Archive of SID

Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 47, No 4, Winter 2017 (621-631)
DOI: 10.22059/ijfcs.2017.122854.653856

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۵ (ص ۶۳۱-۶۲۱)

بررسی همزیستی قارچ‌ریشه، کاربرد خاکی و محلول‌پاشی فلومیکس بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

حمید عباس‌دخت[1*]، رامین جباری[2]، احمد غلامی[1] و حسن مکاریان[3]
۱، ۲ و ۳. دانشیار، دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شاهرود
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۲/۲٦ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۲/۱)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد قارچ‌ریشهٔ (میکوریزا) گونهٔ *Glomus mossea*، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود انجام شد. در این آزمایش همزیستی قارچ‌ریشه‌ای در دو سطح شامل همزیستی نکردن و همزیستی قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی فلومیکس در سه سطح شامل بدون کاربرد، یک‌بار کاربرد و دو بار کاربرد و کاربرد خاکی فلومیکس شامل بدون کاربرد، یک‌بار کاربرد و دو بار کاربرد اعمال شد. نتایج تجزیهٔ واریانس بیانگر افزایش معنی‌دار در سطح ۱ درصد ویژگی‌های عملکرد زیست‌توده (بیوماس)، شاخص برداشت، شمار ردیف در بلال، وزن هزاردانه و درصد نیتروژن دانه تحت تأثیر همزیستی قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی فلومکیس بود. همچنین اثر متقابل دوگانهٔ محلول‌پاشی و کاربرد خاکی بر ویژگی‌های عملکرد دانه و شمار دانه در ردیف و همزیستی قارچ‌ریشه و محلول‌پاشی بر ویژگی عمق دانه معنی‌دار بود. بر پایهٔ نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها تیمار محلول‌پاشی و یک‌بار کاربرد خاکی فلومیکس عملکرد دانه معادل ۲۰۹۰ کیلوگرم در هکتار تولید کرد. کمترین عملکرد دانه در تیمار شاهد معادل ۱٤٤٤ کیلوگرم در هکتار بود. بیشترین عملکرد زیست‌توده مربوط به ترکیب تیماری کاربرد قارچ‌ریشه، دو بار محلول‌پاشی، یک‌بار کاربرد خاکی معادل ٦٥٥٧ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار عملکرد زیست‌تودهٔ مربوط به تیمار شاهد معادل ۳۱۹۰ کیلوگرم در هکتار بود.

واژه‌های کلیدی: ذرت، عملکرد، محلول‌پاشی، قارچ‌ریشه.

The study of mycorrhizal symbiosis, soil and foliar spray of flomix on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.)

Hamid Abbasdokht[1*], Ramin Jabbari[2], Ahmad Gholami[1] and Hasan Makarian[3]
1, 2, 3. Associate Professor, M. Sc. Student and Assistant Professor, Shahrood University of Technology, Iran
(Received: May 16, 2015- Accepted: Feb. 20, 2016)

ABSTRACT

In order to study of the interaction between mycorrhizae symbiosis, soil and foliar spary of Flomix on yield and yield components of corn (*Zea may* L.), a factorial experiment was carried out based on Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications in Agriculture Research Staion of Shahrood University of Technology in 2014. The treatments included mycorrhizae symbiosis at 2 levels (check and application of mycorrhizae), foliar spray at 3 levels (check, once sprayed and twice sprayed) and soil spray at 3 levels (check, once soil application and twice soil application). The results of variant analysis showed that interaction between mycorrhizae symbiosis, soil and foliar spray of Flomix significantly increased biological yield, harvest index, 1000-seed weight, grain nitrogen content, and number of row per ear traits. Also grain yield and number of seed per row was significantly affected by interaction between foliar spray and soil spray. In addition, interaction between mycorrhizae and foliar spray significantly affected on seed depth trait. Mean comparisons showed treatments combination of twice foliar spray+twice soil spray of Flomix increased seed per row and once foliar spray+twice soil spray of Flomix increased grain yield. According to the mean comparisons results, treatment combination of foliar spray + once soil spray flomix let to 2090 $kg.h^{-1}$ grain yield. The lowest grain yield obtained from check treatment 1444 $kg.h^{-1}$. The highest biological yield equivalent to 6557 $kg.h^{-1}$ resulted from treatment combination of mycorrhizae symbiosis + twice foliar spray + once soil spray of flomix and the lowest biological yield equivalent to 3190 $kg.h^{-1}$ obtained from chck treatment.

Keywords: Corn, foliar spray, mycorrhizae, yield.

* Corresponding author E-mail: habbasdokht@yahoo.com Tel: +98 912 5731677

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ذرت با نام علمی (*Zea mays* L.) یک گیاه زراعی یک‌ساله و از خانوادهٔ غلات است (Majnoon Hosseini, 2006). ذرت در بین گیاهان زراعی به دلیل داشتن ویژگی‌های مطلوب همچون سازگاری بالا در شرایط اقلیمی متفاوت، تولید بالای مادهٔ خشک، ارزش غذایی بالا و بازدهٔ بالای مصرف آب جایگاه ویژه‌ای دارد. به‌طوری‌که سالانه سطح زیر کشت این گیاه زراعی در جهان به میزان شایان‌توجهی اضافه می‌شود و در ایران نیز نیاز و تقاضای مازاد بر تولید و عرضهٔ داخلی این محصول باعث خروج مقادیر شایان توجهی ارز از کشور برای واردات ذرت می‌شود (Kiani *et al.*, 2015). بدین‌جهت برنامه‌ریزی در جهت افزایش تولید این محصول راهبردی ضروری است. تحقیقات انجام‌گرفته گویای آن است که با انتخاب عامل‌های زراعی مناسب از جمله کاربرد بهینه و اصولی عنصرهای غذایی می‌توان عملکرد کمی و کیفی این گیاه راهبردی را افزایش داد (Kogbe & Adediran, 2003).

گیاه ذرت یکی از گیاهان پرتوقع و درعین‌حال با دورهٔ رشد کوتاه و عملکرد بالا است. برای رسیدن به عملکردهای بالاتر باید ترکیب مناسبی از عنصرهای غذایی در زمان مناسب و به میزان کافی در اختیار گیاه قرار گیرد (Doberman & Fairhurst, 2000). متأسفانه به دلیل استمرار در کاربرد غیرعلمی کود توسط تولیدکنندگان محصولات کشاورزی (به‌طور عمده اوره و فسفات آمونیوم) و آتش زدن بقایای کاه و کلش در کشتزارها افزون بر به هم خوردن تعادل عنصرهای غذایی در خاک و هدر رفت سرمایهٔ ملی کشور، عملکرد مناسبی از گیاه ذرت نیز عاید کشاورزان نمی‌شود. از سوی دیگر افزایش روز افزون کودهای شیمیایی، آلودگی آب‌های زیرزمینی و آسیب ساختار خاک در نتیجهٔ کاربرد بیش‌ازحد کودهای شیمیایی و همچنین کمبود عنصرهای ریزمغذی که به دلایل متعددی از جمله آهکی بودن خاک‌ها و حضور بی‌کربنات فراوان در آب‌های آبیاری عمومیت دارد، از جمله چالش‌هایی هستند که باید با روش‌های مناسبی تعدیل یا برطرف شوند.

یکی از روش‌های مکمل برای کاربرد کودهای شیمیایی، محلول‌پاشی عنصرهای غذایی است (Seligman, 1993). با روش محلول‌پاشی عنصرهای غذایی در سریع‌ترین زمان در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و گیاه می‌تواند به‌طور مستقیم عنصرها را به شاخه، برگ و میوهٔ خود ارسال کند (Anagholi *et al.*, 2001). همهٔ گیاهان برای رشد خود به عنصرهای غذایی نیاز دارند که دراین‌بین، عنصرهای غذایی ریزمغذی هرچند به میزان کم مورد نیاز هستند اما کمبود آن‌ها در خاک کارایی عنصرهای پرمصرف را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب کاهش عملکرد گیاهان می‌شود (Malakooti, 1996). گیاه ذرت به‌غیراز عنصرهای غذایی پرمصرف به عنصرهای غذایی ریزمغذی مانند: منگنز، آهن، روی، مس و بُر نیز نیاز دارد (Noormohammadi *et al.*, 2001). پایین بودن غلظت عنصرهای بالا در مواد غذایی کشور ما مسئله‌ساز شده است که به‌طور عمده ناشی از مصرف نکردن کودهای حاوی عنصرهای ریزمغذی است (Malakooti & Tehrani, 1999).

هدف از کاربرد عنصرهای ریزمغذی افزایش تولید، غنی‌سازی محصولات زراعی و بهبود کمی و کیفی رشد و عملکرد گیاهان است (Hossienabadi *et al.*, 2005). در ارتباط با تأثیر عنصرهای آهن و منگنز بسیاری از نتایج گویای نقش مثبت این عنصرها در افزایش پروتئین ذرت است (Khalili Mahaleh & Abdelsalam Roshdi, 2008; Saberi *et al.*, 2010). *et al.* (1994) اعلام کردند محلول‌پاشی عنصرهای آهن، روی و مس بیش از کاربرد خاکی و تیمار کردن بذرها در افزایش عملکرد گیاهان مؤثر است (Khalili Mahaleh & Roshdi, 2008). در نتایج یک آزمایش محلول‌پاشی عنصرهای ریزمغذی را برای افزایش عملکرد گیاه ذرت توصیه کردند. همچنین Noorabadi (2004) در نتایج پژوهش خود به افزایش شمار دانه در ردیف، شاخص برداشت و وزن هزاردانه با کاربرد عنصرهای غذایی به‌صورت محلول‌پاشی اشاره کرد. در آزمایش دیگری که در خوزستان روی ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ توسط Mirzashahi *et al.* (2005) انجام شد به افزایش طول بلال در نتیجهٔ محلول‌پاشی

www.SID.ir

Archive of SID

بُر اشاره شد. Bahrevar *et al.* (2005) با محلول‌پاشی عنصر روی بر ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ افزایش محصول معادل ۵۵۰ کیلوگرم دانه در هکتار را گزارش کردند. کاربرد خاکی عنصرهای ریزمغذی نیز در تغذیهٔ ذرت باعث افزایش عملکرد زیست‌توده (بیوماس) و عملکرد دانه می‌شود که در این میان نقش عنصرهای آهن و روی در افزایش عملکرد بیشتر آشکار است (Van Der Heijden & Sanders, 2002).

امروزه با توجه به مشکلاتی که کاربرد بی‌رویهٔ کودهای شیمیایی در خاک‌ها به وجود آورده است، استفاده از کودهای زیستی در کشاورزی اهمیت ویژه‌ای دارد. قارچ‌ریشه‌ای (میکوریزا) از با اهمیت‌ترین ریزجانداران موجود در اغلب خاک‌های آسیب‌ندیده بوده و همهٔ گیاهان به‌گونه‌ای در ارتباط با این قارچ‌ها هستند (Gholami & Koochaki, 2002). قارچ‌ریشه نشان‌دهندهٔ همزیستی بین قارچ و ریشهٔ گیاه میزبان است و از تأثیر مهمی که قارچ‌های قارچ‌ریشه روی گیاهان می‌گذارند، افزایش عملکرد گیاه میزبان است (Mukerji & Chamola, 2003). قارچ‌های قارچ‌ریشه افزون بر عنصر فسفر جذب عنصرهای دیگری مانند نیتروژن، پتاسیم و منیزیم را نیز افزایش می‌دهند (Moradgholi & Mobaser, 2011). سودمندی‌های کاربرد کود فلومیکس شامل بهبود ساختار خاک، کاهش سمیت کودها و عنصرهای اضافی موجود در خاک، انحلال و آزادسازی عنصرهای تثبیت‌شده در خاک و در نتیجه کاهش کاربرد کودهای شیمیایی، افزایش مقاومت گیاه در برابر شوری، کم‌آبی و سرما، بهبود وضعیت زیستی خاک و تولید محصول سالم است. با توجه به مطالب بالا هدف از اجرای این پژوهش، بررسی جنبه‌های مختلف کاربرد قارچ قارچ‌ریشه، کاربرد خاکی و محلول‌پاشی با فلومیکس بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقهٔ شمالی، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه و ارتفاع ۱۳۴۹ متر از سطح دریا، انجام شد. بر پایهٔ تقسیم‌بندی شاهرود اقلیم سرد و خشک و بارندگی سالانه بین ۱۵۰ الی ۱۶۰ میلی‌متر دارد که بارندگی‌ها به‌طور عمده در پاییز و بهار رخ می‌دهد. بر پایهٔ اطلاعات ثبت‌شده در ایستگاه هواشناسی شاهرود، میانگین سالانهٔ دما در این منطقه ۱۴/۴ درجهٔ سلسیوس گزارش شده است. پیش از انجام عملیات آماده‌سازی و اجرای نقشه آزمایش به‌منظور تعیین بافت خاک و پس از آن عنصرهای غذایی موجود در آن از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک در ده نقطه از خاک مزرعه نمونه‌برداری به روش مشبک صورت گرفت. پس از آن نمونه‌ها گردآوری‌شده و مخلوط شدند. در نهایت یک نمونهٔ ۱ کیلوگرمی از خاک که در برگیرندهٔ کل نمونه‌ها بود به آزمایشگاه منتقل گشت. نتایج تجزیهٔ شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول ۳ نشان داده شده است.

ویژگی‌های طرح آزمایشی

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. عامل‌های مورد بررسی در این آزمایش شامل کاربرد قارچ‌ریشه در دو سطح بدون کاربرد و کاربرد قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی در سه سطح بدون کاربرد، یک‌بار کاربرد و دو بار کاربرد و کاربرد خاکی کود فلومیکس در سه سطح شامل بدون کاربرد، یک‌بار کاربرد و دو بار کاربرد بود. آزمایش از سه بلوک (۵۴×۸ متر) ۴۳۲ مترمربعی و هر بلوک از هجده کرت (۸×۳ متر) ۲۴ مترمربعی و هر کرت از چهار ردیف کاشت به فاصلهٔ ۶۵ سانتی‌متر از یکدیگر و طول ۸ متر تشکیل شد. فاصلهٔ دو بوته روی خطوط کاشت ۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت بذرها ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. مرز بین هر کرت با یک پشتهٔ نکاشت مشخص شد. عملیات تهیهٔ بستر بذر به ترتیب شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دیسک زنی و تسطیح زمین بود. سپس با استفاده از فاروئر زمین به‌صورت جوی و پشته درآمد. در نهایت توسط نهر کن، جوی آبیاری و زهکشی به عرض ۴ متر ایجاد شد. گونهٔ قارچ‌ریشهٔ مورد استفاده در این تحقیق *Glomus mossea* بود و از

www.SID.ir

Archive of SID

شرکت زیست‌فناور توران واقع در شهرستان شاهرود تهیه شد. بر پایهٔ توصیه‌های این شرکت پیش از کاشت حدود ۱۰ گرم قارچ که حاوی قطعات ریز ریشه، میسلیوم‌ها، اسپورهای قارچ و خاک چسبیده به آن‌ها بود، در حفره کاشت بذرها در عمق ۷ سانتی‌متری قرار داده شد. سپس روی آن مقداری خاک ریخته شد و در عمق ۵ سانتی‌متری بذرهای گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ با فاصلهٔ ۲۰ سانتی‌متری از هم و در هر نقطه سه بذر قرار گرفت. در هر تکرار یک کرت به‌صورت تصادفی به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد که تنها کود نیتروژن به میزان نصف عرف منطقه و به‌صورت سرک به آن اضافه شد.

کود نیتروژن در مرحلهٔ ۸-۶ برگی به‌صورت سرک و به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (نصف عرف منطقه) به زمین اضافه شد. با توجه به نتایج آزمون خاک و از سوی دیگر، ایجاد شرایط بهتر برای فعالیت قارچ‌های قارچ‌ریشه در خاک از اضافه کردن کود فسفره پرهیز شد. عملیات کاشت در تاریخ دهم خردادماه انجام شد. پس از عملیات کاشت ذرت بی‌درنگ آبیاری سنگینی به‌صورت نشتی انجام گرفت، به‌گونه‌ای که پشته‌ها به‌طور کامل خیس شده و سیاه شدند. آبیاری‌های بعدی در طول فصل رشد به‌طور منظم هر هشت روز یک‌بار انجام شد.

برای اعمال تیمارهای محلول‌پاشی و کاربرد خاکی، کود محلول فلومیکس از شرکت ساران کود پاسارگاد واقع در تهران تهیه شد. ترکیب‌های موجود در کود فلومیکس در جدول ۱ و شیوهٔ کاربرد آن در جدول ۲ ارائه شده است. برای اعمال تیمار محلول‌پاشی پس از محاسبه میزان کاربرد کود فلومیکس برای طرح آزمایشی، بنا بر نتایج آزمون خاک محلول فلومیکس و آب با نسبت معین مخلوط شد و سپس با سمپاش مخصوصی که سامانهٔ همزن داشته و بازدارندهٔ رسوب محلول می‌شد در صبح زود روی اندام‌های هوایی گیاه محلول‌پاشی شد. نخستین محلول‌پاشی پیش از ظهور کاکل و مرحلهٔ دوم محلول‌پاشی بیست روز پس از نخستین مرحله انجام گرفت.

جدول ۱. ترکیب‌های کود فلومیکس

Table 1. Flomix fertilizer compounds

Zn	Mn	Cu	Fe	P	K_2O	N	Humic acid	Folic acid
ppm				%				
7480	4540	3240	6950	2	4	3	2 - 3	30 - 35

جدول۲. روش کاربرد کود فلومیکس

Table 2. Application method of Flomix fertilizer

Usage	Amount of usage	Time of usage
Foliar spray	4 – 6 Lit / ha	2 or 3 times during the growing season
Soil spray	6 – 8 Lit / ha	After the second irrigation as needed fortnightly
Seed treatment	1 Lit in 10 Lit water for 100 kilogram seed	Planting time
Seedlings	Soaking the roots of seedlings In a solution of 5 per thousand	Planting time

برای اعمال تیمار کاربرد خاکی نیز پس از محاسبهٔ میزان کاربرد برای طرح آزمایشی، محلول فلومیکس و آب با نسبت معین مخلوط شد و با استفاده از آبپاش در صبح روز آبیاری در بین خطوط کاشت ذرت اضافه شد. تاریخ نخستین کاربرد خاکی در مرحلهٔ ۶-۴ برگی گیاه ذرت انجام گرفت. مرحلهٔ دوم کاربرد خاکی پانزده روز پس از اعمال مرحلهٔ اول انجام شد.

برای اندازه‌گیری غلظت عنصرهای کانی سدیم و پتاسیم، نمونه‌ها پس از سوزاندن خشک در اسید کلریدریک هضم و سپس با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شدند و با استفاده از دستگاه شعله‌سنج نوری (فلیم فتومتر) غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم اندازه‌گیری شد (Poustini & Ciocemardeh, 2001). اندازه‌گیری نیتروژن دانه با استفاده از دستگاه همه خودکار Kjeltec Analysis Unit 2300 و هضم نمونه‌ها با روش Waling *et al.* (1989) و دستگاه هضم Digester 2040 صورت گرفت در نهایت با استفاده از رابطهٔ ۱ میزان نیتروژن دانه محاسبه شد.

$$\text{درصد نیتروژن} = \frac{(A \times ۰/۱۴)}{\text{وزن نمونه (گرم)}} \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

www.SID.ir

Archive of SID

A= اسیدسولفوریک ۰/۰۵ نرمال مصرفی برحسب میلی‌لیتر

برای اندازه‌گیری شمار دانه در ردیف، به‌طور تصادفی شش نمونه در هر کرت انتخاب و اقدام به شمارش شمار دانه در ردیف آن‌ها شد. در مورد ویژگی شمار ردیف در بلال نیز شمار شش نمونه به‌صورت تصادفی انتخاب و میانگین شمار ردیف در بلال آن‌ها محاسبه شد. ویژگی شاخص برداشت با استفاده از رابطهٔ ۲ و پس از محاسبهٔ عملکرد دانه و زیست‌توده محاسبه شد. درزمینهٔ اندازه‌گیری ویژگی عمق دانه در بلال در آغاز با استفاده از کولیس دیجیتال (دقت دو رقم اعشار) قطر چوب‌بلال همراه با دانه و قطر چوب‌بلال بدون دانه اندازه‌گیری شد و پس‌ازآن با استفاده از رابطهٔ ۳ میزان عمق دانه محاسبه شد.

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{عملکرد دانه}}{\text{عملکرد زیست‌توده}} \times ۱۰۰ \qquad (۲)$$

$$\text{عمق دانه} = \frac{\text{(قطر چوب‌بلال - قطر بلال با دانه)}}{۲} \qquad (۳)$$

در عملیات برداشت بوته‌ها به‌گونه‌ای انتخاب شدند که بتوانند تا حد زیادی ویژگی‌های واحد آزمایشی مربوط را نشان دهند. قطع بوته‌ها نیز از سطح خاک و از ناحیهٔ طوقه گیاه انجام پذیرفت. سپس بوته‌ها در پاکت‌های کاغذی که از پیش برای این منظور شماره‌گذاری شده بودند قرار داده شدند و به آزمایشگاه برای محاسبه عملکرد و اجزای عملکرد منتقل شدند. در نهایت تجزیه‌وتحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسهٔ میانگین‌ها نیز با آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

وزن هزاردانه

نتایج جدول تجزیهٔ واریانس نشان داد که اثر متقابل کاربرد قارچ‌ریشه همراه با محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فولومیکس در سطح احتمال ۱ درصد بر ویژگی وزن هزاردانهٔ ذرت معنی‌دار شد (جدول ۴). بر پایهٔ مقایسهٔ میانگین‌ها، تیمار توأم کاربرد قارچ‌ریشه، دو بار محلول‌پاشی و دو بار کاربرد خاکی فلومیکس بیشترین وزن هزاردانه به میزان ۲۱۸/۴ گرم را داشت، این در حالی است که کمترین میزان در تیمار شاهد به میزان۱۳۳/۴ گرم مشاهده شد (جدول۷). علت این افزایش را می‌توان به تأثیر مثبت کاربرد قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس مرتبط دانست. قارچ‌ریشه سبب افزایش جذب آب، عنصرهای غذایی و نورساخت (فتوسنتز) در گیاه می‌شود و باعث می‌شود در مرحلهٔ پر شدن دانه‌ها، شیرهٔ پروردهٔ کافی به دانه‌ها منتقل شود و در نتیجه دانه‌های درشت‌تر و با وزن بالاتر تولید شوند. در این زمینه نتایج تحقیقات دیگری گویای آن است که همزیستی قارچ‌ریشه با غلات مختلف سبب افزایش در وزن هزاردانه آن‌ها می‌شود (Ardakani *et al*., 2000; Shiranirad, 1998). از سوی دیگر محلول‌پاشی و کاربرد خاکی همزمان عنصرهای غذایی کم‌مصرف و پرمصرف در قالب یک کود کامل باعث بالا رفتن توان گیاه در انتقال مواد نورساختی به دانه‌ها شده و باعث تولید دانه‌هایی با وزن بالاتر می‌شود (Noorabadi, 2004).

جدول ۴. نتایج جدول تجزیهٔ واریانس ویژگی‌های کمی و کیفی مورد بررسی در گیاه ذرت

Table 4. Mean square of qualitative and quantitative characteristics traits in corn (*Zea mays* L.)

Source of variation	df	Seed depth	Mean of square								
			Weight of 1000 seeds	Grain yield	Biologic yield	Number of seed per row	Number of row per ear	Harvest index	Grain sodium	Grain potassium	Grain N
Replication (R)	2	1.114 ns	155.520 ns	381150.169 ns	414935.407 **	6.034 ns	0.850 ns	5.508 ns	56.335 *	901.161 ns	0.038 ns
Mycorrhizae application (A)	1	5.717 *	2567.491 **	624366.447 *	13752166.685 **	36.342 **	5.479 **	1294.679 **	113.245 **	2392.007 ns	0.493 **
Foliar spray (B)	2	2.836 *	1615.076 **	483680.663 *	10297962.741 **	69.094 **	16.245 **	437.582 **	628.979 **	113.881 ns	0.442 **
A × B	2	1.193 **	851.962 *	332230.165 ns	177353.185 ns	0.691 ns	0.465 ns	20.318 **	126.335 **	1863.807 ns	0.014 ns
Soil spray (C)	2	0.781 ns	1065.920 *	81222.139 ns	2019494.019 **	13.951 **	2.495 **	68.043 **	58.375 *	2767.607 *	0.005 ns
A × C	2	0.156 ns	111.296 ns	139624.087 ns	212285.019 ns	0.0509 ns	0.051 ns	3.131 ns	2.285 ns	297.634 ns	0.166 **
B × C	4	0.266 ns	290.889 ns	381946.777 *	349277.019 **	16.811 **	0.902 ns	5.541 ns	7.327 ns	1051.061 ns	0.233 **
A × B × C	4	0.357 ns	2412.302 **	214720.247 ns	212285.019 *	0.350 ns	1.374 *	10.399 *	45.296 *	2154.094 *	0.055 *
Error	34	0.334	221.336	142376.164	72522.054	2.208	0.452	3.827	12.768	690.749	0.019
CV (%)		8.50	8.28	21.02	5.46	7.49	5.78	6.70	13.18	7.96	9.57

ns, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively. * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵. مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های ذرت تحت تأثیر همزیستی قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس

Table 5. Mean comparison of Corn characteristics affected by mycorrhizae symbiosis, soil and foliar spray with Flomix

Mycorrhizae symbiosis	Foliar spray	Soil spray	1000 seed wieght (gr)	Biologic yield (Kg/ha)	Grain sodium (ppm)	Grain potassium (ppm)	Grain N (percent)	Harvest index (percent)	Number of row per ear
Non-application Mycorrhizae	Non-application	Non-application	133.4 f	3190 g	19.47 g	292.2 c	0.933 i	19.33 j	9.66 h
		Once soil spray	161.0 def	3753 f	21.70 fg	315.4 bc	1.380 defg	19.96 ij	10.53 gh
		Twice foliar spray	190.6 abcd	4042 f	21.20 fg	324.5 abc	1.120 hi	19.68 ij	10.67 fgh
	Once foliar spray	Non-application	146.7 ef	4049 f	21.20 fg	336.8 abc	1.537 bcde	19.38 j	10.87 efg
		Once soil spray	171.5 cde	4684 e	21.57 fg	339.7 abc	1.187 gh	22.74 i	11.00 efg
		Twice foliar spray	179.6 bcde	5002 de	19.80 g	314.2 bc	1.417 def	27.30 h	11.77 cdef
	Twice foliar spray	Non-application	207.7 ab	5256 cd	29.77 bcde	307.5 bc	1.167 gh	29.77 gh	12.47 bcd
		Once soil spray	187.2 abcd	5121 cde	34.60 ab	366.0 ab	1.593 bcd	30.05 gh	12.30 bcd
		Twice foliar spray	176.9 bcde	4717 e	41.60 a	314.7 bc	1.674 bc	30.93 fg	12.60 bc
Application of Mycorrhizae	Non-application	Non-application	185.4 bcd	4143 f	26.40 cdefg	321.3 abc	1.440 cdef	27.55 h	10.70 fgh
		Once soil spray	200.4 abc	4706 e	29.70 bcde	378.5 a	1.263 fgh	27.21 h	11.17 efg
		Twice foliar spray	181.2 bcd	4995 de	28.67 bcdef	340.3 abc	1.343 efgh	32.33 efg	11.40 defg
	Once foliar spray	Non-application	190.5 abcd	4894 de	21.93 efg	307.8 bc	1.930 a	33.40 abcd	11.47 defg
		Once soil spray	171.3 cde	5529 bc	24.17 defg	316.6 bc	1.513 bcde	35.00 def	12.97 ab
		Twice foliar spray	179.0 bcde	5847 b	28.87 bcdef	356.4 ab	1.417 def	37.31 cde	11.73 cdef
	Twice foliar spray	Non-application	170.5 cde	5756 b	31.80 bcd	345.0 abc	1.493 cde	35.62 abc	12.40 bcd
		Once soil spray	181.8 bcd	6557 a	34.13 abc	342.7 abc	1.740 ab	38.33 ab	11.90 bcde
		Twice foliar spray	218.9 a	6470 a	31.30 bcd	322.2 abc	1.560 bcde	40.53 a	13.87 a

* حرف‌های مشترک در هر ستون بیانگر نبود اختلاف معنی دار بر پایهٔ آزمون LSD است.

Within column, the means with the same letter are not significantly different (Lsd test at level of 0.05) .

جدول۶. تأثیر محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر عملکرد دانه و شمار دانه در ردیف بلال ذرت

Table 6. Mean comparison of foliar and soil spray of Flomix on Grain yield and number of seed per ear

Foliar spray	Soil spray	Grain yield (Kg/ha)	Number of seed per row
Non-application	Non-application	1444 b	16.43 e
	Once soil spray	1452 b	20.22 bc
	Twice foliar spray	1927 a	19.63 c
Once foliar spray	Non-application	1859 ab	19.73 c
	Once soil spray	2090 a	17.10 de
	Twice foliar spray	1651 ab	19.10 cd
Twice foliar spray	Non-application	1919 a	20.60 bc
	Once soil spray	1780 ab	22.43 ab
	Twice foliar spray	2034 a	23.27 a

* حرف‌های مشترک در هر ستون بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار بر پایهٔ آزمون LSD است.

Within column, the means with the same letter are not significantly different (Lsd test at level of 0.05).

جدول۷. نتایج تجزیهٔ فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 7. Physical and chemical analysis of the soil

pH	EC	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	Organic C	Total N	Clay	Silt	Sand	Class texture
	$Ec\times10^3$ (ds/m)	ppm		Mg. Kg^{-1}				%					
7.76	1.34	14.4	181.4	2.6	0.50	4.6	0.62	0.59	0.105	30.7	49.2	20.1	Clay loam

جدول ۸. تأثیر همزیستی قارچ‌ریشه و محلول‌پاشی کود فلومیکس بر ویژگی عمق دانه

Table 8. Effect of mycorrhizae symbiosis and foliar spray of Flomix on seed depth trait

Mycorrhizae symbiosis	Foliar spray	Seed depth (mm)
Non-application Mycorrhizae	Non-application	6.00 b
	Once foliar spray	6.22 b
	Twice foliar spray	7.21 a
Application of Mycorrhizae	Non-application	6.92 a
	Once foliar spray	7.19 a
	Twice foliar spray	7.26 a

* حرف‌های مشترک در هر ستون بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار بر پایهٔ آزمون LSD است.

Within column, the means with the same letter are not significantly different (Lsd test at level of 0.05).

عملکرد دانه

بنابر نتایج جدول تجزیهٔ واریانس اثر متقابل محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فولومیکس در سطح احتمال ۵ درصد بر ویژگی عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که تیمار توأم یک‌بار محلول‌پاشی و یک‌بار کاربرد خاکی نسبت به تیمار شاهد به میزان شایان‌توجهی عملکرد دانه را افزایش داد. همچنین بنا بر نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها بیشترین میزان

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه مربوط به تیمار توأم یک‌بار محلول‌پاشی و یک‌بار کاربرد خاکی معادل ۲۰۹۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد معادل ۱۴۴۴ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶). Khalili Mahaleh & Roshdi (2008) در آزمایشی محلول‌پاشی عنصرهای ریزمغذی را در زمان ساقه رفتن و اندکی پیش از گلدهی برای افزایش عملکرد توصیه کردند. Bahrevar *et al.* (2005) گزارش کرد با محلول‌پاشی عنصر روی بر ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ افزایش عملکرد دانه معادل ۵۵۰ کیلوگرم به‌دست آمد. همچنین نتایج تحقیقات دیگری بر تأثیر مثبت محلول‌پاشی عنصرهای ریزمغذی بر عملکرد ذرت دانه‌ای اشاره کردند (Taher *et al.*, 2008). به‌نظر می‌رسد علت این افزایش عملکرد با توجه به ترکیب‌های کود فلومیکس (جدول۲)، تأثیر سودمند تیمار توأم محلول‌پاشی و کاربرد خاکی است که عنصرهای غذایی کم‌مصرف و پرمصرف را در زمان لازم در اختیار گیاه قرار داده و باعث افزایش عملکرد شده است.

عملکرد زیست‌توده

نتایج جدول تجزیهٔ واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار اثر متقابل کاربرد قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر عملکرد زیست‌توده ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ در سطح احتمال ۵ درصد بود (جدول ۴). نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد بیشترین عملکرد زیست‌تودهٔ مربوط به ترکیب تیماری کاربرد قارچ‌ریشه، دو بار محلول‌پاشی، یک‌بار کاربرد خاکی معادل ۶۵۵۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان عملکرد زیست‌تودهٔ مربوط به تیمار شاهد معادل ۳۱۹۰ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین بر پایهٔ نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها بین دو ترکیب تیماری کاربرد قارچ‌ریشه، دو بار محلول‌پاشی، یک‌بار کاربرد خاکی و کاربرد قارچ‌ریشه، دو بار محلول‌پاشی، دو بار کاربرد خاکی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۵). دلیل افزایش عملکرد زیست‌توده تأثیر مثبت ترکیب تیماری کاربرد قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر گیاه ذرت بود. قارچ‌ریشه پتانسیل جذب آب و عنصرهای غذایی مورد نیاز گیاه از راه تولید میسیلیوم و افزایش میزان فسفر و نیتروژن و دیگر عنصرهای کم‌مصرف در خاک به‌منظور استفادهٔ گیاه را دارد. درواقع گیاهان تلقیح شده با قارچ‌ریشه انرژی کمتری برای تشکیل ریشه صرف می‌کنند لذا این گیاهان نسبت اندام‌های هوایی بالاتری نسبت به دیگر گیاهان دارند (Ansori, 2012). از سوی دیگر نمی‌توان از تأثیر سودمند محلول‌پاشی و کاربرد خاکی عنصرهای غذایی (کم‌مصرف و پرمصرف) در تأمین نیازهای غذایی گیاهان چشم‌پوشی کرد. نتایج تحقیق Nabavi Moghadam *et al.* (2013) به افزایش عملکرد زیست‌تودهٔ گیاه ذرت در نتیجهٔ کاربرد خاکی عنصرهای کم‌مصرف سولفات آهن و منگنز اشاره دارد. همچنین در ارتباط با محلول‌پاشی عنصرهای غذایی کم‌مصرف نتایج تحقیقات محققان (Khalili Mahaleh *et al.*, 2002; Chopra & Dudhan, 1987; Soleymani *et al.*, 2012) گویای افزایش عملکرد زیست‌تودهٔ گیاه ذرت به دلیل محلول‌پاشی عنصرهای کم‌مصرف آهن، روی و منگنز است. همچنین Mahmoodi *et al.* (2010) گزارش کردند محلول‌پاشی نیتروژن باعث افزایش عملکرد اندام‌های هوایی ذرت شد.

سدیم و پتاسیم دانه

نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق نشان داد تأثیر کاربرد قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر ویژگی میزان سدیم دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بنابر نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها بیشترین میزان سدیم دانه به میزان ۴۱/۶۰ قسمت در میلیون (پی‌پی) مربوط به ترکیب تیماری بدون کاربرد قارچ‌ریشه، دو بار محلول‌پاشی، دو بار کاربرد خاکی و کمترین میزان به میزان ۱۹/۴۷ قسمت در میلیون مربوط به تیمار شاهد بود (جدول۵). نتایج تجزیهٔ واریانس پتاسیم دانه نیز نشان داد اثر متقابل سه‌گانهٔ کاربرد قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان پتاسیم دانه داشت (جدول۴). بنا بر نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها بیشترین میزان پتاسیم دانه مربوط به ترکیب تیماری کاربرد قارچ‌ریشه، بدون محلول‌پاشی، یک‌بار کاربرد خاکی به میزان ۳۷۸/۵ قسمت در میلیون و کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد به میزان ۲۹۲/۲

www.SID.ir

Archive of SID

قسمت در میلیون بود (جدول۵). همان‌گونه که در جدول ۵ مشاهده می‌شود میزان سدیم و پتاسیم دانه در گیاهانی که در آن‌ها کاربرد قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس اعمال شده بود، بیشتر بود. درواقع به نظر می‌رسد، اعمال تیمارهای بالا با در دسترس قرار دادن عنصرهای غذایی بر فراهمی عنصرهای سدیم و پتاسیم تأثیر گذاشته و باعث افزایش میزان جذب آن‌ها می‌شود. Amirabadi *et al.* (2010) گزارش کردند درصد سدیم و پتاسیم در گیاه ذرت با کاربرد قارچ‌ریشه نسبت به بدون کاربرد قارچ‌ریشه افزایش یافت. همچنین Amirabadi *et al.* (2010) اعلام کردند کاربرد قارچ‌ریشه بر میزان پتاسیم در اندام‌های هوایی گیاه ذرت تأثیر معنی‌دار داشت، به‌گونه‌ای که کاربرد قارچ‌ریشه موجب افزایش غلظت پتاسیم در اندام‌های هوایی شد. به نظر می‌رسد، علت افزایش این دو عنصر در تیمار تلقیح با قارچ‌ریشه به دلیل افزایش ریشه‌های جذبی در گیاه باشد که امکان استفاده از حجم بیشتری از خاک را برای گیاه فراهم کرده و گیاه توانسته است سدیم و پتاسیم بیشتری را جذب و به دانه بفرستد.

نیتروژن دانه

بر پایهٔ جدول تجزیهٔ واریانس اثر متقابل سه‌گانهٔ کاربرد قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر ویژگی درصد نیتروژن دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد ترکیب تیماری کاربرد قارچ‌ریشه، یک‌بار محلول‌پاشی، بدون کاربرد خاکی بیشترین درصد نیتروژن دانه به میزان ۱/۹۳۰ و تیمار شاهد با میزان ۰/۹۳۳ کمترین درصد نیتروژن دانه را داشت (جدول ۵). درصد پروتئین به تغذیهٔ گیاه بستگی دارد و تحت تأثیر تیمارهای کود قرار می‌گیرد و کاربرد کودهای ریزمغذی باعث افزایش پروتئین می‌شود (Whitty & Chambliss, 2005). تحقیقات نشان می‌دهد کاربرد برخی عنصرهای ریزمغذی و از همه مهم‌تر عنصر روی باعث افزایش پروتئین خام در ذرت می‌شود (Sharafi *et al.*, 2002). به‌نظر می‌رسد با توجه به حضور قارچ‌ریشه که باعث بهبود جذب عنصرهای غذایی مانند فسفر، نیتروژن، پتاسیم و منیزیم در گیاه میزبان می‌شود و از سوی دیگر محلول‌پاشی کود فلومیکس که حاوی میزان شایان‌توجهی عنصرهای پرمصرف و ریزمغذی است (جدول۲)، گیاه توانسته است میزان نیتروژن مناسبی را جذب کند و آن را در پروتئین‌سازی و ذخیره در مخزن شرکت دهد. دلیل دیگری که در این افزایش می‌تواند مؤثر باشد حضور عنصرهای منگنز و آهن در کود فلومیکس است. Malakooti & Tehrani (1999) اعلام کردند آهن در ساخت (سنتز) پروتئین دخالت دارد و از راه افزایش فردوکسین باعث افزایش احیای نیترات و تبدیل هیدرات‌کربن به پروتئین می‌شود.

شاخص برداشت

بنابر نتایج تجزیهٔ واریانس اثر متقابل قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس بر ویژگی شاخص برداشت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول۴). بر پایهٔ مقایسهٔ میانگین‌ها ترکیب تیماری کاربرد قارچ‌ریشه همراه با دو بار محلول‌پاشی و دو بار کاربرد خاکی فلومیکس بیشترین میزان شاخص برداشت معادل ۴۰/۵۳ درصد را داشت (جدول۵). با توجه به اینکه شاخص برداشت رابطهٔ نزدیکی با عملکرد دانه در گیاه دارد و تابعی از عملکرد دانه است لذا افزایش عملکرد دانه می‌تواند باعث افزایش ویژگی شاخص برداشت در گیاه شود. به‌نظر می‌رسد افزایش در شاخص برداشت گیاه به دلیل بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه در نتیجهٔ اعمال تیمارهای بالا باشد. این احتمال وجود دارد که قارچ‌ریشه با ریشهٔ گیاه ذرت تشکیل کلونی داده و در نتیجه این عمل شبکهٔ گسترده‌ای از میسیلیوم به مناطقی از خاک دسترسی پیدا کرده که ریشه‌های گیاه نمی‌توانست در آن مناطق نفوذ کند. محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس نیز از سوی دیگر با در اختیار قرار دادن عنصرهای غذایی پرمصرف و ریزمغذی سبب افزایش توان گیاه شده و در نتیجه میزان عملکرد دانه در گیاه بیشتر شده و در پی آن شاخص برداشت گیاه نیز افزایش یافت. Abdali (2003) در نتایج تحقیقی اعلام کرد قارچ‌ریشه باعث افزایش ویژگی شاخص برداشت ذرت شد. همچنین (Hamzei & Sadegh Meyabadi,

www.SID.ir

Archive of SID

2014) نیز گزارش کردند قارچ‌ریشه باعث افزایش میزان شاخص برداشت در ذرت شد.

شمار دانه در ردیف

یکی از ویژگی‌های مهم در عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شمار دانه در ردیف است. بر پایهٔ نتایج تجزیهٔ واریانس اثر متقابل محلول‌پاشی و کاربرد خاکی در سطح احتمال ۱درصد بر این ویژگی معنی‌دار بود (جدول۴). نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها بیانگر این بود که ترکیب تیماری دو بار محلول‌پاشی + دو بار کاربرد خاکی با ۲۳/۲۷ عدد و ترکیب تیماری بدون محلول‌پاشی + بدون کاربرد خاکی با ۱۶/۴۳ عدد به ترتیب بیشترین و کمترین شمار دانه در ردیف را داشتند (جدول۶). Hemayatullah & Khan (1998) در نتایج پژوهش خود اعلام کردند عنصرهای ریزمغذی آهن، روی، منگنز و مس به‌طور معنی‌داری باعث افزایش شمار دانه در ردیف ذرت شد. همچنین Khalili Mahale & Roshdi (2008) نیز در نتایج پژوهش خود گزارش کردند محلول‌پاشی عنصرهای آهن، روی و منگنز باعث افزایش شمار دانه در ردیف شد.

شمار ردیف در بلال

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد اثر متقابل سه‌گانهٔ قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی در سطح احتمال ۵ درصد بر ویژگی شمار ردیف در بلال معنی‌دار بود (جدول۴). مقایسهٔ میانگین‌ها نیز نشان داد ترکیب تیماری کاربرد قارچ‌ریشه، دو بار محلول‌پاشی، دو بار کاربرد خاکی نسبت به تیمار شاهد شمار ردیف در بلال را از ۹/۶۶ به ۱۳/۸۷ افزایش داد (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد این افزایش به دلیل افزایش قطر چوب‌بلال باشد که امکان جایگیری شمار ردیف‌های بیشتری را فراهم کرد. البته دراصل شمار ردیف در بلال یک ویژگی ژنتیکی بوده ولی به میزان کم تحت تأثیر شرایط محیطی و مدیریتی در سطح مزرعه تغییر پیدا می‌کند. Karimi *et al.* (2012) در نتایج پژوهش خود اعلام کردند تأثیر محلول‌پاشی عنصرهای ریزمغذی روی شمار ردیف در بلال معنی‌دار بود و باعث افزایش این ویژگی شد. Bodaghi (2007) نیز گزارش کرد تأثیر محلول‌پاشی عنصرهای ریزمغذی آهن، روی و بُر بر ویژگی شمار ردیف در بلال معنی‌دار بود که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. Mahmoodi *et al.* (2010) در نتایج پژوهش خود اعلام کردند محلول‌پاشی عنصر نیتروژن در زمان ظهور تاسل و تشکیل بلال باعث افزایش شمار دانه در ردیف شد.

عمق دانه

نتایج تجزیهٔ واریانس ویژگی عمق دانه در بلال گویای معنی‌دار بودن اثر متقابل قارچ‌ریشه و محلول‌پاشی در سطح احتمال ۵ درصد بر این ویژگی بود (جدول۴). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد ترکیب تیماری کاربرد قارچ‌ریشه، دو بار محلول‌پاشی با ۷/۲۶ میلی‌متر بیشترین و ترکیب تیماری بدون کاربرد قارچ‌ریشه، بدون محلول‌پاشی با ۶ میلی‌متر کمترین میزان عمق دانه را داشت (جدول۷). Karimi *et al.* (2012) گزارش کردند کود زیستی بارور-۲ باعث افزایش عمق دانه در ذرت شد. افزایش عمق دانه می‌تواند ناشی از حرکت سریع‌تر مواد نورساختی به سمت دانه باشد و زودرسی گیاه را نشان دهد. محلول‌پاشی و کاربرد قارچ مایکوریزا نیز با فراهم آوردن عنصرهای غذایی کافی برای رشد و انتقال دوبارهٔ مواد نورساختی در ذرت فرصت پر شدن سریع‌تر دانه‌ها را فراهم می‌کند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق گویای آن بود، کاربرد توأم قارچ‌ریشه همراه با محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس باعث افزایش ویژگی‌هایی مانند عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده، شاخص برداشت، شمار دانه در ردیف، شمار ردیف در بلال، عمق دانه و برخی از ویژگی‌های کیفی گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ شد. با توجه به نتایج این پژوهش اگر هدف از کاشت ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ تولید دانه است با توجه به نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها تیمار یک‌بار محلول‌پاشی شایان توصیه است ولی با توجه به اینکه هدف از کاشت این رقم ذرت در منطقه عملکرد زیست‌تودهٔ آن است لذا تیمار توأم کاربرد قارچ مایکوریزا همراه با دو بار محلول‌پاشی و یک‌بار کاربرد خاکی برای دستیابی به بیشترین عملکرد زیست‌توده شایان توصیه است.

www.SID.ir

Archive of SID

REFERENCES

1. Abdali, R. (2003). *Effect of application of mycorrhizal and phosphorus levels in the different levels of irrigation on yield and yield components and some morphological characteristics of popcorn*. MSc. Thesis, University of Tehran. Tehran, Iran. (in Farsi)
2. Abdelsalam, A., Ibrahim, A. A. & Elgarhi, A. H. (1994). Comparative study of application or foliar spray coating to maize on a sand soil. *Annals of Agriculture Science*. Moshtehar, 320, 665-673. (in Farsi)
3. Amirabadi, M., Ardakani, M. R., Rejaji, F. & Mohsen, B. (2010). Effects of *Azotobacter chroococcum* and mycorrhizal fungus at different levels of phosphorus on qualitative and morphological characteristics of forage maize (S.C 704). *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 41(1), 49- 56. (in Farsi)
4. Anagholi, A., Keshmiri, M. & Mokhtarpoor, H. (2001). Surveying internal figures of feed sorghum in comparison with hybrid speed feed number. *Agriculture Science and Natural* Resources *Magazine*. Seventh Year. (in Farsi)
5. Ansori, A. (2012). *Effect of mycorrhizal fungi symbiosis, thiobacillus bacteria and sulfur different levels on growth and yield of corn*. M.Sc. thesis, University of Shahrood. Shahrood, Iran. (in Farsi)
6. Ardakani, R., Mazaheri, D., Majd, F. & Noor Mohammadi, G. H. (2000). The study of mycorrhizae s*treptomyces* efficiency at different levels of phosphor and their efficiency on some of wheat characteristics. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 2, 17-21.
7. Bahrehvar, H., Moslemi Kebria, R. & Bahmaniar, M. A. (2005). The investigations of the effect of nutrient elements of Fe, Zn, Mn and K on yield and yield components of corn in Dashtenaz of Sari. *Articles abstracts of 9th congress of soil sciences of Iran*. 268 Pp. (in Farsi)
8. Bodaghi, S. (2007). The investigation of the effect of planting configuration and foliar application of micro elements on yield and yield components of grain corn. *M.Sc thesis of Agronomy, Islamic Azad University of Khoy*. Khoy, Iran. 98 Pp. (in Farsi)
9. Chopra, S. & Dudhan, L. (1987). Chelated micronutrient in dryland. *Agriculture Pesticides*. 21, 7-9.
10. Doberman, A., and Fairhurst, T. (2000). Rice nutrient disorders and nutrient management. *IRRI*. Philipines. Newsletter no 127.
11. Gholami, A. & Koochaki, A. (2002). Mycorrhiza in Sustainable Agriculture. *Shahrood University Publications*. P 212. (in Farsi)
12. Hamzei, J. & Sadeghi Meyabadi. F. (2014). The effect of irrigation and *arbascolar mycorrhizae* fungi on chlorophyll index, yield and yield component of sorghum. *Journal of Crop Production and Processing*.
13. Hemayatallah, B. & Khan, M. (1998). Response of irrigated maize to trace elements in the presence of NPK. *Journal of Agriculture*. 14, 117-120.
14. Hossienabadi, A. A., Galavi, M. & Heydari, M. (2005). The study of the effect of iron, zinc and manganese foliar application on quantitative and qualitative characteristics of wheat in hamoon (Sistan region). *New finding in agriculture*. First year. No, 2.
15. Karimi, Z., Nasrolah Zadeh, A., Jalili, F. & Valiloo, R. (2012). The effect of biological phosphate fertilizer (barvar-2) and foliar application of micronutrient on yield and yield components of corn. *Journal of Research in crop Sciences*, 15, 33-43.
16. Khalili Mahaleh, J. & Roshdi, M. (2008). The effect of foliar application of micronutrient on quantitative and qualitative characteristics of corn silage in Khoy. *Seed and Plant Journal*, 2, 281-293.
17. Kiani, M., Jahansooz, M. & Ahmadi, A. (2015). The effect of different tillage methods on corn (*Zea mays* L.) yield in some autumnal chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in dual culture system. *Iranian Journal of Field Crop Research*. 46, 433-438.
18. Kogbe, J. O. S. & Adediran, J. A. (2003). Influence of nitrogen, Phosphorus and application on the yield of maize in savanna zone of Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 2, 345-349.
19. Mahmoodi, P., Yarnia, M. & Amir Nia, R. (2010). The effect of nitrogen foliar application on some of factors effective on yield of three varieties of corn. *Iranian Journal of Crop Ecophysiology*. 3(2).
20. Majnoon Hosseini, N. (2006). Cereales crop agronomy (wheat, barly, rice and corn). *Tehran Naghshe Mehr Publication*. 113Pp. (in Farsi)
21. Malakooti, M. J. (1996). *Sustainable agriculture and increasing yield by optimizing fertilizer usage in Iran*. Agriculture Education Publication, Ministry of Jahad e Keshavarzi. Iran. 279Pp.
22. Malakoti, M. J. & Tehrani, M. M. (1999). Effects of micronutriens on the yield and quality of agricultural products. *Tarbiat Modarres University Publications*, 22, 292-294.
23. Mirzashahi, K., Barzgari, M., Zeyaeian, A. H., Paknejad, A. R., Ranjbar, J. & Bankesaz, A. (2005). The role of Boron and zinc on production and growth parameters of grain corn in Khuzestan. *Soil Science Congress of Iran*. 230 Pp. (in Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

24. Moradgholi, A. & Mobaser, H. R. (2011). The effect of mycorrhizae on yield and yield components of corn. *Iranian Journal of Crop Ecophysiology*, 3(2).
25. Mukerji, K. G. & Chamola, B. P. (2003). Compendium of Mycorrhiza Research. *A. P. H. Publisher*. New Delhi. P310.
26. Nabavi Moghadam, R., Saberi, M. H. & Sayari, M. H. (2013). The effect of iron soil application and manganese sulphate on qualitative and quantitative characteristics of forage corn (Single cross 704). *Journal of Crop Improvement*, 2, 75-86.
27. Noorabadi, A. (2004). *Investigation of the effect of planting data and faliar application of micro nutrients on yield and yield components of sunflower (Azargol)*. M.Sc. thesis, Islamic Azad University of Dezful. Dezful, Iran. 106 Pp. (in Farsi)
28. Noormohammadi, G. S., Seyadat, A. & Kashani, A. (2001). Argonomy (cereals). *Shahid Chamran University of Ahvaz Publications*. Ahvaz, Iran. 446Pp. (in Farsi)
29. Poustini, K. & Ciocemardeh, A. (2001). Na^+/ K^+ Ratio and ion selectivity in response to salt stress in wheat. *Iranian Journal of Aricultrual Science*, 32, 525-532. (in Farsi)
30. Saberi, A., Feyz Bakhsh, M. T., Mokhtar Poor, J., Mosavat, A. & Askari, M. (2010). The effect of plant density and palnting pattern on corn (Sinngle cross 704) yield. *Seed and Plant*, 26, 123-136.
31. Seligman, N.G. (1993). Nitrogen redistribution in crop plant. *Regulation and sigificiance, Argonomy Journal*, 312, 758-764.
32. Sharafi, S., Tajbakhsh, M., Majidi, M. & Pormirza, A. (2002). Effect of iron and zinc fertilizer on yield and yield components of two forage corn cultivars in Urmia. *Soil and Water*, 12, 85-94. (in Farsi)
33. Shiranirad, A. (1998). *Ecophysiological study of symbiotic mycorrhizae and vesicolar arbascolar with wheat and sybean*. Ph.D. thesis, Azad university of Tehran. Tehran, Iran
34. Soleymani, A., Firoozi, M. & Narenjani, L. (2011). The effect of micronutrient foliar application on some of physiological indices effective on growth and dry matter of forage corn. *Iranian Journal of Field Crop Research*. 9, 340-347.
35. Taher, M., Roshdi, M., Khalili Mahalleh, J., Kharazmi, K. & Haji Hassani Asl, N. (2008). The effect of different methods of micronutrients usage on yield and yield components of grain corn in Khoy city. *Research in Agronomy Sciensce*, 1, 72- 84. (in Farsi)
36. Van Der Heijden, M. G. A. & Sanders, I. (2002). Mycorrhizal ecology. *Springer*, Berlin, Heidelberg. 469 p.
37. Waling, I., Vark, W. V., Houba, V. J. G. & Van der lee, J. J. (1989). Soil and Plant and Analysis, a series of syllabi. Plant7. *Plant Analysis Procedures*, Wageningen Agriculture University, the Netherland.
38. Whitty, E. N. & Chambliss, C. G. (2005). Fertilization of field and forage crops. *Nevada State University Publication*, 21-24.

www.SID.ir