

## استفاده از قارچهای میکوریزی آربسکولار جهت بهبود شرایط رشد ذرت در یک خاک متراکم

محمدرضا میرانصاری مهابادی، حسینعلی بهرامی، فرهاد رجالی و محمد جعفر ملکوتی

به ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس، استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات خاک و آب و استاد خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس

### مقدمه

شرایط بهینه موجود در خاک سبب بهبود رشد گیاه می گردد، اما احتیاج روز افزون بشر به غذا همواره سبب تغییر این شرایط گردیده موجب وارد آمدن فشار فزاینده‌ای بر زمین می گردد. به عنوان مثال توسعه روزافزون تکنولوژی موجب تولید ماشین آلات کشاورزی پیشرفته تری می گردد که امور کشت، داشت و برداشت محصول را سهل تر می نمایند اما از طرفی استفاده بیش از اندازه از این وسایل به خصوص در رطوبت‌های مناسب سبب فشردگی زمین می‌گردد. تراکم خاک بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک و رشد گیاه مؤثر می‌باشد. به عنوان مثال کاهش رشد قسمت هوایی گیاه در نتیجه سیگنال‌های شیمیایی می باشد که توسط ریشه گیاه ترشح می شود (Pardo et al., Masle and Passioura, 1987).

2000 تراکم خاک بر چگونگی رشد و توزیع ریشه تاثیر می گذارد و افزایش مقاومت خاک سبب توزیع ریشه به صورت تجمعی در قسمت‌هایی از خاک می شود که دارای مقاومت کمتری می‌باشند. در نتیجه رشد تجمعی ریشه در مناطقی از خاک دانسیته ریشه کافی نمی‌باشد که باعث کاهش جذب آب و مواد معدنی می‌گردد. این مسئله سبب کاهش جذب در مقایسه با خاکی می‌گردد که ریشه در آن دارای رشد یکنواخت می باشد (Amato 1991, Pardo et al, 2000).

### مواد و روش‌ها

پژوهش در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات خاک و آب واقع در مشکین دشت کرج انجام گرفت. خصوصیات خاک تا عمق ۳۰ سانتی متری تعیین گردید. آزمایش در غالب طرح اسپلیت پلات طراحی گردید که در آن سطوح تراکم به عنوان کرت‌های اصلی و گونه های قارچ‌های میکوریزی به همراه شاهد به عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. با استفاده از تراکتور John Deere مدل ۳۱۴۰ سطوح تراکم مورد نظر ایجاد گردیدند که شامل سطوح بدون تراکم (C1)، ۴مرتبه (C2)، ۱۲ مرتبه (C3)، و ۲۰ مرتبه (C4) می‌باشند و گونه‌های قارچ‌های میکوریزی مورد استفاده عبارتند از:

بدون میکوریز (M1) *Glomus mosseae*، (M2) *Glomus mosseae* (بدون جداسازی شده از خاک‌های ایران، *Glomus etunicatum* (M3) جنا سازی شده از خاک‌های ایران، *Glomus mosseae* (M4) ارسالی از کلکسیون GINCO کاتادا (Glomales I.N. Vitro Collection) تولید شده به روش Feldmann and Idczak (1992) و همراه با کشت بذر ذرت (واریته ۷۰۴) اضافه گردیدند. هر کرت شامل ۴ ردیف به فاصله ۶۰ سانتی متر از یکدیگر و بذور با فاصله ۲۰ سانتی متر از یکدیگر بر روی ردیف‌ها کشت گردیدند. بعد از سبز

شدن بذرها، کود ازته به میزان ۲۶۰ کیلو گرم در هکتار، کود پتاسیم به میزان ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار و کود فسفره به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سطحی اضافه گردید. میزان مقاومت خاک در رطوبت مشخص به میزان سه مرتبه در طول فصل کشت با استفاده از نفوذسنج (penetrometer) مدل Cernusco 20063، Italy و همچنین جرم حجمی سطوح مختلف تراکم اندازه گیری گردیدند که عبارت بودند از ۱/۱۹، ۱/۲۸، ۱/۴۴ و ۱/۵۱ گرم بر سانتی متر مکعب. از گیاهان نمونه برگ تهیه گردید و وزن تازه و خشک برگ‌ها به همراه ارتفاع گیاهان و همچنین میزان محصول برای تیمارهای مختلف تعیین گردید. با استفاده از برنامه آماری SAS (SAS Institute Inc., 1988) داده های آزمایش تجزیه گردیدند و تفاوت بین تیمارهای مختلف مشخص گردیدند. با استفاده از روش آماری GLM و تست LSD میانگینها مقایسه گردیدند (Steel and Torrie, 1980).

### نتایج و بحث

همانگونه که از جدول ۱ مشخص می باشد عبور تراکتور سبب فشرده شدن خاک گردیده و میزان آن به رطوبت خاک بستگی دارد. با افزایش عبور تراکتور میزان مقاومت خاک به نفوذ نیز افزایش یافته است. میزان رطوبت خاک برای اولین، دومین و سومین اندازه‌گیری مقاومت خاک به ترتیب عبارتند از ۶/۵۴، ۱۲/۶۷ و ۱۰/۶۷٪، و از جدول ۱ مشخص می باشد که افزایش رطوبت باعث کاهش مقاومت خاک به نفوذ گردیده است. قارچ‌های میکوریز باعث افزایش ارتفاع گیاهان ذرت در مقایسه با تیمار شاهد در همه سطوح تراکم گردیده اند. اگرچه در سطح دوم تراکم نیز، ارتفاع گیاه ذرت کاهش یافته، برای سایر سطوح تراکم نیز، افزایش فشردگی خاک سبب کاهش ارتفاع گیاه ذرت گردیده است. گونه های M2 و M4 در مقایسه با گونه M3 دارای تاثیر بیشتری بر ارتفاع گیاهان ذرت بوده اند. قارچ‌های میکوریز باعث افزایش وزن تازه و خشک برگ‌های ذرت به صورت معنی داری گردیده اند و به جز برای وزن خشک در سطح C3 در سایر سطوح، افزایش تراکم سبب کاهش میزان وزن تازه و خشک برگ‌های ذرت گردیده است. قارچ‌های میکوریزی به صورت معنی داری باعث افزایش میزان محصول ذرت در مقایسه با تیمار شاهد در همه سطوح تراکم گردیده اند. میزان محصول سطوح C2 و C3 در مقایسه با سطوح C1 و C4 افزایش یافته است. میزان محصول گونه های M3 و M4 در سطح C4 در مقایسه با C1 کاهش یافته است.

داده‌های بدست آمده نشان دهنده اهمیت رطوبت در میزان مقاومت خاک می‌باشد (Miransari et al., 2004) که با

for use in tropical nurseries. *Methods in Microbiology*, 24: 339-357.

4- Masle, J. and J. B Passioura. 1987. The effect of soil strength on the growth of young wheat plants. *Australian Journal of Plant Physiology*, 14: 643-653.

5- Miransari, M., H.A. Bahrami, M.J. Malakouti, D. Smith, and F. Rejali. 2004. Using mycorrhiza to reduce the stressful effects of soil compaction on corn growth. *Proceedings of the 4th Iran and Russia Conference*.

6- Pardo, A., M. Amato and F.Q. Chiaranda. 2000. Relationships between soil structure, root distribution and water uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant growth and water distribution. European Journal of Agronomy*, 13: 39-45.

7- Sas Institute Inc. 1990. *SAS/STAT user's guide. Version 6. Fourth Edition. Statistical Analysis Institute Inc., Cary North Carolina.*

8- Soane, B. D., and C. van Ouwerkerk, 1995. Implications of soil compaction in crop production for the quality of the environment. *Soil and Tillage Research*, 35: 5-22.

9- Whalley, W. R., E Dumitru. and A. R. Dexter 1995. Biological effects of soil compaction. *Soil & Tillage Research*, 35: 53-68.

گفته‌های (Whalley et al., 1995) هم، هماهنگ می باشد که بیان نمودند با افزایش رطوبت مقاومت خاک کاهش می یابد در نتیجه گیاه قادر به ایجاد سیستم ریشه ای قوی تری در خاک مرطوب تر می گردد که سبب بهبود رشد گیاه و افزایش محصول می گردد. نتایج بدست آمده هم مشخص کننده اثرات مطلوب تراکم بر رشد گیاه (Bouwman and Arts, 2000) و هم اثرات نامطلوب تراکم بر رشد گیاه (Soane and van Ouwerkerk 1995) می باشند. قارچ‌های میکوریز با خصوصیات منحصر بفرد خود قادر بوده‌اند اثرات مثبت خود بر رشد گیاه ذرت در همه سطوح تراکم (Miransari et al., 2004) را اعمال نمایند اگرچه در بالا ترین سطح تراکم، مقداری از میزان اثرات مثبت آنها کاسته گردیده است. این چنین استنباط می گردد که در خاکهای متراکم با مهیا نمودن شرایط بهینه برای رشد و فعالیت قارچ‌های میکوریز می توان از اثرات سوء تراکم بر رشد گیاه کاست.

#### منابع مورد استفاده

1- Amato, M. 1991. Spatial distribution and water uptake of roots in structured growth media. PhD thesis, MSU, XIII-204.

2- Bouwman L.A., and W.B.M. Arts. 2000. Effects of soil compaction on the relationships between nematodes, grass production and soil physical properties. *Applied Soil Ecology*, 14: 213-222.

3- Feldmann, F. and E. Idczak. 1992. Inoculum production of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi

جدول (۱) اثرات تراکم خاک (C) و میکوریزا (M) بر مقاومت خاک، ارتفاع گیاهان، وزن تازه و خشک برگ‌ها و میزان محصول ذرت

سطح تراکم (بار عبور تراکتور)	تیمار میکوریز	مقاومت خاک ( بار اول ) (مگا پاسکال)	مقاومت خاک ( بار دوم ) ( مگا پاسکال )	مقاومت خاک ( بار سوم ) ( مگا پاسکال )	ارتفاع گیاهان ذرت ( سانتی متر )	وزن تازه برگ‌ها ( گیاه/گرم )	وزن خشک برگ‌ها ( گیاه/گرم )	میزان محصول (تن در هکتار)
C1	M1	edf.۰/۶۸	e.۰/۶۱	ef.۰/۷۲	abc۲۱۶	def۱۲۷/۶۱	gh۳۶/۳	f۹/۱
	M2	f.۰/۵۴	e.۰/۵۹	f.۰/۶۹	a۲۵۳	a۱۹۰/۲۳	cd۵۵/۱۵	bcdef۱۱/۲
	M3	ef.۰/۵۸	ed.۰/۶۴	ef.۰/۷۶	a۲۵۴	a۱۸۶/۵۶	bcd۵۵/۵۴	abcde۱۲/۴
	M4	edf.۰/۶۳	ed.۰/۶۶	ef.۰/۷۲	ab۲۵۰	ab۱۸۲/۷۹	d۵۲/۲۸	abcde۱۲/۵
میانگین		۰/۶۱	۰/۶۳	۰/۷۲	۲۴۳	۱۷۲/۰۵	۵۰/۰۹	۱۱/۴
C2	M1	ed.۰/۷۲	d.۰/۷۹	ef.۰/۷۶	ed۱۶۸	f۱۰۶/۱۵	h۲۹/۶۸	ef۱۰/۴
	M2	d.۰/۷۴	ed.۰/۶۸	e.۰/۸۱	abc۲۱۱	abc۱۶۲/۱۱	edf۴۷/۴۲	abcd۱۲/۷
	M3	d.۰/۷۴	ed.۰/۷۴	ef.۰/۷۶	e۱۶۴	ab۱۷۲/۲۸	ed۵۱/۳۶	a۱۴/۹
	M4	d.۰/۷۴	ed.۰/۷۱	ef.۰/۷۸	abcde۲۰۸	ab۱۶۷/۴۵	ed۵۱/۵۶	ab۱۴/۲
میانگین		۰/۷۲	۰/۷۳	۰/۷۸	۱۸۸	۱۵۲/۲۵	۴۵/۰۱	۱۳/۳
C3	M1	c۱/۲۰	c۱/۰۳	cd۱/۱۲	cde۱۹۰	ef۱۱۹/۴۴	ed۵۰/۰۷	cdef۱۱/۰
	M2	c۱/۱۸	c۱/۰۱	cd۱/۱۹	abc۲۲۳	abc۱۶۵/۵۶	a۶۵/۶۰	abc۱۳/۸
	M3	c۱/۲۴	bc۱/۰۴	cd۱/۱۴	abc۲۲۱	abc۱۶۴/۰۹	abc۶۳/۴۰	abcde۱۲/۷
	M4	c۱/۲۴	c۰/۹۸	d۱/۱۱	abc۲۲۷	abc۱۶۷/۰۲	ab۶۵/۲۰	bcdef۱۱/۸
میانگین		۱/۲۱	۱/۰۲	۱/۱۴	۲۱۶	۱۵۴/۰۳	۶۱/۰۷	۱۲/۳
C4	M1	ab۱/۵۱	ab۱/۲۱	abc۱/۲۲	bcde۲۰۵	cde۱۳۷/۶۲	fgr۹/۶۳	cdef۱۰/۸
	M2	a۱/۶۴	a۱/۳۸	ab۱/۳	abc۲۲۲	ab۱۷۸/۷۸	d۵۲/۴۲	abc۱۳/۷
	M3	b۱/۴۹	a۱/۳	ab۱/۲۹	bcde۲۰۵	bcd۱۵۴/۲۸	edf۴۶/۵۲	cdef۱۰/۹
	M4	ab۱/۶۳	a۱/۲۴	a۱/۳۲	abcd۱۱۵	bcd۱۵۴/۹۴	efg۳۲/۴۵	def۱۰/۶
میانگین		۱/۵۷	۱/۲۸	۱/۲۸	۲۱۲	۱۵۶/۴۳	۴۵/۷۶	۱۱/۵
C		**	**	**	**	**	**	**
M		n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	**
C*M		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M1 vs M2		n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	**
M1 vs M3		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
M1 vs M4		n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	**
LSD ( $\alpha=0.1$ )		۰/۱۴۳۶	۰/۱۷	۰/۱۱۶۸	۳۷	۲۹/۷	۹/۶۸	۳/۱
C.V.		۸	۱۳	۸	۱۵	۱۴	۱۴	۱۸

n.s.: از نظر آماری معنی دار نمی باشد

\*: معنی دار در سطح ۱۰٪

\*\* : معنی دار در سطح ۵٪

C.V.: ضریب تغییرات

M1: سطح بدون میکوریزا، M2: *Glomus mossea* (Iranian)، M3: *Glomus etanicatum*

M4: *Glomus mossea* (Canadian)

C1: سطح بدون تراکم، C2: سطح ۱۲ بار عبور تراکتور، C3: سطح ۴ بار عبور تراکتور،

C4: سطح ۲۰ بار عبور تراکتور.

ارقام در ستون‌های یکسان با حروف غیر یکسان از نظر آماری به صورت معنی دار متفاوت می باشند