نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹، ص ۳۲۳-۳۱۵

Journal of Plant Protection
Vol. 24, No. 3, Fall 2010, p. 315-323

تاثیر دو گونه قارچ میکوریزآربوسکولار بر گره زایی ریشه و میزان جذب برخی عناصردر گیاه سویا تحت شرایط تنش شوری

شکوفه انتشاری[1*] - فائزه حاجی هاشمی[2]

تاریخ دریافت:۸۸/۹/۹
تاریخ پذیرش:۸۹/۹/۲

چکیده

گیاهان در طول رشد و نمو خود در معرض عوامل تنش‌زای محیطی قرار دارند. یکی از مهمترین این تنش‌ها، تنش شوری است که می‌تواند رشد و تولید محصول را محدود سازد. رشد گیاهان در شرایط تنش شوری ممکن است از طریق تغییرات پتانسیل اسمزی در اثر کاهش پتانسیل آب در محیط ریشه، تأثیر یونهای ویژه در فرآیندهای، متابولیکی کاهش یابد. همزیستی گیاهان با قارچ‌های میکوریزآربوسکولار در خاک های شور، می‌تواند روی عملکرد و شاخص های رشدی گیاه مؤثر باشد. هدف از این مطالعه، بررسی تاثیر قارچ‌های میکوریزآربوسکولار بر میزان تحمل گیاه سویا بر شرایط تنش شوری است. در این مطالعه، گیاهان میکوریزایی و غیرمیکوریزایی با از طریق آبیاری با محلول ۰/۱ درصد، ۰/۲ درصد و ۰/۳ درصد کلرید سدیم هر هفته تیمار شدند. تیمار میکوریزایی در ۴ سطح شامل تیمار فاقد میکوریز، تیمار تلقیح شده با گونه *Glomus mosseae* (M_1)، تیمار تلقیح شده با گونه *Glomus intraradices* (M_2) و تیمار تلقیح شده با مخلوط هر دو قارچ (M_3) بود. آزمایش در قالب طرح بلوک تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری تفاوت معنی‌داری را در شاخص های کلنیزاسیون میکوریزایی، گره‌زایی، بیوماس گره ها،مقادیر آهن، نیتروژن و مس بین تیمارها در سطوح مختلف شوری نشان داد ($P \leq ٪۵$). تیمارهای میکوریزایی در اکثر سطوح شوری، کاهش معنی‌داری در اسپورزایی مشاهده شد. نتایج نشان داد که قارچ میکوریز با افزایش جذب عناصر، کمک به گره‌زایی و نیز افزایش تنظیم کننده‌های اسمزی، رشد گیاه را در شرایط تنش شوری بهبود می‌بخشد.

واژه های کلیدی: سویا، تنش شوری، قارچ میکوریز آربوسکولار، گره زایی

مقدمه

اهمیت گیاهان خانواده حبوبات در حاصلخیزی خاک از ۶ هزار سال قبل که مصریان آنها را در تناوب کشت خود قرارمی دادند، روشن بوده است. حبوبات بعد از تیره کاسنی، تقریبا دومین تیره مهم گیاهان گلدار می باشند (۳). براساس گزارش سازمان خوار و بار جهانی، سطح زیر کشت حبوبات در سال ۱۹۹۰ حدود ۷۰ میلیون هکتار بوده است (۱۸). حبوبات پس از غلات به عنوان دومین منبع غذایی بشر عمده ترین منبع پروتئین گیاهی به شمار می آیند (۵).

سویا برای رشد به فسفر زیادی نیاز دارد و تقریبا ۸۰ درصد فسفر و ۹۰- ۶۰ درصد پتاسیم مورد نیاز در ۳۰ روز آخر دوره رشد گیاه جذب می‌شوند (۶). قارچ‌های میکوریز آربوسکولار با کلنیزاسیون ریشه گیاهان میزبان سبب بهبود جذب مواد معدنی بویژه فسفر شده (۱۱،۷و۳۱) و پس از فتوسنتز منابع کربنی را از گیاه دریافت می کنند. اهمیت این قارچها در اکثر اکوسیستم ها به واسطه فوائدی نظیر افزایش رشد، مقاومت به عوامل بیماریزای خاکزاد، حفظ خاکدانه ها و نیز بهبود چرخه میکربی و مواد غذایی در خاک است. در زمان فقر مواد غذایی احتمالا قارچ های میکوریز آربوسکولار نقش قابل توجهی را ایفا می‌کنند. و سبب تسریع در چرخه مواد می شوند (۲۱). ریشه حبوبات در اغلب خاکها رشد کرده و به طور همزمان با ریزوبیومهای مولد گره و نیز قارچهای میکوریز آربوسکولار رابطه همزیستی برقرارمی کنند (۱۳).

یکی از اساسی ترین مشکلات در برقراری همزیستی گیاهان با میکروارگانیسم ها تنش شوری است. از جمله دلایل آسیب نمک در گیاهان، عدم تعادل کاتیونها و آنیونهای ضروری و تغییر در ظرفیت نگهداری آب و نیز سمیت حاصل از غلظت زیاد یونها است. کلرور سدیم در غلظت کم می تواند برای رشد باکتری و گیاه مفید واقع

۱- استادیار گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور نجف آباد
(*- نویسنده مسئول: Email: Sh-enteshari@yahoo.com)
۲- مدرس گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور نجف آباد

شود. در عین حال تراکم آن برای گیاه مضر بوده و باعث کاهش تعداد گره های ریزوبیومی می شود (۳).

مشکل اصلی گیاه در محیط شور این است که از یک سو، چون پتانسیل اسمزی محیط بسیار پائین می باشد، مواد اسمزی باید به حد بالایی انباشته شوند تا شیب پتانسیل آبی ایجاد گردد و بدین ترتیب حرکت آب به درون گیاه تسهیل شود، اما از سوی دیگر، غلظت یون ها در سیتوپلاسم سلولی به سطح سمیت می رسد (۱۵).

کاهش رشد ناشی از تنش شوری به دلیل کاهش جذب مواد غذایی است که دلیل آن رقابت کلرور سدیم با یون های غذایی از جمله یون پتاسیم می باشد. بررسی مطالعات نشان داده است که علت اصلی کاهش رشد ناشی از تنش شوری، دشواری در جذب مواد غذایی معدنی به علت رقابت با سدیم است. نمک های سدیم تولید ماده خشک، مقدار منیزیم، کلسیم و پتاسیم برگ را کاهش می دهند (۱۹).

از طرفی کلرور سدیم شدت فتوسنتز را در گیاهان زراعی نظیر پنبه و لوبیا کاهش می دهد. کاهش فتوسنتز ناشی از تنش شوری به دلیل بازدارندگی از فسفریلاسیون نیست زیرا کلرور سدیم فسفریلاسیون چرخه ای را تحریک می کند، تنش شوری باعث انباشتگی مواد حدواسط مسیر گیلیکولات شده و نیز میزان تثبیت دی اکسید کربن و فعالیت آنزیم PEP کربوکسیلاز را کاهش می دهد.

نمک های کلرور سدیم میزان تنفس را در بسیاری گیاهان زراعی نظیر پنبه و گندم و به طور کلی گلیکوفیت ها کاهش می دهند. اثر تنش شوری برمیزان تنفس ممکن است ناشی از اثرات ناسازگار آن بر اجزای تنفسی باشد. در ریشه های گندم، در تنفس با فعال شدن سیستم انتقال پمپ سدیم- پتاسیم غشای پلاسمایی و نیز اثر مستقیم یون سدیم بر زنجیره تنفسی همراه است (۲۴). گیاهان رشد یافته در محیط شور، یون ها را به نسبت های مختلفی از محیط جذب می کنند. این اختلاف در مقدار و ترکیب یونی سلول های گیاهی تغییراتی را در سیستم متابولیسمی از جمله در سیستم آبگیری پروتئین ایجاد می کند (۳۲).

قارچهای میکوریز آربوسکولار دارای رابطه همزیستی با ریشه اکثر گیاهان می باشند و در جذب مواد غذایی به ویژه عناصر کم تحرک در خاک موثر می باشند. این قارچها علاوه بر افزایش جذب مواد غذایی معدنی در گیاه، می توانند سبب تحریک مواد تنظیم کننده رشد، افزایش فتوسنتز، بهبود تنظیم فشار اسمزی در شرایط خشکی، افزایش مقاومت به تنش های محیطی نیز شوند (۲). رابی و المدنی (۲۷) بیان داشتند که قارچهای میکوریز آربوسکولار گیاهان را در برابر اثرات مضر نمک محافظت می کنند.

در این پژوهش اثر قارچهای میکوریزآربوسکولار بر کاهش اثرات تنش شوری و جذب برخی عناصر در گیاه سویا مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش ها

در این بررسی ۶ بذر سویا (*Glycine max(L.*. پس از ضدعفونی در هر گلدان پلاستیکی (در کل ۴۸ گلدان) با ارتفاع ۱۱ سانتیمتر و با حجم ۱/۵ کیلوگرم خاک کشت شدند.

جدول۱ - تیمارهای اعمال شده در آزمایش

تیمار	کد تیمار	نوع تیمار
۱	Control	شاهد بدون تلقیح میکوریز و تیمار شوری
۲	M1	تلقیح قارچ *Glomus mosseae* بدون تیمار شوری
۳	M2	تلقیح قارچ *Glomus intraradices* بدون تیمار شوری
۴	M3	تلقیح قارچهای *Glomus intraradices*و *Glomus mosseae* بدون تیمار شوری
۵	S1	۰/۱ درصد تیمار شوری
۶	S2	۰/۲ درصد تیمار شوری
۷	S3	۰/۳ درصد تیمار شوری
۸	M1S1	تلقیح قارچ *Glomus mosseae* و تیمار شوری ۰/۱ درصد
۹	M2S1	تلقیح قارچ *Glomus intraradices* و تیمار شوری ۰/۱ درصد
۱۰	M3S1	تلقیح قارچهای *Glomus intraradices*و *Glomus mosseae* و تیمار شوری ۰/۱ درصد
۱۱	M1S2	تلقیح قارچ *Glomus mosseae* و تیمار شوری ۰/۲ درصد
۱۲	M2S2	تلقیح قارچ *Glomus intraradices* و تیمار شوری ۰/۲ درصد
۱۳	M3S2	تلقیح قارچهای *Glomus intraradices*و *Glomus mosseae* و تیمار شوری ۰/۲ درصد
۱۴	M1S3	تلقیح قارچ *Glomus mosseae* و تیمار شوری ۰/۳ درصد
۱۵	M2S3	تلقیح قارچ *Glomus intraradices* و تیمار شوری ۰/۳ درصد
۱۶	M3S3	تلقیح قارچهای *Glomus intraradices*و *Glomus mosseae* و تیمار شوری ۰/۳ درصد

ویژگی خاک مورد استفاده شامل بافت خاک لومی–شنی، میزان هدایت الکتریکی ۴۸۳میکروزیمنس، اسیدیته ۷/۲، درصد کربن آلی ۰/۱۱، میزان فسفر ۴۱/۱ میلی گرم بر کیلوگرم، میزان پتاسیم ۵۱۱ میلی گرم بر کیلوگرم و دارای نیتروژن کل ۰/۰۴۸ درصد بود. گلدانها در اتاق رشد با دوره نوری ۱۶ ساعت نور و دمای روزانه ۲± ۲۷ درجه سانتیگراد و ۸ ساعت تاریکی و دمای شبانه ۲± ۲۳ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. شدت نور در سطح گیاه ۱۱۰۰۰ لوکس بود. این تحقیق در ۱۶تیمار هر یک دارای ۳ تکرار مطابق جدول۱ می باشد.

هر گلدان بعد از گذشت یک ماه تنک شد و سه بوته در هر گلدان نگهداشته شد. جهت اعمال تیمار شوری، محلول کلرید سدیم با غلظت های ۰/۰۱ درصد، ۰/۲ درصد، ۰/۳ درصد تهیه و بعد از اینکه گیاهان به مرحله دو برگی رسیدند تیمار شوری در آنها اعمال شد. به۱۲ گروه از گلدان ها جهت تیمار میکوریزایی، مقدار ۲۰ گرم خاک حاوی اسپور قارچ میکوریز مربوط به کشت تله از دو گونه *Glomus mosseae, Glomus intraradices* تکثیر شده به روش کشت تله در مرحله کاشت به خاک تلقیح شد.

پس از گذشت ۸۰ روز گیاهان برداشت شده و میزان فسفر قابل دسترس خاک به روش اولسون (۱۷) در تمام تیمارها بعد از کشت ثبت گردید.

جدول۲- ترکیب محلول غذایی بدون ازت

نوع ماده	غلظت (گرم بر لیتر)	نوع ماده	غلظت(گرم بر لیتر)
FeEDDHA	۱۶/۶۷	$CaSo_4.2H_2O$	۱/۰۳۳
H_3BO_3	۱/۴۳	$MgSo_4.7H_2O$	۰/۴۹۳
$MnSO_4.4H_2O$	۱/۰۲	KH_2PO_4	۰/۲۷۹
$ZnSO_4.7H_2O$	۰/۲۲	K_2SO_4	۰/۰۲۳
$CuSO_4.5H_2O$	۰/۰۸	K_2HPO_4	۰/۱۴۵
$CoCl_2.4H_2O$	۰/۱	$CaCl_2$	۰/۰۵۶
$Na_2MoO_4.2H_2O$	۰/۰۵		

میزان کلنیزاسیون میکوریزایی ریشه به روش راجاپاکز و میلر (۲۸)، میزان گره زایی ریشه در نمونه تازه و مقدار ازت کل به روش کجدال[1]، مقدار کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری (۱۶) و مقدار عناصر کم مصرف مس، منگنز و آهن با روش جذب اتمی (۲۶) در توده خشک گیاهی اندازه گیری شد. این تحقیق گلخانه ای در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شده و تجزیه و تحلیل آماری داده ها با نرم افزار SPSS و Excell صورت گرفت. به منظور تامین عناصر غذایی لازم برای رشد گیاه هفته ای یکبار گیاهان با محلول غذایی بدون ازت(جدول۲) مورد تغذیه قرار گرفتند (۲).

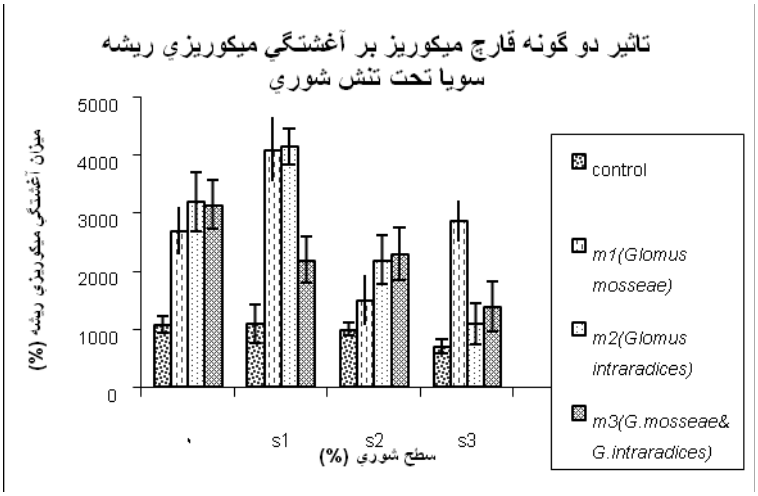
نتایج

نتایج حاصل از بررسی کلنیزاسیون میکوریزایی در نمودار۱ آمده است. در این نمودار تفاوت معنی‌داری ($P \leq ٪۵$) بین گیاهان میکوریزایی و غیر میکوریزایی در محیط فاقد تنش شوری مشاهده گردید. در سطح شوری S1 و S تفاوت معنی‌داری بین گیاهان میکوریزایی و غیر میکوریزایی مشاهده گردید که نشان دهنده تاثیر مثبت قارچ میکوریز در میزان کلنیزاسیون کل می‌باشد.تصویر آربوسکول قارچ میکوریزدر ریشه گیاه سویا در شکل ۱نشان داده شده است. تفاوت معنی‌داری ($P \leq ٪۵$) نیز بین گیاهان میکوریزایی در شرایط بدون تنش شوری و گیاهان آغشته به میکوریز در سطح شوری S3 وجود داشت که نشان دهنده تاثیر منفی شوری بر میزان کلنیزاسیون میکوریزایی بود.

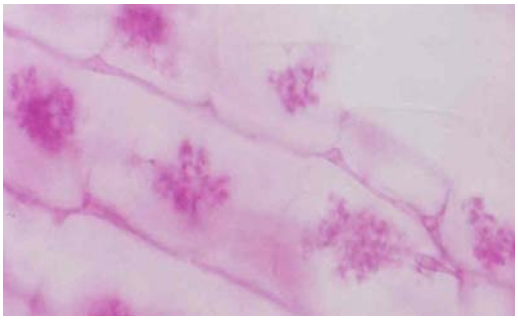
نتایج حاصل از بررسی بیوماس گره های روی ریشه و تعداد گره ها در نمودار ۲ نشان داده شده است. با توجه به نمودار، تفاوت معنی‌داری در بیوماس و تعداد گره‌ها بین گیاهان غیرمیکوریزایی تحت تیمار تنش و تیمار شاهد مشاهده گردید که نشان دهنده تاثیر منفی تنش شوری روی گره‌زایی می‌باشد. در سطح شوری S1، S2 و S3تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد بین گیاهان تلقیح شده با گونه *Glomus mossoae* و گیاهان فاقد میکوریز مشاهده گردید که نشان‌دهنده تاثیر مثبت کلنیزاسیون میکوریزایی در گره‌زایی است. تاثیر گونه *G. mossoae* بر گره زایی در ریشه در مقایسه با تیمار تلقیح شده با گونه *G. intraradices* و نیز تیمار تلقیح توسط هر دو گونه قارچی به مراتب بیشتر بود($P \leq ۰/۰۵$). بیوماس گره همبستگی مثبتی با تعداد گره ($r=۰/۷۰۵$ ، $P \leq ۰/۰۱$) نشان داد.

نتایج حاصل از بررسی میزان آهن و مس موجود در گیاه در نمودار ۳ نشان داده شده است که نشان می دهد میزان عناصر آهن و مس در گیاهان تحت تنش شوری تفاوت معنی داری در سطح ۹۵ درصد با سایر تیمارها دارد و قارچهای میکوریز به طور معنی داری میزان عناصر آهن و مس در گیاهان تحت تنش شوری را افزایش می دهند. با این وجود در سطح ۹۵ درصد قابلیت دو گونه قارچ میکوریز در افزایش جذب عناصر آهن و مس در گیاهان تحت تنش شوری تفاوت معنی داری نشان نداد.

1- Kjedal

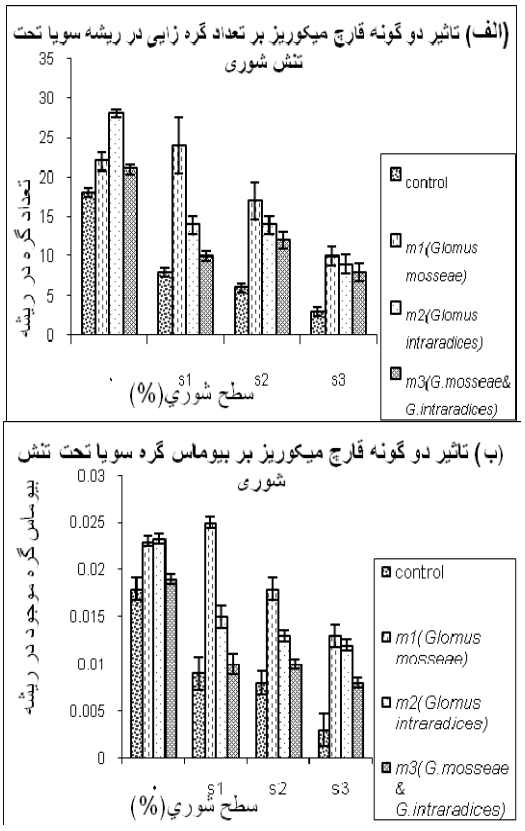


نمودار۱- میزان کلنیزاسیون ریشه گیاه سویا بدون تیمار و همراه با تیمار میکوریزایی و شوری. خطوط عمودی بالای هر ستون خطای معیار (SE) اندازه گیری شده با حدود اطمینان ۹۵٪ و ستونها میانگین ۳ تکرار است. control: گیاه بدون تیمار میکوریزایی، M_1: گیاه تلقیح شده با گونه *G. mossoae*، M_2 : گیاه تلقیح شده با گونه*G. intraradices* ، M_3: گیاه تلقیح شده با گونه های*G. mossoae* و *G. intraradices*.

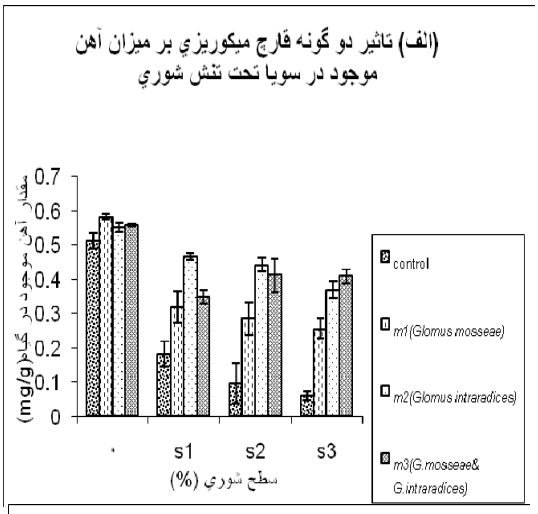


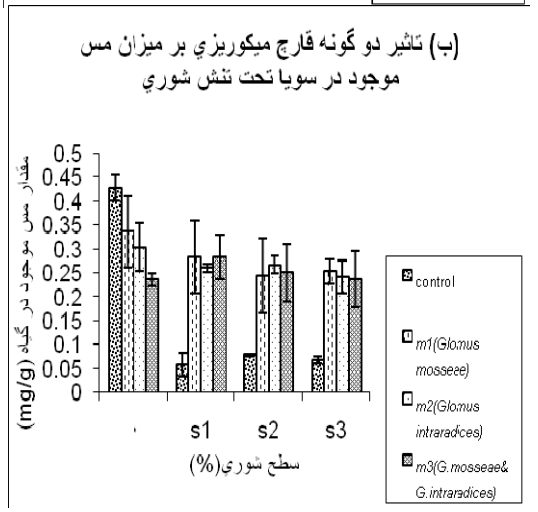
شکل۱- تصویری از آربوسکول قارچ میکوریزدر ریشه گیاه سویا

نتایج حاصل از بررسی میزان منگنز و نیتروژن موجود در گیاه در نمودار ۴ نشان داده شده است. با توجه به نمودار میزان منگنز موجود در گیاهان در تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری در سطح ۹۵٪ ندارد، اما در تیمارهای شوری اعمال شده، جذب این عنصر در گیاه کاهش نشان می دهد. نتایج اندازه گیری نیتروژن موجود در گیاه نشان می دهد که قارچ میکوریز توان بالایی در افزایش جذب نیتروژن موجود در گیاه دارد در حالی که سطوح شوری مختلف در این تحقیق باعث کاهش میزان نیتروژن موجود در گیاه می شود. قارچهای میکوریز تا حدودی اثر کاهش نیتروژن موجود در گیاه تحت تنش شوری را کاهش داده اند اما این کاهش در سطح ۹۵٪ معنی دار نیست.

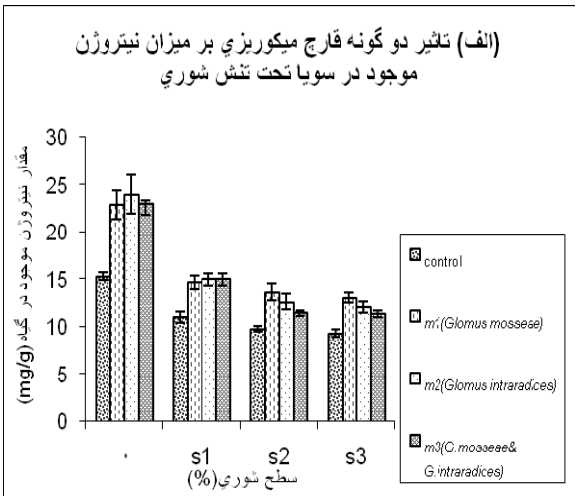


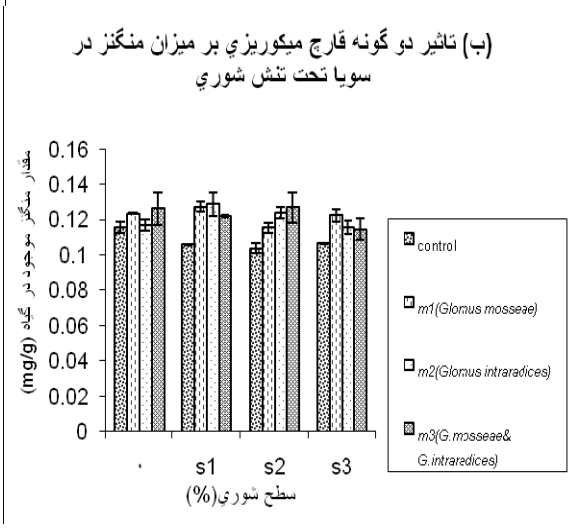
نمودار۲-تعداد گره موجود در ریشه گیاه سویا(الف) بیوماس گره در ریشه گیاه سویا(ب) بدون تیمار و همراه با تیمارهای میکوریز و شوری. خطوط عمودی بالای هر ستون خطای معیار (SE) اندازه گیری شده با حدود اطمینان ۹۵ درصد و ستونها میانگین ۳ تکرار است. control: گیاه بدون تیمار میکوریزایی، M_1: گیاه تلقیح شده با گونه *G. mossoae*، M_2 : گیاه تلقیح شده با گونه*G. intraradices* ، M_3: گیاه تلقیح شده با گونه های *G. mossoae*و *G. intraradices*.





نمودار۳-میزان آهن (الف) و میزان مس(ب) موجود در گیاه سویا بدون تیمار و همراه با تیمار میکوریز و شوری. خطوط عمودی بالای هر ستون خطای معیار (SE) اندازه گیری شده با حدود اطمینان ۹۵ درصد و ستونها میانگین ۳ تکرار است. control: گیاه بدون تیمار میکوریزایی، M_1: گیاه تلقیح شده با گونه *G. mossoae*، M_2: گیاه تلقیح شده با گونه *G. intraradices* ، M_3: گیاه تلقیح شده با گونه های *G. mossoae* و *G. intraradices*.





نمودار٤- میزان نیتروژن (الف) و میزان منگنز (ب) موجود در گیاه سویا بدون تیمار و همراه با تیمار میکوریز و شوری. خطوط عمودی بالای هر ستون خطای معیار (SE) اندازه گیری شده با حدود اطمینان ۹۵ درصد و ستونها میانگین ۳ تکرار است. control: گیاه بدون تیمار میکوریزایی، M_1: گیاه تلقیح شده با گونه *G. mossoae*، M_2: گیاه تلقیح شده با گونه *G. intraradices*، M_3: گیاه تلقیح شده با گونه های *G. mossoae* و *G. intraradices*.

بحث

نتایج به دست آمده در این تحقیق، اهمیت نقش باکتری و قارچ میکوریز آربوسکولار را در کاهش تنش شوری در گیاه سویانشان می‌دهد. بررسی نتایج به دست آمده نشان داد که گیاهان میکوریزایی نسبت به گیاهان غیرمیکوریزایی به میزان کمتری تحت تاثیر تنش شوری قرار می‌گیرند. گیاهان مکانیسم‌های مولکولی و بیوشیمیایی متعددی در مقابله با تنش شوری دارا می باشند. اثرات مفید قارچهای میکوریز در رشد گیاه تحت شرایط شور در گونه‌ها و خانواده‌های مختلف گیاهی به اثبات رسیده است (۱۴).

در پژوهش حاضر، دو گونه مختلف از قارچ میکوریز به عنوان مایه تلقیح مورد استفاده قرار گرفت. با این وجود، واکنش هر کدام از این دو قارچ در تعدیل تنش شوری متفاوت بود که نشان دهنده واکنش مختلف گونه های قارچی در شرایط یکسان است. پژوهش‌های دیگر نیز کارآیی گونه‌ها و سویه‌های مختلف قارچ میکوریز آربوسکولار را در شرایط شور نشان می‌دهند (۱۴).

بقاء و موقعیت گیاهان تحت شرایط شوری، مستلزم انتقال بهتر آب از طریق ریشه و سیستم آوندی مناسب و دارا بودن ساز و کارهای ترشح و انتقال عناصر غذایی به قسمت‌های هوایی گیاه و همچنین

تحمل به خشکی(بی آب شدگی)[1] می‌باشد. گیاهان زراعی به جز تعداد کمی از آنها در غلظت‌های پایین نمک در اطراف ریشه‌ها دارای بهترین رشد می باشند. افزایش غلظت نمکها (Na^+، Cl^-) در محلول خاک سبب بروز عوامل زیر می شود:

۱- کمبود آب (تنش خشکی): کاهش آب و دستیابی به مواد غذایی به دلیل افزایش فشار اسمزی محلول خاک. این پدیده موجب کاهش رشد، کمبود مواد غذایی و پژمردگی گیاه می‌گردد.

۲- سمیت یونی: جذب زیاد Na^+ و Cl^- عملکرد غشاء سلول و متابولیسم سلولی را با کاهش فعالیت آنزیمی تحت تاثیر قرار می‌دهد که منجر به مهار رشد، صدمه به برگ درختان، کلروز حاشیه ای و نکروز روی برگ بالغ می‌گردد.

۳- عدم تعادی یونی: رقابت یونی، جذب، انتقال و توزیع عناصر غذایی مانند K، Mg، Ca، Pو N را کاهش می‌دهد و موجب کمبود مواد غذایی و کاهش رشد می‌گردد (۹).

وجود قارچهای میکوریز آربوسکولار در خاک‌های شور گزارش شده است (۱۰). گرچه شوری روی رشد و فیزیولوژی قارچ اثر می‌گذارد ولی مطالعات نشان داده است که کلنیزاسیون میکوریزایی رشد گیاهان را در شرایط شوری افزایش می‌دهد. کاربرد قارچهای میکوریز آربوسکولار در مکانهایی با خاک شور ممکن است میزان تحمل و رشد گیاه را بهبود بخشد. افزایش تولید در گیاهان میکوریزایی به افزایش جذب عناصر کم تحرک چون P، Zn و Cu و بهبود روابط آبی گیاه نسبت داده می‌شود (۱۰). اجتماع قارچهای میکوریز با ریشه گیاهان نه تنها رشد و جذب عناصر غذایی را افزایش می‌دهد، بلکه ممکن است گیاهان میکوریزایی نسبت به تنش شوری تحمل نسبی بیشتری داشته باشند.

در شرایط شور، تشکیل تارهای کشنده کاهش می یابد. این امر باعث محدود شدن نفوذ و جذب ریزوبیوم می‌شود. غلظت کم نمک طعام در محیط کشت و در مراحل اولیه رشد سبب تاخیر در غده‌دهی یونجه و کاهش تعداد غده می شود (۹).

خاک مورد استفاده در گلدانها دارای بافت سنگینی بود که با اضافه کردن نسبت ۱:۲ ماسه، خاک مناسبی جهت کشت فراهم گردید. افزودن ماسه به خاک گلدان‌ها سبب مساعد شدن بستر گلدانها (سبک شدن خاک، آزاد شدن برخی عناصر از رس و افزایش زبری خاک) شد که موجب تکثیر و رویش مناسب‌تر قارچهای میکوریز به دلیل تاثیر احتمالی بافت خاک بر هوادهی گلدان‌ها می‌گردد. مقدار فسفر، پتاسیم، ماده آلی، pH و EC خاک اولیه نشان داد که خاک مورد استفاده از نظر مواد غذایی و شرایط محیطی برای کشت گیاه، رشد قارچ میکوریز و همچنین باکتری ریزوبیوم مناسب بوده است.

با افزایش سطح شوری، کلنیزاسیون میکوریزایی کاهش پیدا کرد و این کاهش در برخی تیمارها معنی‌دار بود. کاهش معنی‌دار درصد کلنیزاسیون با افزایش شوری احتمالا به علت کاهش تندش اسپور، رشد هیف و تشکیل آربوسکول می‌باشد (۱۰و۲۷). کاهش درصد کلنیزاسیون ریشه با افزایش شوری توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده‌است (۱و۸). شوری بطور مستقیم می‌تواند کلنیزاسیون میکوریزایی را از طریق کاهش رشد هیف و یا کاهش رشد گیاه تقلیل دهد (۸). گزارش‌های اخیر نشان می‌دهد که مهمترین تاثیر شوری روی قارچ میکوریز آربوسکولار به دلیل تاثیر روی جوانه زنی اسپور و تولید هیف می باشد (۲۰).

علائم تنش شوری در گیاهان همراه با کمبود فسفر می باشد. لذا قارچهای میکوریز می توانند با افزایش جذب فسفر هر چند به میزان کم توسط گیاه از اثرات منفی شوری بکاهند.

تفاوت معنی‌داری در بیوماس و تعداد گره های بین گیاهان غیرمیکوریزایی تحت تیمار تنش و نیز تیمار شاهد مشاهده گردید که نشان دهنده تاثیر منفی تنش شوری روی گره‌زایی می‌باشد. همچنین در محیط بدون تنش شوری، تلقیح گیاه با گونه قارچی *G.intraradices* بیوماس و تعداد گره ها را در سطح معنی‌داری افزایش داد. در هر سه سطح شوری تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد بین گیاهان تلقیح شده با گونه*G. mossoae* و گیاهان فاقد میکوریز مشاهده گردید که نشان‌دهنده تاثیر مثبت کلنیزاسیون میکوریزایی در گره‌زایی بود.

کاهش درصد گره‌زایی در تنش شوری می‌تواند به دلیل کاهش تعداد باکتری های ریزوبیوم یا کاهش قدرت نفوذ آنها به داخل تارهای کشنده باشد که در گیاه سویا و یونجه مشاهده گردیده‌است (۹).محققان نشان دادند که همگام با کاهش فعالیت نیتروژناز ریشه در گیاه *Vicia faba*، تعداد گره‌ها و بیوماس نیز تحت تنش شوری کاهش می‌یابد. همچنین نسبت گره‌هایی که به گره‌های فعال تثبیت کننده نیتروژن تبدیل می‌شوند کاهش می‌یابد. محققان نتیجه گرفتند که حجم گره در شرایط تنش به دلیل ذخیره ناکافی فتوسنتزی بطور قابل توجهی کاهش می‌یابد (۲۹). کاهش درصد گره‌زایی در گیاه *Vicia faba* در شرایط تنش شوری و افزایش میزان کلنیزاسیون میکوریزایی توسط رابی والمدنی (۲۷) مشاهده گردید. در این رابطه، شواهدی نشان می‌دهد که حضور قارچ میکوریز آربوسکولار، گره‌زایی و تثبیت نیتروژن توسط بقولات را افزایش می‌دهد. بهبود گره‌زایی و تثبیت نیتروژن در گیاهان میکوریزایی ممکن است به دلیل رهایی از تنش فسفر و نیز شاید جذب برخی عناصر غذایی میکرو باشد که به بهبود رشد گیاه منجر شده و اثر غیر مستقیمی بر سیستم تثبیت نیتروژن دارد (۲۲). افزایش درصد گره‌زایی با افزایش کلنیزاسیون میکوریزایی در تیمارهای تحت تنش شوری توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (۸).

هیف قارچ‌های میکوریز برای نفوذ به ریشه گیاهان آنزیم‌هایی را

1- Desiccation

ترشح می‌کنند که باعث سستی دیواره سلولهای گیاهی می شوند. این سستی دیواره، نفوذ باکتری ریزوبیوم را که برای نفوذ به ریشه گیاهان نیازمند آنزیم پکتیناز و سایر آنزیم های سست کننده دیواره است تسهیل می نماید (۱۲).

نتایج حاصل از بررسی میزان آهن و مس موجود در گیاهان در این تحقیق نشان می دهد که میزان این عناصر در گیاهان تحت تنش شوری تفاوت معنی داری با سایر تیمارها دارد و قارچهای میکوریز به طوری معنی داری کاهش میزان این عناصر در گیاهان تحت تنش را برطرف می کنند. این پدیده می تواند مربوط به سرعت گسترش هیفهای خارج ریشه ای قارچهای میکوریز باشد که به طور متوسط ۸۰۰ برابر سرعت گسترش سیستم ریشه ای گیاه است (۲). میزان مس موجود در محلول خاک بسیار اندک بوده و از طرف دیگر ضریب پخشیدگی این عنصر در خاک بسیار کم است. این دو عامل باعث شده تا در گیاهان میکوریزایی میزان مس جذب شده بیشتر از گیاهان غیر میکوریزایی باشد (۲۵و۳۱).

نتایج آزمون مزرعه ای برخی محققین نشان داده است که رابطه میکوریزایی منجر به افزایش جذب مس در لوبیا می شود (۲۳).

نتایج حاصل از تاثیر برقراری رابطه همزیستی میکوریزایی در غلظت کل آهن جذب شده توسط گیاه میزبان بسیار متغیر است. در گیاه سویا برقراری رابطه همزیستی میکوریزی منجر به کاهش غلظت آهن شده است در حالیکه در گیاه ذرت منجر به افزایش غلظت آهن می شود. همچنین گونه های مختلف قارچهای میکوریز توانایی متفاوتی در جذب آهن نشان می دهند. به نظر می رسد قارچهای میکوریز از طریق ترشح انواعی از سیدروفورها و کلاته کردن آهن توانسته اند جذب و انتقال آهن را افزایش دهند (۱۷).

نتایج حاصل از بررسی میزان منگنز موجود در گیاهان نشان می دهد که میزان منگنز موجود در گیاه در تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری ندارند نتایج مختلفی از توان قارچهای میکوریز در جذب منگنز توسط گیاه گزارش شده است، اما غالبا همزیستی میکوریزایی در گیاهان به دلیل کاهش میکروارگانیسمهای احیاء کننده منگنز در ریزوسفر میزان منگنز موجود در گیاه را کاهش داده یا بر آن تاثیری ندارند (۳۰).

نتایج اندازه گیری نیتروژن موجود در گیاه نشان می دهد که قارچ میکوریز توان بالایی در ارتقا میزان نیتروژن موجود در گیاه دارد در حالی که سطوح شوری مختلف در این تحقیق باعث کاهش میزان نیتروژن در گیاه می شوند. قارچهای میکوریز تا حدودی کاهش نیتروژن موجود در گیاه تحت تنش شوری را کم کرده اند اما این کاهش تفاوت معنی داری نشان نمی دهد.

به نظر می‌رسد که میسلیوم قارچ با گسترش در خاک میزان جذب عناصر نیتروژن، آهن ومس را افزایش می دهد که دلایل این امر متفاوت است. برخی شواهد حاکی از آن است که میسلیوم قارچ از خود موادی ترشح می‌کند که در تحرک عناصر و جذب آنها توسط گیاه بسیار مؤثر است. افزایش جذب عناصر غذایی عمدتا به دلیل انتشار میسلیوم‌های قارچ کلنیزه کننده بافت‌های درونی ریشه و تشکیل یک سیستم مکمل جذب در سیستم ریشه‌ای گیاه است که بهره‌گیری از حجم بیشتر خاک را که ریشه‌های تغذیه کننده به آن دسترسی ندارند ممکن می سازد (۴).

جذب بیشتر مواد مغذی معدنی در گیاهان میکوریزایی نسبت به غیر میکوریزایی احتمالا به دلیل افزایش دستیابی یا انتقال عناصرتوسط هیف‌های قارچ است. افزایش جذبP، Cu، Zn، N و Fe توسط گیاهان میکوریزی به وفور گزارش شده است (۱۰). کانترل و لیندرمن (۱۱) بر این عقیده اند که افزایش جذب فسفر توسط قارچ میکوریز آربوسکولار در گیاهان موجود تحت شرایط تنش شوری، شور اثرات منفی ناشی از یونهای سدیم و کلر را از طریق حفظ یکپارچگی غشاء واکوئلی کاهش داده و مانع دخالت این یونها در مسیر متابولیسمی رشد گیاه می گردد.

در حقیقت هیف قارچ در زیر نواحی تهی اطراف ریشه گسترش یافته و مواد غذایی را که در چندین سانتیمتر دور از سطح ریشه هستند جذب نموده و بنابراین اثرات شدید تنش شوری را متوقف می‌نماید (۲۲). افزایش غلظت ازت در گیاهان میکوریزایی گزارش شده است. البته شواهدی مبنی بر نقش قارچهای میکوریز در تثبیت ازت اتمسفری وجود ندارد (۷). لذا علت افزایش غلظت ازت در گیاه به افزایش جذب فسفر نسبت داده شده است. گرچه در این مورد، همزیستی مضاعف با باکتری‌های تثبیت کننده ازت و یا اکتینومیست‌ها نیز می‌تواند سرعت تثبیت ازت را افزایش دهد (۷).

درمطالعه تاثیر قارچهای میکوریز آربوسکولار بر جذب نیتروژن، به بقولات توجه بیشتری شده است (۲۵). هنگامی که قارچ میکوریز آربوسکولار فسفر گیاه میزبان را افزایش می‌دهد ممکن است اثرات مشابهی را در گره‌زایی، تثبیت نیتروژن و رشد نیز داشته باشد. با توجه به نیاز بالای فسفر در گره‌زایی، بسیاری از گونه‌های بقولات در خاک‌های دارای فقر فسفری، به شدت به آلودگی میکوریز ایی وابسته می باشند (۲۵).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که قارچ میکوریز آربوسکولار سبب بهبود رشد گیاه سویا می شود. نتایج نشان می‌دهد که قارچ میکوریز خود نیز تحت تاثیر تنش شوری قرار می‌گیرد و در این شرایط میزان کلنیزاسیون میکوریزایی گیاه کم شده و قارچ تمایل بیشتری به اسپورزایی خواهد داشت. احتمالا کاهش درصد کلنیزاسیون در اثر افزایش شوری باعث کاهش تاثیر قارچ در کاهش تنش شوری نیز می‌گردد.

بهبود گره‌زایی و تثبیت نیتروژن در گیاهان میکوریزایی ممکن است به دلیل کاهش تنش فسفری و شاید جذب برخی عناصر غذایی میکرو باشد که به بهبود رشد گیاه منجر شده و اثر غیر مستقیمی بر سیستم تثبیت نیتروژن دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که عکس العمل گونه‌های مختلف قارچ میکوریز آربوسکولار نسبت به تنش شوری متفاوت بوده و کاربرد مخلوط گونه ها نیز واکنش متفاوتی را نشان می‌دهد که شاید نتیجه بر هم‌کنش اسپور قارچها با یکدیگر باشد.

منابع

۱- برین م.، علی اصغرزاده ن. و صمدی ع. ۱۳۸۵. اثر شوری حاصل کلرید سدیم و مخلوط املاح بر غلظت پرولین و برخی شاخص های رشد گوجه فرنگی در همزیستی با قارچهای میکوریز آربوسکولار. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۷: ۱۴۷-۱۳۹.

۲- خاوازی ک.، اسدی رحمانی ه. و ملکوتی م.ج. ۱۳۸۴. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. انتشارات سنا. صفحه:۲۷۹-۲۷۴.

۳- حاجی هاشمی ف. ۱۳۸۶. رابطه میکوریز وزیکولار آربوسکولار با رشد، تغذیه و گره‌زایی دو رقم لوبیا چیتی در خاک استان اصفهان وکرمان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید باهنرکرمان. صفحه:۳.

۴- علیزاده ا. ۱۳۸۶. اثر میکوریز در شرایط متفاوت رطوبت بر جذب عناصر غذایی در ذرت.مجله پژوهش در علوم کشاورزی. سال سوم.۵۳: ۱۰۲-۹۷.

۵- کوچکی ع. و بنایان م. ۱۳۷۵. زراعت حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحه ۲۳۵.

۶- مجنون حسینی ن. ۱۳۷۵. حبوبات در ایران. نشر جهاد وابسته به جهاد دانشگاهی مشهد. صفحه: ۱۴۷-۱۵۸.

۷- مستاجران ا. و ضوئی ف. ۱۳۷۸. همزیستی. انتشارات دانشگاه اصفهان. صفحه ۲۴۱.

۸- منصوری ح.، احمدی مقدم ع. و روحانی ن. ۱۳۸۶. پاسخ لوبیای میکوریزی و غیر میکوریزی به تنش شوری. مجله زیست شناسی ایران. ۲۰: ۸۸-۸۰.

۹- میر محمدی میبدی س.ع.، و قره یاضی ب. ۱۳۸۱. جنبه های فیزیولوژیک و بهنژادی تنش شوری گیاهان. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحه. ۲۷۴.

10- Al-Karaki G.N. 2000. Growth of plant mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. Mycorrhiza. 10: 51-54.

11- Al-Karaki G.N., Hammad R., and Rusan M. 2001. Response of 2 tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorhizal fungi under salt stress. Mycorrhiza. 11:43-47.

12- Allen M.F. 1992. Mycorrhizal Functioning, an Integrative Plant-Fungal Process .New York,p.534

13- Antoun J. 1998. Potential of Rhizobium and Bradyrhizobium species as plant growth promoting rhizobacteria on non-legumes: Effect on radishes.(*Raphanus sativus L.*). Plant and Soil. 204:57-67.

14- Asghari H.R. 2008. Vesicular–arbuscular (VA) mycorrhiza improve salinity tolerance in preinoculation subterranean clover (*Trifolium subterranean*) seedlings. International Journal of Plant production. 2:3.

15- Begum F., Karmoker Q.A., Fattah and Maranirozzoman F.A.M. 1992. The effect of salinity on germination and its correlation with K^+, Na^+, Cl^- accumulation in germination seed of *Triticum aestivum.* Plant Cell Physiol. 33(7): 1009-1014.

16- Benton J.J. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysi.s CRC press. ISBN: 0-8493-0206-4.

17- Caris C., Hordt W., Hawkins. H.J., Romhel V., and Eckhard G. 1998. Studies of iron transport by AM hyphae from soil to peanut and sorghum plants. Mycorrhiza, 8: 35-39.

18- F.A.O. 1990. Quaterly bulltin of statistics. 3:74.

19- Francois L.E., and Lesch S.M. 1994. Times of salt stress effects growth and components of irrigated wheat. Agron . 8

20- Fortin J.A., Becard G., Declerck S., Dalpe Y., St A.M., Coughlan A.P., Piche Y. 2002. Arbuscular mycorrhiza on root-organ cultures. Canadian Journal of Botany 80, 1-20.

21- Gianinazzi M., and etal. 1994. Recognition and infection process, basis for host specificity of arbuscular mycorrhizal fungi. Pp:61-71

22- Giri B., and Mukerji K.G. 2004. Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandiflora* under field condition: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. Mycorrhiza. 14: 307-312.

23- Kucey R.M.N., and Janzen H.H. 1987. Effect of VAM and reduce nutrient availability on growth and phosphorus and micronutrient uptake of wheat and field beans under green house. Plant and soil. 104:71-78.
24- Levite J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. Academic Press, Newyork. 55-66.
25- Marschner H., and Dell B. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and soil. 159:82-102.
26- Martin F., Sébastien D., Ditengou F. and Lagrange H. 1993. Developmental cross talking in the ectomycorrhizal symbiosis: signals and communication genes. New Phytologist .151: 145–154.
27- Rabie G.H., and Almadani A. M. 2005. Role of bioinoculants in development of salt tolerance of *Vicia faba* plants under salinity stress. African biotechnology Journal.4 (3): 210-222.
28- Rajapakse G., and Miller J. 1992.Methods of studing VAM root colonization and related root physical properties. Methods in microbiology. V: 24. ISBN: 0-12-521524.
29- Roa D.L.N., Giller K.E., Yeo A.R., and Flowers T.J. 2002. Effects of salinity and sodicity upon nodulation and nitrogen fixation in chickpea (*Cicer arietinum*). Annals of Botany journal. 89: 563-570.
30- Sharma A.K., and Johri B.N. 2002. AM interaction in plants, Rhizosphere and Soils. Oxford and IBH Publishing. New Delhi. P. 308.
31- Smith S.E., and Read D.J. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press.
32- Thomine S. 2000. Proteolipids: small hydrophobic peptides in the field of sodium tolerance. Trend in plant science. 5: 322.