Archive of SID

یافته های نوین کشاورزی
سال اول- شماره٤- تابستان ١٣٨٦

بررسی اثرات تلقیح میکوریزا در سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن برخصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذرت

امید علیزاده*، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد
اسلام مجیدی، موسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذرکرج
حبیب الله نادیان، عضو هیات علمی دانشگاه ملاثانی اهواز
قربان نورمحمدی، عضو هیات علمی دانشگاه شاهرود
محمد رضا عامریان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیـده

به منظور بررسی اثرات تلقیح قارچ میکوریزا در سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن بر بعضی خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک ذرت رقم سینگل کراس ٧٠٤ آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ١٣٨٤ انجام شد. آزمایشها در ایستگاه پژوهشی آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد انجام گرفت. نتایج نشان داد که اثرات ساده نیتروژن، میکوریزا، سطوح آبیاری و اثرات متقابل میکوریزا و سطوح آبیاری و نیتروژن بر ارتفاع گیاه، ماده خشک اندام هوایی، ماده خشک ریشه، سطح برگ و طول ریشه معنی دار بودند. افزایش مصرف کود نیتروژن منجر به افزایش ماده خشک اندام هوایی و طول ریشه در گیاه ذرت شد. این در حالی بود که ماده خشک ریشه با مصرف بیشتر نیتروژن کاهش یافت. نسبت ریشه به اندام هوایی، طول ریشه و درصد ریشه کلنی ذرت تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری قرار گرفت، طوری که با افزایش شدت تنش خشکی طول ریشه و درصد ریشه کلنی شده کاهش یافت و در مقابل نسبت ریشه به اندام هوایی افزایش یافت. به طور کلی نتیجه پاسخ رشد میکوریزایی به افزایش شدت تنش خشکی مثبت بوده و نسبت ریشه به اندام هوایی در تیمار میکوریزا نسبت به شاهد تحت تنش خشکی بیشتر بود.

واژه های کلیدی: تنش خشکی، ذرت، میکوریزا، نیتروژن

* نویسنده رابط: E-mail: omid_alizadeh2003 @yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

عملکرد گیاهان زراعی تحت تأثیر متقابل اقلیم، عوامل خاکی و گیاهی می‌باشد. شناخت خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاهان زراعی در شرایط مختلف اکولوژیکی ضروری می‌باشد (۱). نیتروژن در کشاورزی متراکم به عنوان یک عنصر غذایی مهم و تعیین کننده عملکرد شناخته شده است و به عنوان جزء اصلی در ساختار پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، اسیدهای آمینه آنزیم‌ها، ویتامین‌ها و رنگیزه‌ها نقش اساسی دارد (۲۷). وینهولد و همکاران (۱۹۹۵) معتقدند که آب و نیتروژن به عنوان دو عامل مهم و محدود کننده تولید محصو لات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به حساب می‌آیند. در این بین تنش خشکی به عنوان مهمترین عامل محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان زراعی معرفی شده است (۲۵). در بیشتر موارد تنش به عنوان تغییر و دور شدن از شرایط مطلوب در نظر گرفته می‌شود و برهمکنش آب و نیتروژن به طور وسیعی می‌تواند عملکرد رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار دهد(٣٤). ایک (١٩٨٤) نشان داد که واکنش عملکرد ذرت تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروژن بسیار کم می باشد. سیور دینگ (۱۹۹۱) در نتایج خود گزارش کرد که قارچ‌های وسکولار-اربوسکولار می‌توانند با ریشه برخی از گیاهان زراعی و باغی رابطه همزیستی خوبی داشته باشند. به طوری که نتایج سایر تحقیقات حاکی از آن است که این همزیستی بر دانه بندی خاک ، تهویه خاک، فعالیت بعضی میکرو ارگانیسم های خاکزی مانند ریزوبیوم ها و جذب برخی از عناصر غذایی میکرو مثل آهن اثرات مطلوبی می گذارد که در نتیجه افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی را به دنبال خواهد داشت (٢٤،٢٥و٢٦).

تا کنون مطالعات فراوانی در خصوص پراکنش میکوریزا انجام شده است به طور نمونه مقایسه پراکنش میکوریزا در خاک مناطق مرطوب، نیمه خشک و خشک نشان داده است که افزایش میزان رطوبت منجر به کاهش حجم میکوریزا در خاک شده است (۲ و١٤). یکی از اثرات مهم قارچ‌های میکوریزایی تعدیل اثرات تنش خشکی است، در حقیقت همزیستی میکوریزایی می‌تواند از گیاه میزبان در برابر اثرات زیان بار تنش خشکی حمایت کند (۳۳و ۳۳). نتایج یک مطالعه در خصوص اثرات تلقیح میکوریزایی در هندوانه (*Citrullus Lunatus* Thunb) نشان می دهد که تلقیح با میکوریزا نه تنها منجر به افزایش کلنی شدن ریشه می شود بلکه افزایش عملکرد میوه و کارایی مصرف آب را نیز به دنبال داشته است (۲۰). از مهمترین اثرات مطلوب رابطه همزیستی میکوریزایی، ریشه گیاهان در شرایط خشک و نیمه خشک یا تنش خشکی که توسط پژوهشگران متعدد گزارش شده است می توان تغییرات در سطح بعضی هورمون‌های گیاهی مثل آبسیزیک اسید (ABA) و سیتوکینین (١١،١٠و١٣)، جذب مستقیم آب توسط هیف‌های قارچ در خاک و انتقال آن به گیاه میزبان (١٣و٢٨)، افزایش تبادلات گازی برگ و میزان فتوسنتز (۲۹)، افزایش فعالیت آنزیم‌های مدافع آنتی اکسیدان در گیاه (۳۰)، اسیمیلاسیون

www.SID.ir

Archive of SID

نیترات و فسفر(۱۹و۳۱)، افزایش جذب آب از طریق افزایش هدایت هیدرولیکی برگ و فعالیت فتوسنتزی (٤ و ۱۲)، تنظیم اسمزی (۳) و تغییر در انعطاف‌پذیری غشا سلولی را نام برد(۵ و۳۲). به طورکلی با توجه به اثرات مطلوب همزیستی میکوریزا با گیاهان زراعی و باغی تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات میکوریزا در سطوح مختلف نیتروژن و آبیاری بر برخی صفات مورفو لوژیک و فیزیولوژیک گیاه زراعی ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤ طراحی و اجرا گردیده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸٤ در مرکز پژوهشی- آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد با طول جغرافیایی۵۲ درجه و ۳٦ دقیقه و عرض جغرافیایی۲۸ درجه و ۵۲ دقیقه و ارتفاع۱۳۷۰متر از سطح دریا در شرایط گلخانه ای انجام شد. جهت تهیه خاک مناسب برای گلدان ها از ۵۰٪ خاک زراعی الک شده (دو میلی متر) و ماسه بادی استفاده گردید. خاک مخلوط سپس با استفاده از اتوکلاو در دمای $121/5^{\circ}C$ و فشار ۱۵PSI به مدت دو ساعت جهت عاری شدن خاک از هر گونه اسپور قارچ استریل شد.

جدول۱ : خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زراعی استفاده شده در گلدان ها

هدایت الکتریکی	pH	کربن کل (٪)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	فسفر ppm	پتاسیم ppm	آهن ppm	ازت کل (٪)	روی ppm	منگنز ppm	مس ppm
۳/٦۲	۷/۰۱	۰/٤٦	۱۵	۲۵	٦۰	٤/۲	۱۸۰	۷/۱	۰/٤۷	۰/۳۵	۷	۱/۲

گلدان‌ها با الکل به طور کامل استریل و تمیز گردید. قطر گلدان‌ها ۲۳ سانتی‌متر و ارتفاع آن ها ۲۰سانتی‌متر بود. در کف گلدان‌ها جهت زهکشی پنج سوراخ یک اندازه ایجاد شده و درون یک گلدان ٦۵۰۰ گرم خاک استریل ریخته شد. سپس بذر ذرت رقم سینگل کراس۷۰٤ که به خوبی شسته شده بودند و به مدت ۱۰ تا ۱۲ روز جهت جوانه زنی و تولید گیاهچه با طول ریشه ۰/۷ تا ۱/۵ سانتی‌متر در دستگاه ژرمیناتور قرار گرفتند. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از مصرف کود نیتروژن (N) از منبع اوره (٤٦ درصد نیتروژن خالص) در سه سطح ۱۵۰، ۳۰۰، ٤۵۰ کیلو گرم نیتروژن خالص در هکتار که بر اساس اندازه گلدان و مقدار مورد نیاز تهیه و به گلدان‌ها اضافه گردید و با علائم اختصاری N_1، N_2 و N_3 نمایش داده شدند.

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهای میکوریزا (M) شامل تلقیح با میکوریزا (M_1) و عدم تلقیح با میکوریزا (M_0) که گونه میکوریزا مورد استفاده در این آزمایش *Glomus intaradices* بود، همچنین تیمار سطوح مختلف آبیاری (I) شامل چهار سطح به شرح ذیل می باشد:

آبیاری در ۲۵ درصد تخلیه رطوبتی خاک (I_1)

آبیاری در ٤٥ درصد تخلیه رطوبتی خاک (I_2)

آبیاری در ٦٥ درصد تخلیه رطوبتی خاک (I_3)

آبیاری در ۸۵ درصد تخلیه رطوبتی خاک (I_4)

به طورکلی در این آزمایش ۷۲ گلدان اصلی و تعدادی گلدان فرعی برای اندازه‌گیری رطوبت و اعمال تیمار تنش مورد استفاده قرار گرفتند. جهت اعمال تیمار تنش ابتدا جرم مخصوص ظاهری خاک و مقادیر رطوبت در حد ظرفیت زراعی (FC) و نقطه پژوهشی دائم (PWP) محاسبه شد. سپس میزان آب قابل استفاده از تفاضل ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دایم به دست آمد (آب قابل استفاده در حالت ظرفیت زراعی۱۰۰ فرض شد) و برای تعیین رطوبت خاک، هر دو روز یک بار از گلدان‌های فرعی نمونه‌برداری انجام می‌گردید. سپس نمونه های خاک به مدت ٤٨ ساعت در گرمخانه و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و در نهایت، رطوبت حجمی خاک محاسبه گردید. برای تلقیح گیاهچه‌های جوان ذرت از پروپاگول که عبارت بود از مخلوط اسپور قارچ، میسلیوم‌های خارجی و قطعات ریشه کلنی شده توسط میکوریزا استفاده گردید بدین صورت که در هر گلدان ۳ حفره به عمق حدود ۳ سانتی‌متر به فاصله ۳ تا ۵ سانتی‌متر از یکدیگر ایجاد شد و قبل از قرار دادن بذور جوانه زده (گیاهچه) در این حفرات در کف آنها پروپاگول ریخته شد همچنین روی آنها با پروپاگول و ماسه نرم پوشیده شد. برای تیمارهای بدون میکوریزا فقط ماسه نرم روی گیاهچه ریخته شد. سپس گلدان‌ها با آب مقطر آبیاری شدند. بعد از خروج گیاهچه از خاک عمل تنک کردن در گلدان انجام شد. در پایان رشد رویشی یعنی حدود ٦٥ روز بعد از انتقال گیاهچه به گلدان، صفاتی مانند سطح برگ، ارتفاع گیاه، ماده خشک ریشه و اندام‌هوایی، مجموع طول ریشه و طول ریشه کلنی شده، درصد کلنی شدن پاسخ رشد میکوریزایی و... اندازه گیری شدند. سطح برگ از رابطه زیر برای هر گلدان جداگانه حساب شد:

$$A=L\times W\times ۰/۷۵$$

در این رابطه L: طول برگ (سانتی‌متر)، W: بزرگترین عرض برگ (سانتی‌متر) و A: مساحت کل برگ می‌باشد. برای سنجش وزن ماده خشک اندام‌هوایی و ریشه، قسمت های مختلف گیاه بعد از قطع در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ٤٨ ساعت در آون قرار گرفتند تا خشک شوند. همچنین از هر گلدان مقداری از ریشه تازه (۱۰گرم) جهت اندازه‌گیری طول ریشه و طول ریشه کلنی شده برداشته شد. برای محاسبه مجموع طول ریشه و طول ریشه کلنی شده ابتدا ریشه‌ها به طور کامل تمیز شسته شدند،

www.SID.ir

Archive of SID

سپس در محلول ۱۰ درصد KOH به مدت ٤٨ ساعت قرار گرفتند، بعد از خارج کردن از محلول با کاغذ خشک کن خشک شدند بعد در مورد تیمارهای با میکوریزا نیز ریشه ها در حدود ۳۰ تا ٤٥ دقیقه در محلول تری‌پن‌بلو رنگ‌آمیزی شدند. سپس مجموع طول ریشه و درصد طول ریشه کلنی شده به روش گیوانتی و موسیه (۱۹۸۰) با استفاده از میکروسکوپ و کلنی‌سنج محاسبه و مشخص شدند. در مورد سایر تیمارها نیز فقط طول ریشه اندازه‌گیری شد. پاسخ رشد میکوریزایی از رابطه بایون و همکاران ۱۹۹۳ استفاده گردید (١٦).

$$\text{تمایل میکوریزایی} = \frac{\text{وزن ماده خشک بدون تیمار میکوریزا- وزن ماده خشک با تیمار میکوریزا}}{\text{وزن خشک گیاهان بدون میکوریزا}} \times ۱۰۰$$

در نهایت جهت تجزیه و تحلیل صفات اندازه گیری شده از نرم افزارهای SPSS و Minitab استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان می دهد که اثرات نیتروژن، میکوریزا و سطوح مختلف آبیاری بر ارتفاع گیاه، ماده خشک اندام هوایی و ریشه، سطح برگ، طول ریشه و نسبت ریشه به ساقه بسیار معنی دار است. همچنین در مورد ارتفاع گیاه اثر متقابل سطوح آبیاری، نیتروژن - سطوح آبیاری، میکوریزا و در مورد ماده خشک اندام هوایی اثرات متقابل میکوریزا، نیتروژن- سطوح آبیاری، نیتروژن و سطوح آبیاری میکوریزا در سطح احتمال ۱ درصد و در خصوص ماده خشک ریشه برهمکنش میکوریزا، نیتروژن و سطوح آبیاری، میکوریزا در سطح احتمال ۱ درصد و سطوح آبیاری، نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۱). این روند در مورد سایر خصوصیات گیاه مانند سطح برگ، طول ریشه و نسبت ریشه به ساقه نیز مشاهده می‌شود که در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که این تیمارها بر فاکتو رهای ذکر شده بسیار موثر بوده‌اند. مقایسه میانگین ارتفاع گیاه و بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر آن نشان داد که ارتفاع گیاهان در تیمار با میکوریزا در مقایسه با تیمار بدون میکوریزا بیشتر بود همچنین با افزایش شدت تنش در تیمار با و بدون میکوریزا ارتفاع گیاه کاهش یافت. که البته تفاوت کمی بین دو تیمار I_1 و I_2 از این نظر وجود دارد (جدول ۲). همچنین با افزایش مصرف کود نیتروژن ارتفاع گیاه افزایش یافته است که البته سهم این افزایش در مورد دوتیمار N_1 و N_2 معنی دار نبوده است (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: تجزیه واریانس ارتفاع گیاه، ماده خشک اندام هوایی، ماده خشک ریشه، سطح برگ طول ریشه و نسبت ریشه به ساقه در ذرت هیبرید تحت شرایط تنش خشکی و مقادیر نیتروژن

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	ماده خشک اندام هوایی	ماده خشک ریشه g r	سطح برگ cm^2	طول ریشه cm	ریشه/ ساقه
تکرار	۲	۸۵/۷ ns	۲/۵ ns	۲/۱۵ns	۰/۳ns	٦۰۹۸ns	۰/۰۰۰۲ns
نیتروژن	۲	۸۱۲۵/۳**	٤۹۳۲/۹**	۲۳/۰۷**	۱٤٤۵۱/**	۱۰۹۷۵۰٤**	۰/۰٤۵
میکوریزا	۱	۱۰۱۷٦/۹**	۱۲۱٦۸**	۹۵۵/۳۲**	۱۵۷۵۳/۱**	۱٤٤۱۳۹۷۵**	۰/۰۲٤
سطوح آبیاری	۳	۷٤۹۵/۹**	۸۵۷۲/۸**	۹۵/۵۸**	٤۲٤۹۸/۲**	۹۱٦۱۲۸۵**	۰/۰۰٤۹
میکوریزا نیتروژن	۲	۲۳/٤ ns	۲۰۷/۱**	۳/٦٤**	۱۲۲۵/۳**	۲۹۲۵۷۷**	۰/۰۰۰۱
سطوح آبیاری نیتروژن	٦	۱۹۲/٤**	۵۱/٤**	۱/۰۷**	٤۷٦/۱**	۲۲۸۹٤۹**	۰/۰۰۰٤۹
سطوح آبیاری میکوریزا	۳	۳٦۲/٤**	۱٤٦/۱**	۳/٤۵**	۱۳۰/۲**	۳۷۹۰٦۹**	۰/۰۰۰۲
سطوح آبیاری میکوریزا نیتروژن	٦	٦۳ns	۱۱/٦**	**۱/۱۹	۱۱۳/۳**	۳۵۹۳۰*	۰/۰۰۰۰۹٦*
خطا	٤٦	۳۳/۵	۲/٤	۰/٤۲	۹/۵	۱۰۲۷۵	۰/۰۰۰۰۵٦

n.s، * و ** در هر ستون به ترتیب : بدون معنی، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

این یافته تأییدی بر پژوهش‌های محققینی دارد که بیان کردند، که افزایش مصرف کود نیتروژن می‌تواند موجب افزایش ارتفاع گیاه گردد (۷) و افزایش شدت تنش آب موجب کاهش ارتفاع ساقه می‌گردد (۱۳و۲۳). اما در مقایسه تیمار میکوریزا نسبت به تیمار بدون میکوریزا، افزایش۲۰ تا۳۰ درصدی در ارتفاع گیاه دیده شد. بالاترین ارتفاع گیاه مربوط به تیمارهای آبیاری مطلوب و مقدار ٤۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در تیمار با میکوریزا است که نسبت به تیمار مشابه و عدم وجود میکوریزا افزایش حدود ۳۳ درصدی را نشان می‌دهد. همچنین کمترین ارتفاع گیاه مربوط به مقدار نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود و تنش آب شدید (I_4) می‌باشد. همچنین اثر تنش خشکی بر ماده خشک هوایی و زمینی هم در تیمار با میکوریزا و هم در بدون میکوریزا معنی‌دار بود (جدول۲). اثر تیمار نیتروژن و اثرات متقابل نیتروژن، تنش آب و میکوریزا نیز معنی‌دار شد (جدول۳ و ٤). نتایج نشان داد که مقایسه تیمار با میکوریزا و تیمار بدون میکوریزا، میکوریزا هم از نظر ماده خشک هوایی و هم از نظر ماده خشک ریشه یک افزایش نسبی را نسبت به تیمارهای مشابه در تیمارهای بدون میکوریزا نشان می‌دهد. همچنین تنش ماده خشک در اندام هوایی و ریشه در هر تیمار با میکوریزا و شاهد کاهش داده است. البته اثر تنش خشکی بر مادهٔ خشک ریشه کمتر از وزن ماده خشک اندام هوایی است به طوری که ماده خشک اندام هوایی بر اثر تنش خشکی حدود ۵۰ درصد افت داشته در حالی‌که ماده خشک اندام زمینی حدود ۲۵ درصد کاهش را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٢: اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر ارتفاع گیاه، ماده خشک اندام هوایی، ماده خشک ریشه، سطح برگ، طول ریشه نسبت ریشه به ساقه در حضور یا عدم حضور میکوریز در ذرت هیبرید Ksc 704

سطوح آبیاری	میکوریزا	ریشه / ساقه	طول ریشه cm	سطح برگ cm^2	ماده خشک ریشه gr	ماده خشک اندام هوایی gr	ارتفاع گیاه cm
آبیاری مجدد ٢٥٪ آب قابل دسترس (I_1)	بدون میکوریزا (M_0)	٠/١٤f	٥٤١٢/٦b	١٧٧/٣c	١٢/٨٩d	٩٧/٧c	٧١/٢٢c
آبیاری مجدد ٤٥٪ آب قابل دسترس(I_2)		٠/١٤f	٥٠٣٦/٨d	١٧٧/٣٣d	١١/٩١١e	٦٤/٦٧e	٥٩/٢٢c
آبیاری مجدد ٦٥٪ آب قابل دسترس(I_3)		٠/١٥e	٤٠٠٩/٦f	١٠٨/٤٤g	٩/٧٥٦f	٦٤/٦٧g	٥٩/٢٢d
آبیاری مجدد ٨٥٪ آب قابل دسترس(I_4)		٠/١٦d	٣٨٦٣/١g	٨١/٨٩h	٧/٩٥٦g	٦٤/٦٧h	٣٣f
آبیاری مجدد ٢٥٪ آب قابل دسترس(I_1)	با مصرف میکوریزا (M_1)	٠/١٧c	٣٨٦٣/١a	٢٠٨/٦٧a	١٩/٣٨٩a	١١٦/٦٧a	١٠٦a
آبیاری مجدد ٤٥٪ آب قابل دسترس(I_2)		٠/١٧c	٦٠٠٧/٧a	٢٠٣/٤٤b	١٨/٨٣٣ab	١١٢/١١b	٩٥/٧٨b
آبیاری مجدد ٦٥٪ آب قابل دسترس(I_3)		٠/٢b	٥٢٧٩/٨c	١٤٥/٥٦e	١٨/١٥٦b	٩٢/٧٨d	٧٣/١١c
آبیاری مجدد ٨٥٪ آب قابل دسترسI_4		٠/٢١a	٤٥٧٨/٧e	١١١/٦٧f	١٤/٨٧٨c	٧٥/١١f	٥٢/٨٩e

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌دار ندارند (دانکن ٥٪)

همچنین با افزایش نیتروژن ماده خشک اندام هوایی به طور معنی داری افزایش یافته اما ریشه عکس‌العمل دقیقی نسبت به افزایش نیتروژن از خود نشان نداده است. این یافته تأییدی بر کار پژوهشگرانی دارد که در مقایسه تیمار با میکوریزا و عدم تلقیح با میکوریزا به ماده خشک بالاتری دست یافتند (١٧، ١٨و٢٢)، به نظر می‌رسد افزایش ماده خشک هوایی و ماده خشک زمینی در صورت تلقیح با میکوریزا در مقایسه با تیمارهای شاهد بدون تلقیح به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام گیاهی و همچنین افزایش فتوسنتز گیاه که منجر به ساخته شدن مواد فتوسنتزی بیشتر می‌شود باشد که این موضوع مورد تأیید سایر محقیق نیز می‌باشد (٣٧). در این پژوهش مجموع سطح برگ در تیمارهای با میکوریزا بیشتر از شاهد بود (جدول ٢)، همچنین نتایج نشان داد که افزایش تنش موجب کاهش شدیدی در سطح برگ شد (جدول ٢). با افزایش نیتروژن عمدتاً سطح برگ گیاه نیز افزایش پیدا کرد (جدول٣).

بر همکنش سطوح آبیاری و نیتروژن در حضور و یا عدم حضور میکوریزا نشان می‌دهد که در تیمارهای با میکوریزا مجموع سطح برگ بیشتر است. بین سطوح N_2 و N_3 از نظر سطح برگ تفاوت کمی وجود دارد (جدول ٤). ویرنات وگوگالا (١٩٩٥) از آزمایش مشابه‌ای اثر مثبت میکوریزا را در افزایش سطح برگ ذرت گزارش نمودند. همچنین نتایج تحقیقات دیگر محققان نشان می‌دهد که تنش خشکی موجب کاهش LAI و افزایش نیتروژن موجب افزایش LAI می‌گردد (٦ و ٨).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: اثر مقادیر نیتروژن بر ارتفاع گیاه، ماده خشک اندام هوایی، ماده خشک ریشه، سطح برگ، ریشه، نسبت ریشه / ساقه در حضور و یا عدم حضور میکوریزا در ذرت هیبرید Ksc 704

مقادیر نیتروژن از منبع اوره Kg/ha	میکوریزا	ارتفاع گیاه cm	ماده خشک اندام هوایی	ماده خشک ریشه gr	سطح برگ cm^2	طول ریشه cm	ریشه / ساقه
۱۵۰	بدون میکوریزا (M_0)	۳۸d	٦۰/۱۷f	۱۱/۸۹c	۱۰۵/۲۵e	٤٤۱۵/۲f	۰/۲۰ b
۳۰۰		٦۷/۷۵b	۷٤/٤۲e	۹/۲۳d	۱٤٦/۵c	٤٦۹۸/۵d	۰/۱۳ d
٤۵۰		٦۷/۷۵b	۸٤/۹۲c	۱۰d	۱٦۱/۵d	۱٦۱/۵d	۰/۱۳ d
۱۵۰	با مصرف میکوریزا (M_1)	۸۰/۲۵d	۸۰/۲۵d	۱۸/٤٤a	۱٤۳/۲۵e	۵۱٦٤/۲c	۰/۲۳ a
۳۰۰		۱۰٦/۲۵b	۸۰/۲۵b	۱۷/۲۵b	۱۷٤/۵۸b	۵٤۸۵/۲b	۰/۱٦ c
٤۵۰		۱۱۱a	۱۰٦/۲۵b	۱۷/۷۵b	۱۸٤/۱۷a	۵۷۷۷/۳a	۰/۱٦ c

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌دار ندارند (دانکن ۵۱۱٪)

مجموع طول ریشه در تیمارهای با میکوریزا بیشتر از شاهد بود (جدول ۲). مجموع طول ریشه در هر دو حالت با افزایش نیتروژن افزایش یافت. اما مجموع طول ریشه با افزایش شدت تنش کاهش پیدا کرد (جدول ۲). نتایج کار سایر محققین نیز نشان می‌دهد که مجموع طول ریشه در تیمارهای با میکوریزا بیشتر از بدون میکوریز است (۱٦ و۲۱). نسبت ریشه به اندام هوایی نیز نشان می‌دهد که در تنش خشکی وزن ریشه نسبت به وزن اندام هوایی کمتر تغییر می‌کند و به همین دلیل نسبت ریشه به ساقه افزایش می‌یابد (جدول ۲). همچنین نسبت ریشه به اندام هوایی در تیمار با میکوریزا در مقایسه با شاهد بیشتر است (جدول ۳،۲و٤). با افزایش کود نیتروژن طول ریشه افزایش یافته اما وزن ریشه کاهش یافته است (جدول ۳) که این نتایج کار با نتایج کار سایر پژوهشگران همخوانی دارد (۹ ، ۲۱و۳۸). جدول ۵ نشان می‌دهد که طول ریشه کلنی شده با افزایش نیتروژن افزایش می‌یابد اما با شدت تنش کاهش می‌یابد. درصد ریشه کلنی شده با افزایش شدت تنش کاهش می‌یابد در حالی که پاسخ رشد به میکوریزا با افزایش شدت تنش، افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج سایر محققین در این زمینه همخوانی دارد (۳۵ و ۳٦). نتیجه آن که نسبت ریشه به اندام هوایی، طول ریشه و درصد ریشه کلنی شده ذرت تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری قرار گرفت، به طوری که با افزایش شدت تنش خشکی طول ریشه و درصد ریشه کلنی شده کاهش یافت و در مقابل نسبت ریشه به اندام هوایی افزایش یافت. به طورکلی نتیجه پاسخ رشد به میکوریزا به افزایش شدت تنش خشکی مثبت بود. زیرا نسبت ریشه به اندام هوایی در تیمار میکوریزا نسبت به شاهد تحت تنش خشکی بیشتر شد. بنا براین می توان نتیجه گیری کرد که میکوریزا در شرایط تنش خشکی، ضمن تعدیل اثرات تنش خشکی می تواند گیاه را در برابر عوامل نا مساعد محیطی محفوظ نگه دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤: اثر مقادیر مختلف نیتروژن، سطوح مختلف تنش و حضور و یا عدم حضور میکوریز بر ارتفاع گیاه، ماده خشک اندام هوایی، ماده خشک ریشه، سطح برگ، طول ریشه، نسبت ریشه / ساقه

سطوح آبیاری	مقادیر نیتروژن	میکوریزا	ارتفاع گیاه	ماده خشک اندام هوایی gr	ماده خشک ریشه gr	سطح برگ cm^2	طول ریشه cm	ریشه / ساقه
	N_1		٤٩/٦٨ g	٨١g	١٥/٠٦d	١٤٤d	٥١٥٥/٧d	٠/١٩b
I_1	N_2	M_0	٨١cde	١٠١e	١١/٧٧f	٢٠٦b	٥٦٦٢b	٠/١١d
	N_3		٨٣cd	١١١d	١١/٨٣f	٢٠٦b	٥٤٣١c	٠/١١d
	N_1		٤٨/٣٣gh	٧٢/٣٣h	١٣/٥٠e	١٤٠d	٤٦٤١/٣f	٠/١٩b
I_2	N_2	M_1	٧٩/٣٣cde	٩١/٦٧f	١٠/٧٠g	٢٠٠b	٥٢١٥d	٠/١٢d
	N_3		٨٠cde	٩٩e	١١/٥٣f	١٩٢b	٥٢٥٤d	٠/١١d
	N_1		٣١/٦٧i	٥١/٣٣i	١٠/٨٣f	٨٠/٣٣g	٤٠٢٣g	٠/٢١b
I_3	N_2	M_1	٧٢/٣٣e	٦٥h	٨/٨٦h	١٤٠d	٣٩٩٣/٣g	٠/١٣c
	N_3		٧٣/٦٧de	٧٧/٦٧g	٩/٥٧g	١٠٥f	٤٠١٢/٣g	٠/١٢d
	N_1		٢٢/٣٣i	٣٦k	٨/١٧	٥٦/٦٧	٥١٣٨/٧g	٠/٢٣b
I_4	N_2	M_1	٣٨/٣٣i	٤٠j	٥/٦i	١٠٠f	٣٩٢٣/٧g	٠/١٤c
	N_3		٧٤cde	٥٢i	٧/١h	٨٩g	٣٨١٦/٣g	٠/١٣c
	N_1		١١٩a	٦٩e	٢٠/١٣a	١٧٣c	٥٤٨٤/٣c	٠/٢١b
I_1	N_2	M_1	١٢٥a	١٢٥b	١٩/١٣a	٢٢٠a	٦٢٣٤/٧a	٠/١٥c
	N_3		٧٢e	١٢٩a	١٨/٩٠b	٢٣٢a	٦٣٨٩/٣a	٠/١٤c
	N_1		١٠٥e	٩٠/٦٧e	١٨/٤٣b	١٧٠/٣٣c	٥٥٦٩/٣bc	٠/٢٠b
I_2	N_2	M_0	١٠٩/٦٧b	١٢٠/٦٧e	١٨/٥٠b	٢١٦a	٦٢٣٤/٧a	٠/١٥c
	N_3		٥٣fg	١٢٥b	١٩/٥٧a	٢٢٤a	٦٣١٦a	٠/١٥c
	N_1		٨٣cd	٧٦g	١٩/٤٧a	١٢٨e	٥٠٦٨/٧a	٠/٢٦a
I_3	N_2	M_1	٨٣/٣٣c	٩٨/٣٣e	١٧/٣٧c	١٤٨d	٥٠٥٠/٧e	٠/١٧c
	N_3		٣٩/٦٧hi	١٠٤d	١٧/٦٣c	١٦٠c	٥٧٢٠b	٠/١٧c
	N_1		٣٩/٦٧hi	٥٨/٣٣h	١٥/٧٥d	١٠١/٦٧f	٤٥٣٤/٣f	٠/٢٧a
I_4	N_2	M_1	٥٩/٦٧hi	٨١g	١٤e	١١٣e	٧/٤٥١٧f	٠/١٧c
	N_3		٥٩/٣٣	٨٦f	١٤/٩٠ e	١٢٠/٣٣e	٤٦٨٤f	٠/١٧c

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٥٪ ندارند

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵: اثر مقادیر مختلف نیتروژن و سطوح مختلف تنش بر درصد ریشه کلنی شده، طول ریشه کلنی شده و پاسخ رشد میکوریزایی در گیاهان میکوریزایی

سطوح آبیاری	پاسخ رشد میکوریزایی	طول ریشه کلنی شده	درصد ریشه کلنی شده	مقادیر نیتروژن
	۰/۱۸	٤۲۷٦	۷۸	N_1
I_1	۰/۲۳	٤۸۲٤	۷۷	N_2
	۰/۱۸	۵۰۰۲	۷۸	N_3
	۰/۲۵	٤۰۰۹	۷۲	N_1
I_2	۰/۳۱	٤٤۱۸	۷۱	N_2
	۰/۲٦	٤۵٦۷	۷۲	N_3
	۰/٤۸	۲٤۸۳	٤۹	N_1
I_3	۰/۵۳	۲۳۹۵	٤۸	N_2
	۰/۳۵	۲۷٤۲	٤۸	N_3
	۰/٦۱	۱۸۷٤	٤۲	N_1
I_4	۰/۸٦	۱٦۳۳	٤۱	N_2
	۰/٦٦	۱۸۲۸	٤۱	N_3

منابع

۱-فاجریا، ان کا. ۱۳۷٤. افزایش عملکرد گیاهان زراعی ترجمه هاشمی دزفولی، ا. عوض کوچکی وم. بنایان اول انتشارات جهاد دانشگاهی ۲۷۸ صفحه.

2- Armstrong, R. D., Helyar, K. R. and Christie, E.K. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in semi-arid pastures of South-West Queensland and their effect on growth responses to phosphorus Australian Journal of Agricultural Research 43: 1143-1155.

3- Auge, R. M., Schekel and K. A. Wample Rl. 1986. Greater leaf conductance of well-watered VA mycorrhizal rose plants is not related to phosphorus nutrition. New phytol. 103: 107-116.

4-Auge, R. M. Schekel and K. A. Wample Rl. 1987. Rose leaf elasticity changes in response. To mycorrhizal colonization and drought acclimation physiol. Plant journal.70: 175-182.

5-Auge, R. M. Stodola, J. W. tims. And J. E. Saxton AM. 2001. Moisture retention properties of a mycorrhizal soil. Plant soil 230: 87-97.

6- Bannes, D. L. and O. G. Wooley. 1969. Effect of moisture stress at different stages of growth. I comparison of a single-eared and a two-eared corn hybrid Agronomy .journal. 61: 788-790.

7- Bobinson, R. G. 1978. Production and culture. In: sun flower science and technology. Carter J.F. (ed) sevies Na 19. AM. Soc Agron. Madison. W.I, USA.PP 89-134.

8- Bennett, J. M. J. W. Jones. B. zur. and L. C. Hammond. 1986. Interaction effects of nitrogen and water stresses on water relations of field-grown corn leaves. Agron. Journal. 78: 273-280

9- Clark, R. B. and S. K. zeto. 1996. Iron acquisition by mycorrhizal maize grown on Alkaline soil. journal of plant nutrition 19 (2):247-264

10- Davies, Jr. F. T., Powter.J. R. and lindermna. R. G. 1992. Mycorrhizal and repeated drought exposure affect drought resistance and extraradical hyphae development of pepper plants independent of plant size and nutrient content. Journal of plant physiology 139: 289-294.

11- Davies, Jr. F. T., Puryear. J. D., newton, R. J., Egill, J. N. and Jrossi. Ja. S. 2001. Mycorrhizla fongi enhance accumulation and tolerance of chromium In sunflower. Journal of plant physiology 158: 777-786.

12- Dell Amico J.toriecillas A., rodriguez P., Morte, A. and Sanchez-Blanco mj. 2002. Responses of tomato pelants associated with the arbuscular Mycorrhizla fungus Glomus clarum during drought and recovery. Journal.Agric.Sci 138:387-393.

13- Denmead, O.T. and R. H. show. 1960. Evapotranspriation in relation to the development of the corn crop. Agron. Journal. 51: 725-726.

www.SID.ir

Archive of SID

14- Dhillon, S. S., Vidiella, P. E., Aquilera. E. Friese, C. F., De leon, E. Armesto, J. J. and zak, J. C. 1995. Mycorrhizal plants and fungi in the fog-tree pacific caastal desert of chile. Mycorrhiza 5: 381-386.
15- Eck, H. V. 1984. Irrigated corn yield response to nitrogen and ater. Agron. Journal. 76: 421-428.
16- Faber BA. Zasoski Rj.Mjnns DN. Schakel K. 1991. A method for measuring hyphal uptake in mycorrhizal plants. Candian.Journal.Botany 69: 87-94.
17- Gaur, A. and A. Adholey. 2000. Mycorrhizal inoculation of five tropical fodder crops and inoculum production in marginal soil amended with organic matter. Biological fertiizersl soils 35: 214-218.
18- Gavito, M. E. and M. H. Miller. 1998. Early phosphorus nutrition, mycorrhizae development, dry matter partitioning and yield of maize Plant and soil 2: 177-186.
19- Jakobsem, I., L. K. Abbott and A. D. Robson. 1992. External hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi associated with trifolium subterraneum. L. 1. Spread of hyphae and phosphorus inflow inflow roots.New phytol. 120:371-380.
20- Kaya, C., Higgs. D. and Kirnak H. tas l. 2003. Mycorrhizal Colonization improves fruit yield and water use efficiency in water melon grown under well-watered and water stressed condition. Plant soil 253 (2):287-290.
21- Khaliq, A. and F. E. Sanders. 1997. Effects of phosphorus Application and vesicular arbusicular mycorrhizal inoculation on The Growth and phosphorus Nutrition of maize. Journal of plant nutrition, 20(11):1607-1616.
22- Liu, a. c. Hamel and Bl. Ma. 2000. Acquistion of cu.zn.mn and fe by mycorrhizal maize. grown in soil at different p and micronutrient levels: Mycorrhiza 9: 331-336.
23- Lopez-Sanchez, M. E. and Hornubia. M. 1992. Seasonal variation of vesicular-arbuscular mycorrhizae in eroded soils from southern spain. Mycorrhiza 2: 33-39.
24- Marschner, H1995. Mineral nutration of higher plants. Academic press. London.448.pp
25- Mckersie, B. D. and Y. Y. Leshem. 1994. Stress and stress coping in cultivated plants. Kluwer Academic publishers. Dordrecht. The Nether lands
26- Nadian, H. S. E. Smith, A. M. Alston and R. S. Murray. 1996. The effect of soil compaction on growth and p uptake by trifolrum subterranum plant soil 182: 39-49.
27- Pesarakli, M. 1995. Handbook of plant and crop physiology united stattes of America publisher. 1004 p
28- Quilambo, OA. 2000. Functioning of peanut under nutrient deficiency and drouyht stress in relation to symbiotic associared. P h D Thesis university of Groningen. The Netherlands.
29- Ruiz-lozano JM, Azcon R. 1996. Mycorrhizal colonization and drought stress as factors affecting nitrate reductase activity in leltuce plants. Agric. Ecosys. Envocon. 60: 175-181.
30- Ruiz-lozano JM, Azcon R. Gomcz M. 1996a. Alleviation of salt stress by arbuscular Mycorrhizal Glomus Species in Lactuca Sativa plnts. Physiol. Plant journal. 98: 767-772.
31- Ruiz-lozano JM. Azcon R. plama. JM. 1996. Superoxide dismutase activity in arbuscular mycorrhizal lactuca sativa plants subjected to drought stress. New phytol. 134: 327-333.
32- Sanders LR, Koide RT. 1994. Nutrient acquisition and community structure in co-occuring mycotrophic and non-mycotrophic old-field annuals. Funct. Ecol. 8: 77-84.
33- Sanchez-Diaz M. Honrubia M. 1994. Water relations and alleviation of drought stress in mycorrhizal plants. In lmpact of Arbuscular mycorrhizas on sustainable Agriculture and Natural Ecosystems PP 167-168. Birkhauser verlag Basel. Switzerland
34- Stocker, O. 1986. Physioloyical and morphological changes in plant due to water deficiency. Agron.Journal. 65: 63-74.
35- Shawn, M., kaeppler. J. L., parke. S. M., Muller. L. S., charles stuber and william f. tracy. 2000. Variation among maize inbred lines and Detection of Quantitative trait for Growth at low phosphoros and responsiveness to Arbuswlor Mycorrhizal fungi. Crop science.vol 40-358-364.
36- Sylvia, D. M. L. C. hammond, J. M. Bennett and S. B Linda. 1993. Field response of maize to a vam fungus and water manegment.Agron. Journal.85:193-198.
37- Vamerali, T. M. saccomani, S. Bona, G. Mosca, M. guarise and A. Ganis. 2003. A comparison of root characteristics in relation to nutrient and water stress in tow maize hybrids plant soil 255-157-167.
38- Virant, klun.I. and N. Gogala. 1995. Impad of vam on phosphorus nutrition of maize with low soluble phosphate fertilization. Journal of plant nutrition.18(9)-1815-1823.
39- Wienhold, B. J. T., P. trooien and G. A. Reichman. 1995. Yield and nitrogen use effeciency of Irrigated corn in The northern Great plans. Agron. Journal. 87: 842-84.

www.SID.ir