"مجله علوم زراعی ایران"
جلد یازدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۸

# اثر میکوریزا آربوسکولار بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات گیاهی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در شرایط تنش خشکی

# Effect of Arbuscular mycorrhizal on yield, yield components and plant characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under drought stress conditions

احسان جمشیدی[۱]، امیر قلاوند[۲]، امین صالحی[۳]، محمد جواد زارع[۴] و علی رضا جمشیدی[۵]

## چکیده

**جمشیدی، ا.، ا. قلاوند، ا. صالحی، م. جواد زارع و ع ر. جمشیدی. ۱۳۸۸.** اثر میکوریزا آربوسکولار بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات گیاهی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در شرایط تنش خشکی. **مجله علوم زراعی ایران:** ۱۱ (۱): ۱۵۰-۱۳۶.

**یکی از مهم ترین عوامل محدود کننده عملکرد گیاهان زراعی مناطق خشک و نیمه خشک، کمبود آب است. ارزیابی عملکرد گیاهان زراعی در شرایط تحت تنش و استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید خاک جهت کاهش خسارت های ناشی از تنش های محیطی از راه حل‌های نوین در کشاورزی پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شود. به این منظور، آزمایشی در سال ۱۳۸۵در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تنش خشکی در سه سطح آبیاری پس از مصرف ٤٠ ( شاهد)، ٦٠ و ٨٠ درصد رطوبت قابل استفاده خاک در کرت های اصلی و تیمارتلقیح بذر آفتابگردان (رقم آلستار) با دو گونه میکوریزا شامل گلوموس موسه(*Glomus mosseae*)، گلوموس هویی (*Glomus hoi*) و یک تیمار بدون تلقیح در کرت های فرعی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که اثر تلقیح میکوریزا بر تمامی صفات اندازه گیری شده بجز تعداد کل دانه ها، وزن هزار دانه، تعداد دانه های پر و درصد روغن دانه در سطح یک درصد معنی دار بود. تأثیر تنش خشکی بر تمام صفات اندازه گیری شده معنی دار بود. اثر متقابل میکوریزا با تنش خشکی برای تمامی صفات آفتابگردان بجز عملکرد دانه، تعداد دانه پوک، درصد پوکی و عملکرد روغن معنی دار بود. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد دانه و وزن خشک در تیمار آبیاری پس از مصرف ۸۰ درصد رطوبت خاک به ترتیب از تیمار تلقیح میکوریزای گلوموس موسه (*G. mosseae*) و بدون تلقیح با ۱۲۳۰ و ۹۹۰ کیلوگرم در هکتار برای عملکرد دانه و ٤٤٠٠ و ۳۱۸۰ کیلوگرم در هکتار برای وزن خشک بدست آمد. نتایج این آزمایش نشان داد که هر چند تنش خشکی باعث کاهش عملکرد آفتابگردان شد، ولی میکوریزا شدت اثر آن را کاهش داد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد دو گونه میکوریزا بر عملکرد آفتابگردان و کاهش شدت خسارت تنش اثر متفاوتی داشتند. میکوریز گلوموس موسه (*G. mosseae*) دارای قدرت همزیستی بیشتری در مقایسه با گلوموس هویی (*G. hoi*) بود و از افت شدید عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش خشکی جلوگیری نمود. میکوریزا از طریق افزایش وزن هزار دانه، تعداد دانه و کاهش میزان پوکی دانه طبق، باعث افزایش عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش خشکی و عدم تنش خشکی شدند.**

**واژه های کلیدی: آربوسکولار، آفتابگردان، تنش خشکی، قارچ های میکوریزا و عملکرد.**

---

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۱۰/۲۵

۱- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه تربیت مدرس
۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (مکاتبه کننده)
۳- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه تربیت مدرس
۴- استادیار دانشگاه ایلام
۵- دانشجوی کارشناسی ارشد توسعه روستایی دانشگاه صنعتی اصفهان

## مقدمه

گیاهان روغنی پس از غلات مهم ترین گروه از گیاهان زراعی هستند که با توجه به ارزش غذایی فراوان دانه های آنها، به عنوان منابع تولید روغن و پروتئین گیاهی، مورد توجه بیشتر کشورهای پیشرفته صنعتی می باشد (Anonymous, 2001). خشکی از اصلی‌ترین عوامل غیر زنده محدود کننده رشد گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا از جمله ایران محسوب می شود. یکی از روش های افزایش پایداری تولید گیاهان در شرایط تنش کم آبی، استفاده از رابطه همزیستی میکوریزایی است. ۸۰ درصد از مطالعات انجام شده روی میکوریزا مربوط به بررسی افزایش تحمل گیاهان به تنش آبی در حضور این قارچ بوده است (Ague, 2001). نتایج تحقیقات نشان داده است که قارچ میکوریزا آربوسکولار باعث افزایش تحمل گیاهان به خشکی می شود (Davies. *et al*., 1992, 1993,; Von Reichenbach and Schonbeck., 1995; Smith and Read., 1997; Davies. *et al*., 2002; Ague, 2004). همچنین گزارش شده است که در شرایط خشکی گیاهان تلقیح شده با میکوریزا، آب و مواد غذایی بیشتری نسبت به گیاهان تلقیح نشده جذب می کنند (Subramanian and Charest., 1997, 1999; Al-Karaki, and Clark., 1999; Srivastava. *et al*.,2002). ریشه بسیاری از گیاهان به وسیله میکوریزای بومی خاک کلونیزه می شود. این قارچ ها قادر به جذب و انتقال مواد آلی به گیاهان هستند (Chalk *et al.,* 2006). میکوریزا آربوسکولار قادر به افزایش جذب و انتقال و قابلیت دسترسی به عناصر معدنی مانند فسفر، نیتروژن، مس و روی به گیاه میزبان خود است (Marschner and Dell, 1994; Clark and Zeto, 2000) تحقیقات نشان داده که میکوریزا باعث بهبود مقدار نسبی آب گیاه می شود، پورسل و ریوزی (Porcel and Ruzi-lozano, 2004) گزارش دادند که میزان پتانسیل آب برگ در بوته های سویای تلقیح شده با میکوریزا در مقایسه با بوته های شاهد در شرایط تنش آبی، بیشتر بود. خلوتی و همکاران (Khalvati, *et al*., 2005) گزارش کردند که وزن خشک ریشه و اندام های هوایی بوته های گندم تلقیح شده با قارچ میکوریزا در مقایسه با بوته های شاهد تحت در شرایط تنش کم آبی، بیشتر بود. وو و ژیا (Wu and Xia, 2006) گزارش دادند که نهال‌های لیمو تلقیح شده با میکوریزا در مقایسه با نهال‌های تلقیح نشده از پتانسیل آب برگ، فتوسنتز و تعرق بیشتر و دمای کمتر برگ برخوردار بودند. سازوکارهایی که قارچ میکوریزا باعث افزایش میزان پایداری گیاه در شرایط خشکی می شوند عبارتند از افزایش جذب آب به وسیله هیف، کنترل باز و بسته شدن روزنه از طریق ترشح هورمون و به طور غیر مستقیم از طریق افزایش جذب فسفر و تأثیری که این عنصر بر میزان نسبی آب گیاه می گذارد، این آزمایش به منظور بررسی تلقیح بذرهای گیاه آفتابگردان با قارچ های میکوریزا آربوسکولار شامل گلوموس موسه(*Glomus mosseae*) و گلوموس هویی (*Glomus hoi*) بر عملکرد و اجزای عملکرد آن در شرایط تنش خشکی به اجرا گذاشته شد.

## مواد و روش ها

این آزمایش در بهار سال۱۳۸۵ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. در این آزمایش از بذور آفتابگردان رقم آلستار استفاده شد. تنش آبی در سه سطح آبیاری پس از مصرف ۴۰ (شاهد)، ۶۰ و ۸۰ درصد رطوبت حجمی قابل استفاده خاک در کرت های اصلی(لازم به ذکر است که در زمان کاشت تا برداشت آفتابگردان هیچ گونه بارندگی در منطقه وجود نداشت) و تیمارتلقیح بذر آفتابگردان با دو گونه میکوریزا شامل گلوموس موسه (*Glomus mosseae*)، گلوموس هویی (*Glomus hoi*) و یک تیمار بدون تلقیح در کرت های فرعی قرار داده شدند. تیمارهای تلقیح به ترتیبی انجام



[ DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.2.4.6 ]

گرفت که هر بذر آفتابگردان آغشته به مایه تلقیح، حدود ۲۳۰- ۱۸۰ اندام فعال قارچی دریافت نماید ( مایه تلقیح دو نوع قارچ میکوریزا به صورت پودر و مخلوطی از اسپورها، ریسه (هیف)ها، ماسه ( محیط کشت) و قطعات ریشه گیاه میزبان بود). مایه تلقیح مورد استفاده از ریشه های گیاه بارهنگ سرنیزه ای که با این دو نوع قارچ آغشته شده بود و توانایی تلقیح بیش از ۹۵ درصد گیاه میزبان را دارا بود، جداسازی شده، گیاهان بارهنگ از پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی تهیه شده بودند. قبل از کشت، میزان آلودگی خاک از نظر قارچ های بومی توسط روش غربال گیری اندازه گیری و از کم بودن میزان میکوریزای خاک اطمینان حاصل شد. میزان آلودگی میکوریزایی پس از برداشت به وسیله میکروسکوپ طبق روش گیووانتی و موسی (Giovanetti and Mosse 1980) اندازه گیری شد. به منظور تعیین دقیق زمان آبیاری از دستگاه تعیین اندازه گیری رطوبت خاک (TDR, Trime-FM, Germany) که درصد حجمی رطوبت خاک را در عمق مورد نظر (۶۰ سانتی‌متر) اندازه گیری می کند، استفاده شد. به منظور آبیاری یکنواخت واحدهای آزمایشی از یک شبکه لوله‌کشی پلی اتیلنی و برای اندازه گیری مقدار آب مصرفی از یک کنتور حجمی استفاده شد. مجموع آب مصرفی در طول دوره رشد آفتابگردان برای تیمارهای بدون تنش(شاهد) و آبیاری پس از مصرف ۶۰ و ۸۰ درصد رطوبت قابل استفاده از خاک به ترتیب معادل ۷۴۰۰، ۵۷۰۰ و ۴۴۵۰ متر مکعب در هکتار بود. واحدهای آزمایشی تا مرحلهٔ ابتدایی تشکیل اندام های زایشی (مرحلهٔ ستاره ای شدن) بطور یکنواخت و پس از تخلیه ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک آبیاری شده و بعد از آن تیمارهای آبیاری اعمال شدند. در مراحل R1 و R5 بوته های موجود در یک متر مربع از هر کرت انتخاب، پس از اندازه گیری ارتفاع آنها، مساحت برگ ها با استفاده از دستگاه (ΔT, UK) اندازه گیری شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیک، محصول کلیه کرت های آزمایشی از مساحت دو متر مربع با دست برداشت شد و پس از جدا کردن دانه ها از طبق ها، تعداد دانه های پر و پوک شمارش و عملکرد دانه (با رطوبت ۱۴ درصد ) محاسبه شد. برای اندازه گیری وزن هزار دانه، از دانه های برداشت شده از هر کرت آزمایشی ۱۰ نمونه ۲۰۰ تایی جدا و پس از توزین با ترازو، میانگین وزن نمونه ها به عنوان وزن دویست دانه در نظر گرفته شد و وزن هزار دانه آن محاسبه شد. میزان روغن دانه با استفاده از دستگاه (INFRAMATIC, 8620, Germany) اندازه گیری شد. به منظور بررسی اندام های قارچی در ریشه ها از روش رنگ آمیزی ریشه ها (Philips and Hayman, 1980) استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS و MSTATC و مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت.

## نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که تأثیر میکوریزا بر عملکرد دانه، تعداد دانه های پوک، درصد پوکی دانه ها، عملکرد روغن و وزن خشک گیاه در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر تنش آب نیز بر تمام صفات گیاهی اندازه گیری شده معنی دار بود. اثر متقابل میکوریزا و تنش آب بر عملکرد دانه، تعداد دانه های پوک، درصد پوکی دانه ها و عملکرد روغن معنی دار بود (جدول ۱).

مقایسه میانگین ها نشان داد که تنش آبی باعث کاهش ارتفاع بوته می شود و بین سطوح تنش از نظر ارتفاع بوته اختلاف آماری معنی داری وجود داشت (جدول ۲) مقاسیه میانگین ها نشان داد که درمقایسه باگیاهان بدون تلقیح، گیاهان تلقیح شده با میکوریزا ارتفاع بوته بیشتری داشتند و بیشترین ارتفاع بوته در گیاهان تلقیح شده با گلوموس موسه



[ DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.2.4.6 ]

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات گیاهی آفتابگردان در شرایط تنش آبی و تلقیح با میکوریزا

Table 1. Analysis of variance for plant characteristics under drought stress and mycorrhiza inoculation in sunflower

| S.O.V | منابع تغییر | درجه آزادی df | میانگین مربعات (MS) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | عملکرد دانه Seed yield | تعداد کل دانه در متر مربع No. Total seeds.m$^{-2}$ | تعداد دانه پوک درمترمربع No. of unfilled seeds. m$^{-2}$ | تعداد دانه پر در مترمربع No. of filled seeds. m$^{-2}$ | درصد پوکی Percentage of unfilled seeds | وزن هزاردانه 1000 Seed weight |
| Replication(R) | تکرار | 3 | 12.3* | 0.0018$^{ns}$ | 57.37* | 14.4** | 49.1* | 9376.7** |
| Water stress(w.s) | تنش آب | 2 | 3.6** | 5.82** | 5017.8** | 1.25$^{ns}$ | 351.9$^{ns}$ | 13742.9** |
| Error$_a$ | خطای( الف) | 6 | 2.4 | 0.0084 | 12.59 | 1.2 | 71.274 | 280.1 |
| Mycorrhiza | میکوریزا | 2 | 53.2** | 0.099** | 544.59** | 86.3** | 13805.5** | 332794.1** |
| Mycorrhiza × Water stress | میکوریز× تنش آب | 4 | 3.2** | 0.122** | 36.14** | 1.5$^{ns}$ | 37.34 * | 849.9$^{ns}$ |
| Error$_b$ | خطای (ب) | 18 | 2.1 | 0.0128 | 11.24 | 1.3 | 9.1 | 327.7 |
| C. V (%) | ضریب تغییرات (درصد) | | 3.1 | 4.97 | 6.06 | 5.1 | 8.02 | 14.1 |

ns :غیر معنی دار

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns: Non- significant

*,**: significant at 5% and 1% probability levels, respectively



[ DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.2.4.6 ]

ادامه جدول ۱- تجزیه واریانس صفات گیاهی آفتابگردان در شرایط تنش آبی و تلقیح با میکوریزا

Continue Table 1. Analysis of variance for Plant characteristics under drought stress and mycorrhiza inoculation in sunflower

| | | | میانگین مربعات (MS) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S.O.V | منابع تغییر | درجه آزادی df | میزان کلونیزاسیون میکوریزا Mycorrhiza colonization | شاخص سطح برگ LAI | ارتفاع بوته Plant height | میزان روغن دانه Oil content | عملکرد روغن Oil yield | وزن خشک Dry matter |
| Replication(R) | تکرار | 3 | 12.3* | 0.0018$^{ns}$ | 57.37* | 14.4** | 49.1* | 9376.7** |
| Water stress(w.s) | تنش آب | 2 | 3.6** | 5.82** | 5017.8** | 1.25$^{ns}$ | 351.9$^{ns}$ | 13742.9** |
| Error$_a$ | خطای( الف) | 6 | 2.4 | 0.0084 | 12.59 | 1.2 | 71.274 | 280.1 |
| Mycorrhiza | میکوریزا | 2 | 53.2** | 0.099** | 544.59** | 86.3** | 13805.5** | 332794.1** |
| Mycorrhiza × Water stress | میکوریز× تنش آب | 4 | 3.2** | 0.122** | 36.14** | 1.5$^{ns}$ | 37.34 * | 849.9$^{ns}$ |
| Error$_b$ | خطای (ب) | 18 | 2.1 | 0.0128 | 11.24 | 1.3 | 9.1 | 327.7 |
| C. V (%) | **ضریب تغییرات (درصد)** | | 4.1 | 4.345 | 3.32 | 2.63 | 4.23 | 3.54 |

ns : غیر معنی دار

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns: Non- significant

*,** significant at 5% and 1% probability levels, respectively



[ DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.2.4.6 ]

بدست آمد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش با میکوریزا نشان داد که اگر چه تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع بوته می شود ولی قارچ های میکوریزا تا حدودی باعث جبران کاهش ارتفاع بوته ناشی از تنش آبی شدند (جدول ۳). شاخص سطح برگ در شرایط تنش کم آبی در گیاهان میکوریزایی و غیر تلقیح شده در مقایسه با وضعیت آبیاری مطلوب کاهش یافت (جدول ۳). این آزمایش نشان دهنده اثر مثبت میکوریزا بر شاخص‌های رشد تحت شرایط مطلوب آبی و کم آبی بود. نتایج سایر تحقیقات نیز نشان دهنده افزایش رشد و ماده خشک تولیدی تحت شرایط تنش آبی و آبیاری مطلوب در سایر گیاهان بوده است (Azcon *et al*., 1996; Khalvati *et al*., 2005; Wu and Xia, 2006). گزارش شده است که این اثر مثبت ناشی از بهبود وضعیت جذب عناصر فسفر، نیتروژن، مس و روی (Marschner and Dell, 1994;Clark and Zeto, 2000) افزایش جذب آب به وسیله هیف (Faber *et al.*, 1991)، افزایش طول و تراکم ریشه (Bryla and Duniway, 1997) در اثر تلقیح با میکوریزا است. مهم ترین مرحله نموی آفتابگردان که در آن مرحله میزان عملکرد تعیین می‌شود تولید براکته است، بنابراین وجود هر عامل بازدارنده در این مرحله باعث کاهش عملکرد دانه می شود (Chimenti and Hall1992; Connor and Sadras, 1992; Cantagallo *et al*., 1997). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب آبیاری، میکوریزا تأثیری بیشتری بر شاخص سطح برگ داشت و بین دو گونه میکوریزا نیز در شرایط تنش آبی از نظر شاخص سطح برگ اختلاف آماری معنی داری وجود داشت (جدول ۳) که این موضوع احتمالاً به علت جذب بیشتر آب در تیمارهای تلقیح شده با میکوریزا باشد. مطالعات انجام گرفته نشان داده است که افزایش جذب آب به واسطه میکوریزا در گیاه میزبان اغلب منجر به افزایش میزان رشد و محتوای آب برگ، کاهش هدایت روزنه‌ای و افزایش میزان فتوسنتز خالص مس شود (Dixon, *et al*., 1994). مقایسه میانگین ها نشان داد که درمقایسه با گیاهان تلقیح نشده با قارچ، گیاهان آلوده با گلوموس موسه و گلوموس هویی، عملکرد دانه بیشتری داشتند (جدول ۲). گزارش شده که در آفتابگردان شاخص سطح برگ با عملکرد دانه همبستگی مثبت داشته و باعث افزایش عملکرد دانه می شود (Shabana, 1974; Fereres *et al*., 1986; Alza, 1995). در آفتابگردان حداکثر تابش خورشیدی جذب شده در شاخص سطح برگ بالا اتفاق می‌افتد و عملکرد دانه نیز زمانی به حداکثر می‌رسد که در مرحله ۶۰ درصد گلدهی، میزان شاخص سطح برگ بالا باشد (Merrien, 1992). مقایسه میانگین ها (جدول ۲) نشان داد که بین دو نوع میکوریزا از نظر تعداد دانه پر و تعداد دانه پوک در متر مربع، درصد پوکی، عملکرد روغن و وزن هزار دانه از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود نداشت. بین گیاهان تلقیح شده با گلوموس موسه و گیاهان تلقیح نشده در تمامی صفات یاد شده اختلاف معنی داری مشاهده شد، هر چند که بین گیاهان تلقیح شده با گلوموس هویی و گیاهان تلقیح نشده در تمامی صفات به جز تعداد دانه پوک و درصد پوکی، اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد، ولی مقادیر صفات ذکر شده و عملکرد دانه در گیاهان تلقیح شده با گلوموس هویی در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده، نسبتاً بیشتر بود (جدول ۲). اثرات مثبت ناشی از تأثیر تلقیح میکوریزا بر اجزای عملکرد ممکن است ناشی از افزایش جذب مواد معدنی توسط ریشه گیاهان باشد که با یافته های سایر محققان که افزایش در اجزای عملکرد را ناشی از بهبود وضعیت جذب عناصر فسفر، نیتروژن، مس و روی (Marschner and Dell, 1994; Clark and Zeto, 2000) و افزایش جذب آب به وسیله هیف دانسته اند، مطابقت دارد.



[ DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.2.4.6 ]

مقایسه میانگین ها نشان داد که بین سطوح آبیاری از نظر تأثیر بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان اختلاف آماری معنی داری وجود داشت و بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب از تیمار بدون تنش ( ۲۳۷/۸ گرم در متر مربع و تیمار تحت تنش (۱۰۸/۸ گرم در متر مربع) بدست آمد (جدول۲ ). به نظر می رسد که تنش آب با تأثیر بر شاخص سطح برگ، باعث کاهش فتوسنتز، ماده خشک تولیدی ، عملکرد دانه ، اجزای عملکرد و محتوی روغن دانه می شود. فری رز و همکاران (Fereres *et al*., 1986) نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه در تمام ژنوتیپ های مورد مقایسه آفتابگردان شد که علت آن کاهش تعداد دانه و وزن دانه ها بوده است. علت کاهش تعداد دانه در آزمایش نامبردگان کاهش قطر طبق و افزایش درصد پوکی دانه ها اعلام شد. کمبود آب از طریق کاهش تعداد دانه در طبق و کاهش فتوسنتز نیز باعث کاهش عملکرد دانه گردید. کاهش عملکرد دانه آفتابگردان در اثر تنش رطوبتی و یا تیمارهای کم آبیاری توسط پژوهشگران دیگری نیز گزارش شده است ( Unger, 1992; Karimzade asl, *et al*., 2003 ). با بروز تنش کم آبی در مراحل اولیه رشد آفتابگردان، میزان گسترش سطح برگ، به آهستگی کاهش می‌یابد ولی اگر تنش آبی در مراحل زایشی گیاه رخ دهد باعث کاهش تعداد برگ و پیر شدن سریع آنها و در نهایت کاهش شاخص سطح برگ می شود (Merrien, 1992). در چنین وضعیتی میزان عملکرد کاهش می‌یابد. بالدینی و همکاران (Baldini, *et al*., 1998) گزارش نمودند که تنش کم آبی نسبت به شرایط بدون تنش باعث کاهش عملکرد دانه آفتابگردان می شود. مطالعات نشان داده است که وزن دانه از عوامل مهم تعیین کننده میزان عملکرد است که به شدت تحت تاثیر میزان آب قابل دسترس گیاه قرار می‌گیرد (Fereres *et al*., 1986). تعداد دانه در طبق یکی دیگر از صفات بسیار مهم در تعیین عملکرد دانه آفتابگردان است که متاثر از میزان آب قابل دسترس گیاه است و تحت شرایط کم آبی کاهش می‌یابد (Vranceanu, 1970; Shabana, 1974; Kesteloot, *et al*., 1985). نتایج سایر مطالعات نیز نشان دادند که میزان روغن آفتابگردان در تنش های خشکی کاهش و میزان پروتئین دانه افزایش می یابد (Shabana, 1974; Fereres *et al*., 1986; Alza, 1995).

مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش آب با میکوریزا نشان داد که گونه‌های میکوریزا بر عملکرد دانه آفتابگردان تحت رژیم‌های مختلف آبیاری اثر معنی داری داشتند، به طوری که در شرایط بدون تنش بین گیاهان تلقیح شده با گلوموس موسه در مقایسه با میکوریز گلوموس هویی از نظر عملکرد دانه و عملکرد روغن اختلاف آماری معنی داری وجود داشت ( جدول ۳). با آنکه در شرایط بدون تنش بین گیاهان تلقیح شده با گلوموس هویی و گیاهان تلقیح نشده از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود نداشت، اما گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان تلقیح نشده عملکرد دانه و روغن بیشتری داشتند. تحت شرایط تنش کم آبی، عملکرد دانه، روغن و وزن خشک دانه در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا به ویژه گلوموس موسه از گیاهان تلقیح نشده بیشتر بود، به طوری که در شرایط تنش آب (۶۰ درصد) بین گیاهان تلقیح شده با گیاهان تلقیح نشده و همچنین بین گیاهان تلقیح شده از نظر عملکرد دانه، عملکرد روغن، وزن خشک گیاه و وزن هزار دانه اختلاف آماری معنی داری وجود داشت. نتایج نشان داد افزایش عملکرد ناشی از افزایش تعداد دانه ها، کاهش میزان پوکی و وزن هزار دانه آنها بوده است.

مقایسه میانگین اثرات متقابل رژیم آبیاری با تنش آب (۸۰ درصد) نشان داد که اگر چه بین گیاهان تلقیح شده با گلوموس هویی و گیاهان تلقیح نشده اختلاف آماری معنی داری وجود نداشت، اما عملکرد دانه،



[ DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.2.4.6 ]

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات گیاهی آفتابگردان در شرایط تنش آبی و تلقیح با میکوریزا

Table 2. Mean comparison of plant characteristics under drought stress and mycorrhiza inoculation in sunflower

| Treatment | تیمارها | عملکرد seed yield $g.m^{-2}$ | تعداد کل دانه در متر مربع Number total seed.$m^{-2}$ | تعداد دانه پوک در متر مربع No. of unfilled seed. $m^{-2}$ | وزن هزاردانه 1000 seed Wight (g) | درصد پوکی Percentage of unfilled seed | وزن خشک Dry matter ($g.m^{-2}$) | شاخص سطح برگ LAI | ارتفاع بوته Plant high cm | عملکرد روغن Oil yield ($g.m^{-2}$) | درصد روغن Oil percentage | تعداد دانه پر در مترمربع Number of filled seed.$m^{-2}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mycorrhiza | میکوریزا | | | | | | | | | | | |
| *G.mosseae* | گلوموس موسه | 176.8a | 5616a | 132c | 49.7a | 2.4b | 539.1a | 2.72a | 108.6a | 77.1a | 43.2a | 5448a |
| *G. hoi* | گلوموس هویی | 161.3ab | 5391a | 141bc | 43.3ab | 2.6b | 522.3b | 2.58b | 101.1b | 68.0ab | 42.9a | 5220ab |
| No inoculation | بدون تلقیح | 151.3b | 5337a | 219a | 39.5b | 4.3a | 473.9c | 2.48c | 93.1c | 66.3b | 42.8a | 5118b |
| Drought Stress | تنش خشکی | | | | | | | | | | | |
| Well irrigated (1) | بدون تنش | 237.8a | 5951a | 85c | 59.2a | 1.4c | 686.8a | 3.4a | 126.1a | 109.4a | 46a | 5866a |
| irrigate.60% water depl. (2) | آبیاری پس از مصرف ۶۰ درصد رطوبت قابل استفاده | 142.8b | 5312b | 177b | 40.69b | 3.4b | 493.2b | 2.6b | 97.1b | 60.1b | 42.2b | 5195b |
| Irrigate. 80% water depl. (3) | آبیاری پس از مصرف ۸۰درصد رطوبت قابل استفاده ه | 108.8c | 5081c | 229a | 32.6c | 4.5a | 355.3c | 1.7c | 79.3c | 44.4c | 40.8c | 4852b |

در هر ستون میانگین های که دارای حرف مشابه هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each columns followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test



[ DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.2.4.6 ]

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی آفتابگردان در تیمارهای اثرات متقابل تنش آبی با میکوریزا

Table 3. Mean comparison of Plant characteristics under drought stress and mycorrhiza inoculation intraction in sunflower

| Treatments | تیمارهای آزمایشی | | | میزان آلودگی میکوریزا (٪) Colonization (%) | عملکرد روغن Oil yield ($g.m^{-2}$) | عملکرد seed yield ($g.m^{-2}$) | تعداد دانه پوک در متر مربع No. of unfilled seed. $m^{-2}$ | وزن هزاردانه 1000 seed wight (g) | ارتفاع بوته Plant high (cm) | تعداد دانه پر در مترمربع Number of filled seed.$m^{-2}$ | شاخص سطح برگ LAI | وزن خشک Dry matter ($g.m^{-2}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Well irrigated (1) | *G.mosseae* | آبیاری پس از مصرف ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک | گلوموس موسه | 54.1 | 114a | 247a | 80f | 62.2a | 135.6a | 5887a | 3.5a | 713a |
| Well irrigate (1) | *G. hoi* | آبیاری پس از مصرف ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک | گلوموس هویی | 46.1 | 109b | 233b | 88f | 58.8a | 124.1b | 5793ab | 3.4ab | 694a |
| Well irrigate (1) | No inoculation | آبیاری پس از مصرف ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک | بدون تلقیح | 1.3 | 107b | 226b | 93f | 56.8ab | 118.7c | 5731ab | 3.2b | 672ab |
| irrigate.60% water depl. (2) | *G.mosseae* | آبیاری پس از مصرف ۶۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک | گلوموس موسه | 40.4 | 67c | 160c | 133e | 48.7c | 106.1d | 5467ab | 2.9c | 536c |
| irrigate.60% water depl. (2) | *G. hoi* | آبیاری پس از مصرف ۶۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک | گلوموس هویی | 38.2 | 62d | 146d | 149d | 42.8d | 99.7e | 5103bc | 2.6d | 493d |
| irrigate.60% water depl. (2) | No inoculation | آبیاری پس از مصرف ۶۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک | **بدون تلقیح** | 1.4 | 51e | 121e | 251b | 37.3e | 85.7f | 4803c | 2.4e | 460e |
| Irrigate. 80% water depl. (3) | *G.mosseae* | آبیاری پس از مصرف ۸۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک | گلوموس موسه | 35.1 | 50.e | 123e | 183c | 38.1e | 84.2f | 4883bc | 2.1f | 440e |
| Irrigate. 80% water depl. (3) | *G. hoi* | آبیاری پس از مصرف ۸۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک | گلوموس هویی | 24.1 | 42f | 104f | 197c | 33.5g | 79g | 4816c | 1.8h | 380f |
| Irrigate. 80% water depl. (3) | No inoculation | آبیاری پس از مصرف ۸۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک | بدون تلقیح | 1.1 | 40f | 99f | 319a | 32.3g | 74.7h | 4681c | 1.6g | 318g |

در هر ستون میانگین های که دارای حرف مشابه هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each columns followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test



[ DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.2.4.6 ]

روغن در گیاهان تلقیح شده نسبتاً بیشتر بود. در این شرایط بین گیاهان تلقیح شده با گلوموس هویی و گیاهان تلقیح شده با گلوموس موسه اختلاف معنی داری از نظر عملکرد دانه، عملکرد روغن و وزن هزار دانه وجود داشت. جفرایز (Jeffries, 1987) نیز نشان داده که همزیستی گیاه با میکوریزا به خصوص در شرایط حاصلخیزی کم خاک از طریق افزایش دسترسی به عناصر غذایی و انتقال آن به گیاه، باعث افزایش عملکرد می شود. این افزایش عملکرد مرتبط با افزایش میزان جذب عناصر غذایی مانند فسفر، روی و مس است (Nelson, 1982; Kothari, 1990; Nye, 1997). نتایج برخی از آزمایشات نیز نشان داده است که میزان افزایش ماده خشک توسط میکوریزا تحت شرایط تنش آبی در مقایسه شرایط مطلوب آبی، بیشتر بوده است (Nelson, 1982; Allen, 1986; Sánchez-Díaz and Honrubia, 1994; Wu and Xia, 2006). نتایج سایر آزمایش های انجام شده نشان داده است که تحمل به تنش در ذرت (Sylvia. *et al*., 1993; Subramanian. *et al*., 1995)، گندم (Bryla and, Duniway 1997) پیاز (Azco´n and Tobar, 1998) کاهو (Tobar *et al*, 1994a,b; Azco´n *et al.,* 1996; Ruiz-Lozano) شبدر قرمز (Fitter, 1988) و سایر گونه هایی گیاهی (Ague, 2001) تلقیح شده با میکوریزا افزایش یافت. افزایش مقاومت به خشکی و جریان آب به داخل گیاه میزبان از طریق چندین روش شامل: افزایش میزان جذب و انتقال آب به وسیله هیف های قارچ (Safir , 1972; Davies, 1992)، باز و بسته شدن روزنه ها در واکنش به هورمون های ترشح شده از میکوریزا (Drüge; 1992; Goicoechea, 1995; Duan, 1996)، کاهش پتانسیل اسمزی برگ جهت حفظ فشار آماس (Davies, 1993)، تغییر در میزان فتوسنتز و متابولیسم (Subramanian, 1995) و تنظیم اسمزی برگ (Wu and Xia, 2006) صورت گرفت. در آزمایش حاضر میزان آلودگی ریشه آفتابگردان با گلوموس موسه در مقایسه با گلوموس هویی بیشتر بود. درصد آلودگی ریشه با گلوموس موسه بین ۳۵ تا ۵۴ درصد و برای گلوموس هویی از ۲۴ تا ۴۶ درصد متغیر بود(جدول۳). نتایج این آزمایش نشان می دهد که میزان توسعه میکوریزا با کاهش میزان رطوبت خاک، کاهش می‌یابد که نشان دهنده اثر تنش آبی بر میزان همزیستی میکوریزا است. این آزمایش نشان داد که تنش آبی دارای اثر بازدارنده ای بر توسعه فعالیت میکوریزا است. نتایج این آزمایش با نتایج سایر آزمایش های انجام گرفته نیز مطابقت دارد. تحقیقات مورت و همکاران (Morte *et al* 2000) نشان داد است که کمبود رطوبت خاک در مناطق خشک و نیمه خشک، اثر بازدارنده ای بر گسترش میکوریزا دارد. هر چند در برخی از آزمایشات مشاهده شده است تنش آبی باعث افزایش میزان میکوریزا گردیده است (Ague, 2001).

## نتیجه گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که عملکرد آفتابگردان به واسطه همزیستی با میکوریزا در شرایط بدون تنش و تنش آبی، افزایش می یابد. اثر میکوریزا بر عملکرد دانه آفتابگردان در شرایط تنش آبی نسبت به شرایط بدون تنش بیشتر است. همچنین مشاهده شد که میکوریزا باعث افزایش تحمل گیاه در برابر تنش کم آبی شده و از افت زیاد عملکرد نسبت به گیاهان تلقیح نشده جلوگیری کند. به نظر می رسد که مِیکوریزا از طریق افزایش وزن هزار دانه، تعداد دانه ها و کاهش مِیزان پوکی دانه ها، باعث افزایش عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش و بدون تنش آبی می شود.

تأثیر دو گونه مِیکوریزای مورد استفاده در این آزمایش بر عملکرد و کاهش شدت خسارت تنش متفاوت بود و قارچ میکوریزای گلوموس موسه دارای همزیستی بیشتری در مقایسه با گلوموس هویی بود و میزان افت عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش آبی را به طور نسبی کاهش داد.



[ DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.2.4.6 ]

## References

## منابع مورد استفاده

**Ague, R.M. 2001.** water relations, drought and vesicular-arbescular mycorrhizal symbiosis. Mycorrhiza. 11, 3-42.

**Allen, E.B., M. F. Allen. 1986.** Water relations of xeric grasses in the field : Interactions of mycorrhizas and competition, New Phytol. 104, 559–571.

**Al-Karaki, G.N and R. B. Clark. 1999**. Varied rates of mycorrhizal inoculums on growth and nutrient acquisition by barley grown with drought stress. J. Plant Nutr. 22, 1775–1784.

**Alza, J.O. 1995.** Resistencia a sequia e interaccion genotipo-ambiente engirasol bajo condiciones ambientales condistinta disponibilidad de agua. Estudios geneticos de estabilidad. Tesis de doctorado. Escuela tecnica superior de ingenieros agronomos y de montes. Departamento de genetica. Universidad de Cordoba,Espana.

**Anonymous. 2001**. The objectives of conservation tillage: fewer trips, more rest soil and increased profitability. Monsanto Company. Available on the WWW.farmsource. *com/Con Till/contill-pl-objectives.asp*

**Auge, R.M. 2004.** Arbuscular mycorrhizae and soil/plant water relations.Can. J. Soil Sci. 84, 373–381.

**Azcon, R., M. Go`mez. R. Tobar. 1996.** Physiological and nutritional responses by *Lactuca sativa* L. to nitrogen sources and mycorrhizal fungi under drought conditions. Biol. Fertil. Soil 22, 156–161.

**Azcon, R. and R. M. Tobar. 1998.** Activity of nitrate reductase and glutamine synthetase in root and shoot of mycorrhizal *Allium cepa*. Effect of drought stress. Plant Sci1. 33:1–8.

**Baldini, M., F. Cecconi, G. P. Vanozzi and A. Benvenuti. 1998.** Effect of drought on yield reduction in different sunflower hybrids. Helia 14:71-76.

**Bryla, D.R. and J. M. Duniway. 1997.** Growth, phosphorous uptake, and water relations of safflower and wheat infected with an arbuscular mycorrhizal fungus. New Phytol. 136, 581–590.

**Cantagallo, J.E., C. A. Chimenti. A. J. Hall. 1997.** Number of seeds per unit area in sunflower correlates well with a photothermal quotient, Crop Sci. 37, 1780–1786.

**Clark, R. B. and S. K. Zeto. 2000.** Mineral acquisition by arbescular mycorrhizal plants. Journal of Plant Nutr. 23:876-902.

**Chalk, P. M., R. Souza. S, DeF. Urquiaga, B. J. R. Alves. And R. M. Boddey. 2006.** The role of arbuscular mycorrhiza in legume symbiotic performance. Soil Biology & Biochemistry 47 487-499.

**Chimenti, C.A., A. J. Hall. 1992.** Sensibilidad del número de frutos por capítulo de girasol (*Helianthus annuus* L.) a cambios en el nivel de radiación durante la ontogenia del cultivo, in: Actas XIX Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Sociedad Argentina de Fisiología Vegetal, Córdoba, Argentina, pp. 27–28.

**Connor, D.J., V.O. Sadras. 1992.** Physiology of yield expression in sunflower, Field Crops Res. 30, 333–389.

**Davies, F.T., J. R. Potter Jr. and R. G. Linderman. 1992.** Mycorrhiza and repeated drought exposure resistance affect drought resistance and extraradical hyphae development on pepper plants independent of



[ DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.2.4.6 ]

plant size and nutrient content, J. Plant Physiol. 139, 289–294.

**Davies, F.T., J. R. Potter Jr. and R. G. Linderman. 1993.** Drought resistance of mycorrhizal pepper plants independent of leaf concentration response in gas exchange and water relations. Plant Physiol. 87, 45–53.

**Davies, F.T., V. Olalde-Portugal. L. Aguilera-Gomez, M. J. Alvarado. R. C. Ferrera –Cerrato. and T. W. Boutton. 2002.** Alleviation of drought stress of Chile ancho pepper (*Capsicum annuum* L. cv. San Luis) with arbuscular mycorrhiza indigenous to Mexico. Sci. Hortic. 92, 347–359.

**Dixon, R. K., M. V. Rao. V. K.Garg. 1994.** water relation and gas exchange of mycorrhizal *leucaena leucocephala* seedlings. J. of Trop. Forest Sci. 6, 542-552

**Drüge, U. and F. Schönbeck. 1992.** Effect of vesiculararbuscular mycorrhizal infection on transpiration, photosynthesis and growth of flax (*Linum usitatissimum* L.) in relation to cytokinin levels, J. Plant, Physiol. 141,40–48.

**Duan, X., D. S. Neuman, J. M.Reiber. C. D. Green, A. M. Saxton. and R. M. Augé. 1996.** Mycorrhizal influence on hydraulic and hormonal factors implicated in the control of stomatal conductance during drought, J. Exp. Bot. 47,1541–1550.

**Faber, B.A., R. J. Zasoske., D. N. Munns. and A. Shackelk. 1991**. Method for measuring hyphal nutrion and water uptake in mycorrhizal plants. Can. J. Bot. 69,87-94.

**Fereres, E., C. Gimenez. J. M. Fernandez. 1986.** Genetic variability in sunflower cultivars under drought. I. Yield releationships. Aust. J. of Agric. Res. 37,573-582.

**Fitter, A. H. 1988.** Water relations of red clover *Trifolium pratense* L. as affected by VA mycorrhizal infection and phosphorus supply before and during drought. J. Expt. Bot. 39, 595–603.

**Giovanetti, M., B. Mosse. 1980.** An evaluation of techniques for measuring vesicular–arbuscular micorrhizal infections in roots. New Phytol. 84, 489–500.

**Goicoechea, N., K. Dolézal, M. C .Antolín. M. Strnad. and M. Sánchezdíaz. 1995.** Influence of mycorrhizae and *Rhizobium* on cytokinin content in drought-stressed alfalfa, J. Exp. Bot. 46,1543–1549.

**Jeffries, P. 1987.**Use of mycorrhizae in agriculture, Crit. Rev. Biotechnol. 5,319–357.

**Karimzade Asl, KH., D. Mazaheri and S. A. Pieghambari. 2003.** Effect of four irrigation intervals on seed yield and quality characteristics of three sunflower cultivars. J of Agric of Sci. 24(2). 293-300.(In Persian with English abstract).

**Kesteloot, J. A., J. Heursel. and F. M. Pauweles. 1985.** Estimation of heritability and genetic variation in sunflower(*Helianthus annuus* L.). Helia. 8, 17-20.

**Khalvati, M.A., Y. HU. Mozafar. and U. Schmidhalter. 2005.** Quantification of water uptake by arbuscular mycorrhiza hyphae and its significance for leaf growth, water relations, and gas exchange of barley subjected to drought stress.Plant Boil.7, 706-712.

**Kothari, S.K., H. Marschner. V. Romheld. 1990.** Direct and indirect effects of VA mycorrhizal fungi and



[ DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.2.4.6 ]

rhizosphere microorganisms on acquisition of mineral nutrients by maize (*Zea mays* L.) in a calcareous soil, New Phytol. 116, 637–645.

**Marschner, H. and B. Dell. 1994.** Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil. 159(1), 89-102.

**Merrien, A. 1992.** Some aspect of sunflower crop physiology.IN: Proc. of 13th Int.Sunflower Conf., Vol. I. Pisa, Italy, pp. 481-498.

**Morte, A., C. Lovisolo. and A. Schubert. 2000.** Effect of drought stress on growth and water relation of mycorrhizal associationhelianthemun almeriense-terfezia claveryi. Mycorrhiza 10,115-119.

**Nelson, C.E. and G. R. Safir. 1982.** The water relations of well watered, mycorrhizal and non-mycorrhizal onion plants, J. Am. Soc. Hort. Sci. 107,271–274.

**Nye P.H. and P. B. Tinker. 1977.** Solute movement in the soil root system, University of California Press, Berkeley. pp.108-116.

**Philips, D.A., D. S. Hayman. 1970**. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Br. Mycol. Soc. 55, 158–161.

**Porcel, R. and J. M. Ruiz-lozano. 2004.** Arbuscular mycorrhiza influence on leaf water potential, solute accumulation and oxidative stress in soybean plants subjected to drought stress. J lof Exp. Bot. 55, 1743-1750.

**Safir, G.R., J. S. Boyer. and J. W. Gerdemann. 1972**. Nutrient status and mycorrhizal enhancement of water transport in soybean, Plant Physiol. 49,700–703.

**Sánchez-Díaz, M. and M. Honrubia. 1994.** Water relations and alleviation of drought stress in mycorrhizal plants, in: Gianinazzi S., Schüepp H. (Eds.), Impact of arbuscular mycorrhizas on sustainable agriculture and natural ecosystems, Birkhäuser Verlag, Basel, pp. 167–178.

**Shabana, R. 1974.** Genetic variability of sunflower varieties and inbered lines. Proc. of 6th International Sunflower Conference.Bucharest.Romania.pp.263-269.

**Smith, S.E. and D. J. Read. 1997.** Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, London. Pp. 325.

**Subramanian, K.S. and C. Charest. 1995.** Influence of arbuscular mycorrhizae on the metabolism of maize under drought stress, Mycorrhiza 5, 273–278.

**Subramanian, K.S., C. Charest. L. M. Dwyer. R. I. Hamilton. 1997.** Effects of mycorrhizas on leaf water potential, sugar and P contents during and after recovery of maize. Can. J. Bot. 75, 1582–1591.

**Subramanian, K.S., C. Charest. 1999**. Acquisition of N by external hyphen of an arbuscular mycorrhizal fungus and its impact on physiological responses in maize under drought-stressed and well-watered conditions. Mycorrhiza 9, 69–75.

**Srivastava, A.K., S. Singh. and R. A. Marathe. 2002**. Organic citrus, soil fertility and plant nutrition. J. Sustain. Agric. 19, 5–29.

**Sylvia, D.M., L. C. Hammond, J. M. Bennet, J. H. Hass. and S. B. Linda. 1993.** Field response of maize to a



[ DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.2.4.6 ]

VAM fungus and water management. Agron. J. 85, 193–198.

**Tobar, R. M., R. Azcon. and J. M. Barea. 1994a.** Improved nitrogen uptake and transport from 15N-labelled nitrate by external hyphae of arbuscular mycorrhizae under water-stressed conditions. New Phytol. 126, 119–122.

**Tobar, R.M., R. Azcon. J. M. Barea. 1994b**. The improvement of plant N acquisition from an ammonium-treated, drought-stressed soil by the fungal symbiont in Arbuscular mycorrhizae. Mycorrhiza 4, 105–108.

**Unger, P. W. 1992**. Time and frequency if irrigation effects on sunflower production and water use. Soil Sci. Soc. Am. J. 46: 1072-1076.

**Von Reichenbach, H. G. and F. Schonbeck. 1995**. Influence of VA-mycorrhizaon drought tolerance of flax (*Linum usitatissimum* L). 2. Effect of VA mycorrhiza on stomatal gas exchange, shoot water potential, phosphorus nutrition and the accumulation of stress metabolites. J. Appl. Bot. 69, 183–188.

**Vranceanu, V. 1970.** Advanced in sunflower breeding in Romania. Proceedings of the 4th International Sunflower Conference. Memphish,Tenn., pp. 136-148.

**Wu, Q-S. and R. X. xia. 2006.** Arbuscular mycorrhiza fungi influence on growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well watered and water stress conditions, J. Plant of Plant physiol. 4, 417-425.

# Effect of Arbuscular mycorrhizal on yield, yield components and plant characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under drought stress conditions

**Jamshidi[1], E., A. Ghalavand[2], A. Salehi[3], M. Javad Zare[4] and A. R. Jamshidi[5]**

## ABSTRACT

**Jamshidi, E. A. Ghalavnd, A. Salahi, M. G. Zare and A. R. Jamshidi. 2009**. Effect of Arbuscular mycorrhizal on yield, yield components and plant characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under drought stress conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences. 11 (1):136-150 (In Persian).**

Water stress is one of the most important factors limiting growth and production of field crops in arid and semi-arid regions. One approach to increase drought tolerance in crop plants is through the symbiotic effect of the arbescular mycorrhizal (AM) fungi.. Water deficit stress is typical to semi arid environments and most of the crop plants are affected by drought, during the flowering-grain filling periods . To study the symbiotic effect of the arbescular mycorrhizal (AM) fungi On drought tolerance and some plant characteristics in sunflower, a field experiment was conducted in split plot arrangements using randomized complete blocks with four replications at the Research Field of Tarbiat Moddres University, Tehran, Iran in 2006 cropping season. Three soil available soil moisture contents ; 40%( w1), 60%( w2) and 80%( w3) were assigned to main plots and two mycorrhiza species; *Glomus mosseae*, *Glomus hoi* and a non- inoculated traetment were randomized in sub- plots. Results showed that the AM fungi species significantly affected all of measured plant traits, except 1000 seed weight, number of total seed $m^{-2}$ , number of filled seed number per $m^{-2}$ and oil content. However, water stress affected significantly all of measured traits. Water stress × mycorrhiza interaction was negligible on all studied traits except on grain yield and number of unfilled seed per $m^2$ and oil yield. Results indicated that the highest and lowest grain yield and dry matter was obtained in available soil moisture content of 80% and inoculation with *G. mosseae* and non-inoculated treatrments with 1230 and 990 $kg.ha^{-1}$ of grain yield and 4400 and 3180 $kg.ha^{-1}$ of dry matter, respectivly. Results also revealed that different AM fungi species had significantly diffrent effect on seed yield and root colonization under different soil moisture conditions. Seed yield and seed oil content were higher in well-watered with mycorrhiza and without mycorrhiza . Micorrhiza species affected seed yield of sunflower through their effect on seed weight and filled seed number $m^{-2}$ under well -watered and water stress conditions.

**Keywords**: Arbescular mycorrhizal, Sunflower, Yield and yield components and Water stress.

**Received:January, 2007**

1- PhD. student, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2- Associate Prof., Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (Corresponding author)
3- P. hD. student, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
4- Assist. Prof., The University of Ilam, Ilam, Iran
5- MSc. student, The Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran



[ DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.2.4.6 ]