

## بررسی همزیستی قارچریشه، کاربرد خاکی و محلول پاشی فلومیکس بر عملکرد علوفه و برخی ویژگی‌های کیفی ذرت

رامین جباری<sup>۱</sup> و حمید عباس دخت<sup>۲\*</sup>

۱ و ۲. کارشناس ارشد و دانشیار، دانشگاه شاهرود

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۱۸)

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد قارچریشه (میکوریزا)، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود انجام شد. در این آزمایش همزیستی قارچریشه‌ای در دو سطح شامل بدون همزیستی و همزیستی قارچریشه، محلول پاشی 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 تجزیه واریانس بیانگر افزایش معنی‌دار صفات عملکرد علوفه، درصد پروتئین، سبزینه (کلروفیل) a، سبزینه b، محتوای نسبی آب برگ و فسفر دانه تحت تأثیر همزیستی قارچریشه، محلول پاشی و کاربرد خاکی فلومیکس بود. همچنین تأثیر همزیستی قارچریشه و محلول پاشی، کاربرد خاکی فلومیکس بر پرگنه‌زایی (کلونیزاسیون) ریشه معنی‌دار بود و سبب افزایش این صفت شد. بنا بر نتایج تأثیر همزیستی قارچریشه و محلول پاشی نیز بر صفت قند محلول برگ معنی‌دار بود و باعث افزایش آن شد. ترکیب تیماری بدون کاربرد قارچریشه + یک‌بار محلول پاشی + بدون کاربرد خاکی محتوای نسبی آب برگ را نسبت به کاربرد قارچریشه + دو بار محلول پاشی + بدون کاربرد خاکی افزایش داد. از نظر عملکرد علوفه نیز ترکیب تیماری کاربرد قارچریشه + دو بار محلول پاشی + یک‌بار کاربرد خاکی با ۶۵۵۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان عملکرد را نسبت به شاهد نشان داد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، عملکرد، قارچریشه، محلول پاشی.

## The effect of mycorrhizae symbiosis, soil and foliar spray of Flomix on forage yield and some qualitative characteristics of corn (*Zea mays* L.)

Ramin Jabbari<sup>1</sup> and Hamid Abbasdokht<sup>2\*</sup>

1, 2. M.Sc. of Agronomy and Associated Professor, Agronomy and Plant Breeding Faculty, Shahrood University, Iran

(Received: Nov. 4, 2015 - Accepted: Jun. 7, 2016)

### ABSTRACT

In order to study of interaction between mycorrhizae symbiosis, soil and foliar spary of Flomix on yield and yield components of corn (*Zea may* L.), an experiment was carried out as factorial based on Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications in Agriculture Research Station of Shahrood University of Technology in 2014. The treatments included mycorrhizae symbiosis at 2 levels (non-application and application of mycorrhizae), foliar spray at 3 levels (non-application, once sprayed and twice sprayed) and soli spray at 3 levels (non-application, once soil application and twice soil application). Results showed that interaction between mycorrhizae symbiosis, soil and foliar spray of Flomix indicate a significant effect on forage yield, protein percent, grain P, chlorophyll a, b and relative water content traits. Also effect of mycorrhizae symbiosis+ foliar spray and foliar+ soil spray of Flomix was significant on colonization and increased this trait. Moreover, the result showed that interaction between mycorrhizae symbiosis and foliar spray indicate a significant effect on sugar solution and increased it. Mean comparisons showed treatment of none application of mycorrhizae+ once foliar spray+ none soil spray of Flomix increased the relative water content in compare with Application of mycorrhizae + twice foliar spray+ none soil spray.

**Keywords:** Corn, chlorophyll, foliar, yield.

\* Corresponding author E-mail: habbasdokht@yahoo.com

### مقدمه

ذرت با نام علمی (*Zea mays* L.) یک گیاه زراعی چهار کربنه و ویژه کشت در مناطق معتدل و گرمسیر جهان است که به‌عنوان سومین محصول مهم و راهبردی زراعی در جهان پس از گندم و برنج قرار می‌گیرد. سطح زیر کشت این گیاه زراعی راهبردی در جهان حدود ۱۴۰ میلیون هکتار بوده و در کشور ایران در حدود ۷۰۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی را تشکیل می‌دهد و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۰ تقاضا برای این محصول مهم ۴۵ درصد افزایش یابد (FAO, 2002; Shoa Hosseini *et al.*, 2010). این محصول به‌عنوان غذای اصلی میلیون‌ها انسان در سراسر جهان به‌شمار می‌آید. از این‌رو برنامه‌ریزی در جهت افزایش این محصول راهبردی باید به‌گونه‌ای باشد که مدیریت تغذیه گیاهی هم در جهت افزایش و پایداری تولید باشد و هم باعث حفظ محیط‌زیست شود (Shoa Hosseini *et al.*, 2010). ذرت یکی از نیرومندترین گیاهان زراعی و بزرگ‌ترین وسیله جذب انرژی آزاد موجود در زمین به‌شمار می‌آید. این گیاه می‌تواند نسبت به آب مصرفی خود بالاترین عملکرد در واحد سطح را تولید کند (Shoorgashti, 1998). تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد، با انتخاب عامل‌های زراعی مناسب از جمله کاربرد بهینه عنصرهای غذایی می‌توان عملکرد کمی و کیفی ذرت را افزایش داد (Kogbe & Adediran, 2003). برای دستیابی به عملکرد بالا لازم است عنصرهای غذایی در زمان مناسب و به میزان کافی در اختیار گیاه قرار گیرد. هم‌اکنون مهم‌ترین روش کاربرد کودها، روش کاربرد خاکی است. در سطح جهانی از روش‌های دیگری نیز برای استفاده از عنصرهای غذایی مورد استفاده بهره برده می‌شود که از آن جمله می‌توان روش آغشته کردن بذرها و محلول‌پاشی اندام‌های هوایی را نام برد (Bengtsson *et al.*, 2003). یکی از روش‌هایی که به‌عنوان مکمل برای کاربرد کودهای شیمیایی در خاک مطرح می‌شود، محلول‌پاشی (تغذیه برگ) است (Seligman, 1993). محلول‌پاشی باعث افزایش جذب مواد غذایی از راه برگ نسبت به جذب از راه خاک می‌شود. اهمیت تغذیه از راه برگ در

گیاهان هنگامی که پدیده رقابت یونی (آنتاگونیستی) مواد از ریشه اختلال ایجاد می‌کند و یا با افزودن برخی از مواد به خاک، موجودهای زنده را از بین می‌برد، مشخص می‌شود (Malakooti, 2004). هر یک از عنصرهای کم‌مصرف نقش خاصی را در گیاه ایفا می‌کنند و وجود آن‌ها در حد کفایت برای کامل کردن چرخه زندگی و رشد گیاه لازم است. نقش این عنصرها از واکنش‌های بسیار ساده تا خیلی پیچیده را در بر می‌گیرد و بیان این نکته نیز اهمیت دارد که نقش هر یک از عنصرهای کم‌مصرف را عنصر دیگری نمی‌تواند بر عهده بگیرد (Malakooti & Tehrani, 2001). میزان کاربرد عنصرهای کم‌مصرف در کشورهای با کشاورزی پیشرفته، حدود ۲ الی ۴ درصد کل کود مصرفی است ولی در ایران این میزان ناچیز و در حدود ۰/۰۰۰۲ درصد است (Malakooti & Tehrani, 2001). علت اصلی توجه بیشتر به عنصرهای کم‌مصرف به‌جز اثرگذاری در افزایش تولید محصولات، مشاهده پیدایش کمبود و گرسنگی پنهان و افزایش بیماری‌هایی است که انسان امروزی در نتیجه مصرف مواد غذایی کم‌ارزش به آن‌ها مبتلا می‌شود (Malakooti & Tehrani, 1999). ذرت گیاهی است با نیاز کودی بالا و به‌جز عنصرهای غذایی پر مصرف به عنصرهای غذایی کم‌مصرف مانند: بُر، منگنز، مس، روی، آهن نیز نیاز دارد (Navabi & Malakooti, 2001; Nour Mohammadi *et al.*, 2008). سه عنصر کم‌مصرف آهن، روی و منگنز بیش از دیگر عنصرها در امر تغذیه ذرت نقش دارند (Malakooti & Tehrani, 1999). کاربرد خاکی و برگی عنصرهای کم‌مصرف آهن، روی و منگنز در امر تغذیه ذرت باعث افزایش عملکرد علوفه و دانه می‌شود که در این بین نقش مثبت آهن و روی در افزایش عملکرد بیشتر است (Zeiaeiian & Malakooti, 1998). روی عنصر مهم در فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم‌کننده‌های رشد است. نازایی دانه‌های گرده و کوچکی اندازه برگ‌ها نیز از نشانه‌های کمبود این عنصر مهم است (Malakooti & Tehrani, 1999). آهن در نورساخت (فتوسنتز) و ساخت (سنتز) پروتئین دخالت دارد. این عنصر همچنین از راه تأثیر

کاربرد نهاده‌های شیمیایی، که بیشترین تأثیر منفی را روی محیط‌زیست می‌گذارند، یک راه‌حل مطلوب برای چیره شدن بر چنین مشکلاتی به شمار می‌آید (Auge, 2001; Bago, 2000). اصطلاح کود زیستی تنها به مواد آلی ناشی از کود دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی‌شود، بلکه ریزجانداران باکتریایی و قارچی سودمند و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها نیز از جمله کودهای زیستی به شمار می‌آیند. این گروه از کودهای زیستی افزون بر افزایش فراهمی عنصرهای مغذی خاک از راه تثبیت نیتروژن، تولید مواد تنظیم‌کننده و مهار عامل‌های بیماری‌زا رشد و عملکرد گیاهان را بهبود می‌بخشند (Sturz & Christie, 2003). در کشورمان چندین شرکت تولیدکننده کودهای زیستی وجود دارد که از جمله آن‌ها شرکت ساران کود پاسارگاد است. این شرکت تولیدکننده چندین نوع کودهای زیستی از جمله اسید هیومیک، ورمی کمپوست، کود فلومیکس و غیره است. کود فلومیکس شامل عنصرهای کم‌مصرفی مانند آهن، روی، مس، منگنز و عنصرهای پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین حاوی اسیدفولیک و اسید هیومیک است که مقادیر هر یک از عنصرهای موجود در ترکیب این کود در جدول (۱) ارائه شده است. از برتری‌های کود فلومیکس می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: ۱- بهبود ساختار خاک، ۲- بهبود وضعیت زیستی (بیولوژیکی) خاک، ۳- انحلال و آزادسازی عنصرهای تثبیت‌شده در خاک و در نتیجه کاهش کاربرد کودهای شیمیایی. قارچ‌های قارچ‌ریشه (میکوریزا) از جمله ریزجانداران (میکروارگانیسم‌های) خاک هستند که قادر به ایجاد رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی بوده و روی رشد گیاه میزبان تأثیر می‌گذارد (Iniobong et al., 2008). محققان در این نکته هم‌رأی هستند که نزدیک به ۸۲ درصد از گیاهان دولپه و ۷۹ درصد از تک‌لپه‌ای‌ها و نیز همه بازدانگان (بنا بر نظر برخی از محققان ۸۰ درصد از گیاهان ساکن خشکی) با قارچ‌ریشه رابطه همزیستی برقرار می‌کنند (Dodd, 2000). قارچ‌ریشه سبب بهبود جذب نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، مس و روی در خاک‌های فقیر می‌شود. مزیت قارچ‌ریشه

روی ریبوزم‌ها ساخت پروتئین را در یاخته‌های برگ تحت تأثیر قرار می‌دهد (Marchner, 1995). عنصر منگنز نیز در سامانه‌های آنزیمی به‌عنوان اتوکاتالیز فعالیت می‌کند و همچنین در تنظیم واکنش مولکول آب، سوخت‌وساز (متابولیسم) نیتروژن و جذب دی‌اکسیدکربن نقش اساسی دارد (Malakooti & Baybordi, 1999). کاربرد عنصر روی چه به‌صورت تغذیه برگ و چه به‌صورت خاکی تأثیر معنی‌داری در افزایش وزن خشک گیاه ذرت در مقایسه با تیمار شاهد داشت. از سوی دیگر استفاده از عنصر روی به‌صورت کاربرد خاکی می‌تواند برای گیاهان زراعی بعدی نیز اثرگذار باشد ولی کاربرد آن به‌صورت تغذیه برگی به‌طورمعمول تنها برای یک سال اثر گذاشته و شاید در طول یک سال نیز نیاز به تکرار آن باشد. کاربرد منگنز نیز به‌صورت محلول‌پاشی نسبت به کاربرد خاکی، به‌صرفه‌تر و مؤثرتر است و به‌طور عمده به دلیل آن است که در کاربرد خاکی، منگنز دچار فرایند تثبیت شدن در خاک می‌شود و از دسترس گیاه خارج می‌شود. بنا بر نظر Whitty & Chambliss (2005) مشکل اساسی ذرت، سورگوم و غلات دانه‌ریز را کمبود آهن، روی، منگنز و مس دانسته که ناشی از وجود خاک‌های شنی با محتوای ماده آلی کم، pH بالای خاک و بدون کاربرد کودهای کم‌مصرف در گذشته است. بنابراین کاربرد خاکی و برگی عنصرهای کم‌مصرف در امر تغذیه ذرت باعث افزایش عملکرد علوفه و دانه آن می‌شود (Whitty & Chambliss, 2000; Mesquita et al., 2005). به‌منظور افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح بیشتر تولیدکنندگان به کاربرد کودهای شیمیایی روی آورده‌اند، اما کاربرد پی‌درپی کودهای شیمیایی در درازمدت ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را تخریب کرده و با کاهش نفوذپذیری خاک گسترش ریشه گیاهان را دچار مشکل می‌کند. درنهایت کاهش عملکرد گیاهان را به دنبال خواهد داشت و این موضوع باعث کاهش کیفیت تولیدات کشاورزی و بروز مشکلات زیست‌محیطی و آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود (Wu et al., 2004). کشاورزی پایدار بر پایه کاربرد کودهای زیستی با حذف یا کاهش چشمگیر در

افزایش منطقه تخلیه عنصرهای غذایی با ریشه‌های قارچ‌ریشه‌ای نسبت به گیاهان غیر قارچ‌ریشه‌ای است (Smith & Read, 2008). نتایج بعضی تحقیقات نشان داده، سرعت جریان فسفر به درون گیاه قارچ‌ریشه‌ای ۳ الی ۶ مرتبه بیشتر از گیاهان غیر قارچ‌ریشه‌ای است (Bolan, 1991).

با توجه به مطالب ارائه شده در بالا هدف از اجرای این پژوهش بررسی تأثیر کاربرد قارچ‌ریشه، کاربرد خاکی و محلول‌پاشی کود زیستی فلومیکس بر عملکرد علوفه و برخی از ویژگی‌های کیفی گیاه ذرت بود.

### مواد و روش

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه و ارتفاع ۱۳۴۹ متر از سطح دریا، انجام شد. بر پایه 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 پایه داده‌های ثبت‌شده در ایستگاه هواشناسی شاهرود، میانگین سالانه دما در این منطقه ۱۴/۴ درجه سلسیوس گزارش شده است. پیش از انجام عملیات آماده‌سازی و اجرای نقشه آزمایش به‌منظور تعیین بافت خاک و عنصرهای غذایی موجود در آن از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک در ۱۰ نقطه از خاک مزرعه نمونه‌برداری به روش مشبک صورت گرفت. سپس نمونه‌ها گردآوری و مخلوط شدند. در نهایت یک نمونه ۱ کیلوگرمی از خاک که دربرگیرنده کل نمونه‌ها بود به آزمایشگاه منتقل گشت. نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.

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، یک‌بارکاربرد و دو بار کاربرد و کاربرد خاکی کود فلومیکس در سه سطح شامل بدون کاربرد،

یک‌بارکاربرد و دو بار کاربرد بود. آزمایش از سه بلوک (۸×۸ متر) ۴۳۲ مترمربعی و هر بلوک از ۱۸ کرت (۸×۳ متر) ۲۴ مترمربعی و هر کرت از چهار ردیف کاشت به فاصله ۶۵ سانتی‌متر از یکدیگر و طول ۸ متر تشکیل شد. فاصله دو بوته روی خطوط کاشت ۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت بذرها ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. مرز بین هر کرت با یک پشته نکاشت مشخص شد. عملیات تهیه بستر بذر به ترتیب شامل شخم با گاواهن برگردان‌دار، دیسک زنی و تسطیح زمین بود. سپس با استفاده از نهرکن (فاروئر) زمین به‌صورت جوی و پشته در آمد. در نهایت توسط نهرکن، جوی آبیاری و زهکشی به عرض ۴ متر ایجاد شد. گونه قارچ‌ریشه مورد استفاده در این تحقیق *Glomus mossea* بود و از شرکت زیست فناور توران واقع در شهرستان شاهرود تهیه شد. به‌طوری‌که بر پایه توصیه‌های این شرکت پیش از کاشت حدود ۱۰ گرم قارچ که حاوی قطعه‌های ریز ریشه، میسلیوم‌ها، اسپوره‌های قارچ و خاک چسبیده به آن‌ها بود، در حفره کاشت بذرها در عمق ۷ سانتی‌متری قرار داده شد. سپس روی آن قدری خاک ریخته شد و در عمق ۵ سانتی‌متری بذرها گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ با فاصله 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، نصف عرف منطقه و به‌صورت سرک به آن اضافه شد. کود نیتروژن در مرحله 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 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. آبیاری‌های بعدی در طول فصل رشد به‌طور منظم هر هشت روز یک‌بار انجام شد. برای اعمال تیمارهای محلول‌پاشی و کاربرد خاکی، محلول فلومیکس از شرکت ساران کود پاسارگاد واقع در تهران تهیه شد. ترکیب‌های موجود در کود فلومیکس در جدول (۲) و شیوه کاربرد در جدول (۳)

محلول جلوگیری می‌کرد در صبح زود روی اندام‌های هوایی گیاه محلول‌پاشی صورت گرفت. نخستین محلول‌پاشی پیش از ظهور کاکل روی تیمارها اعمال شد. مرحله دوم محلول‌پاشی بیست روز پس از نخستین مرحله به همان شیوه انجام گرفت.

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 پس از آن توسط سمپاش مخصوصی که سامانه همزن داشته و از رسوب

جدول ۱. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. 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×10 <sup>3</sup> (ds/m) | ppm  |       | Mg.Kg <sup>-1</sup> |      |     |      | %         |         |      |      |      |               |
| 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 ۲. ترکیب‌های کود فلومیکس

Table 2. Flomix fertilizer compounds

| Zn   | Mn   | Cu   | Fe   | P | K <sub>2</sub> O | N | Humic Acid | Folic Acid |
|------|------|------|------|---|------------------|---|------------|------------|
| ppm  |      |      |      | % |                  |   |            |            |
| 7480 | 4540 | 3240 | 6950 | 2 | 4                | 3 | 2-3        | 30-35      |

جدول ۳. روش کاربرد کود فلومیکس

Table 3. 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 a second irrigation as needed fortnightly |
| Seed treatment | 1 Lit in 10 Lit water for 100 Kg seed                          | Planting time                                   |
| Seedlings      | Soaking the roots of seedlings in a solution of 5 per thousand | Planting time                                   |

ریشه از روش اسلاید و برای رنگ‌آمیزی ریشه‌ها از روش تغییریافته Philips & Hayman (1970) استفاده شد در پایان با استفاده از رابطه (۱) درصد پرگنه‌زایی محاسبه شد.

$$(1) \quad = \text{درصد پرگنه‌زایی}$$

$$= \frac{\text{شمار قطعه‌های پرگنه‌شده به قارچ‌ریشه}}{\text{شمار قطعه‌های مشاهده‌شده}} \times 100$$

اندازه‌گیری پروتئین دانه با استفاده از دستگاه تمام‌خودکار Kjeltac Analysis Unit 2300 و هضم نمونه‌ها با روش Waling *et al.* (1989) و دستگاه هضم Digester 2040 صورت گرفت در نهایت با استفاده از رابطه‌های (۲) و (۳) میزان پروتئین دانه محاسبه شد.

$$(2) \quad = \text{درصد نیتروژن} = \frac{(A \times 0.14)}{\text{وزن نمونه (گرم)}} \times 100$$

A = اسیدسولفوریک ۰/۰۵ نرمال مصرفی برحسب میلی‌لیتر

برای اعمال تیمار کاربرد خاکی نیز پس از محاسبه میزان آن برای طرح آزمایشی، بنا بر نتایج آزمون خاک محلول فلومیکس و آب با نسبت معین مخلوط شد و با استفاده از آبپاش در صبح و چند ساعت پیش از انجام آبیاری در بین خطوط کاشت ذرت اضافه شد تا احتمال آبهویی آن توسط عملیات آبیاری کاهش یابد. تاریخ نخستین کاربرد خاکی در مرحله ۴-۶ برگی گیاه ذرت انجام گرفت. مرحله دوم کاربرد خاکی ۱۵ روز پس از اعمال مرحله اول انجام گرفت. در عملیات برداشت بوته‌ها از مساحت ۱،۵ مترمربع به‌گونه‌ای انتخاب شدند که بتوانند تا حد زیادی ویژگی‌های واحد آزمایشی مربوط را نشان دهند. قطع بوته‌ها نیز از سطح خاک و از ناحیه طوقه گیاه انجام پذیرفت. پس از آن بوته‌ها در پاکت‌های کاغذی که از پیش برای این منظور شماره‌گذاری شده بودند قرار داده و به آزمایشگاه برای محاسبه عملکرد و اجزای عملکرد منتقل شدند.

برای اندازه‌گیری درصد پرگنه‌زایی (کلونیزاسیون)

A = جذب نور در طول موج‌ها ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر  
W = وزن تر نمونه بر حسب گرم

عملکرد علوفه در مرحله رسیدگی کامل با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ گرم انجام شد و بر پایه آن عملکرد علوفه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. محتوای نسبی آب در برگ در مرحله اوایل پر شدن دانه‌ها به صورت زیر محاسبه شد، در آغاز روز پیش از آبیاری برگ گیاه ذرت بین ساعت هشت تا نه صبح گرفته شده و بی‌درنگ نمونه‌ها در کلمن حاوی یخ قرار داده و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از توزین نمونه‌ها (وزن تازه)، به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر و در دمای ۵ درجه سلسیوس قرار داده شد و دوباره وزن (وزن تورژسانس) اندازه‌گیری شد و در نهایت به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در آون قرار گرفت و وزن (وزن خشک) اندازه‌گیری شد (Ritchie *et al.*, 1990). در نهایت میزان آب نسبی برگ با استفاده از رابطه (۶) اندازه‌گیری شد:

$$(۶) \quad \text{درصد محتوای نسبی آب برگ} = \frac{(\text{وزن خشک برگ} - \text{وزن تازه برگ})}{(\text{وزن خشک برگ} - \text{وزن اشباع برگ})} \times 100$$

تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از آزمایش نیز با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون LSD انجام شد. رسم نمودارها نیز توسط نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

## نتایج و بحث

### درصد پرگنه‌زایی ریشه

بنابر نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) مشاهده شد که اثر متقابل کاربرد قارچ‌ریشه و محلول‌پاشی، همچنین اثر متقابل محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فولومیکس در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت پرگنه‌زایی ریشه معنی‌دار بود. بنابر نتایج مقایسه میانگین‌ها تیمار دو بار محلول‌پاشی + بدون کاربرد خاکی با ۵۱/۶۷ درصد بیشترین تأثیر و تیمار بدون محلول‌پاشی + بدون کاربرد خاکی با ۴۰ درصد کمترین تأثیر را بر صفت پرگنه‌زایی ریشه داشتند (جدول ۵). همچنین بنابر نتایج مقایسه میانگین‌ها تیمار کاربرد

(۳) = درصد پروتئین  
ضریب تبدیل نیتروژن × درصد نیتروژن

میزان فسفر دانه به روش رنگ‌سنجی (رنگ زرد مولیبدات-وانادات) و با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپکتروفتومتر) مدل Jenway 6305 محاسبه شد (Jones *et al.*, 1991). اندازه‌گیری قند محلول به روش اشلیگل (Shelgl, 1986) توسط فنل-اسیدسولفوریک و با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری مدل Jenway 6305 صورت گرفت. برای تهیه استانداردهای ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ قسمت در میلیون (پی پی ام) گلوکز، میزان ۲ میلی‌لیتر از محلول پایه (استوک) استانداردها را برداشته و به هر لوله آزمایش ۱ میلی‌لیتر محلول ۵ درصد فنل اضافه کرده، آنگاه به شدت تکان داده تا کف در آن ظاهر شود سپس با پایتور میزان ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۹۸ درصد به درون هر یک از نمونه‌ها اضافه می‌شود. برای بلانک از ۱ میلی‌لیتر فنل ۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۹۸ درصد استفاده شد. برای تهیه محلول پایه استانداردها در آغاز محلول ۱۰۰۰ پی پی ام گلوکز را تهیه کرده و سپس برای استانداردهای ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ پی پی ام به ترتیب میزان ۱، ۲، ۳ و ۴ میلی‌لیتر از محلول ۱۰۰۰ پی پی ام برداشته و در بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری حجم آن را با آب مقطر به ۵۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. سرانجام با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری، میزان جذب را مشخص کرده و منحنی استاندارد رسم شد (Shelgl, 1986). برای اندازه‌گیری رنگی‌های سبزینه (کلروفیل) a و b از روش آرنون (Arnon, 1967) و استن ۸۰ درصد و دستگاه طیف‌سنج نوری مدل Jenway 6305 استفاده شد، آنگاه با استفاده از رابطه‌های (۴) و (۵) میزان رنگی‌های سبزینه a و b محاسبه شد.

$$(۴) \quad \text{Chlorophyll a} = (19.3 \times A663) - (0.86 \times A645) V/100W$$

$$(۵) \quad \text{Chlorophyll b} = (19.3 \times A645) - (3.6 \times A663) V/100W$$

V = حجم محلول صاف‌شده (محلول بالایی حاصل از سانتریفوژ)

کاربرد خاکی کود فلومیکس بر گیاه ذرت است. قارچ‌ریشه با 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 استفاده گیاه است. در واقع گیاهان قارچ‌ریشه‌ای 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 اثرگذاری مفید محلول‌پاشی و کاربرد خاکی عنصرهای غذایی (کم‌مصرف و پر‌مصرف) در تأمین نیازهای غذایی گیاهان چشم‌پوشی کرد. نتایج تحقیق Nabavi Moghadam (2013) به افزایش عملکرد علوفه گیاه ذرت در نتیجه کاربرد خاکی عنصرهای کم‌مصرف سولفات آهن و منگنز اشاره دارد. همچنین در ارتباط با محلول‌پاشی عنصرهای غذایی کم‌مصرف نتایج تحقیقات محققان (Khalili Mahaleh, 2001; Chopra & Dudhan, 1987; Soleymani *et al.*, 2011) گویای افزایش عملکرد علوفه گیاه ذرت به دلیل محلول‌پاشی عنصرهای کم‌مصرف آهن، روی و منگنز است. Ghafari Malayeri *et al.* (2012) گزارش کردند، محلول‌پاشی کود کامل کم‌مصرف باعث افزایش عملکرد علوفه در گیاه ذرت می‌شود. Rahimi & Mazaheri (2004) نیز اعلام کردند، کاربرد عنصرهای کم‌مصرف آهن و روی می‌تواند عملکرد علوفه را در گیاه آفتابگردان افزایش دهد. Obrador *et al.* (2003) تأثیر عنصر روی را بر عملکرد ماده خشک ذرت مثبت ارزیابی کردند.

#### فسفر دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) بیانگر معنی‌دار بودن تیمار کاربرد قارچ‌ریشه، تیمار محلول‌پاشی و اثر متقابل آن‌ها و همچنین اثر متقابل کاربرد قارچ‌ریشه + محلول‌پاشی + کاربرد خاکی کود فلومیکس در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان فسفر بذر بود. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که تیمار کاربرد قارچ‌ریشه + یک‌بار محلول‌پاشی + یک‌بار کاربرد خاکی بیشترین تأثیر به میزان ۳/۵۶۴ پی پی‌ام بر میزان فسفر بذر را داشت. همچنین کمترین تأثیر در تیمار شاهد به

قارچ‌ریشه + دو بار محلول‌پاشی بیشترین تأثیر به میزان ۵۶/۱۱ درصد و کمترین تأثیر مربوط به تیمار بدون کاربرد قارچ‌ریشه + بدون محلول‌پاشی با ۳۱/۱۱ درصد را داشتند (جدول ۶). به نظر می‌رسد که افزایش پرگنه‌زایی ریشه نظام ریشه‌ای گیاه میزبان توسعه یافته و در نتیجه سطح جذب ریشه‌ها به علت نفوذ ریشه (هیف)‌های قارچی در خاک افزایش یافته و در نتیجه ریشه به حجم بیشتری از خاک دسترسی پیدا کرده است و کارایی جذب آب و عنصرهای غذایی افزایش یافته است. Sajedi & Rejali (2011) و Sajedi & Madani (2008) اعلام کردند تلقیح قارچ‌ریشه باعث افزایش ۵۰ درصدی پرگنه‌زایی ریشه در گیاه ذرت شد. همچنین Alizadeh (2005) اعلام کرد کاربرد قارچ‌ریشه می‌تواند درصد پرگنه‌زایی ریشه گیاه میزبان را افزایش دهد. از سوی دیگر به علت وجود عنصر روی در کود فلومیکس، این عنصر زمینه برقراری تعادل، جذب و انتقال عنصرهای غذایی از راه ریشه به اندام‌های هوایی را بهبود داده است. Sajedi & Rejali (2011) نیز در نتایج تحقیق خود اعلام داشتند، محلول‌پاشی کود سولفات روی سبب افزایش پرگنه‌زایی ریشه در گیاه ذرت می‌شود.

#### عملکرد علوفه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) بیانگر تأثیر معنی‌دار اثر متقابل کاربرد قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر عملکرد علوفه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین عملکرد علوفه مربوط به ترکیب تیماری کاربرد قارچ‌ریشه + دو بار محلول‌پاشی + یک‌بار کاربرد خاکی معادل ۶۵۵۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان عملکرد علوفه مربوط به تیمار شاهد معادل ۳۱۹۰ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین بنا بر نتایج مقایسه 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 (جدول ۷). دلیل افزایش عملکرد علوفه تأثیر مثبت ترکیب تیماری کاربرد قارچ‌ریشه، محلول‌پاشی و

خاکی و کاربرد قارچ‌ریشه+ دو بار محلول‌پاشی+ بدون کاربرد خاکی به ترتیب با ۶۳/۷۷ و ۴۳/۱۰ درصد بیشترین و کمترین میزان محتوای نسبی آب برگ را داشتند. دلیل افزایش محتوای نسبی آب برگ را در گیاهان قارچ‌ریشه‌ای می‌توان به نقش ریشه‌های قارچی در جذب و هدایت آب به ریشه نسبت داد. بنابراین گیاهان قارچ‌ریشه‌ای با جذب بیشتر آب، می‌توانند محتوای نسبی آب بالاتری داشته باشند. همچنین تصور می‌رود افزایش جذب آب در گیاهان میکورزایی به هدایت هیدرولیکی ریشه در شرایط همزیستی نیز مرتبط باشد. Hardie & Leyton (1981) در آزمایشی نشان دادند، به ازای واحد طول ریشه، هدایت هیدرولیکی ریشه‌های قارچ‌ریشه‌ای گیاه شبدر چمنی، ۲ الی ۳ برابر بیشتر از ریشه‌های غیر قارچ‌ریشه‌ای است. Aliasgharzad (2006) تأثیر قارچ‌ریشه بر تنش خشکی سویا بررسی کردند و نتایج نشان داد، محتوای نسبی آب برگ در هر دو مرحله رشد گیاه (گلدهی و بلوغ دانه) با کم شدن رطوبت خاک کاهش می‌یابد. صرف‌نظر از رطوبت خاک، گیاهان قارچ‌ریشه‌ای محتوای نسبی آب برگ بالاتری نسبت به گیاهان غیر قارچ‌ریشه‌ای داشتند. Subramanian & Charest (1999) در ذرت تلقیح‌شده با قارچ‌ریشه، کاهش معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ با تنش آبی را گزارش کردند. اما در این شرایط نیز گیاهان قارچ‌ریشه‌ای، ۱۸ درصد بیشتر از گیاهان غیر قارچ‌ریشه‌ای محتوای نسبی آب برگ بیشتری داشتند.

میزان ۲/۱۶۴ پی‌پی‌ام مشاهده شد (جدول ۷). به نظر می‌رسد قارچ‌ریشه می‌تواند جذب فسفر را در گیاهان از راه افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز ارتقا دهد و در نتیجه باعث جذب بهتر فسفر از خاک توسط ریشه‌های قارچی شود که در نهایت منجر به رشد و افزایش عملکرد گیاه می‌شود. Turk et al. (2006) اظهار کردند که نقش اساسی قارچ‌ریشه تأمین فسفر برای گیاه است. فسفر در خاک، عنصری بسیار کم‌تحرک است طوری که حتی اگر فسفر به شکل محلول به خاک اضافه شود به‌سرعت به اشکال فسفات کلسیم یا دیگر اشکال تثبیت‌شده در می‌آید. لذا قارچ‌های قارچ‌ریشه‌ای در افزایش جذب عنصرهای مغذی به‌ویژه عنصر فسفر و تجمع ماده خشک بسیاری از محصولات در خاک‌هایی با فسفر کم، تأثیر مثبتی دارد. تلقیح ریشه گیاهان با قارچ‌ریشه از راه افزایش سطح جذب آن‌ها و با افزایش ناحیه تخلیه فسفر به‌وسیله ریشه‌های بیرونی، این عنصر را در اختیار گیاه می‌زبان قرار می‌دهد.

#### محتوای نسبی آب برگ RWC

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) محتوای نسبی آب برگ نشان داد، اثر متقابل قارچ‌ریشه+ محلول‌پاشی+ کاربرد خاکی در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان محتوای نسبی آب برگ مؤثر بود (جدول ۷). بر پایه آزمون مقایسه میانگین‌ها ترکیب‌های تیماری بدون کاربرد قارچ‌ریشه+ یک‌بار محلول‌پاشی+ بدون کاربرد

جدول ۴. نتایج جدول تجزیه واریانس ویژگی‌های کمی و کیفی صفات مورد بررسی در گیاه ذرت  
Table 4. Mean squared of qualitative and quantitative characteristics traits in corn (*Zea mays* L.)

| Source of variation         | df | Mean of square میانگین مربعات |                            |                     |                        |                       |                     |                      |                       |                     |                     |                      |
|-----------------------------|----|-------------------------------|----------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
|                             |    | Root colonization             | Forage yield               | Grain P             | R.W.C first time       | R.W.C Second time     | Na / K Ratio        | Grain Protein        | Sugar solution        | Chlorophyll a       | Chlorophyll b       | Harvest index of ear |
| Replication (R)             | 2  | 19.907 <sup>ns</sup>          | 414935.407 <sup>**</sup>   | 0.098 <sup>ns</sup> | 414.342 <sup>*</sup>   | 14.157 <sup>ns</sup>  | 0.009 <sup>ns</sup> | 1.501 <sup>ns</sup>  | 86.979 <sup>ns</sup>  | 0.003 <sup>ns</sup> | 0.003 <sup>ns</sup> | 0.002 <sup>ns</sup>  |
| Mycorrhizae application (A) | 1  | 4537.500 <sup>**</sup>        | 13752166 <sup>**</sup>     | 3.614 <sup>**</sup> | 2181.227 <sup>**</sup> | 97.876 <sup>**</sup>  | 0.023 <sup>ns</sup> | 42.135 <sup>**</sup> | 215.201 <sup>ns</sup> | 0.351 <sup>**</sup> | 0.351 <sup>**</sup> | 0.038 <sup>**</sup>  |
| Foliar spray (B)            | 2  | 139.352 <sup>**</sup>         | 10297962.741 <sup>**</sup> | 0.596 <sup>*</sup>  | 728.927 <sup>**</sup>  | 93.725 <sup>**</sup>  | 0.018 <sup>ns</sup> | 32.375 <sup>**</sup> | 255.204 <sup>*</sup>  | 0.281 <sup>**</sup> | 0.281 <sup>**</sup> | 0.003 <sup>ns</sup>  |
| A × B                       | 2  | 84.722 <sup>*</sup>           | 177353.185 <sup>ns</sup>   | 1.423 <sup>**</sup> | 13.282 <sup>ns</sup>   | 71.934 <sup>**</sup>  | 0.010 <sup>ns</sup> | 2.151 <sup>ns</sup>  | 189.496 <sup>*</sup>  | 0.001 <sup>ns</sup> | 0.001 <sup>ns</sup> | 0.001 <sup>ns</sup>  |
| Soil spray (C)              | 2  | 58.796 <sup>ns</sup>          | 2019494.019 <sup>**</sup>  | 0.087 <sup>ns</sup> | 778.075 <sup>**</sup>  | 12.956 <sup>ns</sup>  | 0.010 <sup>ns</sup> | 2.094 <sup>ns</sup>  | 66.970 <sup>ns</sup>  | 0.074 <sup>**</sup> | 0.074 <sup>**</sup> | 0.042 <sup>**</sup>  |
| A × C                       | 2  | 9.722 <sup>ns</sup>           | 212285.019 <sup>ns</sup>   | 0.097 <sup>ns</sup> | 0.514 <sup>ns</sup>    | 234.465 <sup>**</sup> | 0.003 <sup>ns</sup> | 2.241 <sup>ns</sup>  | 112.884 <sup>ns</sup> | 0.003 <sup>ns</sup> | 0.003 <sup>ns</sup> | 0.004 <sup>*</sup>   |
| B × C                       | 4  | 80.324 <sup>*</sup>           | 349277.019 <sup>**</sup>   | 0.160 <sup>ns</sup> | 252.630 <sup>*</sup>   | 117.664 <sup>**</sup> | 0.024 <sup>*</sup>  | 15.526 <sup>**</sup> | 42.865 <sup>ns</sup>  | 0.00 <sup>ns</sup>  | 0.00 <sup>ns</sup>  | 0.001 <sup>ns</sup>  |
| A × B × C                   | 4  | 38.194 <sup>ns</sup>          | 212285.019 <sup>*</sup>    | 0.595 <sup>*</sup>  | 170.869 <sup>ns</sup>  | 76.178 <sup>*</sup>   | 0.021 <sup>ns</sup> | 3.514 <sup>*</sup>   | 109.482 <sup>ns</sup> | 0.014 <sup>**</sup> | 0.014 <sup>**</sup> | 0.001 <sup>ns</sup>  |
| Error                       | 34 | 21.378                        | 72522.054                  | 0.178               | 9.886                  | 12.094                | 0.010               | 1.302                | 57.234                | 0.002               | 0.002               | 0.001                |
| CV (%)                      |    | 10.17                         | 5.46                       | 15.64               | 16.01                  | 6.60                  | 18.41               | 12.38                | 10.28                 | 5.47                | 11.24               | 4.07                 |

\* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و ۱درصد.

ns, \* and \*\*: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.



شاید کمبود روی باعث جلوگیری از فعالیت شماری از آنزیم‌های پاداکسنده (آنتی‌اکسیدانی) می‌شود که در نتیجه سبب آسیب اکسیداتیو به مولکول‌های پروتئین، سبزینه و اسید نوکلئیک می‌شود (Cakmak, 2000). Morshedi (2000) نشان داد، دو بار محلول‌پاشی عنصر روی موجب افزایش پروتئین دانه کلزا می‌شود. از سوی دیگر آهن نیز در ساخت پروتئین دخالت دارد و از راه افزایش فرودوکسین، باعث افزایش احیای نیترات و تبدیل هیدرات‌های کربن به پروتئین می‌شود (Malakooti & Tehrani, 1999). همچنین آهن یکی از عنصرهای مهمی است که در سوخت‌وساز نیتروژن نقش دارد (Panjtan Doost *et al.*, 2010). پس می‌توان انتظار داشت که با اجرای تیمار آهن در گیاهانی که نشانه‌های کمبود این عنصر را نشان می‌دهند، درصد پروتئین‌سازی افزایش یابد. دلیل دیگری که در ارتباط با افزایش درصد پروتئین در دانه گیاه ذرت می‌توان بیان کرد حضور عنصر منگنز در کود فلومیکس است که در نتیجه کاربرد این عنصر آنزیم RNA پلیمرز فعال‌تر می‌شود، همچنین با افزایش عرضه منگنز احیای نیترات افزایش می‌یابد و مقادیر بیشتری از هیدرات‌کربن به پروتئین تبدیل می‌شود (Woolhouse & Ness, 2004). Abou Elnoor (2002) گزارش کرد که محلول‌پاشی با عنصرهای کم‌مصرف آهن، روی و منگنز اثرگذاری معنی‌داری روی رشد و درصد پروتئین ذرت داشت. Yassen *et al.* (2010) به افزایش درصد نیتروژن و عملکرد پروتئین در نتیجه تیمار گندم با محلول‌پاشی عنصرهای کم‌مصرف آهن، روی و منگنز اشاره کردند.

### نسبت سدیم به پتاسیم در برگ گیاه

بنابر نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) اثر متقابل محلول‌پاشی + کاربرد خاکی در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت نسبت سدیم به پتاسیم برگ تأثیرگذار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمار دو بار محلول‌پاشی + دو بار کاربرد خاکی با ۰/۶۱ بیشترین و تیمار بدون محلول‌پاشی + بدون کاربرد خاکی با ۰/۴۶ کمترین میزان نسبت سدیم به پتاسیم در برگ گیاه ذرت را داشتند (جدول ۵).

### درصد پروتئین

بنابر نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) اثر متقابل قارچ‌پیشه + محلول‌پاشی + کاربرد خاکی در سطح احتمال ۵ درصد بر درصد پروتئین دانه ذرت معنی‌دار بود. طبق مشاهده‌های مقایسه میانگین‌ها ترکیب تیماری کاربرد قارچ‌پیشه + دو بار محلول‌پاشی + دو بار کاربرد خاکی با ۱۳/۷۷ درصد و ترکیب تیماری بدون کاربرد قارچ‌پیشه + بدون محلول‌پاشی + بدون کاربرد خاکی با ۵/۸۳ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد پروتئین در دانه ذرت را داشتند (جدول ۷). درصد پروتئین به تغذیه گیاه بستگی دارد و تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار می‌گیرد و کاربرد کودهای کم‌مصرف باعث افزایش پروتئین در گیاه می‌شود (Whitty & Chambliss, 2005). به نظر می‌رسد که افزایش درصد پروتئین در گیاه در نتیجه حضور عنصر روی باشد. زیرا این عنصر به‌طور مستقیم در هر دو فرآیند بیان ژن و ساخت پروتئین نقش دارد. محققان به این نتیجه رسیدند که

جدول ۵. تأثیر محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس بر عملکرد دانه و شمار دانه در ردیف بلال ذرت

| Table 5. Mean comparisons of foliar and soil spray of Flomix on Grain yield and number of seed per ear |                    |                       |                     |
|--|--------------------|-----------------------|---------------------|
| Foliar spray   | Soil spray         | Root Colonization (%) | Na / K ratio (%)    |
| Non-application  | Non-application    | 40.00 <sup>e</sup>    | 0.467 <sup>b</sup>  |
|  | Once soil spray    | 45.83 <sup>bcd</sup>  | 0.573 <sup>ab</sup> |
|  | Twice foliar spray | 42.50 <sup>de</sup>   | 0.510 <sup>ab</sup> |
| Once foliar spray  | Non-application    | 50.00 <sup>ab</sup>   | 0.507 <sup>ab</sup> |
|  | Once soil spray    | 42.50 <sup>de</sup>   | 0.486 <sup>b</sup>  |
|  | Twice foliar spray | 43.33 <sup>cde</sup>  | 0.557 <sup>ab</sup> |
| Twice foliar spray   | Non-application    | 51.67 <sup>a</sup>    | 0.613 <sup>a</sup>  |
|  | Once soil spray    | 48.33 <sup>abc</sup>  | 0.485 <sup>b</sup>  |
|  | Twice foliar spray | 45.00 <sup>bcde</sup> | 0.616 <sup>a</sup>  |

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

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

جدول ۶: تأثیر همزیستی قارچ‌پیشه و محلول پاشی کود فلومیکس بر صفت عمق دانه

Table 6. Effect of mycorrhizae symbiosis and foliar spray of Flomix on seed depth trait

| Mycorrhizae symbiosis       | Foliar spray       | Root Colonization (%) | Sugar solutions (ppm) | Harvest index of ear (%) |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Non-application Mycorrhizae | Non-application    | 30.11 <sup>c</sup>    | 65.13 <sup>c</sup>    | 69 <sup>d</sup>          |
|                             | Once foliar spray  | 37.22 <sup>b</sup>    | 74.57 <sup>ab</sup>   | 76 <sup>bc</sup>         |
|                             | Twice foliar spray | 40.56 <sup>b</sup>    | 75.02 <sup>ab</sup>   | 78 <sup>bc</sup>         |
| Application of Mycorrhizae  | Non-application    | 54.44 <sup>a</sup>    | 75.01 <sup>ab</sup>   | 75 <sup>c</sup>          |
|                             | Once foliar spray  | 53.33 <sup>a</sup>    | 71.60 <sup>bc</sup>   | 78 <sup>b</sup>          |
|                             | Twice foliar spray | 56.11 <sup>a</sup>    | 80.09 <sup>a</sup>    | 85 <sup>a</sup>          |

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

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

جدول ۷: مقایسه میانگین برخی از ویژگی‌های ذرت تحت تأثیر همزیستی قارچ‌پیشه، محلول پاشی و کاربرد خاکی کود فلومیکس

Table 7. Mean comparisons of some characteristics traits in Corn effected by mycorrhizae symbiosis, soil and foliar spray of Flomix

| Mycorrhizae symbiosis       | Foliar spray       | Soil spray         | Forage Yield (Kg/ha) | Grain P (ppm)          | R.W.C Second time (%) | Grain Protein (%)    | Chlorophyll a (Mg.gr <sup>-1</sup> ) | Chlorophyll b (Mg.gr <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Non-application Mycorrhizae | Non-application    | Non-application    | 3190 <sup>g</sup>    | 2.164 <sup>f</sup>     | 52.57 <sup>cde</sup>  | 5.83 <sup>g</sup>    | 0.555 <sup>h</sup>                   | 0.141 <sup>h</sup>                   |
|                             |                    | Once soil spray    | 3753 <sup>f</sup>    | 3.010 <sup>abc</sup>   | 61.43 <sup>ab</sup>   | 8.66 <sup>cdef</sup> | 0.568 <sup>h</sup>                   | 0.154 <sup>h</sup>                   |
|                             |                    | Twice foliar spray | 4042 <sup>f</sup>    | 2.541 <sup>bcdef</sup> | 51.70 <sup>cdef</sup> | 7.00 <sup>fg</sup>   | 0.618 <sup>gh</sup>                  | 0.204 <sup>gh</sup>                  |
|                             | Once foliar spray  | Non-application    | 4049 <sup>f</sup>    | 2.915 <sup>abcd</sup>  | 63.77 <sup>a</sup>    | 9.63 <sup>bcde</sup> | 0.689 <sup>fg</sup>                  | 0.275 <sup>fg</sup>                  |
|                             |                    | Once soil spray    | 4684 <sup>e</sup>    | 2.547 <sup>bcdef</sup> | 49.23 <sup>defg</sup> | 7.43 <sup>defg</sup> | 0.759 <sup>ef</sup>                  | 0.345 <sup>ef</sup>                  |
|                             |                    | Twice foliar spray | 5002 <sup>de</sup>   | 2.183 <sup>ef</sup>    | 58.50 <sup>abc</sup>  | 8.86 <sup>cdef</sup> | 0.832 <sup>cde</sup>                 | 0.418 <sup>cde</sup>                 |
| Application of Mycorrhizae  | Twice foliar spray | Non-application    | 5256 <sup>cd</sup>   | 2.251 <sup>def</sup>   | 55.67 <sup>bcd</sup>  | 7.30 <sup>efg</sup>  | 0.708 <sup>fg</sup>                  | 0.294 <sup>fg</sup>                  |
|                             |                    | Once soil spray    | 5121 <sup>cde</sup>  | 2.289 <sup>def</sup>   | 44.20 <sup>fg</sup>   | 9.96 <sup>bcd</sup>  | 0.885 <sup>bcd</sup>                 | 0.471 <sup>bcd</sup>                 |
|                             |                    | Twice foliar spray | 4717 <sup>e</sup>    | 2.303 <sup>def</sup>   | 49.03 <sup>defg</sup> | 10.30 <sup>bc</sup>  | 0.921 <sup>abc</sup>                 | 0.507 <sup>abc</sup>                 |
|                             | Non-application    | Non-application    | 4143 <sup>f</sup>    | 2.788 <sup>bcdef</sup> | 46.83 <sup>efg</sup>  | 9.00 <sup>cdef</sup> | 0.636 <sup>gh</sup>                  | 0.222 <sup>gh</sup>                  |
|                             |                    | Once soil spray    | 4706 <sup>e</sup>    | 2.289 <sup>def</sup>   | 56.23 <sup>abcd</sup> | 7.90 <sup>defg</sup> | 0.829 <sup>cde</sup>                 | 0.415 <sup>cde</sup>                 |
|                             |                    | Twice foliar spray | 4995 <sup>de</sup>   | 2.341 <sup>cdef</sup>  | 45.40 <sup>efg</sup>  | 8.40 <sup>cdef</sup> | 0.816 <sup>de</sup>                  | 0.402 <sup>de</sup>                  |
| Application of Mycorrhizae  | Once foliar spray  | Non-application    | 4894 <sup>de</sup>   | 2.880 <sup>abcde</sup> | 51.13 <sup>cdef</sup> | 12.03 <sup>ab</sup>  | 0.835 <sup>cde</sup>                 | 0.421 <sup>cde</sup>                 |
|                             |                    | Once soil spray    | 5529 <sup>bc</sup>   | 3.564 <sup>a</sup>     | 56.10 <sup>abcd</sup> | 9.64 <sup>cdef</sup> | 0.939 <sup>ab</sup>                  | 0.525 <sup>ab</sup>                  |
|                             |                    | Twice foliar spray | 5847 <sup>b</sup>    | 3.144 <sup>ab</sup>    | 51.77 <sup>cdef</sup> | 8.86 <sup>cdef</sup> | 0.951 <sup>ab</sup>                  | 0.537 <sup>ab</sup>                  |
|                             | Twice foliar spray | Non-application    | 5756 <sup>b</sup>    | 3.158 <sup>ab</sup>    | 43.10 <sup>g</sup>    | 9.33 <sup>cdef</sup> | 0.983 <sup>ab</sup>                  | 0.569 <sup>ab</sup>                  |
|                             |                    | Once soil spray    | 6557 <sup>a</sup>    | 3.134 <sup>ab</sup>    | 54.67 <sup>bcd</sup>  | 12.13 <sup>ab</sup>  | 0.992 <sup>a</sup>                   | 0.578 <sup>a</sup>                   |
|                             |                    | Twice foliar spray | 6470 <sup>a</sup>    | 3.560 <sup>a</sup>     | 56.63 <sup>abcd</sup> | 13.77 <sup>a</sup>   | 1.004 <sup>a</sup>                   | 0.590 <sup>a</sup>                   |

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

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

### قند محلول

زیست‌ساخت (بیوسنتز) تنظیم‌کننده‌های رشد مانند ایندول استیک اسید و کربوهیدرات‌ها که منجر به افزایش عملکرد و اجزای عملکرد می‌شوند، ضروری است. افزایش درصد قند محلول در نتیجه کاربرد عنصرهای کم‌مصرف، شاید به دلیل اهمیت این عنصرهای در تجمع آسمیلات‌ها در گیاه در مراحل آخر رشد است. Marchner (1995) نیز اظهار داشت که عنصرهای کم‌مصرف روی افزایش درصد قند کل تأثیر مثبتی داشتند. در این تحقیق گیاهان قارچ‌پیشه‌ای قند محلول بیشتری دارند و علت آن می‌تواند ناشی از افزایش جذب فسفر باشد. زیرا فسفر می‌تواند پیوند بین مولکول‌های درشت را بشکند و به قند محلول تبدیل بکند. دلیل دیگر برای تأثیر این قارچ‌ها در افزایش محتوای قند محلول، افزایش در

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) صفت قند محلول برگ نشان داد، اثر متقابل قارچ‌پیشه + محلول پاشی در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان قند محلول برگ معنی‌دار بود. بنا بر نتایج مقایسه میانگین‌ها تیمار کاربرد قارچ‌پیشه + دو بار محلول پاشی با ۸۰/۰۹ پی پی‌ام بیشترین و بدون کاربرد قارچ‌پیشه + بدون محلول پاشی با ۶۵/۱۳ پی پی‌ام کمترین میزان قند محلول در برگ ذرت را داشت (جدول ۶). کاربرد کودهای کم‌مصرف باعث افزایش توان نورساختی در نتیجه رشد بیشتر گیاه می‌شود که در نهایت تولید در گیاه افزایش می‌یابد ( Movahedie Dehnavi & Bybordi & Mamedov, 2006). (Modaress Sanavi, 2006) هم اظهار کردند، عنصر روی برای

در ترکیب‌های کود زیستی فلو میکس است، زیرا روی به‌طور مستقیم بر تشکیل سبزینه مؤثر نیست، اما می‌تواند بر غلظت عنصرهای غذایی درگیر در تشکیل سبزینه یا عنصرهایی که قسمتی از مولکول سبزینه هستند مانند آهن و منیزیم مؤثر واقع شود (Kaya & Higgs, 2002). در تحقیق روی گیاه گلرنگ محلول‌پاشی عنصرهای روی و منگنز موجب افزایش سبزینه در این گیاه شد، که این افزایش می‌تواند به علت نقش این عنصرها در سوخت‌وساز نیتروژن و ساخت سبزینه باشد (Movahedie Dehnavi et al., 2004).

#### شاخص برداشت بلال

بنابر نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) صفت شاخص برداشت بلال، مشاهده شد اثر متقابل قارچ‌پاشی + کاربرد خاکی کود فلو میکس در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. بنا بر نتایج مقایسه میانگین‌ها تیمار بدون کاربرد قارچ‌پاشی + بدون کاربرد خاکی با ۶۹ درصد کمترین میزان شاخص برداشت بلال را داشت در حالی که ترکیب تیماری کاربرد قارچ‌پاشی + دو بار کاربرد خاکی با ۸۵ درصد توانست میزان شاخص برداشت بلال را ۱۶ درصد افزایش دهد (جدول ۶). Khalili Mahaleh & Roshdi (2008) گزارش کردند، کاربرد عنصرهای کم‌مصرف آهن و روی در ذرت سیلیویی ۷۰۴ باعث افزایش نسبت بلال به شاخساره شد.

#### نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق گویای آن بود که استفاده از قارچ‌پاشی، محلول‌پاشی و کاربرد خاکی کود فلو میکس باعث افزایش صفاتی مانند فسفر دانه، عملکرد علوفه، شاخص برداشت بلال، درصد پروتئین و برخی دیگر از صفات کیفی گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ شد. با توجه به نتایج این پژوهش اگر هدف از کاشت ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ دستیابی به علوفه است با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها ترکیب تیمار کاربرد قارچ‌پاشی + دو بار محلول‌پاشی + یک بار کاربرد خاکی برای دستیابی به بیشترین عملکرد علوفه قابل توصیه است.

میزان هورمون‌های سیتوکینین و جیبرلین در گیاهان قارچ‌پاشی‌شده است. زیرا این هورمون‌ها باعث افزایش نورساخت و در نهایت افزایش محتوای کربوهیدرات‌ها در گیاه می‌شود (Abou Elnoor, 2002).

#### سبزینه a و b

بنابر نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) مشاهده شد اثر متقابل قارچ‌پاشی + محلول‌پاشی + کاربرد خاکی در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان سبزینه a در برگ ذرت معنی‌دار بود. بنا بر مشاهده‌های مقایسه میانگین‌ها ترکیب تیماری کاربرد قارچ میکوریزا + دو بار محلول‌پاشی + دو بار کاربرد خاکی با ۱/۰۰۴ میلی‌گرم در گرم بافت تر و تیمار شاهد با ۰/۵۵۵ میلی‌گرم در گرم بافت تر به ترتیب بیشترین و کمترین میزان سبزینه a در بافت برگ گیاه ذرت را داشتند (جدول ۷). همچنین نتایج جدول تجزیه واریانس سبزینه b گویای آن بود اثر متقابل قارچ‌پاشی + محلول‌پاشی + کاربرد خاکی در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان سبزینه b برگ گیاه تأثیر معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد ترکیب تیماری کاربرد قارچ‌پاشی + دو بار محلول‌پاشی + دو بار کاربرد خاکی میزان سبزینه b در برگ گیاه را نسبت به تیمار شاهد به میزان ۰/۴۴۱ میلی‌گرم در گرم بافت تر افزایش داد (جدول ۷). به‌طور کلی هرچه شرایط تغذیه‌ای و محیطی برای رشد گیاه مناسب‌تر شود، توان گیاه در تولید سبزینه در برگ‌ها بیشتر می‌شود از این رو عامل‌هایی که باعث بهبود این شرایط می‌شوند احتمال دارد بر میزان سبزینه نیز اثرگذار باشند. افزایش میزان سبزینه در برگ‌ها به احتمال می‌تواند به دلیل افزایش جذب فسفر از خاک توسط قارچ‌های قارچ‌پاشی باشد. Kapoor (2008) بهبود نورساخت در گیاهان همزیست با قارچ‌پاشی را نسبت به گیاهان غیر همزیست نشان داد. آن‌ها علت این افزایش را بالا بودن غلظت سبزینه b در گیاهان قارچ‌پاشی‌شده نسبت به غیر قارچ‌پاشی‌شده‌ای گزارش کردند. Aghababai & Raisi (2011) بیان کردند که قارچ‌های قارچ‌پاشی باعث افزایش معنی‌دار سبزینه a به میزان ۲۸ درصد در گیاه بادام شد. به نظر می‌رسد عامل مؤثر دیگر در این امر حضور عنصر روی

## REFERENCES

1. 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)
2. Alizadeh, A. (2005). *Study effect of different amount of nitrogen and drought stress at different growth stages, yield, component yield and amount of nutrients concentration and also study the mycorrhizae symbiosis in corn*. Ph.D thesis, Azad University of Ahvaz, Science and Research Branch. Ahvaz, Iran. (in Farsi)
3. Abou El-Nour E. A. A. (2002). Growth and nutrient contents - Response of maize to foliar nutrition with micronutrients under irrigation with Saline water. *International Journal of Biological Sciences*, 2, 92-97.
4. Auge, R. M. (2001). Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhizae*, 11, 3-42.
5. Arnon, A. N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23, 112-121.
6. Aliasgharzad, N., Neyshabouri, M. R. & Salimi, G. (2006). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and *Bradyrhizobium japonicum* on drought stress of soybean. *Biologia*, 19, 324-328.
7. Ashofteh Beiragi, M., Ebrahimi, M., Mostafavi, K. H., Golbashy, M. & Khavari Khorasani, S. (2011). A Study of Morphological Basis of corn (*Zea mays* L.) yield under drought stress condition using Correlation and Path Coefficient Analysis. *Journal of Cereals and Oilseeds*, 2, 32-37.
8. Aghababai, F. & Raisi, F. (2011). The effect of mycorrhizae symbiosis on chlorophyll, photosynthesis and water use efficiency in four genotype of *Prunus amygdalus* in Chaharmahal and Bakhtiari. *Journal of Water and soil science*, 56, 92-101.
9. Bolan, N. S. (1991). A critical review on the role of Mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus byplants. *Plant and Soil*, 134, 187-207.
10. Bago, B., Feffer, P. E. & Shachar Hill, Y. (2000). Carbon metabolism and transport in arbuscular mycorrhiza. *Plant Physiology and Biochemistry*, 124, 949-957.
11. Bybordi, A. & Mamedov, G. (2010). Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for Canola (*Brassica napus* L.). *Notulae Scientia Biologicae*, 2, 21-30.
12. Bengtsson, H., Oborn, I., Jonsson, S., Nilsson, I. & Andersson, A. (2003). Field balances of some mineral nutrients and trace elements in organic and conventional dairy farming: a case study at Ojebyn, Sweden. *European Journal of Agronomy*, 20, 101-116
13. Cakmak, I. (2000). Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Polymeric Materials*, 146, 185-205.
14. Chopra, S. & Dudhan, L. (1987). Chelated micronutrient in dry land . *Agricultural Pesticides Committee*, 21, 7-9
15. Dodd, J. C. (2000). The role of Arbuscular mycorrhizal fungi in agro-natural ecosystems. *Outlook On Agriculture*, 29, 63-70.
16. FAO. (2002). Production Year Book. Food and Agricultural organization of United Nation, Rome, Italy. 51: 209 p.
17. Ghafari Malayeri, M., Akbari, G. H. A. & Mohammad Zadeh, A. (2012). Reaction of yield and yield component to soil and foliar application of micronutrients. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10, 368-373.
18. Hardie, K. & Leyton, L. (1981). The influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on growth and water relations of red clover. In phosphate deficient soil. *New Polymeric Materials*, 89, 599-608.
19. Iniobong, O. E., Solomon, M. G. & Osonubi, O. (2008). Effects of Arbuscular mycorrhizal fungus inoculation and phosphorus fertilization on the growth of *Gliricidia sepium* in sterile and non-sterile soil. *Journal of Agronomy Research*, 2, 23-27.
20. Jones, J. R., Wolf, J. B. & Mills, H. A. (1991). *Plant Analysis: A Practical Sampling, Preparation, Analysis and Interpretation Guide*. Micro and Macro Publishing Inc. Athens, Georgia
21. 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.
22. Kaya, C. & Higgs, D. (2002). Response of tomato (*Lycopersicom esculentum* L.) cultivars to foliar application of zinc when grown in sand culture at low zinc. *Scientia Horticulturae*, 93, 53-64.
23. 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 Improvement Journal*, 2, 281-293.
24. Kapoor, R., Sharma, D. & Bhatnagar, A. K. (2008). Arbuscular mycorrhizae in micropropagation systems and their potential application. *Scientia Horticulturae*, 116, 227-239.
25. Khalili Mahaleh, J., Tajbakhsh, M., Fayaz Moghadam, A. & Siyadat, A. (2001). The effect of micronutrient foliar application on qualitative yield of forage sorghum. *Journal of Plant Ecology*, 31, 35-44.

26. Marchner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. Academic press. New York. 889 pp.
27. Morshedi, A. (2000). Effect of Fe, Zn foliar application on yield, qualitative characteristic and enriched canola seeds in Bardsir, Kerman. *Journal of Soil and Water Research*, 12, 58-68p.
28. Malakooti, M. J. (2004). Spraying, a new way to increase the efficiency of applied fertilizers and achieve sustainable agriculture. *Agricultural Education and Research Institute*. Tehran, Iran. (In Farsi)
29. Malakooti, M. J. & Baybordi, A. (1999). Zinc important missing element in plant and human life cycle. *Agricultural Education Publication*. Tehran, Iran. 88 pp.
30. Movahedie Dehnavi, M. & Modares Sanavi, A. M. (2006). Effect of foliar application of Zn, Mn micronutrients on yield and component yield in three varieties of safflower under drought stress in region of Isfahan. *Iranian Journal of Water and Soil Science*, 1, 5-10.
31. Movahhedi Dehnavi, M., Modarres Sanavi, A. M., Soroush Zade, A. & Jalali, M. (2004). Changes of proline, total soluble sugars, chlorophyll (SPAD) content and chlorophyll fluorescence in safflower varieties under drought stress and foliar application of zinc and manganese. *Biaban*, 1, 93-110.
32. Malakooti, M. J. & Tehrani, M. M. (2001). Effects of micronutrients on the yield and quality of agricultural products. Micro- nutrients with macro- nutrients. 2nd Ed. *Tarbiat Modarres University Press, Tehran*. Tehran, Iran.
33. Malakooti, M. & Tehrani, M. (1999). *Effect of micronutrients on the yield and quality of agriculture products*. Tarbiat Modarres University Press, Tehran, Iran. 292 pp. (in Farsi)
34. Malakouti, M. J. & Tehrani, M. M. (2005). *Role of micronutrients in yield increasing and quality improvement in crops (microelements with high impact)*. Third edition. Tarbiat Modarres University Publication. Tehran, Iran. 398 pp. (in Farsi)
35. Mesquita, M. E., Vieiresilva, J. M., Castelo Branco, M. A. & Sequeira, E. M. (2000). Copper and zinc competitive adsorption: desorption in calcareous soils. *Journal of Arid Land Research and Management*, 14, 27-41.
36. Navabi, F. & Malakooti, M. J. (2008). Effect of balanced nutrition on the quantity and quality of nutrients in corn. *Abstracts of the 6<sup>th</sup> congress of soil science*, 319-321.
37. 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.
38. Noor Mohammadi, G. S., Seyadat, A. & Kashani, A. (2001). Argonomy. First volume (cereals). *Shahid Chamran University of Ahvaz Publications*. Ahvaz, Iran. 446 pp. (In Farsi)
39. Obrador, A., Novillo, J. & Alvarez, J. M. (2003). Mobility and availability to plants of two zinc sources applied to a calcareous soil. *Soil Science Society of America Journal*, 67, 564-572.
40. Panjtan Doost, M., Soroush Zade, A. & Ghanati, F. (2010). Effect of soil and foliar spray of Fe on some of qualitative characteristic of Peanuts in Alkaline soil. *Journal of Plant Biology*, 2, 37-40.
41. Rahimi, M. M. & Mazaheri, D. (2004). Effect of Fe, Zn micronutrients on yield and component yield second plant in two varieties of sunflower in Arsanjan region. *Ministry of Agriculture*, 16-20.
42. Philips, J. M. & Hayman, D. S. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and *Vesicular-arbuscular mycorrhizal* fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of British Mycological Society*, 55, 158-161.
43. Ritchie, S. W. & Nguyen, H. T. (1990). Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 30, 105-111.
44. Seligman, N. G. (1993). Nitrogen redistribution in crop plant: Regulation and significance, *Journal of Agronomy*, 312, 758-764.
45. Shoorgashti, M. (1998). *Study chooses the best planting pattern and density and their effect on Quantitative and qualitative characteristics in S.C704 silage corn under Karaj weather condition*. M.Sc Thesis, Azad University of Karaj. Karaj, Iran. (in Farsi)
46. Statistical Yearbook of Agriculture Organization. (2009). In available at: [www.agri-jahad.ir](http://www.agri-jahad.ir)
47. Subramanian, K. S. & Charest, C. (1999). Acquisition of N by external hyphae of an arbuscular mycorrhizal fungus and its impact on physiological responses in maize under drought-stressed and well-watered conditions. *Mycorrhizae*, 9, 69-75.
48. Sturz, A. & Christie, B. (2003). Beneficial microbial allelopathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. *Journal of Soil and Tillage Research*, 69, 353-364.
49. 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. *Journal of Field Crop Research*, 9, 340-347.
50. Sheligl, H. Q. (1986). Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. *International Journal of Plant Biology*, 65, 47-51.
51. Shoa Hosseini, M., Golbashy, M., Farsi, M., Khavari Khorasani, S. & Ashofte Beiragi, M. (2010). Evaluation of correlation between yield and its dependent trait in single cross corn hybrids under drought stress. *Abstract Book of 1st Regional Conference on Tropical Crops Production under Environmental Stresses Condition*. Islamic Azad University, Khuzestan Sciences and Research Branch.

52. Sajedi, N. A. & Madani, H. (2008). Interaction between drought stress, zinc and mycorrhizae on yield, yield components and harvest index in corn. *Iranian Journal of New Finding in Agriculture*, 3, 273-284.
53. Sajedi, N. & Rejali, F. (2011). Effect of drought stress, Zinc application and mycorrhizae inoculation on Absorption of micronutrients in corn. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 2, 84-92.
54. Smith, S. E. & Read, D. J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. Third ed. Academic Press. London, UK.
55. Turk, M. A., Assaf, T. A., Hameed, K. M. & Tawaha, A. M. (2006). Significance of Mycorrhizae. *World Journal Agriculture Science*, 2, 16-20.
56. 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.
57. Whitty, E. N. & Chambliss, C. G. (2005). *Fertilization of Field and Forage Crops. Nevada State University Publication*. 21 pp.
58. Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G., Cheung, K. C. & Wong, M. H. (2004). Effect of biofertilizer containing Nfixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth. *Geoderma*, 125, 155-166.
59. Yassen A., Abou El-Nour E. A. A. & Shedeed, S. (2010). Response of wheat to foliar spray with urea and micronutrients. *Journal of American Science*, 6, 14-22.
60. Zeiaaian, A. & Malakooti, M. J. (1998). Effect of micronutrient application and application time on increasing yield. *Iranian Journal of Soil and Water Science*, 2, 56-62. (in Farsi)