



ارزیابی تلقیح مایکوریزای همزیست با جو در تعدیل تنش شوری در استان گلستان

الهام فغانی^{*1}، اعظم میر کریمی²، غلامرضا خردمند²

^{*1} موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

² کارشناس، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ؛ تاریخ پذیرش:

چکیده

این تحقیق با هدف ارزیابی همزیستی مایکوریزای با جو و نقش آن در تعدیل اثرات تنش شوری در گیاهان مورد بررسی قرار گرفت. چهار ژنوتیپ جو (صحرا، ماهور، یوسف و لاین 4) با مایکوریزای بدون مایکوریزای در خاک‌های شور (16 تا 20 دسی زیمنس بر متر) در استان گلستان با استفاده از طرح بلوک کامل تصادفی کشت شد. به منظور مطالعه خصوصیات ریشه، لوله‌های PVC در اطراف گیاهچه‌ها قرار داده شد. پس از برداشت، صفاتی از جمله وزن هزاردانه، وزن خشک سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد، حجم ریشه، سطح ریشه، وزن خشک ریشه، تراکم مایکوریزای، درصد کلنیزاسیون مایکوریزای، فسفر، نیتروژن و پتاسیم ریشه و ریزوسفر، سدیم و کلرید ریشه مطالعه شد. داده‌ها با نرم افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد که تراکم مایکوریزای در لاین 4 و صحرا، به ترتیب 88/7 درصد و 48/6 درصد بود. درصد همزیستی مایکوریزای در ریشه لاین 4 بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود. همزیستی مایکوریزای، عملکرد دانه را مانند وزن خشک ریشه و حجم ریشه افزایش داد. لاین 4 همزیست با مایکوریزای بیشترین بیوماس، وزن خشک سنبله، عملکرد، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه را داشت. ریشه لاین 4 با مایکوریزای بیشترین غلظت نیتروژن و فسفر را داشت ولی محتوی سدیم و پتاسیم ریشه کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: شوری، رقم متحمل، ریزوسفر، عملکرد، مایکوریزا.

مقدمه

بر پایه گزارش‌های فائو (2012)، 900 میلیون هکتار از خاک‌های دنیا شور هستند. از مهم‌ترین مشکلات کشاورزی در ایران، شوری اراضی است. شوری از مهم‌ترین فاکتورهای غیرزیستی است که اثرات زیانباری بر عملکرد گیاه و کیفیت محصول دارد (رویژ - لوزانو، 2003). از آنجایی که تنش‌های غیرزیستی باعث کاهش بیش از 50% محصول در سراسر دنیا می‌شود (جلیل و همکاران، 2007). بنابراین گزینش ژنوتیپ متحمل به شوری و بهره‌وری از تنوع ژنوتیپی مناسب برای مناطق شور به منظور افزایش کارایی عملکرد محصول، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (سی و همکاران، 2012). در ارتباط با رقم‌های متحمل به شوری، کند شدن رشد یکی از اشکال سازگاری گیاهان برای شرایط تنش محسوب می‌شود، چرا که گیاهان تدابیر چندگانه‌ای را برای مبارزه با تنش مثل ایجاد سد دفاعی در پیش می‌گیرند (محمدزاده و همکاران، 1389). نصیر (2001) نتیجه گرفت که شوری، عملکرد و همه اجزای عملکرد بوته‌های جو از جمله تعداد پنجه بارور، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه را کاهش می‌دهد.

روزندال و استاکنبروک (2004) بر این باورند که در گیاهان همزیست با مایکوریزا توانایی در جذب مواد غذایی و تحمل در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی، افزایش می‌یابد به طوری که قارچ‌ها به فرآورده‌های فتوسنتزی گیاهان نیاز دارند. نقش فیزیولوژیکی همزیستی مایکوریزا فقط به جذب و انتقال مواد معدنی به گیاه میزبان محدود نمی‌شود، بلکه مقاومت گیاه در برابر تنش‌های خشکی، شوری، عناصر سنگین و پاتوژن‌ها از اثرات مفید و قابل توجه همزیستی محسوب می‌شوند. رویژ - لوزانو (2003) گزارش کردند که قارچ‌های مایکوریزا با تاثیر بر دانه‌بندی خاک، کاهش آسیب ریشه‌ای در هنگام جابه‌جایی نشاها، تشدید فعالیت تثبیت ازت، تاثیر مثبت بر برخی میکروارگانیسم‌های خاکری و بهبود خصوصیات کمی و کیفی اهمیت دارند. تیان و همکاران در (2004) دریافتند که آرباسکولار

* نویسنده مسئول elhamfaghanibio@gmail.com

ارزیابی تلقیح مایکوریزای همزیست با جو در تعدیل تنش شوری در استان گلستان

مایکوریزا، توانمندی بالایی در کاهش تنش شوری دارد که به نقش موثر آن در جذب سدیم و کلرید خاک می‌توان نسبت داد. این پژوهش به منظور استفاده بهینه از زمین‌های بایر و افزایش راندمان عملکرد محصول با همزیستی مایکوریزایی صورت گرفت. شناسایی ژنوتیپ‌های جو مقاوم به تنش شوری، جهت کشت در این مناطق نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. آلودگی کمتر آب و خاک با کاهش مصرف کود شیمیایی در نتیجه همزیستی مایکوریزایی از نتایج ارزشمند و قابل ملاحظه زیست محیطی این بررسی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف ارزیابی همزیستی مایکوریزا با رقم‌های مختلف جو در اراضی شور و در شرایط زارع در آق قلا و در آذر 1392 انجام شد. چهار رقم جو (صحرا، ماهور، یوسف و لاین 4) (جدول 1) و سویه قارچ مایکوریزا *Glomus intraradensis* در دو سطح بدون تلقیح با قارچ و تلقیح با قارچ به صورت فاکتوریل در طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در خاک شور با هدایت الکتریکی 17 تا 20 دسی زیمنس بر متر مربع کشت شد. سویه قارچ مایکوریزا *Glomus intraradensis* مقاوم به شوری هستند (فغانی و همکاران، 1387).

جدول 1) ژنوتیپ‌های جو آزمایش شده

ارقام	شجره
صحرا	رقم معرفی شده
ماهور	رقم معرفی شده
یوسف	رقم معرفی شده
لاین 4	ناشناخته (unknown)

جدول 2) مشخصات خاک مزرعه

بافت خاک	ماسه (%)	سیلت (%)	رس (%)	پتاسیم قابل دسترس ppm	فسفر قابل دسترس ppm	ازت (%)	کربن آلی (%)	pH	EC (dSm ⁻¹)	گوگرد قابل دسترس ppm
Si-L	22	66	12	652	7/7	0/04	0/47	7/9	20/4	1900

پیش از کشت از عمق صفر تا 30 سانتی متر نمونه خاک گرفته و جهت توصیه کودی به آزمایشگاه خاک شناسی منتقل شدند (جدول 2). جهت مطالعه پارامترهای ریشه، بعد از سبز شدن گیاه و در مرحله دو تا سه برگی، لوله‌های PVC (به قطر 10 سانتی‌متر و ارتفاع 25 سانتی‌متر) تا عمق 20 سانتی‌متر در داخل زمین قرار داده شد. در هر مرحله فنولوژیکی رشد و نمو گیاه، نمونه خاک گرفته شده و نوسانات شوری خاک در هر مرحله بررسی شدند. در طی دوره رویشی گیاه یادداشت برداری شده و مراقبت‌های زراعی صورت گرفت. زمان نمونه‌گیری و اندازه‌گیری صفات ریشه، در مرحله رسیدگی بود.

میزان فسفر (اولسن و همکاران، 1954) نیترژن (دستگاه کج‌دال) و پتاسیم کل (عصاره‌گیری با استات آمونیوم و قرائت با فلیم فتومتر) موجود در ریزوسفر و میزان فسفر، ازت و پتاسیم موجود در خاک، محتوی سدیم (فلیم فتومتر) و کلر (تیترا عصاره خاک با نیترات نقره) ریزوسفر، ریشه در مرحله پر شدن دانه مورد بررسی قرار گرفت. سنجش فسفر و نیترژن با دستگاه جذب اتمی و میزان سدیم و پتاسیم با فلیم فتومتر صورت گرفت. در مرحله رسیدگی محصول، صفاتی از جمله وزن هزار دانه و وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد در واحد سطح، وزن خشک ریشه، سطح ریشه و حجم ریشه مورد ارزیابی قرار گرفتند. مطالعه حجم ریشه نیز پس از جداکردن تمامی ریشه و تارهای کشنده از بین خاک در واحد حجم لوله، صورت گرفت.

حجم ریشه از روی جابه‌جا شدن آب در ظروف مدرج پس از واردکردن ریشه‌های شسته به درون آن محاسبه شد (شاشیده‌ر و همکاران، 2012) تراکم مایکوریزای همزیست با گیاه (گردمن، 1975)، درصد

ارزیابی تلقیح مایکوریزا همزیست با جو در تعدیل تنش شوری در استان گلستان

همزیستی قارچ میکوریزا با گیاه با روش چن (2004) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. نمونه‌های ریشه پس از شستشو با تریپان‌بلو رنگ آمیزی شدند. برای حذف فنل، نمونه‌های ریشه در هیدروکسیدپتاسیم 10 درصد، به مدت 5 روز در دمای اتاق نگهداری شد. پس از رنگ‌آمیزی با معرف تریپان‌بلو، در صفحات مشبک براساس روش قاضی و همکاران (2004) مطالعه شد.

واکنش به رشد مایکوریزایی (MGR) به روش اصغری و همکاران (2005) مطابق فرمول زیر صورت می‌گیرد.

$$MGR (\%) = \frac{DW(M) - \text{Mean}DW}{\text{Mean} DW (NM)} \times 100$$

که در آن وزن خشک (تلقیح شده با مایکوریزا) = DW(M)، میانگین وزن خشک گیاه = Mean DW، وزن خشک (تلقیح شده با مایکوریزا) = Mean DW(NM) می‌باشد در نهایت داده‌ها با نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD مورد تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس در جدول (3) نشان داد که اثر بر هم کنش مایکوریزا و ارقام مختلف جو از نظر انباشت فسفر و پتاسیم در ریزوسفر، از نظر آماری در سطح احتمال 5% تفاوت معنی‌داری داشتند. در حالی که میزان نیتروژن ریزوسفر در برهم کنش مایکوریزا و رقم معنی‌دار نبود و فقط اثر رقم در سطح احتمال 5% تفاوت معنی‌داری را نشان داد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول 4)، میزان تجمع فسفر کل در ریزوسفر رقم یوسف بدون تلقیح مایکوریزا کاهش معنی‌داری با دیگر تیمارها داشت. انباشتگی نیتروژن در ریزوسفر رقم صحرا (رقم شاهد منطقه) در صورت عدم حضور مایکوریزا کمترین بود که از نظر آماری تفاوت معنی‌دار است (جدول 4). محتوی پتاسیم کل ریزوسفر در رقم‌های مختلف جو همزیست با مایکوریزا نشان داد که رقم ماهور بدون مایکوریزا بیشترین محتوی پتاسیم را در ریزوسفر داشت. همزیستی مایکوریزایی با توسعه سطح ریشه، میزان جذب عناصر نسبت به ریشه‌های غیرهمزیست، افزایش خواهد یافت (گرنٹ و همکاران، 2004).

جدول 3) تجزیه واریانس میزان عناصر موجود در خاک در ریزوسفر ژنوتیپ‌های مختلف جو همزیست با مایکوریزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		فسفر کل (%)	نیتروژن کل (%)
			پتاسیم کل (میلی اکی والان در لیتر)
تکرار	2	0/007	0/00002
ژنوتیپ	3	0/01**	*0/00008
مایکوریزا	1	0/0009 ^{ns}	^{ns} 0/00008
رقم * مایکوریزا	3	0/005*	^{ns} 0/00001
خطای آزمایش	14	0/001	0/00001
ضریب تغییرات		0/46	12/02

نتایج بررسی تجزیه واریانس کاتیون‌ها و آنیون‌ها در ریزوسفر رقم‌های مختلف جو همزیست با مایکوریزا نشان داد (جدول 5) بر هم‌کنش مایکوریزا و رقم‌های مختلف جو در میزان سولفات، کلر، سدیم و پتاسیم کاتیونی از نظر آماری در سطح احتمال 5% تفاوت معنی‌داری داشتند. اثر مایکوریزا در تجمع یون‌های سولفات، کلر، سدیم و پتاسیم موجود در ریزوسفر رقم صحرا .

جدول 4) مقایسه میانگین‌های میزان عناصر موجود در خاک در ریزوسفر ژنوتیپ‌های مختلف جو همزیست با مایکوریزا.

ارزیابی تلقیح مایکوریزای همزیست با جو در تعدیل تنش شوری در استان گلستان

ردیف	تیمار	پتاسیم کل	ازت کل (%)	فسفر کل (%)
(میلی اکی والان در لیتر)				
منابع تغییرات	درجه			
1	آذین، G1M0	1/396±0/01b	0/0266±0/06 b	8/05±0/03 a
2	G2M0	1/48±0/02 a	0/0366±0/09 a	8±0/03 a
3	G3M0	1/396±0/05 b	0/03±0/03ab	7±0 b
4	G4M0	1/37±0/ 03 bc	0/03±0/02 ab	8±0/06 a
5	G1M1	1/37±0/01 bc	0/03±0/08 ab	8/05±0/05 a
6	G2M1	1/37±0/03bc	0/0366±0/03 a	8±0/03 a
7	G3M1	1/34±0/08c	0/0366±0/02a	8±0/06 a
8	G4M1	1/286±0/04d	0/03±0/03 ab	8±0/06a

(G1، G2، G3 و G4 به ترتیب ژنوتیپ‌های (صحرا، ماهور، یوسف و لاین 4) و M0 و M1 به ترتیب عدم تلقیح و تلقیح مایکوریزا).

جدول 5) تجزیه واریانس کاتیونها و آنیون‌های موجود در ریزوسفر ژنوتیپ‌های مختلف جو همزیست با مایکوریزا

یافته‌های تحقیقاتی در بهبود تولیدات گیاهان زراعی / جلد سوم، شماره اول، سال 1396

پتاسیم کاتیونی	کلر	سدیم	سولفات		
(میلی اکی والان در لیتر)	(میلی اکی والان در لیتر)	(میلی اکی والان در لیتر)	(میلی اکی والان در لیتر)		
5304/5	2/25	0/87	4/7	2	تکرار
20964/3 **	52/5 ^{ns}	^{ns} 184/3	133/5**	3	ژنوتیپ
5859/3 ^{ns}	1144/7**	**1903/7	103/5*	1	مایکوزیزا
6314/3 *	297/3 *	*658/6	66/3*	3	ژنوتیپ* مایکوزیزا
2121/9	157/4	184/08	19/1	14	خطای آزمایش
6/7	14/5	8/97	3/92		ضریب تغییرات

جدول 6) مقایسه میانگین مربعات کاتیون‌ها و آنیون‌های موجود در ریزوسفر ژنوتیپ‌های مختلف جو همزیست با مایکوزیزا.

پتاسیم کاتیونی	کلر	سولفات	سدیم	تیمار	ردیف
(میلی اکی والان در لیتر)	(میلی اکی والان در لیتر)	(میلی اکی والان در لیتر)	(میلی اکی والان در لیتر)		
ab0/28±4/7	abc37/5±83/75	c12/8±106/25	cd50/9±140/5	G1M0	1
bc0/18±4/07	abc13/9±82/75	c2/7±105/9	bcd19/8±143/5	G2M0	2
bc0/57±4/16	bc22/1±78/5	a7/8±117/08	bcd28/6±146/25	G3M0	3
c0/79±3/79	c22/5±72/25	c6/6±105/2	d30/7±132/45	G4M0	4
a0/49±5/17	bc25/3±80/25	bc3/8±107/5	bcd32/2±146/95	G1M1	5

ارزیابی تلقیح مایکوریزای همزیست با جو در تعدیل تنش شوری در استان گلستان

abc0/56±4/54	ab42/9±94/75	a4/3±116/11	abc19/4±157/05	G2M1	6
abc0/13±4/54	ab16/2±94/5	a13/5±119/02	ab28/1±165/9	G3M1	7
abc0/32±4/38	a15/3±103	ab0/7±114/8	a14/6±176/9	G4M1	8

(G1، G2، G3 و G4 به ترتیب ارقام جو (صحرا، ماهور، یوسف و لاین 4) و M0 و M1 به ترتیب عدم تلقیح و تلقیح مایکوریزا).

جدول 7) تجزیه واریانس میزان عناصر موجود در ریشه ژنوتیپ‌های مختلف جو همزیست با مایکوریزا.

نتایج تجزیه واریانس (جدول 7) نشان داد که ارقام مختلف جو از نظر میزان پتاسیم، فسفر و نیتروژن ریشه تفاوت معنی‌داری از

نظر آماری داشتند. اثر بر هم‌کنش رقم و مایکوریزا از نظر محتوی فسفر و نیتروژن تفاوت معنی‌داری را از نظر آماری در سطح 5% نشان داد.

مقایسه میانگین‌ها (جدول 8) نشان داد که محتوی نیتروژن کل و فسفر، در ریشه لاین 4 همزیست با مایکوریزا افزایش معنی‌داری داشت. در حالی که کمینه میزان نیتروژن کل و فسفر در ریشه ماهور بدون تلقیح با قارچ مایکوریزا مشاهده شد. پتاسیم کل موجود در ریشه لاین 4 همزیست با مایکوریزا و ماهور بدون حضور مایکوریزا افزایش معنی‌دار داشت. کمینه میزان سدیم کل در ریشه لاین 4 که با مایکوریزا همزیست شده بودند، یافت شد. در حالی که بیشینه انباشت سدیم کل در ریشه رقم ماهور بدون حضور قارچ مایکوریزا مشاهده شد (جدول 8).

جدول 8) مقایسه میانگین مربعات میزان عناصر موجود در ریشه ژنوتیپ‌های مختلف جو همزیست با مایکوریزا.

ردیف	تیمار	سدیم کل (%)	پتاسیم کل (%)	فسفر کل (%)	نیتروژن کل (%)
1	G1M0	0/48±0/015ab	1/32±0/09ab	0/15±0/011b	0/506±0/003cd
2	G2M0	0/63±0/072a	0/97±0/018bcd	0/096±0/008c	0/47±0/015d
3	G3M0	0/53±0/10ab	1/32±0/014abc	0/11±0/010c	0/516±0/003cd
4	G4M0	0/45±0/15ab	1/38±0/25a	0/126±0/005c	0/64±0/003b
5	G1M1	0/45±0/048ab	1/2767±0/15ab	0/15±0/005b	0/646±0/003b
6	G2M1	0/486±0/029ab	0/85±0/15d	0/1±0/013c	0/49±0/006cd
7	G3M1	0/43±0/026b	0/89±0/057cd	0/126±0/003bc	0/566±0bc
8	G4M1	0/36±0/035b	1/28±0/09ab	0/186±0/035a	0/77±0/003a

ارزیابی تلقیح مایکوریزای همزیست با جو در تعدیل تنش شوری در استان گلستان

(G1، G2، G3 و G4 به ترتیب ارقام جو (صحرا، ماهور، یوسف و لاین 4) و M0 و M1 به ترتیب عدم تلقیح و تلقیح مایکوریزا).

جدول (9) تجزیه واریانس اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های مختلف جو همزیست با مایکوریزا.

منابع تغییرات آزادی	درجه	میانگین مربعات				
		وزن سنبله (g/plant)	طول سنبله (Cm)	عملکرد (Kg/ha)	بیوماس (g/m ²)	وزن هزار دانه (g)
تکرار	2	0/11	0/01	3564/3	168/2	2
ژنوتیپ	3	1/37*	*0/2	374767/8 **	**	**30/7
					15528/4	
مایکوریزا	1	0/18 *	2/4**	772312/1 **	260/04 ^{ns}	24**
ژنوتیپ * مایکوریزا	3	0/3*	^{ns} 0/08	85948/3 *	421/8 *	*3/25
خطای آزمایش	14	0/4	0/04	35758/3	111/1	0/92
ضریب تغییرات		16/4	27/8	22/3	4/24	2/5
						19/4

بر پایه داده‌های جدول تجزیه واریانس (9) رقم‌های مختلف جو از نظر اجزای عملکرد از جمله وزن سنبله، طول سنبله، بیوماس، عملکرد در هکتار، تعداد دانه و وزن هزاردانه تفاوت معنی‌داری از نظر

آماري داشتند. اثر بر هم‌کنش مایکوریزا و رقم در تمامی صفات اجزای عملکرد مورد مطالعه به جز تعداد دانه در سنبله و طول سنبله در سطح احتمال 5% تفاوت معنی‌داری داشتند. مطالعه اجزای عملکرد رقم‌های مختلف جو در زمین شوره‌زار نشان داد که همزیستی مایکوریزا با لاین 4 سبب افزایش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، بیوماس، عملکرد در هکتار و وزن سنبله شد در حالی که کمینه تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه و وزن سنبله در رقم ماهور بدون مایکوریزا مشاهده شد که از نظر آماري تفاوت معنی‌دار می‌باشد (جدول 10).

همزیستی مایکوریزا با گیاه میزبان و تشکیل ریشه‌های منشعب، جذب مواد غذایی و فرآورده‌های فتوسنتزی به گیاه میزبان را افزایش می‌دهد (ال‌کراکی، 2006). همزیستی مایکوریزایی، شبکه ریشه‌ای اختصاصی هستند که جذب و انتقال مواد غذایی به گیاه را نسبت به ریشه افزایش می‌دهد. در شرایط تنشی از جمله فشردگی و رطوبت خاک، مایکوریزا باعث پوشش بهتر ریشه در خاک شده و بدین ترتیب مقاومت به تنش را افزایش می‌دهد (میرانساری و اسمیت، 2007). عملکرد دانه در هکتار و بیوماس رقم یوسف در فقدان حضور مایکوریزا کاهش معنی‌داری نسبت به دیگر رقم‌ها داشت. طول سنبله در لاین 4 که با مایکوریزا همزیست نبودند کاهش معنی‌داری را نشان داد (جدول 9).

جدول 10) مقایسه میانگین مربعات اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های مختلف جو همزیست با مایکوریزا

تیمار	وزن سنبله (g)	طول سنبله (cm)	عملکرد (kg/ha)	بیوماس (g/m ²)	وزن هزار دانه (g)	تعداد دانه در سنبله
G1M0	b0/35±1/30	cd0/02±3/40	b12/68±6/35	ef 0/07±222/3	b0/76±10/7	bc0/13±27/1
G2M0	0/24±0/673					
	c	ab0/07±4/15	b11/11±8/375	cd0/08±242/3	c2/05±6/1	d0/03±14/66
G3M0	0/33±1/383	d0/07±3/35	b8/28±5/16	f 0/03±205	b1/37±11/63	b0/05±28/25

ارزیابی تلقیح مایکوریزای همزیست با جو در تعدیل تنش شوری در استان گلستان

					b	
					0/14±1/333	G4M0
cd0/04±18/3	b0/26±11/2	b0/06±305	b18/66±7/825	d0/18±3/2	b	
0/003±27/5				0/006±3/59	0/06±1/306	G1M1
bc	b0/20±11/4	de0/003±225	b23/36±7/215	bcd	b	
d0/04±15/1	c0/46.±6/13	c0/026±245	a6/91±12/457	a0/047±4/42	c0/06±0/73	G2M1
				0/07±3/69	0/11±1/393	G3M1
b0/07±30/1	b2/38±11/93	f 0/07±205	b32/11±6/66	bcd	b	
0/003±42/95				0/004±4/06	0/15±1/913	G4M1
a	a3/79±16/1	a0±336/667	a19/62±13/825	abc	a	

(G1، G2، G3 و G4 به ترتیب ارقام جو (صحرا، ماهور، یوسف و لاین 4) و M0 و M1 به ترتیب عدم تلقیح و تلقیح مایکوریزا).

جدول (11) تجزیه واریانس صفات ریشه در ژنوتیپ‌های مختلف جو همزیست با مایکوریزا.

یافته‌های تحقیقاتی در بهبود تولیدات گیاهان زراعی / جلد سوم، شماره اول، سال 1396

منابع تغییرات	درجه آزادی	حجم ریشه (Cm ³)	وزن خشک ریشه (g)	سطح ریشه (سانتی‌متر مربع)	کلنیزاسیون (درصد)
تکرار	2	0/01	0/01	29/83	29/5
ژنوتیپ	3	1/5**	*0/22	24283/1**	38/3*
مایکوریزا	1	0/93**	2/45**	6464/8**	704/1**
ژنوتیپ * مایکوریزا	3	0/02*	*0/08	1673/7**	27/3*
خطای آزمایش	14	0/04	0/04	54/2	9/06

ارزیابی تلقیح مایکوریزای همزیست با جو در تعدیل تنش شوری در استان گلستان

ضریب تغییرات 9/4 27/8 5/4 22/03

جدول 12) مقایسه میانگین‌های صفات ریشه در ژنوتیپ‌های مختلف جو همزیست با مایکوریزا

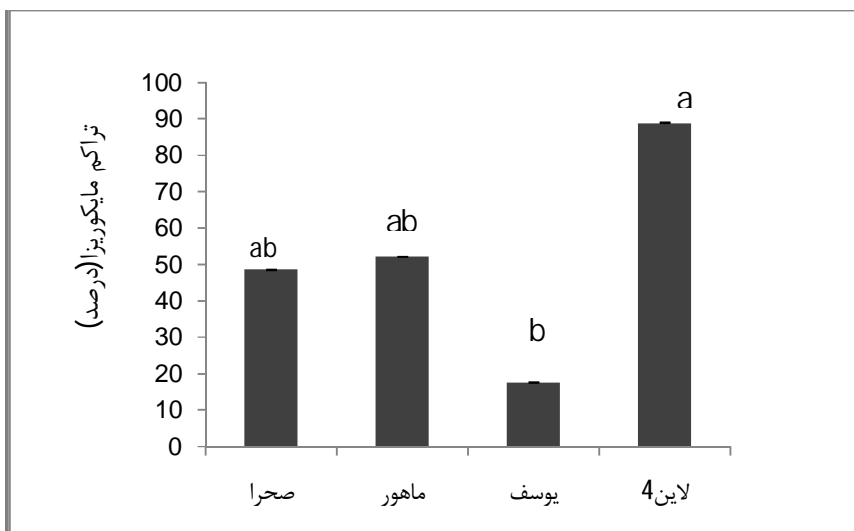
ردیف	تیمار	حجم ریشه (cm ³)	وزن خشک ریشه (g)	سطح ریشه (سانتی متر مربع)
1	G1M0	1/4±1/59d	0/606±0/008b	263/6±2/09a
2	G2M0	2/15±0/05bc	0/3553±0/10b	87/3±2/7f g
3	G3M0	2±0/10c	0/5203±0/06b	91±2/10ef
4	G4M0	2/45±0/10ab	0/598±0/07b	100/3±2/9e
5	G1M1	1/6±0/08d	1/158±0/12a	121/3±5/6d
6	G2M1	2/45±0ab	1/083±0/10a	153/3±7/01c
7	G3M1	2/22±0/33bc	0/5297±0/08b	183/3±3/5b
8	G4M1	2/8±0/17a	1/349±0/25a	231/3±4/7a

(G1، G2، G3 و G4 به ترتیب ژنوتیپ‌های جو (صحرا، ماهور، یوسف و لاین 4) و M0 و M1 به ترتیب عدم تلقیح و تلقیح مایکوریزا).

شوری عملکرد محصول را تحت تنش اسمزی کاهش می‌دهد. تنش شوری، عدم تعادل مواد غذایی، کاهش جذب مواد غذایی از جمله فسفر و یون‌های سمی به دلیل غلظت زیاد یون های Na^+ و Cl^- ایجاد می‌شود (میرانساری و اسمیت، 2007). دابی و همکاران (2009) گزارش کردند که همزیستی با مایکوریزا به دلیل افزایش وزن خشک ریشه گندم رقم طیبسی و افزایش غلظت فسفر، پتاسیم و روی می‌تواند سبب رشد و نمو بیشتر گیاه، افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه در شرایط شور شود. رابی و المدنی (2005) مشاهده نمودند که در شرایط تنش شوری جذب پتاسیم توسط گیاهان مایکوریزایی نسبت به غیرمایکوریزایی افزایش معنی‌دار داشت که این امر در تعدیل اثرات سمیت یون سدیم در رشد گیاه نقش مهمی دارد. از اثرات مستقیم شوری بر رشد و نمو گیاه، سمیت یونی یا اثرات غیرمستقیم سمیت یونی است که باعث عدم تعادل اسمتیک خاک به گیاه می‌شود. به طور کلی شوری مانع رشد و نمو گیاه و حاصلخیزی خاک می‌شود (ال کراکی، 2000). قارچ مایکوریزا، آنزیم‌هایی دارد که در اسمیلاسیون آمونیوم و نیترات نقش مهمی دارند. قارچ مایکوریزا می‌تواند دستیابی نیتروژن مورد نیاز گیاه میزبان را برای رقابت با میکروارگانیسم‌ها برای آزادسازی نیتروژن از ذرات آلی فراهم کند (داموداران و همکاران 2012).

ارزیابی تلقیح مایکوریزای همزیست با جو در تعدیل تنش شوری در استان گلستان

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (11) اثر متقابل در صفات حجم ریشه و وزن خشک ریشه جو از نظر آماری تفاوت معنی داری را در سطح احتمال 5% نشان دادند. همچنین درصد همزیستی در بر هم کنش رقم و مایکوریزا معنی دار بود ($p < 0.05$). اثر رقم، مایکوریزا و اثر متقابل رقم و مایکوریزا، در سطح ریشه نیز در سطح احتمال 1% معنی دار بود (جدول 11). حجم ریشه و وزن خشک ریشه در لاین 4 با حضور مایکوریزا تفاوت معنی داری را نسبت به سایر تیمارها داشتند. به نظر می رسد لاین 4 با همزیستی مایکوریزا قابلیت توسعه یافتگی بیشتری را نسبت به سایر ارقام در حضور قارچ مایکوریزا از خود نشان دادند. بر اساس مقایسه میانگین ها (جدول 12) سطح ریشه نیز در لاین 4 همزیست با مایکوریزا افزایش معنی داری را نسبت به سایر ارقام جو در حضور و عدم حضور مایکوریزا نشان داد. سایر محققین از جمله گیری و همکاران (2002) بیان داشتند همزیستی مایکوریزا، می تواند اثرات تنش شوری را بر رشد گیاه به واسطه ممانعت از جذب زیاد یون سدیم و کلر و انتقال آنها به اندام هوایی تعدیل کند. در گیاه پنبه همزیستی مایکوریزایی در شرایط تنش شوری، 68% وزن خشک گیاه را افزایش می دهد. بر اساس پژوهش های کاستلو و همکاران (2012) افزایش بیوماس اندام هوایی و وزن خشک ریشه در گیاه جو تلقیح شده با قارچ مایکوریزا، همبستگی مستقیمی با توسعه سطح ریشه بواسطه تشکیل ریشه قارچ دارد که سطح جذب را افزایش می دهد.



شکل 1) تراکم مایکوریزا در ژنوتیپ‌های مختلف جو

افزایش وزن خشک گیاه تحت تاثیر مایکوریزا، به دلیل افزایش کارایی دستیابی به منابع غذایی به گیاه می‌باشد که انرژی بیشتری را به اندام‌های رویشی و زایشی هدایت می‌کند و به دنبال آن سبب افزایش وزن خشک می‌شود. بدین ترتیب افزایش وزن خشک گیاه پاسخ مناسبی در کارایی همزیستی مایکوریزا محسوب می‌شود (سیلویا و چلمی، 2001).

همزیستی مایکوریزا به واسطه افزایش قابلیت دسترسی به عناصر کم‌تحرک از جمله فسفر، روی و مس نقش مهمی در تحمل به تنش در گیاه دارند. کلنیزاسیون مایکوریزا به واسطه جذب فسفر کافی توسط گیاهان همزیست می‌تواند کمبود منابع فسفر را در خاک‌هایی که میزان فسفر کمتری دارند تامین کند که بدین طریق می‌تواند با رقت اثرات یون‌های سمی در شرایط وجود تنش، رشد در گیاهان را جبران کند. اگرچه گزارشاتی مبنی بر کاهش جذب و انتقال فسفر به گیاه در خاک‌های شور، وجود دارد ولیکن قارچ‌های همزیست مایکوریزا رشد و نمو گیاه را به واسطه تاثیر بر جذب عناصر غذایی به ویژه عناصر کم‌تحرک خاک از جمله مس، روی و فسفر جبران می‌کند (ال کراکی و همکاران، 2001).

موسوکومار و آدایان (1995) همبستگی مثبتی بین افزایش فسفر و درصد کلنیزاسیون مشاهده کردند. افزایش فسفر و نیتروژن در اطراف ریشه قارچ مایکوریزا، نقش مهمی در دستیابی منابع غذایی بیشتر به ریشه گیاه دارند. در توجیه این نتایج، احمد و همکاران (2005) نیز اظهار داشتند با افزایش میزان تنش شوری، نمو گیاه تسریع می‌شود و پنجه‌زنی به تاخیر می‌افتد و شوری موجب کاهش طول سنبله و تعداد سنبلچه در هر سنبله می‌شود. دیواره ثانویه زودتر ظاهر می‌شود و دیواره سلولی سفت و سخت می‌شود به منظور ایجاد فشار ترگر مناسب، طویل شدگی سلول کاهش می‌یابد. این فرآیند سبب کاهش ارتفاع اندام هوایی می‌شود (تقی پور و صالحی، 2008). بنابراین عقیده مانس و راوسون (2004) شوری فرآیند زایشی را از ابتدای مرحله گلدهی و تشکیل سنبله تحت تاثیر قرار می‌دهد، به این ترتیب تحت تیمار تنش شوری تعداد دانه و وزن سنبله تحت تاثیر قرار می‌گیرند که با نتایج به دست آمده مبنی بر نقش شوری بر کاهش وزن دانه و عملکرد دانه همسو می‌باشد.

ارزیابی تلقیح مایکوریزای همزیست با جو در تعدیل تنش شوری در استان گلستان

احمد (2002) در مطالعات خود بر مقاومت به شوری ژنوتیپ‌های جو دریافت که با افزایش مقادیر شوری، طول سنبله، تعداد پنجه بارور و عملکرد کل دانه در همه ژنوتیپ‌ها کاهش می‌یابد و این گزارش با نتایج بدست آمده مطابقت دارد.

کاهش وزن گیاه با افزایش شوری شاید به دلیل محدودیت منابع متابولیت‌ها به بافت‌های جوان در حال رشد باشد. زیرا تولید متابولیت در تنش شوری مختل شود و دیگر این که سبب کاهش جذب آب و اثرات سمیت کلرید سدیم می‌شود (تقی پور و صالحی، 2008).

زنگ و همکاران (2008) دریافتند که ژنوتیپ‌های حساس نسبت به ژنوتیپ‌های متحمل به شوری ارتفاع گیاه، طول ریشه و وزن خشک بیشتر کاهش می‌یابد. به نظر هیگی و همکاران (2010) شوری، رشد ریشه، توسعه یافتگی برگ و وزن ریشه کاهش می‌دهد.

کاهش نرخ فتوسنتزی به دلیل کاهش سطح برگ، منجر به کاهش وزن خشک اندام هوایی می‌شود. به طور کلی ژنوتیپ‌هایی با غظت سدیم کمتر، بیشترین ماده خشک را دارند. ژنوتیپ‌هایی با سدیم کمتر در برگ‌های آسیب دیده، بیشترین ماده خشک را دارند. ژنوتیپ‌های متحمل به تنش شوری می‌توانند نمک را به میزان زیاد در برگ خود انباشته سازند، سپس آن برگ از بین می‌رود و درصد برگ‌های زرد در تنش شوری به عنوان یک مکانیسم متحمل به شوری محسوب می‌شود (مانس و همکاران، 2006).

بیشترین تراکم مایکوریزا در لاین 4 مشاهده شد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با رقم یوسف داشت. بین ارقام صحرا، ماهور و یوسف از نظر تراکم مایکوریزا تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل 1).

در پژوهش‌های دایی و همکاران (2009) اثر معنی‌دار انواع مختلف گونه‌های مایکوریزا بر کلنیزاسیون ریشه در شرایط شور نشان داد که از بین *Glomus etunicatum*، *Glomus mosseae* و *Glomus* *intraradices* می‌تواند عناصر غذایی بیشتری را جذب و سدیم و کلر کمتری جذب سطحی گیاه شود. توجه به این نکته اساسی که ارقام مختلف گندم به گونه‌های مختلف قارچ مایکوریزا در اراضی شور، پاسخ‌های متفاوت نشان می‌دهد، بدین ترتیب شناسایی گونه مناسب قارچ مایکوریزا همزیست با گیاه در شرایط شور می‌تواند در تعدیل شرایط تنشی بسیار کارا باشد. ال کراکی و همکاران

(2001) دریافتند که گوجه فرنگی‌های همزیست با مایکوریزا در شرایط تنش شوری، محتوی فسفر بیشتری در اندام‌های هوایی خود دارند، همچنین گیاهان همزیست با مایکوریزا نسبت به غیرهمزیست، مقادیر بیشتری آهن و مس دارند که می‌تواند به دلیل افزایش سطح جذب و انتقال عناصر غذایی توسط گیاهان همزیست با مایکوریزا نسبت به غیرمایکوریزا باشد. در شوری زیاد کلنیزاسیون ریشه گوجه فرنگی با قارچ مایکوریزا، به واسطه تاثیر بر سطح جذب، بر افزایش غلظت پتاسیم اندام هوایی نقش بسزایی دارد، ثابت ماندن غلظت سدیم در تیمارهای همزیست با مایکوریزا در این شرایط می‌تواند اثرات تخریب‌کنندگی شوری بر رشد گیاه را تعدیل کند (ال کراکی، 2000).

میرانساری و اسمیت (2008) گزارش کردند که کلنیزاسیون مایکوریزا تفاوت معنی‌داری را در محتوی پتاسیم گیاه نداشت و بدین ترتیب مایکوریزا در جذب پتاسیم گیاه معنی‌دار نبود. همچنین همبستگی زیادی بین خصوصیات ریشه، کلنیزاسیون مایکوریزا و تراکم مایکوریزا مشاهده شد. به علاوه انتقال بیشتر کربن به ریشه در شرایط تنشی در افزایش وزن خشک ریشه و درصد کلنیزاسیون قارچ مایکوریزا با ریشه گیاه نقش بسزایی دارند. می‌توان اشاره داشت به این که توانایی بیشتر گیاهان همزیست با مایکوریزا در جذب فسفر، می‌تواند نقش بسزایی در افزایش رشد ریشه داشته باشد، این قابلیت‌ها می‌تواند در جذب بیشتر آب و مواد معدنی نقش بسزایی داشته باشند. تحقیقات مختلف دلالت به این دارد که رشد و عملکرد گیاهان همزیست با مایکوریزا در شرایط شور می‌تواند به دلیل افزایش جذب عناصر غذایی و کلنیزاسیون بیشتر ریشه در ارقام متحمل افزایش یابد (ال کراکی، 2006). دلایل متعددی مبنی بر اثرات برهم کنش گونه‌های مایکوریزا و شوری ارائه شده است و این که کارایی مایکوریزا با تشدید شرایط تنشی می‌تواند افزایش یابد (سوبرامانیان و همکاران، 2006).

داموداران و همکاران (2012) نشان دادند در گیاه پنبه، پتاسیم با همزیستی مایکوریزایی همبستگی نداشت. قطر ریشه، تعداد ریشه تارهای کشنده و طول ریشه در ارقام مختلف متفاوتند. تراکم مایکوریزا همبستگی منفی با تعداد تارکشنده ریشه و طول تارکشنده ریشه دارد. همزیستی مایکوریزا، عملکرد محصول را تحت تاثیر قرار داد. تراکم مایکوریزا با کلنیزاسیون مایکوریزا همبستگی ندارد ولی با تعداد تارکشنده ریشه همبستگی منفی داشت. تراکم مایکوریزا به دلیل پاسخ‌های متفاوت رشد به آرباسکولار مایکوریزای متفاوت، متنوع می‌باشند.

ارزیابی تلقیح مایکوریزای همزیست با جو در تعدیل تنش شوری در استان گلستان

طول سنبله با تعداد دانه در سنبله و عملکرد همبستگی مثبت دارد. در تایید این نتایج روستایی و همکاران (1382) نشان دادند که گزینش لاین‌هایی به اندازه متوسط برای طول سنبله و وزن هزاردانه بالا در افزایش عملکرد دانه موثر است. زودرسی در افزایش طول دوره پرشدن دانه و عملکرد دانه تاثیر دارد و به‌طور همزمان طول دوره رشد رویش و ذخیره مواد در ساقه را کاهش می‌دهد. ژنوتیپ‌هایی که سریع به ساقه رفته و سنبله تولید می‌کنند از نظر عملکرد دانه بیشتر و پایدارتری دارند (روستایی، 1379).

توصیه ترویجی

این پژوهش به منظور استفاده بهینه از زمین‌های بایر و افزایش راندمان عملکرد محصول با همزیستی مایکوریزایی صورت می‌گیرد. شناسایی ژنوتیپ‌های جو مقاوم به تنش شوری، جهت کشت در این مناطق نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. آلودگی کمتر آب و خاک با کاهش مصرف کود شیمیایی در نتیجه همزیستی مایکوریزایی از نتایج ارزشمند و قابل ملاحظه زیست محیطی این بررسی می‌باشد. مطالعه ارقام مختلف نشان داد که در همزیستی با قارچ مایکوریزا، لاین 4 قابلیت بالاتری در جذب فسفر، نیتروژن و پتاسیم داشته و در مقابل توانست از ورود سدیم به ریشه گیاه ممانعت بیشتری به عمل آورد. همچنین همزیستی با مایکوریزا در لاین 4، بواسطه افزایش سطح ریشه، حجم ریشه و وزن خشک ریشه، بیشترین وزن هزار دانه و عملکرد را داشت. رقم ماهور تلقیح شده با قارچ مایکوریزا، به دلیل افزایش عملکرد در و درصد همزیستی زیاد به قارچ مایکوریزا، رقم ماهور و لاین 4 به صورت بذرمال با قارچ مایکوریزا می‌تواند برای کشت در مزارع شور به کشاورزان توصیه شود.

فهرست منابع

1. روستایی، مظفر. (1379). بررسی صفات موثر در افزایش گندم دیم در شرایط سردسیری. مجله نهال و بذر، 16(3): 285-299.
2. روستایی، مظفر، صادق زاده، داوود و ارشدی، محمد. (1382). بررسی ارتباط صفات موثر بر عملکرد دانه گندم با استفاده از تجزیه به عامل‌ها در شرایط دیم. دانش کشاورزی، 13(1): 1-10.
3. فغانی، الهام، نوری نیا، عباسعلی، رجالی، فرهاد و عباسی، محمد رضا. (1387). بررسی اثر همزیستیمایکوریزایی بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های جو در شرایط تنش شوری. استناداری گلستانمعاونت برنامه ریزی. شماره نشریه 370.
4. محمدزاده، مهیار، پیغمبری، سید علی، نبی‌پور، علیرضا و نوروزی، محمد. (1389). ارزیابی عملکرد و صفات مرفولوژیکی در ژنوتیپ‌های متحمل و حساس به شوری در برنج. مجله زراعت و اصلاح نباتات، 6(4): 61-71.
5. Ahmad, A. N. (2002). Comparative response of barley genotypes to chloride and sulphate salinity. Pakistan Research Repository, 135.
6. Al-Karaki, G. N. (2000). Growth and mineral acquisition by mycorrhizal tomato grown under salt stress. Mycorrhiza, 10: 51–54.
7. Al-Karaki, G. N. (2006). Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. Science Horticulture, 109: 1–7.
8. Al-Karaki, G. N., Hammad, R., and Rusan, M. (2001). Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress. Mycorrhiza, 11: 43–47.
9. Asghari, H. R., Marschner, P., Smith, S. E., and Smith, F. A. (2005). Growth response of *Atriplex nummularia* to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi at different salinity levels. Plant and Soil, (373): 245-256.
10. Castillo, C. G., Puccio, F., Morales, D., Borie, F., and Sieverding, E. (2012). Early arbuscular mycorrhiza colonization of wheat, barley and oats in Andosols of southern Chile. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12: 3: 511-524

11. Chen, B. D., Liu, H., Shen, X. L. Li., and Christie, P. (2004). Uptake of cadmium from an experimentally contaminated calcareous soil by arbuscular mycorrhizal maize (*Zea mays* L.). *Mycorrhiza*, 14: 347-354.
12. Daeia, G., Ardekani, M. R., Rejali, F., Teimuri, S., and Miransari, M. (2009). Alleviation of salinity stress on wheat yield, yield components, and nutrient uptake using arbuscular mycorrhizal fungi under field conditions. *Journal of Plant Physiology*, 166: 617-625
13. Damodaran, P. N., Udaiyan, K., and Roh, K. S. (2012). Mycorrhizal Dependency in Certain Indian Cotton Cultivars. *Research in Plant Biology*, 2(4): 55-66.
14. FAO. (2012). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2012-2021*, OECD Publishing and FAO.
15. Gerdemann, J. W. (1975). Vesicular arbuscular mycorrhizal in D. G. Torrey and D. T. C Clarkson, Eds. *The development and function of root*. Academic press, Lond: 575-591
16. Ghazi, A. K., Michael, B., and Zak, J. (2004). Field response of Wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress, 14, 263-269.
17. Giri, B., Kapoor, R., and Mukerji, K. G. (2002). *VA Mycorrhizal techniques/VAM technology in establishment of plants under salinity stress conditions*. In: Mukerji KG, Manoharachary C, Chamola BP, eds. *Techniques in mycorrhizal studies* (pp. 313-327). Netherlands: Kulwer.
18. Grant, C., Bittman, S., Montreal, M., Plenchette, C, and Morel, C., (2005). Soil and fertilizer phosphorus: Effects on plant P supply and mycorrhizal development. *Canadian Journal of Plant Science*. 85: 3–14.
19. Higbie, S., Wang, F., Stewart, J. M., Sterling, T. M., Lindemann, W. C., Hughs, E., and Zhang, J. (2010). Physiological Response to Salt (NaCl) Stress in Selected Cultivated Tetraploid Cottons. *International Journal of Agronomy*. ID 643475, 12 pages doi:10.1155/2010/643475.
20. Jaleel, C. A., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundaram, R., and Panneerselvam, R. (2007). Water deficit stress mitigation by calcium chloride in *Catharanthus roseus*; effects on oxidative stress, proline metabolism and indole alkaloid accumulation, *Colloids Surf. B: Biointerfaces*, 60, 110-116.
21. Mans, R., and Rawson, H. M. (2004). Effect of salinity on salt accumulation and reproductive development in the apical meristem of wheat and barley. *Australian Journal of Plant Physiology*, 26(5): 459 – 464.
22. Miransari, M., Bahrami, H. A., Rejali, F., and Malakouti, M. J. (2008). Using arbuscular mycorrhiza to reduce the stressful effects of soil

- compaction on wheat (*Triticum aestivum* L.) growth. *Soil Biology Biochemistry*, 40: 1197–206.
23. Miransari, M., and Smith, D. L. (2007). Overcoming the stressful effects of salinity and acidity on soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] Nodulation and yields using signal molecule genistein under field conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 30: 1967–92.
 24. Munns, R., James, R. A., and Lauchli, A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*, 57 (5): 1025–1043.
 25. Muthukumar, T., and Udaiyan, K. (1995). Influence of vesicular arbuscular mycorrhiza and *Rhizobium* sp. on growth responses and nutrient status of tephrosia purpurea Pers. *Acta botanica Indica*, 23: 75-80.
 26. Naseer, S. H. (2001). Response of barley (*Hordeum vulgare* L.) at various growth stages to salt stress. *Journal Biological Science*, 1: 326-329.
 27. Rabie, G. H. and Almadini, A. M. (2005). Role of bioinoculants in development of salt-tolerance of *Vicia faba* plants. *African Journal of Biotechnology*, 4: 210–22.
 28. Rosendahl, S. and Stukenbrock, E.H. (2004) Community structure of AMF in undisturbed vegetation revealed by analyses of LSU rDNA sequences. *Molecular Ecology*, 13: 3179-3186.
 29. Ruiz-Lozano, J. M. (2003). Arbuscular mycorrhiza symbiosis and alleviation of osmotic stress. New perspectives for molecular studies. *Mycorrhiza*, 13: 309-317.
 30. Sbei, Z. H., Youssef, T., Hamza, S., and Harrabi, M. (2012). Phenotypic Diversity Analysis for Salinity Tolerance of Tunisian Barley Populations (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Arid Land Studies*, 22 (1): 57-60.
 31. Shashidhar, H. E., Henry, A., and Hardy, B. (2012). Methodologies for Root Drought Studies in Rice. Los Baños: International Rice Research Institute.
 32. Subramanian, K. S., Santhanakrishnan, P., and Balasubramanian, P. (2006). Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. *Scientific Horticulture*, 107: 245-253.
 33. Sylvia, D M., and Chellemi, D. O. (2001). Interactions among root-inhabiting fungi and their implications for biological control of root pathogens. *Advances Agronomy*, 73: 1-33.
 34. Taghipour, F., and Salehi, M. (2008). The Study of Salt Tolerance of Iranian Barley (*Hordeum vulgare* L.) Genotypes in Seedling Growth Stages, *American-Eurasian Journal Agriculture and Environment Science*, 4 (5): 525-529.

ارزیابی تلقیح مایکوریزای همزیست با جو در تعدیل تنش شوری در استان گلستان

35. Tian, C. Y., Feng, G., Li, X. L., and Zhang, F. S. (2004). Different effects of arbuscular mycorrhizal fungal isolates from saline or non-saline soil on salinity tolerance of plants. *Applied Soil Ecology*, 26: 143 –8.
36. Zheng, Y., Jiac, A., Ningb, T., Lib Xud, J., and Jiangb, G. (2008). Potassium nitrate application alleviates sodium chloride stress in winter wheat cultivars differing in salt tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 165: 1455-1465.