نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۳(۳۹)، پاییز ۱۳۹۵، صفحه ۶۶۸-۶۵۷

تاثیر میکوریز و فسفر با مصرف سالیسیلیک اسید بر برخی صفات ذرت

فدرا طاهری اشترینانی[۱] و امین فتحی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۱۳ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۳

چکیده

اثر کودهای بیولوژیک و شیمیایی به همراه مصرف سالیسیلیک اسید بر خصوصیات زراعی ذرت طی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد در سال ۱۳۹۱ مورد ارزیابی قرار گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل ۳ سطح کود فسفر (صفر، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، ۲ سطح کود بیولوژیک (میکوریز) (تلقیح بذر و عدم تلقیح بذر) و ۲ سطح سالیسیلیک اسید (۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) بودند. نتایج نشان داد که میان صفات تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری در سطوح کود فسفر و میکوریز به‌دست آمد، در حالت تلقیح بذور با میکوریز عملکرد دانه به مقدار ۸۴۱۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که ۲۴٪ بیشتر از تیمار عدم تلقیح بذور بود. سالیسیلیک اسید تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت داشت. با مصرف ۱ میلی-مولار سالیسیلیک اسید عملکرد دانه به مقدار ۸۳۱۶ کیلوگرم در هکتار حاصل شد که ۲۴٪ بیشتر از تیمار عدم مصرف بود. اثر متقابل فسفر و میکوریز بر تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی-دار بودند. اثر متقابل سالیسیلیک اسید و فسفر و اثر متقابل سه گانه تیمارهای آزمایش نیز تنها بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. نتایج این بررسی نشان داد که سالیسیلیک اسید و میکوریز می‌توانند عملکرد دانه را از طریق تولید بوته‌های قوی تر گیاهی و بهبود اجزای عملکرد، افزایش دهند.

واژگان کلیدی: ذرت، سالیسیلیک اسید، فسفر، میکوریز.

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران
۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران
(* نگارنده‌ی مسئول) amin_agronomist@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

ذرت گیـاهی از تیره‌ی گندمیان (Poaceae) می‌باشد که به علت تنوع فوق‌العاده در فرم، کیفیت و عادت رشدی، در بخش وسیعی از مناطق مستعد کشاورزی جهان مورد کشت و کار و بهره‌برداری قرار می‌گیرد. ذرت به علت بالا بودن تولید محصول به لحاظ کل ماده‌ی خشک استحصالی و دانه، داشتن ارزش غذایی متنوع در خصوص تأمین کربوهیدرات و روغن خوراکی و نیز بازده بالای مصرف آب در اقتصاد کشاورزی ملل مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Rashedmohasel *et al*., 2001). به عقیده احمدیان و همکاران (Ahmadian *et al*., 2006) شرایط خاک و عناصر غذایی برای رشد و نمو گیاه اهمیت فراوانی دارد. علاوه بر کربن، اکسیژن و هیدروژن که از اتمسفر و آب تأمین می‌گردد، عناصر پرمصرفی مثل فسفر برای تولید، رشد و عملکرد گیاهان ضـروری است. کاهش عنـاصر غذایی در خاک‌های زراعی دنیا به علت زراعت‌های متـوالی و بی‌رویه استفاده از کود را در مزرعه ضروری نموده است. یکی از مباحث نوین کشاورزی پایدار در مدیریت منابع خاک، بررسی موجودات خاک‌زی و روابط همزیستی متقابل مفید بین اجزای اکوسیستم در زنجیره‌های غذایی و چرخه حیاتی است. با توجه به این‌که در اکثر موارد، کمّیت و کیفیت ارگانیسم‌های خاک‌زی در حد مطلوب نیست، کودهای بیولوژیک به‌منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه تولید شده‌اند (Yazdani *et al*., 2009). طبق اظهارات نظارت و غلامی (Nezarat and Gholami, 2009) در اکوسیستم‌های طبیعی و کشاورزی، وجود رابطه‌ی متقابل میان گیاهان و ریزاندام‌گان خاک، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر ساختار خاک، چرخه‌ی زیست زمین شیمیایی عناصر غذایی، رشد گیاه و سازگاری آن با تغییرات محیط دارد. طبق بیان وو و همکاران (Wu *et al*., 2005) در بین ریزاندام‌گان خاک، به آن دسته از باکتری‌های ریزوسفری که فعالیت آنها بر رشد و تغذیه گیاه تأثیر مثبتی داشته و می‌توانند تضمین‌کننده سلامت گیاه و حاصل‌خیزی خاک باشند، باکتری‌های محرک رشد گیاه اطلاق می‌گردد. افزایش رو به رشد جمعیت و مشکلات اقتصادی ناشی از هزینه کودهای شیمیایی از یک سو و مسایل زیست محیطی به دلیل مصرف بی‌رویه این کودها، سبب شد که تفکر استفاده از شیوه‌های زیستی تثبیت عناصر برای تقویت رشد گیاهان را تقویت کند (Fathi, 2011). بنابراین، کودهای بیـولوژیک از جمله نهـاده‌های طبیعی هستند که می‌توانند به‌عنوان مکمل یا جایگزین کودهای شیمیایی درکشاورزی پایدار به کار برده شوند (Fathi *et al*., 2012). شاکیرووا و همکاران (Shakirova *et al*., 2003) نشان دادند که کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید باعث تحریک جوانه‌زنی بذر می‌شود و الطیب (EL-Tayeb, 2005) به اثر تحریک‌کنندگی سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی بذر جو پی برد. سالیسیلیک اسید بر فتوسنتز و رشد گیاه تحت شرایط تنش، اثر مثبت دارد. پارسا مطلق (Parsa Motlagh, 2011) بیان کرد که به‌طور کلی قارچ‌های مایکوریزا سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت گردیـدنـد، زیرا از یک طـرف این قارچ‌ها دارای ریسه‌های فراوانی بوده که این ریسه‌ها وارد سیستم ریشه‌های گیاه شده و بر وزن ریشه می‌افزایند و از طرف دیگر با جذب فسفر و آب سبب افزایش اجزای عملکرد ذرت می‌گردند. برقراری رابطه همزیستی قارچ میکوریز با گیاه می‌تواند از طریق جذب مواد غذایی و آب بر روی تعداد دانه‌های تشکیل شده مؤثر باشد. در این رابطه فسفر یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه می‌باشد و در تشکیل گل و دانه‌بندی اهمیت زیادی

Archive of SID

www.SID.ir

دارد (Ardakani *et al.*, 2006). به همین دلیل تامین فسفر برای گیاه سبب افزایش تعداد دانه شده است. همزیستی گیاه گندم با گونه‌های قارچ میکوریز سبب استفاده بهتر از فسفر غیرقابل جذب خاک توسط هیف‌های قارچ شد که این می‌تواند در وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله مؤثر باشد (Ardakani *et al.*, 2006). با توجه به خسارات ناشی از مصرف زیاد کودهای شیمیایی و دست‌یابی به راه‌کارهایی جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و اهمیت گیاه ذرت و با در نظر گرفتن این نکته که تاکنون آزمایش مشابهی در سطح منطقه انجام نشده است، لذا این آزمایش به‌منظور بررسی تأثیر کود بیولوژیک و شیمیایی به همراه سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر کودهای بیولوژیک و شیمیایی به همراه سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در بهار ۱۳۹۱ در شهرستان بروجرد انجام گرفت. به‌منظور تعیین خصوصیات خاک قبل از اجرای آزمایش نمونه‌گیری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک صورت گرفت و خصوصیات آن مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج تجزیه نمونه‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

در این آزمایش از بذر ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ استفاده شد. کود میکوریز به مقدار توصیه شده ۱۰ کیلوگرم برای ۱۰۰ کیلوگرم بذر به صورت بذرمال هنگام کشت مورد استفاده قرار گرفت و کود فسفر هم به مقدار توصیه شده ۱۵۰ کیلوگرم برای هر هکتار و تعمیم آن به هرکرت قبل از کشت مورد استفاده قرار گرفت. در مرحله پر شدن دانه سالیسیلیک اسید به صورت محلول‌پاشی مصرف گردید. هر کرت شامل ۵ خط به طول ۵ متر، فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۸ سانتی‌متر و عمق کاشت ۴ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. بین کرت‌ها یک خط نکاشت و به فاصله ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد تا اختلاط بین کرت‌ها روی ندهد. برای هر تکرار یک جوی آب و یک فاضلاب در نظر گرفته شد تا آب آبیاری کرت‌ها و تکرارها مخلوط نشود. عملیات کاشت در تاریخ ۲۰ خرداد ماه ۱۳۹۱ با دست انجام گرفت و بلافاصله اولین آبیاری انجام شد. برداشت هنگامی صورت گرفت که در محل اتصال دانه چوب بلال با بلوغ فیزیولوژیک و پیدایش لایه سیاه ایجاد شد. در نمونه‌برداری دو ردیف کناری حذف و نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف نیز به عنوان اثر حاشیه حذف شدند و نمونه برداری از دو ردیف میانی صورت گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه‌های آماری SAS و جهت مقایسه میانگین صفات مورد نظر از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که کود زیستی و شیمیایی به‌همراه مصرف سالیسیلیک اسید بر تمامی صفات مورد بررسی به جز تعداد ردیف دانه در بلال تأثیر معنی‌داری از لحاظ آماری داشتند (جدول ۲).

تعداد دانه در ردیف بلال

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این آزمایش علاوه بر اثرات اصلی تیمارهای آزمایش (کود فسفر، سالیسیلیک اسید و میکوریز) اثر متقابل فسفر در میکوریز نیز بر تعداد دانه در ردیف بلال از لحاظ آماری معنی‌دار (در سطح احتمال ۱ درصد) بود، اما اثر متقابل بر سایر صفات غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲).

این آزمایش نشان داد که با مصرف ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال

Archive of SID

www.SID.ir

به‌دست آمد که ۱۳٪ بیشتر از تیمار عدم مصرف بود (جدول ۳). شاکیرووا و همکاران (Shakirova *et al.*, 2003) گزارش نمودند با کاربرد سالیسیلیک اسید در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار تعداد دانه در ردیف بلال ذرت افزایش یافت. این افزایش می‌تواند به دلیل نقش سالیسیلیک اسید بر القای گلدهی باشد. همچنین، بوته‌های قوی‌تر در اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بلال‌های بزرگ‌تری را به‌وجود می‌آورند که دارای تعداد دانه در ردیف بیشتری هستند.

نتایج به‌دست آمده نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار بین سطوح کود فسفر و کود بیولوژیک میکوریز بر تعداد دانه در ردیف بلال بود، به‌طوری‌که بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفر در هکتار همراه با تلقیح بذور با میکوریز به‌دست آمد که این مقدار بیشتر از حالت مصرف ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار + تلقیح بذور با میکوریز بود، هرچند که اختلاف بین این دو تیمار معنی‌دار نبود (جدول ۴). فسفر از عوامل مهم در دانه بندی و شکل‌گیری دانه ذرت است بنابراین، به نظر می‌رسد کودهای بیولوژیک فسفره با انحلال فسفات‌های نامحلول خاک، امکان دریافت فسفر را برای گیاه بیشتر کرده و باعث افزایش تعداد کل دانه در بلال می‌شود (Qorchiane *et al.*, 2010).

وزن صد دانه

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این آزمایش علاوه بر اثرات اصلی تیمارهای آزمایش (کود فسفر، سالیسیلیک اسید و میکوریز)، اثر متقابل فسفر در میکوریز نیز بر وزن صد دانه از لحاظ آماری (در سطح احتمال ۱ درصد) معنی‌دار بود، اما اثرات متقابل عوامل آزمایشی در وزن صد دانه بین سطوح آن اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد که با مصرف ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بیشترین وزن صد دانه به‌دست آمد که ۹٪ بیشتر از تیمار عدم مصرف بود و اختلاف بین این دو تیمار معنی‌دار بود (جدول ۳). افزایش وزن دانه در نتیجه‌ی پرایمینگ و محلول‌پاشی ممکن است به افزایش تولیدات فتوسنتزی نسبت داده شود که باعث تشکیل یک منبع ذخیره‌ای برای مقصد و افزایش گنجایش مخزن که منجر به افزایش وزن دانه و افزایش عملکرد می‌شود (Momeni, 2011).

نتایج به‌دست آمده نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار بین سطوح کود فسفر و کود بیولوژیک میکوریز بر وزن صد دانه بود. در تمام سطوح مصرف فسفر (۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) + تلقیح بذور با کود بیولوژیک میکوریز وزن صد دانه بیشتری نسبت به حالت عدم تلقیح بذور به‌دست آمد و در تمام سطوح مختلف فسفر بین حالت تلقیح و عدم تلقیح بذور اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. در این بررسی، بیشترین وزن صد دانه در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار+ تلقیح بذور با میکوریز به‌دست آمد (جدول ۴). علیزاده و علیزاده (Alizadeh and Alizadeh, 2007) بیان کردند که تیمارهای کود زیستی مطلوب در مقایسه با تیمار کود شیمیایی شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک مهیا کرده و از طریق جذب مطلوب عناصر معدنی پرمصرف و کم مصرف توسط ریشه ذرت موجب افزایش رشد و عملکرد شدند و مصرف متعادل کود شیمیایی سبب تحریک کلونیزاسیون میکوریزی در ریشه ذرت شده و باعث بهبود عملکرد دانه و وزن صد دانه می‌شود.

عملکرد دانه

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این آزمایش علاوه بر اثرات اصلی تیمارهای آزمایش (کود فسفر، سالیسیلیک اسید و میکوریز) اثر متقابل تیمارهای آزمایشی نیز (به‌جز اثر متقابل سالیسیلیک اسید در میکوریز) تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند

Archive of SID

www.SID.ir

(جدول ۲). نتایج به‌دست آمده نشان دهنده‌ی تاثیر معنی‌دار اثرات سه گانه تیمارهای آزمایش بر عملکرد دانه بود (شکل ۱). نتایج نشان داد که تلقیح بذور با میکوریز، محلول‌پاشی ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر منجر به تولید دانه به میزان ۱۰۸۸۷ کیلوگرم در هکتار شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار تلقیح بذور با میکوریز + محلول-پاشی ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+ مصرف ۱۵۰ کیلوگرم فسفر داشت، این موضوع بیانگر آن است که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در حالت تلقیح بذور با میکوریز و مصرف ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید می-تواند عملکرد دانه بیشتری نسبت به مصرف ۱۵۰ کیلوگرم فسفر ایجاد کند (شکل ۱). سطح بالای فسفر از کارآیی قارچ میکوریز می‌کاهد، بنابراین می-توان بیان کرد که در حالت عدم تلقیح بذور با میکوریز، مصرف بالاترین سطح سالیسیلیک اسید و فسفر منجر به تولید بالاترین عملکرد دانه می‌شود. محققان بیان کردند که قارچ میکوریز آربسکولار به دلیل افزایش سطح ریشه‌ها از طریق نفوذ میسلیوم قارچ در خاک و در نتیجه دسترسی گیاه به حجم بیشتری از خاک سبب جذب بیشتر آب و مواد غذایی شده که این امر موجب فتوسنتز بیشتر، بهبود رشد گیاه و در نتیجه باعث افزایش زیست توده گیاه و عملکرد دانه ذرت می‌گردد (Qorchiane *et al.*, 2010). امان‌اله و خان (Amanullah and Khan, 2010) بیان کردند مقدار مناسبی از کود فسفر، عملکرد دانه آفتابگردان را افزایش می‌دهد. به نظر می‌رسد پرایمینگ و محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید با عدم تأثیر بر ارتفاع گیاه، باعث افزایش طول ریشه شده و زمینه لازم برای افزایش جذب آب و مواد غذایی را فراهم نموده و باعث افزایش فتوسنتز و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری را در جهت توسعه‌ی اندام‌های زایشی اختصاص داده است و در نتیجه باعث افزایش وزن دانه ذرت گردیده و به تبع افزایش وزن دانه، عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد (Jeyrani *et al.*, 2009).

عملکرد بیولوژیک

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این آزمایش علاوه بر اثرات اصلی تیمارهای آزمایش (کود فسفر، سالیسیلیک اسید و میکوریز) اثر متقابل فسفر در میکوریز تاثیر معنی‌داری (در سطح احتمال ۱ درصد) بر عملکرد بیولوژیک داشتند، اما اثرات متقابل عوامل آزمایشی در عملکرد بیولوژیک بین سطوح آن اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). در مورد کود بیولوژیک میکوریز بیشترین عملکرد بیولوژیک در حالت تلقیح بذور با میکوریز به‌دست آمد که ۲۳٪ بیشتر از تیمار عدم تلقیح بذور بود (شکل ۲). فتحی (Fathi, 2011) بیان کرد که کودهای بیولوژیک سبب افزایش سرعت رشد گیاه می‌شود و بر انتقال عناصر غذایی بین ریشه و ساقه تاثیر می‌گذارد و به دلیل جذب مواد غذایی و انتقال آنها از ریشه به ساقه وزن خشک اندام‌های هوایی نیز افزایش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار بین سطوح کود فسفر و کود بیولوژیک میکوریز بر عملکرد بیولوژیک بود. در سطوح فسفر صفر و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار + تلقیح بذور با کود بیولوژیک میکوریز عملکرد دانه بیشتری نسبت به حالت عدم تلقیح بذور به دست آمد که اختلاف بین حالت تلقیح و عدم تلقیح بذور معنی‌دار بود. در این بررسی، بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار+ عدم تلقیح بذور با میکوریز به‌دست آمد که اختلاف آن با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار+ تلقیح بذور با میکوریز معنی‌دار بود، این امر نشان-دهنده‌ی کاهش کارآیی میکوریز در سطوح بالای فسفر بر افزایش تولید ماده خشک گیاه می‌باشد. همچنین، در حالت عدم تلقیح بذور، مصرف ۱۵۰

Archive of SID

www.SID.ir

کیلوگرم فسفر باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک نسبت به عدم مصرف و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد قارچ‌های میکوریز در شرایط نسبی فراهمی فسفر بهتر فعالیت کرده، در نتیجه وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه نسبت به عدم مصرف کود افزایش یافته است. احتشامی و همکاران (Ehteshami *et al.*, 2007) با کاربرد کود فسفر و تلقیح بذر با قارچ میکوریز *G. intraradices* در گیاه نشان دادند که وزن تر و خشک ریشه و میزان فسفر اندام‌های هوایی این تیمارها افزایش معنی‌داری با کاربرد کود فسفر در مقایسه با شاهد داشت.

شاخص برداشت

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این آزمایش تنها اثر سالیسیلیک اسید تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت. سطوح مختلف کود فسفر و قارچ میکوریز تأثیر یکسانی بر تولید ماده خشک و عملکرد دانه (تسهیم مواد فتوسنتزی برای تولید ماده خشک و عملکرد دانه) داشتند و از آن‌جایی‌که شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک به‌دست می‌آید، لذا اثر اصلی فسفر و میکوریز بر شاخص برداشت معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد که با مصرف ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بیشترین شاخص برداشت به‌دست آمد که ۱۱٪ بیشتر از تیمار عدم مصرف بود و اختلاف بین این دو تیمار معنی‌دار بود (جدول ۳). مومنی (Momeni, 2011) بیان کرد که در بین تیمارهای پرایمنگ بذر ذرت، سالیسیلیک اسید ۵۰ و ۱۰۰ پی-پی‌ام بالاترین شاخص برداشت را داشت ولی با تیمار محلول‌پاشی آب مقطر و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج این بررسی نشان داد که تلقیح بذور با میکوریز و مصرف سالیسیلیک اسید می‌توانند به میزان ۵۰ کیلوگرم مصرف کود شیمیایی فسفر را کاهش دهد و عملکرد دانه بهتری را داشته باشد. قارچ‌های میکوریزی نیازمند کربوهیدرات‌هایی هستند که توسط گیاه فراهم می‌شود. به نظر می‌رسد که قارچ میکوریزی 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 میسیلیومی و ریشه‌ای خود و همچنین با تولید آنزیم فسفاتاز، فسفر غیرقابل جذب خاک را به‌صورت فراهم برای گیاه درآورده و تا حدودی فسفر مورد نیاز گیاه را به‌ویژه در سطوح مختلف پایین‌تر فسفر خاک تامین می‌نماید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

Table 1 - Physical and chemical properties of soil tested

عمق (cm) Depth	کربن ارگانیک Organic carbon (٪)	نیتروژن Total nitrogen (٪)	فسفر Total Phosphate (mg/kg)	پتاس Total K (mg/kg)
0-30	1/9	0/169	20	0.034

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲-تجزیه واریانس اثر فاکتورهای آزمایش بر صفات اندازه‌گیری شده در ذرت

Table 2- Analysis of variance of experimental factors on measured traits in maize

S.O.V منابع تغییر	Df درجه آزادی	Row numbers per ear تعداد ردیف در بلال	Grain numbers per row تعداد دانه در ردیف	100 seed weight وزن صد دانه	Seed yield عملکرد دانه	Biological yield عملکرد بیولوژیک	HI شاخص برداشت
Replication تکرار	2	14.3 **	24.3**	7.2 **	169661.7 **	44444144**	0.002 ns
Phosphorus فسفر	2	3.0 ns	96.7**	63.3 **	387126.7 **	145569560**	0.002 ns
سالیسیلیک اسید Salicylic Acid	2	0.6 ns	50.6**	16.5 **	127626.3 **	18412691**	0.011**
میکوریزMycorrhiza	1	3.7 ns	181.8**	27.8 **	368785.1 **	117327452**	6.34 ns
فسفر×سالیسیلیک اسید Salicylic Acid×P	4	1.7 ns	4.1ns	2.7 ns	2060830 *	6132287ns	0.0004 ns
فسفر×میکوریز mycorrhiza×P	2	2.3 ns	62.9**	35.6 **	258155.5 **	80049948**	0.001 ns
سالیسیلیک اسید×میکوریز ×Salicylic Acid mycorrhiza	2	0.5 ns	3.1 ns	0.9 ns	413796 ns	2959900ns	0.002 ns
فسفر×سالیسیلیک اسید×میکوریز mycorrhiza× SA ×P	4	0.2 ns	4.5 ns	2.3 ns	1869687*	4800496 ns	5.31 ns
Error خطا	34	1.1	3.9	1.2	665837	2517938	0.0016
CV(%) ضریب تغییرات	-	16.2	17.6	15.3	15.7	11.3	17.3

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

* and ** significant at 5% &1% probability level, respectively

جدول ۳ - مقایسه میانگین اثر اصلی سالیسیلیک اسید بر صفات مورد بررسی گیاه ذرت

Table 3- Comparison of the effect of salicylic acid, phosphorus and mycorrhiza on plant traits for corn

	تعداد دانه در ردیف grain numbers per row	وزن صد دانه 100 seed weight (g)	شاخص برداشت HI
0 mM SA	23.8 b	19.5 b	0.51b
0.5 mM SA	26.2 a	20.9 a	0.56 a
1 mM SA	27.0 a	21.3 a	0.57 a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن (α=0.5) با همدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

Mean followed by the same latter in each column are not significantly different at p≤0.05. (Duncan)

Archive of SID

www.SID.ir

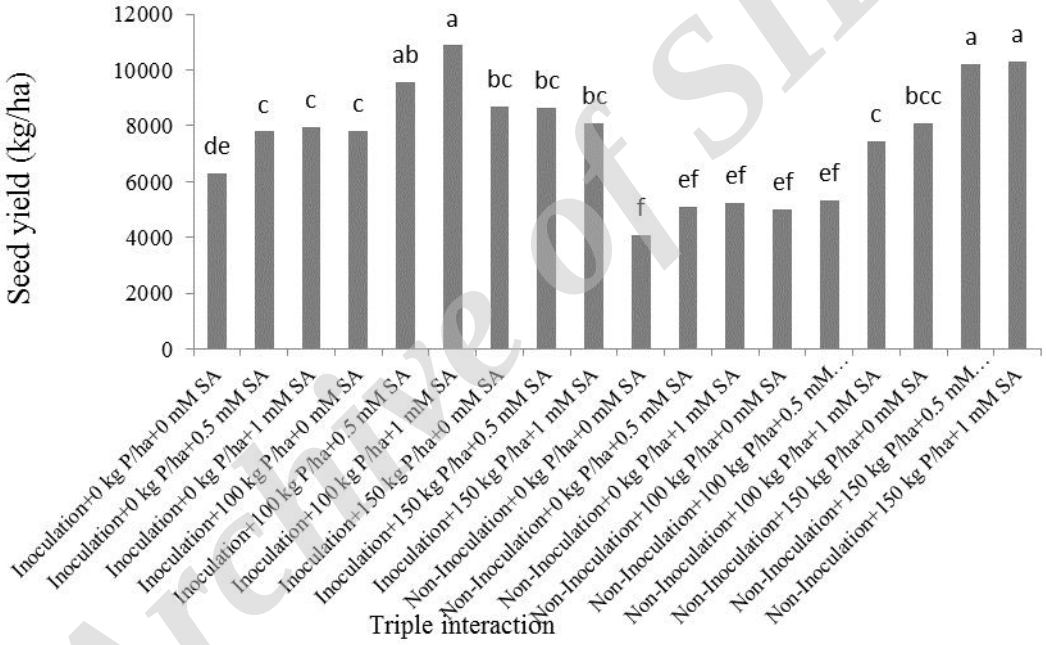
جدول ۴-مقایسه میانگین اثر متقابل (فسفر × میکوریز) بر صفات مورد بررسی گیاه ذرت

Table 4- Comparison of dual effects of phosphorus and mycorrhiza in corn traits

		تعداد دانه در ردیف grain numbers per row	وزن صد دانه 100 seed weight(g)	عملکرد بیولوژیک Biological yield(kg/ha)
تلقیح Inoculation	0 kg P/ha	25.5 b	20.2 c	13271 c
	100 kg P/ha	29.4 a	22.2 b	16993 ab
	150 kg P/ha	27.5 a	21.4 b	15945 b
عدم تلقیح Non-Inoculation	0 kg P/ha	20.9 c	17.1 d	9019 d
	100 kg P/ha	22.5 c	19.1 c	10633 d
	150 kg P/ha	28.0 a	23.3 a	17712 a

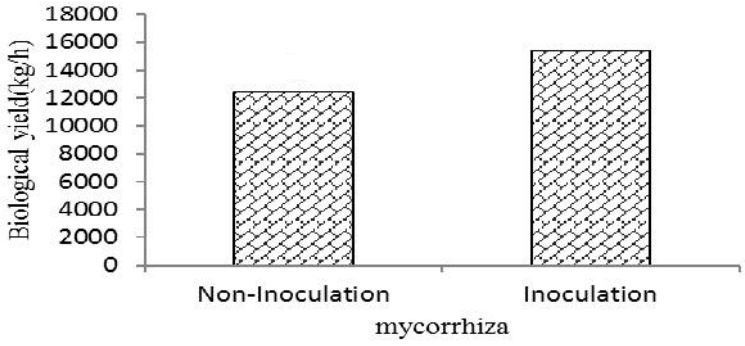
میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن (α=0.5) با همدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

Mean followed by the same latter in each column are not significantly different at p≤0.05. (Duncan)



شکل ۱- تاثیر ترکیب تیماری سه گانه میکوریز و فسفر و سالیسیلیک اسید بر عمکلرد دانه

Figure 1-The effect of the treatment combination of mycorrhiza and phosphorus triple and salicylic acid on seed yield



شکل ۲- اثر ساده میکوریز بر عملکرد بیولوژیک

Figure 2- The effect of mycorrhiza on biological yield

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

- Ahmadian, A., A. Ghanbari, and M. Galvi. 2006. The effect of fertilizers on yield quality and quantity of animal oil, cumin and chemical indicators. *Pajouhesh & Sazandegi*. 4(2): 1-10. (In Persian).
- Alizadeh, O., and A. Alizadeh. 2007. The effect of mycorrhizae on humidity conditions on nutrient uptake in corn. *Journal of Research in Agricultural Sciences*. 3(1): 101 -108. (In Persian).
- Amanullah, M., and W. Khan. 2010. Interactive effects of potassium and phosphorus on phenology and grain yield of sunflower in Northwest Pakistan. *Soil Science Society of China*. 20(5): 674-680.
- Ardakani, M.R., F. Majd, and G. Noormohammadi. 2006. Evaluating the efficiency of mycorrhiza and esterpetomysis in phosphorous different levels and effect of their utiliz on wheat yield. *Iranian Journal of Agronomy Sciences*. 2 (2): 17-27. (In Persian)
- Ehteshami, M., A. Aghalikhani, M.R. Chaeechi, and K. Khavazy. 2007. Effect of phosphate solubilizing microorganisms on quantitative and qualitative properties of corn under water stress conditions. The Second National Conference on Sustainable Agriculture. Gorgan. P: 123. (In Persian).
- EL-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*. 45: 215- 225.
- Fathi, A. 2011. The effect of nitrogen and phosphate based bio-fertilizers morphological and physiological characteristics of maize under the weather conditions of the Dareh shahr city. Agriculture Master's thesis. Islamic Azad University of Boroujerd.143 pp. (In Persian).
- Fathi, A., A. Farnia, and A. Maleki. 2012. Effects of nitrogen and phosphate biofertilizers on yield and yield components of corn AS71 in Dareh-shahr climate. *Journal of Crop Ecophysiology*. 7;1 (25): 105-114. (In Persian).
- Jeyrani, M., N. Sajedi, H. Madani, and M. Sheikh. 2009. The effect of growth regulators and water stress on winter wheat crop's characteristics. *New Findings in Agriculture*. 4: 54-63. (In Persian).
- Momeni, S. 2011. The effect of salicylic acid and polyethylene glycol priming with salicylic acid spraying the plant with resistance to drought maize (*Zea mays* L.). Master's thesis. Birjand University of Science and Seed Technology. 127 pp. (In Persian).
- Nezarat, S., and A. Gholami. 2009. The effect of co-inoculathon of Azospirillum and Psedomonasrhizobacteria on nutrient of maize (*Zea mays* L.). *Iranian Journal of Agronomy*. 1(1): 25-32. (In Persian).
- Parsa Motlagh, B. 2011. The effect of the interaction of salinity, mycorrhizal fungi and phosphorus on growth and yield characteristics of the beans (*Phaseseolus vulgaris* L.). Master's thesis. University of Birjand. 138 pp. (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

- Qorchiane, M., Gh. Akbari, H. Alikhani, A. Allahdadi, and M. Zare. 2010. The effect of mycorrhizal fungi and bacteria pseudomonas fluorescence on the ear characteristics, chlorophyll content and yield of corn under water stress conditions. *Water and Soil Science (Agricultural Science)* 21(1): 97-114. (In Persian).
- Rashedmohasel, H., M. Hosseini, M. Abdi, and A. Molafilaby. 2001. Cereal crops. Second edition. Mashhad University Press Jahad. (In Persian).
- Shakirova, F.M., A.R. Sakhabutdinova, M.V. Bezrokova, and R.A. Fatkhutdinova. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedling indused by salicylic acid and salinity. *Plant Science*. 164: 317-322.
- Wu, B., S.C.L. Cao, Z.H. Cheung, and K.C. Wong. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth. *Geoderma*. 125: 155-162.
- 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*. 18: 20-25.

Archive of SID

www.SID.ir

The Impacts of Mycorrhiza and Phsphorus Along with the Use of Salicylic Acid on Maize Seed Yield

Fedra Taheri Oshtrinani[1], and Amin Fathi[2*]

Received: October 2015, Revised: 2 April 2016, Accepted: 13 September 2016

Abstract

The effects of biological and chemical fertilizers, along with the use of salicylic acid, on the agronomic characteristics of corn in a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications were evaluated at the Agricultural Research Station of Boroujerd in 2011. Factors were three levels of phosphorus fertilizer (0, 100 and 150 kg ha), two levels of biological fertilizers (mycorrhizal fungi) (inoculation and non- inoculation of seeds) and two levels of salicylic acid (0.5 and 1 mM), respectively. The results showed that phosphorus fertilizer and mycorrhizal inoculation of seeds affected number of seed rows, seed weight, seed yield and biological yield significantly. Seed yield of plants inoculated with mycorrhiza was 8412 $kg.ha^{-1}$ which is 24% higher than non-inoculated ones. The effect of salicylic acid on plant height, stem diameter, ear length, ear diameter, number of seed rows, seed weight, seed yield and biological yield and harvest index was also significant. The yield of plants with 1 mM salicylic acid treatment amounted to be 8316 $kg.ha^{-1}$ which is 24% higher than none treated ones. Phosphorus and mycorrhizal interaction on the number of rows of seeds, seed weight, seed yield and biological yield were significant. Salicylic acid and phosphorus interactions and three way treatment effects were only significant on grain yield. This study showed that salicylic acid and mycorrhizal inoculation of seeds can increase seed yield by improving yield components.

Key words: Corn, Mycorrhiza, Phosphorus, Salicylic Acid.

Archive of SID

1- Young Researchers and Elite Club, Borujerd Branch, Islamic Azad University, Borujerd, Iran.
2- Young Researchers and Elite Club, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
* *Corresponding Author: amin_agronomist@yahoo.com*

www.SID.ir