌ها شمارش و میانگین آن‌ها به‌عنوان تعداد دانه در ردیف در نظر گرفته شد. به‌منظور محاسبه وزن هزاردانه، دو دسته ۵۰۰ تایی از بذور جدا شده و اگر اختلاف آن‌ها کمتر از شش درصد بود، مجموع وزن آن‌ها به عنوان وزن هزاردانه تعیین شد. در غیر این صورت از دو دسته دیگر ۵۰۰ تایی استفاده گردید (Kordzangeneh and Marashi, 2018). میزان و سهم انتقال مجدد نیز از رابطه‌های ۲ و ۳ محاسبه شد (Papakosta and Gagianas, 1991):

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

رابطه ۲:

وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله فیزیولوژی ـ حداکثر عملکرد ماده خشک اندام‌های رویشی=مقدار ماده خشک در انتقال مجدد (g/m^2)

رابطه ۳:

۱۰۰ × عملکرد دانه (g/m^2) ÷ وزن ماده خشک در فرایند انتقال مجدد (g/m^2) = سهم فرآیند انتقال مجدد در عملکرد در دانه (درصد)

قبل از انجام تجزیه مرکب نتایج دو سال آزمایش، به‌منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده گردید و با توجه به اینکه اختلاف بین واریانس‌های خطا معنی‌دار نبود، تجزیه واریانس مرکب دو سال آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۸ انجام و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب دوساله داده‌ها، اثر تنش کمبود آب، مقادیر سوپرجاذب و میکوریزا و برهم‌کنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (شکل ۲). بیش‌ترین عملکرد دانه در این تحقیق از کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب در شرایط آبیاری در تمام مراحل رشدی (شاهد) حاصل شد که نسبت به عدم کاربرد سوپرجاذب در شرایط عدم آبیاری در مرحله گرده‌افشانی ۳۵ درصد افزایش یافت. قابل ذکر است که هر چند با قطع آبیاری در مراحل ۱۰ برگی، گرده‌افشانی و دانه‌بندی از عملکرد دانه کاسته شده است، اما این کاهش در این تیمارها معنی‌دار نبود، زیرا مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب توانست تنش کمبود آب در این تیمارها را جبران نماید (جدول ۳). لذا می‌توان نتیجه گرفت که سوپرجاذب به خوبی توانسته است با ذخیره‌سازی آب و مواد غذایی و رهاسازی آن در شرایط تنش کمبود آب شرایط مساعدی را در مراحل رویشی و زایشی برای گیاه فراهم آورد و با افزایش اجزای عملکرد از کاهش معنی‌دار عملکرد دانه جلوگیری کند. در تحقیقات Kazempor و Zakernejad (۲۰۱۸) و شمسی‌گوشکی و همکاران (۱۳۹۴) نیز نتایج مشابهی در خصوص افزایش عملکرد دانه در اثر مصرف سوپرجاذب در شرایط تنش کمبود آب ارائه گردید که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین عملکرد دانه از آبیاری در تمام مراحل رشدی (شاهد) و کاربرد میکوریزا به‌دست آمد (که با تیمارهای کاربرد مایکوریزا و عدم آبیاری در مراحل ۱۰ برگی، گرده‌افشانی و دانه‌بندی تفاوت آماری معنی‌داری نداشت) که نسبت به عدم کاربرد میکوریزا در شرایط عدم آبیاری در مرحله گرده‌افشانی ۳۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). در این تحقیق می‌توان اظهار داشت که نه تنها در شرایط تنش خشکی می‌توان با کاربرد قارچ

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

مایکوریزا تا حد زیادی عملکرد گیاه را بهبود بخشید، بلکه استفاده از عوامل بیولوژیکی در شرایط آبیاری مطلوب نیز می-تواند موجب افزایش عملکرد دانه گردد (پاینده و همکاران، ۱۳۹۸). هم‌چنین تولید و ترشح آنزیم فسفاتاز توسط ریسه‌های میکوریزا باعث می‌شود که فسفات غیرمحلول و تثبیت شده در خاک به فرم محلول درآید و برای ریشه قابل جذب گردد. بنابراین هم‌زیستی میکوریزا با ریشه از طریق جذب آب و عناصر غذایی، سبب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید فرآورده بیشتر و بهبود رشد و عملکرد دانه می‌گردد (Song, 2005). در همین راستا Elhag و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که قارچ‌های میکوریزی جذب مواد غذایی به‌ویژه فسفر را افزایش داده و از این طریق باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شوند که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی داشت.

تعداد ردیف در دانه

تعداد دانه در ردیف تحت اثرات تنش کمبود آب، مقادیر سوپرجاذب و میکوریزا و برهم‌کنش تنش کمبود آب و سوپرجاذب و تنش کمبود آب و میکوریزا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در این تحقیق کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب در شرایط آبیاری در تمام مراحل رشدی (شاهد)، اثر مثبتی بر افزایش تعداد دانه در ردیف داشت که نسبت به‌عدم کاربرد سوپرجاذب در شرایط عدم آبیاری در مرحله گرده‌افشانی ۳۶/۶ درصد افزایش نشان داد. قابل ذکر است که هر چند با قطع آبیاری در مراحل ۱۰ برگی، گرده‌افشانی و دانه‌بندی از تعداد دانه در ردیف کاسته شده است، اما این کاهش در این تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۳). بر اساس این نتایج می‌توان گفت که سوپرجاذب به خوبی توانسته است با ذخیره‌سازی آب و مواد غذایی و رهاسازی آن در شرایط تنش کمبود آب و توسعه بیشتر فاکتورهای رشدی از جمله شاخص سطح برگ، رطوبت و مواد فتوسنتزی را در مراحل حساس گلدهی و پرشدن دانه‌ها در اختیار گیاه قرار داده و از اثر تنش خشکی بکاهد و از این طریق از تولید دانه‌های گرده عقیم که در اثر کمبود مواد پرورده ایجاد می‌گردند جلوگیری به عمل آورد (خدادادی دهکردی و کشکولی، ۱۳۹۴). بر اساس گزارش پژوهشگران تنش کمبود آب باعث سقط دانه و کاهش وزن دانه‌های تشکیل یافته می‌شود در نتیجه تعداد دانه در ردیف بلال را کاهش می‌دهد (Hematinafar and Rahimi, 2017)، در این شرایط کاربرد سوپرجاذب در زمان نیاز ریشه به رطوبت، آب مورد نیاز گیاه را در اختیار آن قرار می‌دهد و در همین راستا سبب جذب بیشتر عناصر غذایی توسط گیاه می‌شود و سبب رشد بهتر گیاه و افزایش تعداد دانه در ردیف می‌شود. نتایج این تحقیق با گزارش Kazempor و Zakernejad (۲۰۱۸) مطابقت داشت. نتایج نشان داد بیش‌ترین تعداد دانه در ردیف از آبیاری در تمام مراحل رشدی (شاهد) و کاربرد میکوریزا بدست آمد (که با تیمارهای کاربرد مایکوریزا و عدم آبیاری در مراحل ۱۰ برگی، گرده‌افشانی و دانه‌بندی تفاوت آماری معنی‌داری نداشت) که نسبت به عدم کاربرد میکوریزا در شرایط عدم آبیاری در مرحله گرده‌افشانی ۳۲/۵ درصد افزایش یافت (جدول ۴). در این پژوهش در شرایط

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

تنش کمبود آب در مراحل مختلف رشدی، انشعابات میسیلیومی قارچ‌های میکوریزا می‌توانند به درون خاک و روزنه‌هایی که برای ریشه و تارهای کشندهٔ گیاه در دسترس نیستند، راه یابند و به این ترتیب از حجم بیشتری از خاک استفاده کنند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲) و با افزایش جذب آب و عناصر غذایی تولید آسیمیلات در گیاه را افزایش و سبب افزایش تعداد دانه در ردیف گیاه ذرت می‌شوند (Heidari and Karami, 2014).

تعداد ردیف در بلال

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای تنش کمبود آب، مقادیر سوپرجاذب و میکوریزا و برهم‌کنش آن‌ها بر صفت تعداد ردیف در بلال معنی‌دار نشد (جدول ۲). معنی‌دار نشدن اثر تیمارهای تنش کمبود آب، مقادیر سوپرجاذب و میکوریزا بر این صفت نشان‌دهندهٔ ثبات نسبی این جزء از عملکرد دانه در مقابل تغییرات محیطی است. از آن‌جا که تعداد نهایی ردیف دانه پیش از سایر اجزای عملکرد روی ناحیه نموی بلال تعیین می‌شود، احتمالاً در مرحله تعیین تعداد ردیف در بلال رقابت چندانی بین مقصدهای فیزیولوژیک برای دریافت مواد پرورده وجود نداشته و به این ترتیب اثر تیمارهای مورد مطالعه تغییر معنی‌داری در این صفت ایجاد نکرده است (امام و ثقه‌الاسلام، ۱۳۸۴).

تعداد دانه در بلال

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای تعداد دانه در بلال نشان داد که اثر تنش کمبود آب، مقادیر سوپرجاذب و میکوریزا و برهم‌کنش آن‌ها بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد دانه در بلال از کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب در شرایط آبیاری در تمام مراحل رشدی (شاهد) حاصل شد که نسبت به عدم کاربرد سوپرجاذب در شرایط عدم آبیاری در مرحله گرده‌افشانی ۳۴ درصد افزایش یافت. در این تحقیق در شرایط قطع آبیاری در مراحل ۱۰ برگی، گرده‌افشانی و دانه‌بندی از تعداد دانه در بلال کاسته شد، اما این کاهش در این تیمارها معنی‌دار نبود، زیرا کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب توانست تنش کمبود آب در این تیمارها را جبران نماید (جدول ۳). بنابراین می‌توان بیان نمود که سوپرجاذب به خوبی توانسته است با ذخیره‌سازی آب و مواد غذایی و رهاسازی آن در شرایط قطع آبیاری، در نهایت مواد پرورده را به‌طور کامل برای بلال فراهم نموده و از اختلال در گرده افشانی و ایجاد پدیده عقیمی و سقط جنین تا حد امکان جلوگیری نماید و مانع از کاهش معنی‌دار تعداد دانه در بلال گردد (خدادادی دهکردی و کشکولی، ۱۳۹۴). بر طبق اظهارات ترابی و همکاران (۱۳۹۰) پلیمرسوپرجاذب توانست به‌طور معنی‌داری اثرات مخرب کمبود آب را بوسیله جذب، حفظ و نگهداری آب کاهش دهد و تعداد دانه در بلال را افزایش دهد. افزایش تعداد دانه در بلال در اثر کاربرد سوپرجاذب در شرایط تنش کمبود آب در پژوهش‌های Lamochi و Sakinejad (۲۰۱۹) نیز گزارش شده است. هم‌چنین بیشترین تعداد دانه در بلال از آبیاری در تمام مراحل رشدی (شاهد) و کاربرد میکوریزا به‌دست آمد (که با

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

تیمارهای کاربرد مایکوریزا و عدم آبیاری در مراحل ۱۰ برگی، گرده‌افشانی و دانه‌بندی تفاوت آماری معنی‌داری نداشت) که نسبت به عدم کاربرد میکوریزا در شرایط عدم آبیاری در مرحله گرده‌افشانی ۳۲ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). در این پژوهش قطع آبیاری در مراحل ۱۰ برگی، گرده‌افشانی و دانه‌بندی از تعداد دانه در بلال کاسته شده است اما این کاهش در این تیمارها معنی‌دار نبود زیرا مصرف میکوریزا توانست تنش کمبود آب در این تیمارها را جبران نماید. به نظر می‌رسد هم‌زیستی ذرت با میکوریزا در شرایط آبیاری کامل و تنش قطع آبیاری در مراحل رشدی، به دلیل تولید هورمون‌های محرک رشد و مواد بیولوژیکی فعال توسط میکوریزا، ظرفیت فتوسنتزی گیاه افزایش و در نتیجه تأمین مواد آلی مورد نیاز بخش زایشی گیاه (بلال)، تعداد دانه در بلال افزایش یافته است (قورچیانی و همکاران، ۱۳۹۱). سایر پژوهشگران نیز به نقش مثبت مایکوریزا در کاهش اثرات منفی تنش کمبود آب اشاره نموده‌اند (پاینده و همکاران، ۱۳۹۸؛ Azmat and Hamid, 2015) که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

وزن هزار دانه

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای تنش کمبود آب، مقادیر مختلف سوپرجاذب و میکوریزا و برهم‌کنش تنش کمبود آب و سوپرجاذب بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد بیش‌ترین وزن هزار دانه از کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب در شرایط آبیاری در تمام مراحل رشدی (شاهد) حاصل شد که نسبت به عدم کاربرد سوپرجاذب در شرایط عدم آبیاری در مرحله گرده‌افشانی ۲۱ درصد افزایش یافت. در این تحقیق در شرایط قطع آبیاری در مراحل ۱۰ برگی، گرده‌افشانی و دانه‌بندی از وزن هزار دانه کاسته شد، اما این کاهش در این تیمارها معنی‌دار نبود، زیرا کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب توانست تنش کمبود آب در این تیمارها را جبران نماید و اختلاف معنی‌داری بین این تیمارها مشاهده نشد (جدول ۳). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سوپرجاذب به خوبی توانسته است با ذخیره‌سازی آب و مواد غذایی و رهاسازی آن در شرایط تنش، در نهایت مواد پرورده را در مدت پرشدن دانه برای گیاه فراهم نماید و از کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه جلوگیری کند (خدادادی‌دهکردی و کشکولی، ۱۳۹۴). در این رابطه Shahrajabian و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که اثر سوپرجاذب بر وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی‌دار بود. بیشترین این صفات از کاربرد ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب حاصل شد. که بین این دو تیمار از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. این نتایج با نتایج سایر پژوهشگران Lamochi و Sakinejad (۲۰۱۹) مطابقت دارد. هم‌چنین بیشترین وزن هزاردانه مربوط به تیمار کاربرد قارچ مایکوریزا و کمترین وزن هزاردانه به تیمار عدم کاربرد میکوریزا (شاهد) اختصاص یافت (شکل ۱). به نظر می‌رسد در این تحقیق علی‌رغم استفاده قارچ میکوریزایی از اسیمیلات‌های گیاه، به واسطه نقش مثبت این ریز جانداران در جذب آب و عناصر غذایی به ویژه فسفر و انتقال آن به سلول‌های گیاه میزبان، هم‌زیستی آن با

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

گیاه ذرت سبب بهبود رشد و افزایش فتوسنتز و تولید اسیمیلات شد. در نتیجه در مرحله پرشدن دانه شیره پرورده کافی به دانه‌ها انتقال یافته و دانه‌های درشت با وزن قابل‌قبول تولید گردید، به‌همین دلیل وزن هزار دانه نیز افزایش نشان داد (Ebadi *et al*., 2016). در این رابطه غلامی و محمودی (۱۳۹۳) نیز به افزایش وزن هزار دانه با کاربرد قارچ مایکوریزا اشاره نموده‌اند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

میزان انتقال مجدد

تجزیه واریانس مرکب دو ساله نشان داد، که تمام اثرات تیمارهای تنش کمبود آب، مقادیر مختلف سوپرجاذب و میکوریزا بر میزان انتقال مجدد ماده خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین میزان انتقال مجدد از عدم کاربرد سوپرجاذب در شرایط عدم آبیاری در مرحله گرده‌افشانی حاصل شد که نسبت به کاربرد سوپرجاذب در شرایط آبیاری کامل ۱۳ درصد افزایش یافت. میزان انتقال مجدد در شرایط تنش کمبود آب در مراحل گرده‌افشانی و دانه‌بندی افزایش یافت اما این افزایش در این تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۳). در این پژوهش کمبود رطوبت در مرحله گرده‌افشانی و دانه‌بندی در شرایط عدم مصرف سوپرجاذب باعث افزایش میزان انتقال مجدد ماده خشک ذخیره‌ای به دانه شد (مدحج و همکاران، ۱۳۹۰). به نظر می‌رسد در مرحله گرده‌افشانی و پرشدن دانه‌ها بروز تنش کمبود آب به دلیل کاهش شاخص سطح برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز جاری در گیاه، باعث افزایش مشارکت بخش‌های رویشی در انتقال مجدد ماده خشک ذخیره‌ای به دانه شد (بنی‌سعیدی و معتمدی، ۱۳۹۹). همچنین به نظر می‌رسد کاربرد سوپرجاذب با تأثیر مثبت و معنی‌دار بر میزان ماده خشک ساقه و فتوسنتز جاری گیاه، می‌تواند باعث کاهش سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در عملکرد دانه شود که این نتایج با یافته‌های فاضلی‌رستم‌پور و محبیان (۱۳۹۰) مطابقت داشت. بیش‌ترین میزان انتقال مجدد از تیمار عدم کاربرد مایکوریزا حاصل شد که نسبت به تیمار کاربرد مایکوریزا (شاهد) ۲۲ درصد افزایش نشان داد (شکل ۲). در این پژوهش میکوریزا با گسترش ریشه و افزایش سطح جذب آن، جذب آب و عناصر غذایی را توسط گیاه افزایش داده که این امر سبب افزایش در رشد برگ و ذخیره مواد فتوسنتزی می‌شود. با افزایش عناصر قابل دسترس، منبع به‌دلیل گسترش سطح برگ و افزایش شاخص سطح برگ توانایی تولید مواد فتوسنتزی بیشتری را برای مخازن فراهم ساخته و به تبع از آن انتقال مجدد ماده خشک کاهش می‌یابد (سیدشریفی و نظرلی، ۱۳۹۲). در این رابطه ناصری و همکاران (۱۳۹۶) بیان نمودند به‌دلیل اینکه قارچ میکوریزا شاخص سطح برگ را افزایش داده و متعاقب آن فتوسنتز و مواد اندوخته‌ای در گیاه بالا می‌رود، در چنین شرایطی منبع قادر به تأمین ظرفیت مخزن خواهد بود و توانایی منبع در تأمین نیاز مخزن موجب می‌شود که انتقال مجدد ماده خشک کاهش یابد که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی داشت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

جدول۱: تجزیه واریانس برخی صفات بررسی شده در پنج ژنوتیپ جو در سه تاریخ کاشت مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	تعداد ردیف در بلال	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	میزان انتقال مجدد	سهم انتقال مجدد
سال	۱	۰/۵۴ ns	۱۰۵/۱۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۹۸ ns	۲۴/۳ ns	۰/۸۴ ns	۰/۲۳ ns
سال × تکرار	۴	۳/۱۱	۶۰۰/۲	۰/۰۰۵	۵/۰۸	۶۹/۵۱	۱/۶۲	۰/۹۵
تنش کمبود آب	۳	۱۰۵۱/۱۷ **	۲۱۵۰۳۷ **	۰/۰۴۴ ns	۳۰۵۲/۴ *	۴۹۱۱۰۳ **	۱۲۵۲۹ **	۵۶۱/۱ **
سال × تنش کمبود آب	۳	۷/۲۳ ns	۴۲۳/۹ ns	۰/۰۹۲ ns	۲۲/۷ ns	۲۷۴۰ ns	۵۷/۱۳ ns	۶/۱۲ ns
خطای a	۱۲	۱۴/۰۱	۲۹۰۱/۲	۲/۰۱	۵۰۰/۱	۱۹۵۲۳	۲۱۸/۷	۴۰/۴۸
سوپرجاذب	۲	۸۴۵/۰۱ **	۱۰۲۵۵۸ **	۰/۰۷۷ ns	۶۳۱۴/۲ **	۳۰۶۵۸۱ **	۹۰۴۲/۴ **	۴۸۹/۱ **
سال × سوپرجاذب	۲	۲/۳۳ ns	۴۲۷/۳۱ ns	۰/۰۱۱ ns	۹۹/۲۶ ns	۳۱۱/۹ ns	۱۱/۱ ns	۱۳/۴ ns
تنش کمبود آب × سوپرجاذب	۶	۵۰۰/۱ **	۷۶۹۸۴ **	۰/۰۲ ns	۵۱۴۳/۲۱ **	۱۱۵۷۴۸ *	۷۶۸۰/۱ **	۹۱/۲ *
سال × تنش‌کمبود آب × سوپرجاذب	۶	۴/۶۹ ns	۲۰۶/۳ ns	۰/۰۳۱ ns	۶۹/۳۵ ns	۱۰۱/۲ ns	۲۲/۶ ns	۶/۱ ns
خطای b	۳۲	۱۱/۳۴	۲۲۰۸/۸	۱/۳۹	۳۷۵/۳۲	۱۷۰۱۹/۲	۱۶۷/۳	۳۵/۰۴
مایکوریزا	۱	۶۴۷/۵ **	۵۴۳۹۱/۴ **	۰/۰۵۵ ns	۴۹۲۸/۱ **	۲۷۶۴۱۱ **	۳۴۲۵/۲ **	۰/۱۶ ns
سال × مایکوریزا	۱	۱/۰۱ ns	۲۹۰/۸۲ ns	۰/۰۳۷ ns	۳۶/۴ ns	۶۱۸ ns	۴/۱۶ ns	۷/۱ ns
تنش کمبود آب× مایکوریزا	۳	۳۱۵/۴ **	۲۱۱۵۷۰/۹ **	۰/۰۱۴ ns	۲/۱ ns	۵۲۴۷۰۱ **	۵۱/۷ ns	۰/۹۴ ns
سال × تنش کمبود آب× مایکوریزا	۳	۱/۳۷ ns	۱۹۸/۶۴ ns	۰/۰۳ ns	۸۷/۴ ns	۸۱۱/۲ ns	۱۸/۴ ns	۲/۵۹ ns
سوپرجاذب × مایکوریزا	۲	۰/۸۴ ns	۴۵/۳ ns	۰/۱۶ ns	۱۰۲/۷ ns	۳۸۲/۷ ns	۹/۵۱ ns	۱/۶۱ ns
سال ×سوپرجاذب ×مایکوریزا	۲	۳/۹۷ ns	۱۰۰/۶ ns	۰/۳۸ ns	۳۴/۱۶ ns	۴۸۹/۳ ns	۶۶/۴ ns	۱/۴۷ ns
تنش‌کمبود آب ×سوپرجاذب ×مایکوریزا	۶	۱/۱۳ ns	۲۵۷/۷ ns	۰/۱۶ ns	۹۲/۲۷ ns	۱۹۱/۲ ns	۳۲/۹ ns	۴/۳۲ ns
سال × تنش آب×سوپرجاذب× مایکوریزا	۶	۴/۵۲ ns	۴۸۴/۱۱ ns	۰/۲۱ ns	۳۱/۸۳ ns	۷۳۳/۱ ns	۵۳/۱۱ ns	۰/۸۴ ns
خطای c	۴۸	۸/۳۹	۱۵۰۰/۲۳	۰/۹۴	۳۰۰/۵۴	۱۱۸۳۶	۱۴۲/۳	۱۵/۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	۱	۹/۵	۹/۰۲	۷	۹/۱۷	۱۹/۴۲	۷/۱۸	۱۲/۸۸

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

سهم انتقال مجدد

تجزیه مرکب داده‌های حاصل از دو سال آزمایش نشان داد که تیمارهای تنش کمبود آب، مقادیر مختلف سوپرجاذب و برهم‌کنش تنش کمبود آب و مقادیر مختلف سوپرجاذب بر سهم انتقال مجدد ماده خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). با کاهش میزان آبیاری، سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه افزایش یافت و با افزایش میزان سوپرجاذب در خاک میزان سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه کاهش یافت. به گونه‌ای که بیش‌ترین سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه از تیمار عدم کاربرد سوپرجاذب در شرایط تنش کمبود رطوبت در مرحله گرده افشانی حاصل شد که نسبت به کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب در شرایط آبیاری در تمام مراحل رشدی حدود ۴۳/۲۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). انتقال مجدد مواد فتوسنتزی نشان‌دهنده نسبت ماده خشک منتقل شده به ذخیره شده می‌باشد که تحت تنش خشکی افزایش می‌یابد (Yang *et al.*, 2001). با توجه به اینکه انتقال ماده خشک هم از برگ و هم از ساقه صورت می‌گیرد، لذا تحت تنش خشکی انتقال مجدد از برگ‌ها افزایش یافته و باعث کاهش دوام سطح برگ و افزایش سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه به دلیل کاهش میزان فتوسنتز در مرحله پرشدن دانه می‌شود (بنی‌سعیدی و معتمدی، ۱۳۹۹). هم‌چنین به نظر می‌رسد سوپرجاذب با تأثیر مثبت و معنی‌دار بر میزان ماده خشک ساقه و فتوسنتز جاری گیاه، می‌تواند باعث کاهش سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در عملکرد دانه شود که با نتایج فاضلی‌رستم‌پور و محبیان (۱۳۹۱) مطابقت داشت.

جدول ۳: مقایسه میانگین برهم‌کنش تنش کمبود آب و سوپرجاذب بر صفات ذرت

تنش کمبود آب	مقادیر سوپرجاذب	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	میزان انتقال مجدد (گرم در متر مربع)	سهم انتقال مجدد (درصد)
آبیاری در تمام مراحل (شاهد)	عدم کاربرد	۳۴/۵	۴۸۳	۲۰۴/۱۷	۶۰۴۰/۱۸	۱۶۱/۱۴	۲۶/۶۷
	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۳۵/۹۱	۵۰۲/۷۴	۲۰۸/۰۹	۶۲۲۳/۵	۱۵۸/۰۲	۲۵/۳۹
	۲۰۰ کیلوگرم در هکتار	۳۷/۴	۵۲۳/۶	۲۱۲/۲۲	۶۶۷۴/۲۹	۱۵۳/۱۱	۲۲/۹۴
عدم آبیاری در مرحله ۱۰ برگی	عدم کاربرد	۲۹/۱۱	۴۰۷/۵۴	۱۸۶/۰۴	۵۶۳۹/۲۵	۱۶۹/۱	۲۹/۹۸
	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۳۰/۱۱	۴۲۱/۵۱	۱۸۹/۳۵	۵۸۰۱/۳	۱۶۵/۲۹	۲۸/۴۹
	۲۰۰ کیلوگرم در هکتار	۳۱/۲۲	۴۳۶/۸	۱۹۲/۰۱	۵۹۴۲/۶	۱۶۳/۴۵	۲۷/۵۱
عدم آبیاری در مرحله گرده‌افشانی	عدم کاربرد	۲۳/۷	۳۳۱/۸	۱۶۶/۴۹	۴۳۲۰/۵	۱۷۶/۲۳	۴۰/۷
	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۲۷/۱۱	۳۷۹/۵۴	۱۷۹/۱۲	۵۵۱۷/۰۶	۱۷۲/۰۴	۳۱/۱۸
	۲۰۰ کیلوگرم در هکتار	۳۰/۴۱	۴۲۵/۷۴	۱۸۵/۲	۵۷۹۳/۱	۱۷۱/۶	۲۹/۶۲
عدم آبیاری در مرحله دانه‌بندی	عدم کاربرد	۲۵	۳۵۰	۱۷۷/۰۱	۴۵۷۱/۳۴	۱۷۴/۳۷	۳۸/۱۴
	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۲۶/۱۲	۳۶۵/۶۸	۱۸۲/۵	۴۹۲۴/۰۵	۱۷۰/۹	۳۴/۷
	۲۰۰ کیلوگرم در هکتار	۲۹/۷	۴۱۵/۸	۱۸۶/۶۸	۵۸۲۵/۳	۱۶۸/۴۷	۲۸/۹۲
LSD ٪۵	-	۰/۹۹	۴/۷۹	۱/۴۲	۱۱۵/۶۸	۰/۵۸	۰/۳۷

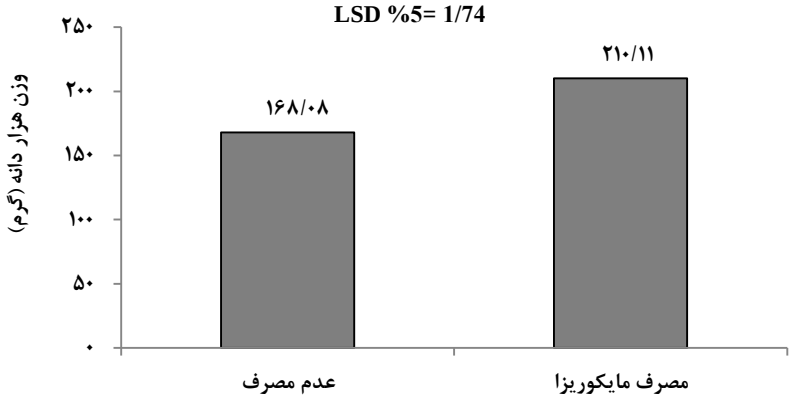
میانگین تیمارهایی که اختلاف‌شان از عدد LSD کمتر است اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

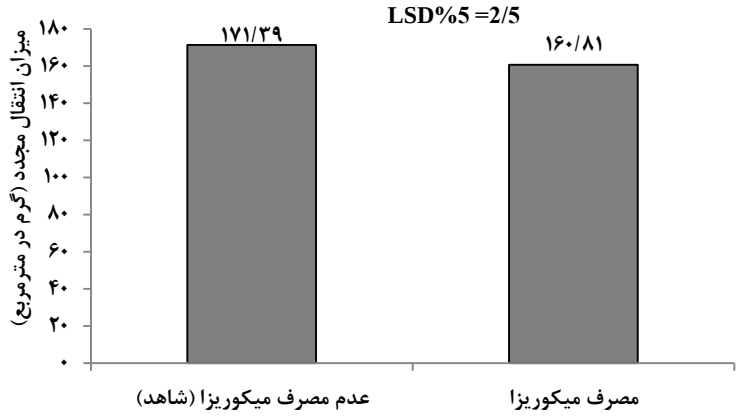
[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

جدول ۴: مقایسه میانگین برهم‌کنش تنش کمبود آب و مایکوریزا بر صفات ذرت

	مایکوریزا	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
آبیاری در تمام مراحل (شاهد)	عدم کاربرد	۳۳/۷۵	۴۷۲/۵	۲۱۱/۱۷	۶۲۹۱/۵۱
	کاربرد مایکوریزا	۳۶/۵	۵۱۱	۲۱۵/۰۱	۶۵۸۳/۴
عدم آبیاری در مرحله ۱۰ برگی	عدم کاربرد	۲۷/۸	۳۸۹/۲	۱۸۳/۲	۵۵۴۰/۷
	کاربرد مایکوریزا	۳۱/۱۵	۴۳۶/۱	۱۹۴/۳۱	۵۸۹۱/۳
عدم آبیاری در مرحله گرده‌افشانی	عدم کاربرد	۲۴/۶۱	۳۴۴/۵۴	۱۷۰/۵۲	۴۴۱۰/۳
	کاربرد مایکوریزا	۲۹/۷۴	۴۱۶/۳۶	۱۸۴/۱	۵۶۶۲/۴۱
عدم آبیاری در مرحله دانه‌بندی	عدم کاربرد	۲۶/۱۳	۳۶۵/۸۲	۱۷۲/۱۶	۴۶۳۵/۷۴
	کاربرد مایکوریزا	۳۰/۴۲	۴۲۵/۸۸	۱۸۸/۲۵	۵۸۰۷/۵
LSD ٪۵		۰/۸۵	۴/۲۳	۱/۷۴	۱۶۲/۹



شکل ۱: مقایسه میانگین دو ساله اثر میکوریزا بر وزن هزار دانه



شکل ۲: مقایسه میانگین دو ساله اثر میکوریزا بر میزان انتقال مجدد

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد کاهش میزان آبیاری، میزان رشد و نمو و در نتیجه عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت بهاره را به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. اما کاربرد قارچ مایکوریزا و سوپرجاذب در شرایط آبیاری مطلوب و تنش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

کمبود رطوبت توانست به علت گرمای کمتر هوا و کاهش تبخیر و تعرق آب در این فصل سبب بهبود عملکرد کمی گیاه گردد. لذا باتوجه به این نتایج می‌توان اظهار داشت که نه تنها در شرایط تنش کمبود آب می‌توان با کاربرد قارچ مایکوریزا تا حد زیادی رشد و عملکرد گیاه ذرت را بهبود بخشید، بلکه استفاده از عوامل بیولوژیک در شرایط آبیاری مطلوب نیز می‌تواند موجب افزایش رشد و عملکرد گردد. کاربرد هیدروژل‌های سوپرجاذب در خاک باعث افزایش ۳۵ درصدی عملکرد گیاه و صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی گردید، در نتیجه کاربرد این ماده در مناطق کم آب‌تر می‌تواند در افزایش عملکرد و کاهش اثر سوء ناشی از تنش در شرایط کمبود آب مؤثر باشد. بنابراین، می‌توان بیان نمود در شرایط آبیاری در تمام مراحل رشدی، کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار پلیمرسوپرجاذب و قارچ مایکوریزا موجب بهبود عملکرد کمی ذرت دانه‌ای شد هر چند که در شرایط قطع آبیاری در مراحل ۱۰ برگی، گرده‌افشانی و دانه‌بندی با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب و مایکوریزا نیز می‌توان به نتایج مشابه دست یافت.

منابع

امام، ی.، و ثقه‌الاسلام، م. ج. ۱۳۸۴. عملکرد گیاهان زراعی، فیزیولوژی و فرآیندها. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۹۳ صفحه.

بنی‌سعیدی، ع.، و معتمدی، م. ۱۳۹۹. اثر مقدار مصرف نیتروژن بر عملکرد دانه و انتقال مجدد ماده خشک ذرت در شرایط تنش خشکی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۴۱: ۷۷-۶۸.

پاینده، خ.، مجدم، م.، دروگر، ن. ۱۳۹۸. تأثیر کاربرد قارچ مایکوریزا و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت سینگل کراس ۷۰۴ تحت رژیم‌های مختلف آبیاری. نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۳(۵۱): ۳۷۶-۳۵۹.

ترابی، ع.، فرحبخش، ح.، و خواجویی‌نژاد، غ. ۱۳۹۰. تأثیر مقادیر مختلف سوپرجاذب (زئولیت) و سطح تنش خشکی بر عملکرد و خصوصیات مرفولوژیکی ذرت، یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۳۹۰.

خدادادی دهکردی، د. و کشکولی، ح.ع. ۱۳۹۴. ارزیابی تاثیر تنش خشکی و کاربرد نسبت‌های مختلف سوپرجاذب بر اجزاء عملکرد ذرت در شرایط آب و هوایی استان خوزستان. کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۲ صفحه.

سیادت، ع.ا.، مدحج، ع. و اصفهانی، م. ۱۳۹۲. غلات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۵۲ صفحه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

سیدشریفی، ر. و نظرلی، ح.۱۳۹۲. تأثیر پرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد دانه، کارایی مصرف کود و انتقال ماده مجدد ماده خشک آفتابگردان در سطوح مختلف کود نیتروژنه. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۳(۳): ۴۵-۲۷.

شمسی‌گوشکی، ا.، تاج‌الدینی، پ. و فرح‌بخش، ح. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر سوپرجاذب و پرایمینگ بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای تحت شرایط تنش خشکی، دومین کنفرانس بین المللی یافته‌های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست، تهران، انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادین. ۵ صفحه.

عامریان، م.ر.، یوسف‌ثانی، م. و کوچکی، ع. ر. ۱۳۹۳. تأثیر تلقیح با گونه‌های میکوریزا و سطوح آبیاری بر خصوصیات رشد، عملکرد، کارایی مصرف آب و برخی صفات گیاه ذرت. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۶(۱): ۱۶۱-۱۵۲.

غلامی، ع. و محمودی، م. ۱۳۹۳. بررسی اثر قارچ میکوریزا و مقادیرکود فسفر بر ویژگی‌های کمی و کیفی ذرت دانه‌ای سینگل کراس کارون. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۶(۲۲): ۱۱۵-۱۳۰.

فاضلی‌رستم‌پور، م. و محبیان، س. م. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر کم آبیاری و پلیمرسوپرجاذب بر انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در ذرت دانه‌ای. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۴(۲): ۱۳۸-۱۲۷.

قورچیانی، م.، علیخانی، ح.، اکبری، غ. ع.، زارعی، م. و اله دادی، ا. ۱۳۹۱. تأثیر باکتری‌های حل‌کننده فسفات، قارچ میکوریزا آربسکولار و کود شیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت در شرایط آبیاری معمول و کم آبیاری در منطقه کرج. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۰(۱): ۲۲۴-۲۱۴.

محمدی، ع.، اصغری، ح. ر. و غلامی، ا. ۱۳۹۲. بررسی امکان استفاده از کود بیولوژیک میکوریزا در تأمین بخشی از فسفر در زراعت نخود. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۱(۴): ۶۶۵-۶۵۸.

محمودی، ح. و افکاری، ا. ۱۳۹۹. بررسی کاربرد سوپرجاذب بر برخی صفات فتوستنزی و فیزیولوژیک گندم در شرایط تنش خشکی. نشریه علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۲(۴۶): ۱۴۷-۱۳۱.

مدحج، ع.، نادری، ا.، امام، ی.، آینه بند، ا.، نورمحمدی، ق. و کیوان، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی اثر تنش گرمای پایان فصل و سطوح نیتروژن بر عملکرد و روند رشد دانه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط محیطی خوزستان. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). ۲۴(۳): ۱۷-۹.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

ناصری، ر.، براری، م.، زارع،م.ج.، خاوازی، ک. و طهماسبی، ز. ۱۳۹۶. اثر باکتری‌های افزاینده رشد و قارچ میکوریزا بر رشد و عمکرد گندم در شرایط دیم. نشریه زیست‌شناسی خاک. ۵(۱): ۴۹-۶۸.

Auge, R.M., Toler, H.D., and Saxton, A.M. 2015. Arbuscular mycorrhizal symbiosis alters stomatal conductance of host plants more under drought than under amply watered conditions: A meta-analysis. Mycorrhiza. 25(1): 13-24.

Azmat, R., and Hamid, N. 2015. A plausible mechanism of biosorption in dual symbioses by vesicular-arbuscular mycorrhizal in plants. Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences. 28: 541-546.

Bahrani, A., Heidari Sharif Abad, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Moafpourian, G.H., and Ayneh Band, A. 2011. Remobilization of dry matter in wheat: effects of nitrogen application and post-anthesis water deficit during grain filling. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 39(4): 279-293.

Ebadi, M., Majnoun Hoseini, N., and Chayichi, M. R. 2016. Effect of mycorrhiza fungi and humic substances on yield and yield components of corn (*Zea Mays* L. Var. S. C. 704) under limited irrigation condition. Journal of Agricultural Science. 47(2): 165 - 174.

Elhag, A.Z., Sayed Abdelhaleem Musa, T., and Osman Gafar, M., 2015. The allelopathic effect of Euphorbia hirta and Vesicular Arbuscular Mycorrhiza (VAM) on growth of eggplant (*Solanum melongena* L.). International Journal of Agronomy and Agricultural Research. 6: 222-228.

Ghassemi-Golezani, K., Heydari, Sh., Dalil, B. 2018. Field performance of maize (*Zea mays* L.) cultivars under drought stress. Acta agriculturae Slovenica. 111(1): 25-32.

Heidari, M., and Karami, V. 2014. Effects of different mycorrhiza species on grain yield, nutrient uptake and oil content of sunflower under water stress. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 13(1): 9-13.

Hematinafar, K., and Rahimi, M.M. 2017. Effect of different levels of superabsorbent polymers on Water Use Efficiency and characteristics of sorghum in different water regimes. Journal of Plant Ecophysiology. 9(31):31-40.

Kapoor, R., Chaudhary, V., and Bhatnagar, A.K. 2007. Effects of arbuscular mycorrhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in (*Artemisia annua* L.) Mycorrhiza. 17:581-587.

Kazempor, M., and Zakernejad, S. 2018. Investigation effect of different irrigation regime and super absorbent polymer on seed yield and morphological traits of maize (*Zea mays* L.). Journal of Crop Nutrition Science. 4(4):62-75.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

Lamochi, S., and Sakinejad, T. 2019. Evaluation seed yield, its components and morphological traits of corn in response of consume super absorbent polymers and nitroxin. Journal of Crop Nutrition Science. 5(1): 18-32.

Miransari, M. 2010. Contribution of arbuscular mycorrhizal symbiosis to plant growth under different types of soil stresses. Review article. Plant Biology. 12: 563-569.

Moslemi, Z., Habibi, D., Asgharzadeh, A., Reza Ardakani, M., Mohammadi, A., and Sakari, A. 2012. Effects of super absorbent polymer and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of maize under drought stress and normal conditions. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 12 (3): 358-364.

Papakosta, D.K., and Gagianas, A.A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. Crop Science Society American Agronomy Journal. 83: 864–870.

Ribaut, J.M., Betran, J., Monneveux, P., and Setter, T. 2012. Drought tolerance in maize. In: Bennetzen, J.L., Hake, S.C. (Eds.), Handbook of Maize: Its Biology. Springer, New York, pp. 11–34.

Salgado-Aguilar, M., Molnar, T., Pons-Hernández, J., Covarrubias-Prieto, J., Ramirez-Pimentel, J., Raya-Perez1, J.C., Hearne, S., and Iturriaga, G. 2020. Physiological and biochemical analyses of novel drought-tolerant maize lines reveal osmoprotectant accumulation at silking stage. Chilean Journal of Agriculture Reasearch. 80 (2): 241-253.

Sayadi Maazou, A.D, Tu, J., Qiu, J., Liu, Z. 2016. Breeding for Drought Tolerance in Maize (*Zea mays* L.). American Journal of Plant Sciences. 7: 1858-1870.

Shahrajabian, M.h., Sun, W., Cheng, Q., and Khoshkharam, M. 2019. The impact of soil amendment of super absorbent polymer on grain yield and yield components of corn in center of Iran. Cercetari Agronomice in Moldova. 2(178): 151-157.

Song, H. 2005. Effects of VAM on host plant in the condition of drought stress and its mechanisms. Journal of Biological Chemistry. 1: 44-48.

Yang, J., Jianhua, Z., Zhiqing, W., Qingsen, Z., and Wei, W. 2001. Remobilization of carbon reserves in response to water deficit during grain filling of rice. Field Crops Research. 71: 47-55.

Zhao, R., Guo, W., Bi, N., Guo, J., Zhang, J. 2015. Arbuscular mycorrhizal fungi affect the growth, nutrient uptake and water status of maize grown in two types of coal mine spoils under drought stress. Applied Soil Ecology. 88: 41-49.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]

Effect of superabsorbent and mycorrhiza strains on quantitative yield and remobilization rate of single cross704 hybrid maize under water deficit tension conditions

Sh.Berenjani[1], M. Mojaddam[2*], Sh. Lak[3], Kh. Payandeh[4] and A. Shokuhfar[5]

1, 2, 3 & 5) Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

4) Department of Soilscience, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

*** Corresponding author: manimojaddam@yahoo.com**

This article is taken from a doctoral dissertation.

Received date: 2020.06.21 **Accepted date: 2020.09.26**

Abstract

In order to investigate the effect of superabsorbent and mycorrhiza values on yield and remobilization rate of maize under water shortage tension, the present experiment was conducted in the form of split split plots in a randomized complete blocks design with three replications during the crop years 2016- 2017 and 2017-2018 at the research farm of Ahvaz Islamic Azad University. The main factor included water shortage tension including control (irrigation in all stages), lack of irrigation in 10-leaf stage (vegetative growth), lack of irrigation in pollination stage (flowering) and lack of irrigation in seed stage (milk paste) and superabsorbent polymer sub-plot included control or non-application of superabsorbent, application of 100 kilogram per hectare and application of 200 kilogram per hectare and mycorrhiza sub-sub-plot included control or (non-application) and application of mycorrhiza. The results of combined analysis of variance showed that the effect of water deficit and superabsorbent tension interaction on grain yield, one thousand-grain weight, number of grains per ear, number of grains per row, remobilization rate and remobilization share was significant. The highest grain yield (6674/29 kilogram per hectare) was related to irrigation treatment in all growth stages and application of 200 kilogram per hectare superabsorbent. Although with cessation of irrigation in 10-leaf stages, pollination and seeding reduced grain yield by 11, 14 and 12.5 percent, respectively, but this reduction was not significant in these treatments because the consumption of 200 kilogram per hectare in superabsorbent was able to compensate for the water deficit tension in these treatments. The interaction of water shortage and mycorrhiza tension on grain yield, number of grains per ear and number of grains per row was also significant. In general, due to the long-term stability of superabsorbent in soil, it can be said that the application of 200 kilogram per hectare of superabsorbent and mycorrhiza in irrigation conditions at all stages of growth can increase grain yield, corn yield components and overall production improvement.

Keywords: Seed yield, Reimobolizition share, One- thousand seed weight and Pollination.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.4.1]