

## اثر سطوح مختلف آبیاری و گونه‌های قارچ میکوریز آربوسکولار بر صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه توده‌های کنجد

اسماعیل قلی نژاد\*

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۱۵

دانشیار گروه علمی علوم کشاورزی- دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

\* مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: gholinezhad1358@yahoo.com

### چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی و دو گونه قارچ میکوریز آربوسکولار بر صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه هشت توده محلی کنجد، آزمایشی به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی هنرستان کشاورزی ارومیه واقع در ۱۲ کیلومتری شهرستان ارومیه در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل سطوح مختلف آبیاری، آبیاری بدون تنش: آبیاری بعد از ۷۰ میلی‌متر تبخیر و تعرق گیاه یا ETC، تنش ملایم: آبیاری بعد از ۹۰ میلی‌متر تبخیر و تعرق گیاه یا ETC و تنش شدید: آبیاری بعد از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر و تعرق گیاه یا ETC، فاکتور فرعی شامل دو گونه قارچ میکوریزا *Glomus intraradices*، *Glomus mosseae* و عدم تلقیح با قارچ و فاکتور فرعی شامل هشت توده کنجد (*Sesamum indicum*) به نام‌های جبرفت ۱۳، محلی طارم زنجان، محلی مغان، ناز چند شاخه، TS-3، TC-25، داراب ۱۴ و دشتستان ۵ بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر سطوح مختلف آبیاری، قارچ میکوریزا و توده کنجد بر صفات مورد مطالعه معنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد با افزایش شدت تنش خشکی، صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن خشک برگ، ساقه و کپسول با دانه، تعداد دانه در واحد سطح و تعداد شاخه فرعی در هر بوته کاهش معنی‌داری یافت. تنش شدید خشکی عملکرد دانه و تعداد دانه در واحد سطح را به ترتیب به میزان ۶۳ و ۷۰ درصد کاهش داد. همزیستی قارچ میکوریزا کلیه صفات مورد مطالعه بالا را بهبود بخشید. با توجه به نتایج این تحقیق، جهت افزایش عملکرد دانه و سایر صفات مورفولوژیک، استفاده از قارچ‌های میکوریزا به خصوص گونه *G. mosseae* توصیه می‌گردد. همچنین در هر سه شرایط مختلف آبیاری، ژنوتیپ‌های محلی مغان و محلی طارم زنجان به عنوان توده‌های محلی برتر معرفی گردیدند.

واژه‌های کلیدی: سطوح مختلف آبیاری، صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه، کنجد، قارچ میکوریزا

## Effects of Different Irrigation Levels and Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Morphological Traits and Grain Yield of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Landraces

E Gholinezhad

Received: 03 December 2015

Accepted: 05 September 2016

Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Payame Noor University, Tehran, Iran

Corresponding Author, Email: gholinezhad1358@yahoo.com

### Abstract

In order to investigate the effects of different levels of drought stress and arbuscular mycorrhizal fungi on yield and morphological traits of eight landraces sesame (*Sesamum indicum* L.), an experiment was conducted using factorial split plot based on randomized complete block design with three replications in Research Station of Urmia Agricultural High School in 2014-2015 growing season. The main factor consisted of different levels of irrigation namely no drought stress irrigation (irrigation after 70 mm evapotranspiration), moderate drought stress (irrigation after 90 mm evapotranspiration) and severe drought stress (irrigation after 110 mm evapotranspiration) and mycorrhizal inoculation were considered as subplots including *Glomus mosseae*, *Glomus intraradices* and non-inoculated (control). Sub-sub plots consisted of eight landraces of sesame Jiroft13, Zanjan Tarom landrace, Moghan landrace, Naz of several branches, TC-25, TS-3, Darab 14 and Dashtestan 5. The results of variance analysis showed that the effects of different levels of irrigation, mycorrhizal fungi and sesame genotypes on traits were significant. Means values comparison showed that with increasing severity of drought stress, grain yield, plant height, stem diameter, leaf, stem and capsule with grain dry weight, number of grains per square meter and number of branches per plant decreased significantly. Severe drought stress reduced grain yield and number of grains per square meter about 63 and 70 percent, respectively. Symbiosis mycorrhizal fungi improved all the above mentioned traits. Based on the results of this study, for increasing grain yield and morphological traits using mycorrhizal fungi especially, *G.mosseae* species was recommended. Also in three different irrigation conditions, Moghan landrace and Zanjan Tarom landrace were presented as superior landraces.

**Keywords:** Different Levels Irrigation, Grain Yield, Morphological Traits, Mycorrhizal Fungi, Sesame

### مقدمه

پروتئین (راجسوارا و همکاران ۲۰۱۰) و غنی از مواد معدنی نظیر کلسیم، فسفر و ویتامین E (خزائی و محمدی ۲۰۰۹) می‌باشد.

خشکی یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که آثار مخرب و زیان آوری روی مراحل مختلف رشدی گیاه، ساختار اندام و فعالیت آنها دارد (اسلامی و همکاران ۲۰۱۲). اسکندری و همکاران (۲۰۱۰) با ارزیابی کارایی مصرف آب و عملکرد دانه ارقام کنجد در شرایط آبیاری متفاوت، گزارش نمودند که با افزایش شدت کمبود آب ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه کاهش یافت. آنها همچنین نشان دادند که بیشترین کارایی

کنجد (*Sesamum indicum*) به دلیل محتوای روغن بالا (۵۲ - ۴۷ درصد) و کیفیت مناسب (میزان کم کلسترول و وجود برخی آنتی اکسیدان‌ها) نقش مهمی در سلامت انسان دارد (کاسب و همکاران ۲۰۰۵). سطح زیر کشت کنجد در جهان حدود ۷۸۹۷۰۴۸ هکتار و تولید آن حدود ۴۰۳۶۲۸۹ تن با متوسط عملکرد ۵۱۱ کیلوگرم در هکتار بوده است. در کشور ما ایران نیز سطح زیر کشت کنجد حدود ۴۰۰۰۰ هکتار و تولید آن حدود ۲۸۰۰۰ تن با متوسط عملکرد ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (بی-نام ۲۰۱۲). دانه کنجد دارای ۵۰ درصد روغن، ۲۵ درصد

درسال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ اجرا گردید. طول جغرافیایی محل آزمایش ۴۵ درجه و ۲ دقیقه و عرض جغرافیایی آن ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۳۲ متر می‌باشد. براساس آمار هواشناسی منطقه با داشتن ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز خشک، زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک جزء رژیم رطوبتی خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. فاکتور اصلی شامل سطوح مختلف آبیاری، آبیاری بدون تنش: آبیاری بعد از ۷۰ میلی‌متر تبخیر و تعرق، تنش ملایم: آبیاری بعد از ۹۰ میلی‌متر تبخیر و تعرق و تنش شدید: آبیاری بعد از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر و تعرق بود. فاکتور فرعی شامل دو گونه قارچ میکوریزا *Glomus intraradices*، *Glomus mosseae* و عدم تلقیح با قارچ میکوریزا و فاکتور فرعی شامل هشت توده محلی کنجد به نام‌های ۱- جیرفت ۱۳، ۲- محلی طارم زنجان، ۳- محلی مغان، ۴- ناز چند شاخه، ۵- TC-25، ۶- TS-3، ۷- داراب ۱۴ و ۸- دشتستان ۵ بود. بذرها در ۵ و ۶ خرداد ماه سال ۱۳۹۳ با فاصله ردیف ۵۰ و فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر کشت شدند. قارچ‌های میکوریزا از شرکت تحقیقاتی زیست فناوری توران شاهرود تهیه شد و در زیر میکروسکوپ اسپورهای موجود بررسی گردید و در تیمارهای مربوطه در هر چاله ۱۰ گرم مایه قارچ ریخته شده سپس روی قارچ با خاک به اندازه دو سانتی‌متر پوشش داده شده و بذرها روی خاک کاشته شدند و مجدداً روی بذرها حدود سه سانتی‌متر با خاک پوشانده شد قارچ میکوریزا شامل مخلوطی از شن، ماسه استریل، خاک ریشه، هیف قارچ و تعداد ۲۰ اسپور در هر گرم بود. هر کرت دارای ۶ خط کاشت به طول ۶ متر بود. کاشت به صورت جوی و پشته و آبیاری به روش نشتی انجام گرفت در موقع کاشت در هر کپه ۳ عدد بذر قرار داده شد که بعداً در مرحله ۲-۴ برگی بوته‌های اضافی تنک شدند. تا مرحله ۲-۴ برگی و استقرار کامل گیاه همه تیمارها به‌طور یکسان آبیاری شدند و بعد از این مرحله سطوح مختلف تنش خشکی اعمال شد.

مصرف آب در شرایط کمبود شدید آب به‌دست آمد. رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۹۳) نیز بیان داشتند که تیمارهای مختلف آبیاری اثر معناداری بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، زیست توده، عملکرد دانه، عملکرد روغن و شاخص برداشت کنجد دارد. جین و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر تنش خشکی بر رشد و خصوصیات مرتبط با عملکرد درکنجد نشان دادند که تنش خشکی در مرحله گلدهی اثر قابل توجهی بر ارتفاع بوته، اندازه کپسول، تعداد دانه در کپسول، وزن دانه در بوته و وزن خشک ریشه داشت. حیدری و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب حاصل شد. کارا اصلان و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که افزایش فواصل آبیاری از ۶ روز به ۱۸ و ۲۴ روز، عملکرد دانه کنجد به‌طور معناداری از ۱۷۹۰ به ۱۱۳۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار (AM)، یکی از انواع کودهای زیستی بوده و جزء اصلی فلور محیط ریشه گیاهان در بوم نظام‌های طبیعی می‌باشند (پانوار و طرفدار ۲۰۰۶). مطالعات انجام شده نشان داده است که استفاده از قارچ میکوریزا، موجب افزایش رشد رویشی گیاهان در شرایط تنش خشکی نسبت به گیاهان بدون قارچ می‌شود (جیمز و همکاران ۲۰۰۸) حیدری و کرمی (۱۳۹۲) گزارش کردند که در بالاترین سطح تنش خشکی استفاده از گونه میکوریزیایی *Glomus mosseae* بیشترین اثر را بر عملکرد دانه گیاه آفتابگردان داشت. این آزمایش با هدف بررسی اثر همزیستی دو گونه مختلف از قارچ‌های میکوریزیایی بر عملکرد دانه و برخی صفات مورفولوژیک توده‌های کنجد تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری در سال ۱۳۹۳ در ارومیه انجام گرفت.

#### مواد و روش‌ها

آزمایشی به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی هنرستان کشاورزی ارومیه واقع در جاده مهاباد در ۱۲ کیلومتری شهرستان ارومیه

هیدروفلوم و کورنومتر به صورت یکنواخت توزیع گردید (اشرفی و همکاران ۱۳۷۵).

$ETc = ETo \times Kc$   $ETo = ETp \times Kp$   
 $ETo =$  تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه بر حسب میلی متر

$ETp =$  تبخیر و تعرق تشتک تبخیر بر حسب میلی متر

$ETc =$  تبخیر و تعرق گیاه بر حسب میلی متر  $Kc =$  ضریب گیاهی کنگد  $Kp =$  ضریب تشتک تبخیر

برای محاسبه عملکرد دانه، از خطوط وسط به مساحت ۲ مترمربع بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای استفاده شد و نمونه‌ها را به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار داده و سپس نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ توزین شدند. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته به‌طور تصادفی از هر تیمار ۵ بوته انتخاب و ارتفاع هرکدام از سطح زمین تا طبق با متر اندازه‌گیری شده و از آنها میانگین گرفته شد. برای اندازه‌گیری قطر ساقه به‌طور تصادفی از هر تیمار ۵ بوته انتخاب و قطر هرکدام با کولیس اندازه‌گیری شده و از آنها میانگین گرفته شد. برای اندازه‌گیری تعداد شاخه فرعی در هر بوته نیز به‌طور تصادفی از هر تیمار ۵ بوته انتخاب و تعداد شاخه فرعی در هر بوته شمارش و از آنها میانگین گرفته شد. برای داده‌هایی که از طریق شمارش به‌دست آمده بودند (مانند تعداد دانه در واحد سطح و تعداد شاخه فرعی در هر بوته) با استفاده از نرم‌افزار SPSS تبدیل جذری به‌عمل آمد و سپس مقایسه میانگین انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار رایانه‌ای SAS، MSTATC و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون توکی در سطح ۵ درصد صورت پذیرفت.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده آبیاری و قارچ میکوریزا و ژنوتیپ گیاه بر عملکرد دانه،

$$RAW = \frac{FC - PWP}{100} \times \rho \times D \times MAD$$

$RAW =$  آب سهل‌الوصول (میلی متر)  $FC =$  ظرفیت زراعی (%w/w)  $PWP =$  نقطه پژمردگی دائم (%w/w)  $\rho =$  وزن مخصوص ظاهری ( $g.cm^{-3}$ )  $D =$  عمق توسعه ریشه بر حسب میلی متر  $MAD =$  ضریب آب سهل‌الوصول. در خاک لومی رسی ظرفیت زراعی خاک ۲۷ و نقطه پژمردگی دائم ۱۳ درصد وزنی است. وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۳۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد. عمق توسعه ریشه در کنگد ۶۰۰ میلی متر در نظر گرفته شد. ضریب آب سهل‌الوصول یا  $F$  یا  $MAD$  یا  $\theta$  می‌باشد.

$$RAW = \frac{27-13}{100} \times 1.35 \times 600 \times 0.65$$

$$MAD =$$
 ضریب آب سهل‌الوصول همان آب

قابل استفاده است که بین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم قرار گرفته است. این ضریب در آبیاری مطلوب ۰/۶۵ در تنش ملایم ۰/۸ و در تنش شدید ۰/۹۵ در نظر گرفته شد. در شرایط آبیاری مطلوب، تنش ملایم و تنش شدید خشکی آب سهل‌الوصول یا  $RAW$  به‌ترتیب برابر ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ میلی متر بدست آمد که معادل تبخیر و تعرق گیاه یا  $ETc$  در نظر گرفته شد (موسوی و اخوان ۱۳۸۶).

بر این اساس مقدار آبی که برای هر تیمار داده شد برابر است با:

$$V = \frac{70 \text{ mm}}{1000 \frac{\text{mm}}{\text{m}}} \times 30 \text{ m}^2 = 2.1 \text{ m}^3$$

$$V = \frac{90 \text{ mm}}{1000 \frac{\text{mm}}{\text{m}}} \times 30 \text{ m}^2 = 2.7 \text{ m}^3$$

$$V = \frac{110 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/m}} \times 30 \text{ m}^2 = 3.3 \text{ m}^3$$

در روابط بالا،  $V =$  حجم آب آبیاری برای هر تیمار در هر نوبت آبیاری،  $V =$  تبخیر و تعرق گیاه برای آبیاری مطلوب،  $90 =$  تبخیر و تعرق گیاه برای تنش ملایم خشکی،  $110 =$  تبخیر و تعرق گیاه برای تنش شدید خشکی و  $30 =$  مساحت هر بلوک در هر تیمار می‌باشد. بدین ترتیب حجم آب مورد نیاز در هر مرتبه آبیاری در هر تیمار محاسبه و بر اساس کارآیی توزیع آب ۹۰ درصد با استفاده از

گردید. اثرات بر همکنش قارچ میکوریزا × ژنوتیپ بر وزن خشک کپسول با دانه، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه معنادار شد. اثرات برهمکنش سه گانه آبیاری × قارچ میکوریزا × ژنوتیپ نیز بر وزن خشک ساقه معنادار بود (جدول ۲).

تعداد دانه در واحد سطح، وزن خشک کپسول با دانه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، تعداد شاخه فرعی در هر بوته، قطر ساقه و ارتفاع بوته در سطح ۱ درصد معنادار بود. اثرات برهمکنش آبیاری × ژنوتیپ بر صفات عملکرد دانه، وزن خشک کپسول با دانه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، قطر ساقه و ارتفاع بوته معنادار

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

پارامترها	عمق خاک	بافت خاک	هدایت الکتریکی (EC)	pH	کربنات کلسیم معادل	رطوبت اشباع	رس	سیلت	شن	کربن آلی	نیترژن	فسفر	پتاسیم
واحد	(cm)	-	(dS m <sup>-1</sup> )	-	-	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mg kg <sup>-1</sup> )	(mg kg <sup>-1</sup> )
مقدار	۰-۳۰	لومی -	۰/۷۷	۷/۶۹	۲۲/۸	۳۰	۳۸	۳۶	۲۶	۱/۱۱	۰/۱۱	۵/۲۱	۲۲۱
		لومی رسی											

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه.

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	ارتفاع بوته	قطر ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک کپسول با دانه	تعداد دانه در واحد سطح	تعداد شاخه فرعی در هر بوته
بلوک	۲	۲۷۳۴/۱۴ <sup>ns</sup>	۱۹۱۳/۰۴ <sup>**</sup>	۱/۷۰*	۳۵۱۵/۴۴ <sup>ns</sup>	۶۴۶۲۹/۲۴ <sup>**</sup>	۲۰۰۲۳/۹۶ <sup>ns</sup>	۱۷۸۱/۶۹ <sup>ns</sup>	۰/۳۴ <sup>ns</sup>
آبیاری	۲	۲۶۶۶۸/۲۳ <sup>**</sup>	۲۲۶۳۷/۷۲ <sup>**</sup>	۱/۶۱ <sup>**</sup>	۱۱۹۹۱۶/۱۸ <sup>**</sup>	۱۳۱۶۹۴/۷۸ <sup>**</sup>	۴۶۷۵۴۷/۹۰ <sup>**</sup>	۴۸۰۰۷۹/۵۸ <sup>**</sup>	۴/۹۲ <sup>**</sup>
قارچ میکوریزا	۲	۴۸۱۰۹/۵۷ <sup>**</sup>	۱۱۴۰۴/۴۱ <sup>**</sup>	۰/۹۷ <sup>**</sup>	۴۱۲۵۸/۰۸ <sup>**</sup>	۲۰۸۲۶۱/۴۸ <sup>**</sup>	۲۳۸۲۴۴/۴۳ <sup>**</sup>	۱۱۰۵۰۴/۹۸ <sup>**</sup>	۱/۳۷ <sup>ns</sup>
آبیاری × قارچ میکوریزا	۴	۱۵۵۳/۷۷ <sup>ns</sup>	۱۸۳/۵۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۲۹۶/۵۳ <sup>ns</sup>	۲۰۴۰۹/۴۲ <sup>ns</sup>	۲۵۴۱۹/۱۵ <sup>ns</sup>	۴۶۴۲/۵۳ <sup>ns</sup>	۰/۲۸ <sup>ns</sup>
خطای اصلی (E <sub>ab</sub> )	۱۶	۶۷۸۶/۵۶	۵۶۳/۴۴	۰/۰۴۸	۱۱۵۷/۹۴	۷۶۱۳/۷۰	۱۵۰۰۳/۶۳	۳۹۵۷/۰۸	۰/۵۴
ژنوتیپ	۷	۴۷۸۳۹/۳۶ <sup>**</sup>	۶۲۸۳/۵۴ <sup>**</sup>	۱/۱۹ <sup>**</sup>	۱۲۰۵۹۷/۵۶ <sup>**</sup>	۹۶۷۴۸/۰۱ <sup>**</sup>	۳۱۳۶۷۱/۲۶ <sup>**</sup>	۸۸۹۶۶/۳۵ <sup>**</sup>	۱/۹۹ <sup>**</sup>
آبیاری × ژنوتیپ	۱۴	۴۷۷۳/۷۳ <sup>**</sup>	۱۱۵/۲۱ <sup>**</sup>	۰/۰۳۱ <sup>**</sup>	۴۲۷۹/۱۳ <sup>**</sup>	۳۵۹۰/۳۲ <sup>**</sup>	۸۶۴۵/۳۱ <sup>**</sup>	۶۷۱/۵۱ <sup>ns</sup>	۰/۱۱ <sup>ns</sup>
قارچ میکوریزا × ژنوتیپ	۱۴	۱۳۰/۵۹ <sup>ns</sup>	۱۳/۶۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۴ <sup>ns</sup>	۳۶۸۵/۹۰ <sup>**</sup>	۵۶۲۹/۳۲ <sup>**</sup>	۴۶۲۹/۹۴*	۷۶۱/۷۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۷ <sup>ns</sup>
آبیاری × قارچ میکوریزا × ژنوتیپ	۲۸	۱۱۹/۷۵ <sup>ns</sup>	۱۴/۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	۱۱۹/۶۶ <sup>ns</sup>	۲۳۳۸/۹۳*	۱۳۶۶/۴۴ <sup>ns</sup>	۲۹۸/۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۶ <sup>ns</sup>
خطای فرعی (E <sub>c</sub> )	۱۲۶	۷۵۴/۴۳	۴۲/۶۴	۰/۰۱۴	۶۵۴/۲۰	۱۴۶۹/۴۰	۲۳۱۷/۴۷	۶۹۸/۰۴	۰/۰۷۷
ضریب تغییرات (%)	-	۲۰/۶۷	۸/۴۲	۱۶/۳۰	۲۵/۳۵	۲۸/۳۰	۲۰/۰۷	۱۰/۳۰	۱۱/۹۶

\*\*، \* و ns به ترتیب اختلاف معنادار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنادار

### عملکرد دانه

عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب به دلیل کاهش رقابت بین گیاهان، افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و افزایش تعداد کپسول در بوته می‌باشد وجود همبستگی مثبت بین تعداد کپسول در هر بوته با عملکرد دانه نیز نشان‌دهنده این نتیجه است (جدول ۸). همچنین افزایش عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب به دلیل کاهش رقابت بین گیاهان و افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد کپسول در گیاه می‌باشد که با نتایج سایر محققان هماهنگی دارد (کوتروباس و همکاران ۲۰۰۰). کدخدایی و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان دادند که بیشترین و کمترین

با افزایش شدت تنش خشکی عملکرد دانه کاهش معناداری یافت به طوری که تنش خشکی شدید و ملایم نسبت به شرایط آبیاری مطلوب، عملکرد دانه را به میزان ۶۳ و ۳۱ درصد کاهش داد (جدول ۴). کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی می‌تواند ناشی از بسته شدن روزنه‌ها، افزایش آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین‌ها و کلروفیل‌ها باشد که باعث کاهش سرعت و میزان فتوسنتز، مقدار مواد فتوسنتزی و در نهایت عملکرد دانه گردد (قلی نژاد و همکاران ۱۳۸۹). علت بیشتر بودن

### تعداد دانه در واحد سطح

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش شدت تنش خشکی، تعداد دانه در واحد سطح کاهش معناداری یافت به طوری که تنش خشکی شدید و ملایم نسبت به شرایط آبیاری مطلوب، تعداد دانه در واحد سطح را به میزان ۷۲ و ۲۸ درصد کاهش داد (جدول ۳). تلقیح قارچ میکوریزا در مقایسه با عدم تلقیح (شاهد) تعداد دانه در واحد سطح را افزایش داد به طوری که تلقیح قارچ میکوریزا گونه *G. mosseae* نسبت به عدم مایه‌زنی قارچ، تعداد دانه در واحد سطح را به میزان ۴۴ درصد افزایش داد (جدول ۳). در بین توده‌های محلی نیز بیشترین و کمترین تعداد دانه در واحد سطح به ترتیب از توده‌های محلی مغان و TS-3 حاصل شد (جدول ۳). میرزاخانی (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای روی گلرنگ نشان داد تلقیح گلرنگ بهاره با/زتوباکتر و قارچ میکوریزا توانست بیشترین تعداد دانه در غوزه را تولید کند. عموماً بین وزن و تعداد دانه تولید شده توسط گیاهان زراعی همبستگی مثبت وجود دارد به عبارت دیگر عملکرد بالایی دانه در تعداد بیشتر دانه نمود می‌یابد (ایوانز ۱۹۹۳).

### وزن خشک برگ و کپسول با دانه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین وزن خشک برگ (۳۰۱/۰۳ گرم) و کپسول با دانه (۵۹۱/۷۹ گرم) در شرایط آبیاری مطلوب و از توده محلی مغان حاصل شد (جدول ۴). کمترین وزن خشک کپسول با دانه از شرایط تنش خشکی شدید و از توده محلی جیرفت ۱۳ به مقدار ۸۳/۰۶ گرم بدست آمد (جدول ۴). تنش خشکی شدید در مقایسه با آبیاری مطلوب، وزن خشک برگ و کپسول با دانه توده‌های محلی را به ترتیب به میزان ۶۲ و ۵۰ درصد کاهش داد (جدول ۴). به طور کلی مایه‌زنی قارچ میکوریزا گونه *G. mosseae* نسبت به عدم مایه‌زنی قارچ میکوریزا، وزن خشک کپسول با دانه را به میزان ۳۸ درصد افزایش داد بیشترین مقدار وزن خشک برگ (۲۷۹/۱۸ گرم) و کپسول با دانه (۵۲۱/۵۶ گرم) از توده محلی مغان و با کاربرد قارچ میکوریزا گونه *G. mosseae* به دست آمد

مقدار عملکرد دانه به ترتیب از ژنوتیپ‌های اصفهان ۴ و شهرضا به دست آمد.

سایر محققان نیز بیان داشتند که عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی کاهش یافت. اما بین ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بوده است (کدخدایی و همکاران ۲۰۱۴، سعیدی و همکاران ۲۰۱۲). باقری و همکاران (۲۰۱۳) نیز اظهار داشتند که تنش خشکی عملکرد دانه را کاهش داد و بیشترین مقدار عملکرد دانه از آبیاری کامل با میانگین ۱۱۴۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار عملکرد دانه در شرایط بدون آبیاری به دست آمد در بین ژنوتیپ‌ها نیز بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه به ترتیب به ارقام داراب ۱ (۱۳۷۰ کیلوگرم در هکتار) و توده بومی (۸۷۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط بود. تلقیح قارچ میکوریزا گونه *G. mosseae* و گونه *G. intraradices* نسبت به عدم مایه‌زنی قارچ میکوریزا، عملکرد دانه را به میزان ۳۳ و ۱۱ درصد بهبود بخشید دلیل این امر ممکن است با اثر قارچ میکوریزا بر تشدید فعالیت تثبیت نیتروژن، جذب فسفر، ماندگاری بیشتر برگ‌ها روی گیاه، حفظ و افزایش اندازه برگ و نیز انجام فتوسنتز بیشتر به واسطه کلروفیل بیشتر مرتبط باشد. راعی و همکاران (۱۳۹۴) نیز در بررسی اثر کودهای بیولوژیک شامل عدم تلقیح، تلقیح با قارچ میکوریزا، تلقیح با/زتوباکتر و تلقیح توام/زتوباکتر و قارچ میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه گلرنگ به چنین نتایجی دست یافتند. اثر قارچ میکوریزا در بهبود عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی شدید مؤثرتر از شرایط آبیاری مطلوب بوده است. در بین توده‌های محلی مورد بررسی در این مطالعه، توده محلی مغان و محلی طارم زنجان بیشترین عملکرد دانه را در شرایط آبیاری مطلوب تولید کردند همچنین کمترین میزان عملکرد دانه نیز از توده‌های محلی جیرفت ۱۳ و TS-3 به دست آمد (جدول ۵). آئین (۱۳۹۲) در تحقیقی روی کنجد لاین J113 را به عنوان ژنوتیپ برتر معرفی کرد که توانسته بود هم در شرایط تنش خشکی و هم در شرایط بدون تنش خشکی عملکرد دانه بیشتری تولید کند.

نسبت به عدم مایه‌زنی قارچ میکوریزا، وزن خشک برگ را به میزان ۳۷ درصد افزایش داد. بیشترین مقدار وزن خشک برگ از توده محلی مغان (۲۷۹/۱۸ گرم) و با مایه‌زنی قارچ میکوریزا گونه *G. mosseae* به دست آمد کمترین مقدار وزن خشک برگ نیز از توده محلی TS-3 در شرایط عدم مایه‌زنی قارچ میکوریزا به دست آمد (جدول ۵).

کمترین مقدار وزن خشک برگ و کیسول با دانه نیز از توده محلی TS-3 در شرایط عدم مایه‌زنی قارچ میکوریزا به دست آمد (شکل ۱ و ۲). اسماعیل پور و همکاران (۱۳۹۲) اعلام کردند که با افزایش تنش خشکی وزن خشک ساقه و برگ کاهش معناداری یافت در حالی تلقیح قارچ میکوریزا وزن خشک ساقه و برگ را افزایش داد. به‌طور کلی مایه‌زنی قارچ میکوریزا گونه *G. mosseae*

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده آبیاری، قارچ میکوریزا و ژنوتیپ گیاه کنجد بر صفات مورد مطالعه.

تیمار	عملکرد دانه (g m <sup>-2</sup> )	تعداد دانه در واحد سطح	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (cm)	تعداد شاخه فرعی در هر بوته
آبیاری					
آبیاری مطلوب	۱۹۳/۴۳ a	۱۱۲۱۹۶ a	-	-	۶/۶۵ a
تنش ملایم خشکی	۱۳۳/۴۱ b	۸۱۲۶۴ b	-	-	۵/۹۳ a
تنش شدید خشکی	۷۱/۷۲ c	۳۱۵۶۹ c	-	-	۴/۳۳ b
قارچ میکوریزا					
<i>Glomus mosseae</i>	۱۵۵/۳۵ a	۱۰۰۰۷۰ a	۸۸/۸۳ a	۰/۸۶ a	۶/۳۰ a
<i>Glomus intraradices</i>	۱۳۸/۵۹ ab	۶۸۸۵۲ b	۷۹/۷۴ a	۰/۷۲ b	۵/۴۲ a
بدون قارچ	۱۰۴/۶۲ b	۵۶۱۰۶ b	۶۳/۹۶ b	۰/۶۲ c	۵/۱۹ a
ژنوتیپ					
جیرفت ۱۳	۹۳/۰۴ e	۴۸۴۳۶ f	-	-	۴/۸۰ bc
محلی طارم زنجان	۱۷۷/۹۶ b	۱۰۳۹۹۷ b	-	-	۷/۲۸ a
محلی مغان	۲۰۶/۳۱ a	۱۳۰۴۱۴ a	-	-	۷/۷۲ a
ناز چند شاخه	۱۰۵/۲۶ de	۵۶۴۶۲ ef	-	-	۴/۸۳ bc
TC-25	۱۴۷/۴۴ c	۸۴۶۹۷ c	-	-	۵/۲۸ b
TS-3	۸۶/۱۵ e	۳۴۰۴۴ g	-	-	۳/۷۳ c
داراب ۱۴	۱۲۸/۲۹ cd	۷۵۱۵۹ cd	-	-	۵/۸۴ b
دشتستان ۵	۱۱۸/۳۳ d	۶۶۸۶۷ de	-	-	۵/۶۰ b

اعدادی که حروف لاتین مشابه دارند از نظر آماری اختلاف معنادار در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون توکی ندارند.

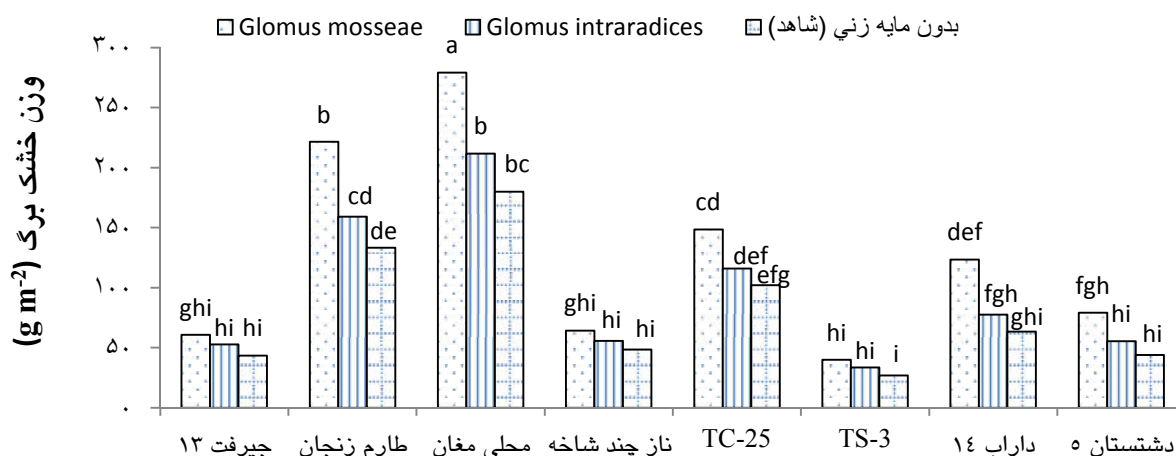
#### وزن خشک ساقه

مقایسه میانگین‌های اثرات سه گانه نشان دهنده آن است که با افزایش شدت تنش خشکی وزن خشک ساقه کاهش معناداری پیدا کرد. تنش خشکی شدید و ملایم در مقایسه با آبیاری مطلوب، وزن خشک ساقه را به ترتیب به میزان ۴۸ و ۲۸ درصد کاهش داد. با تلقیح قارچ میکوریزا در شرایط تنش خشکی شدید، کاهش وزن

خشک ساقه تا حدودی جبران گردید به طوری که مایه‌زنی قارچ میکوریزا گونه *G. mosseae* و گونه *G. intraradices* نسبت به عدم تلقیح، به ترتیب وزن خشک ساقه را ۳۵ و ۷ درصد بهبود بخشید (جدول ۵). در شرایط تنش خشکی ملایم نیز مایه‌زنی قارچ میکوریزا گونه *G. mosseae* و گونه *G. intraradices* نسبت به عدم تلقیح، وزن خشک ساقه را به ترتیب ۶۰ و ۳۴ درصد بهبود بخشید (جدول

میکوریزا از گونه *G. mosseae* به دست آمد و کمترین مقدار وزن خشک ساقه از توده محلی دشتستان ۵ (۳۳/۵۸ گرم) در شرایط تنش خشکی شدید و عدم مایه-زنی قارچ میکوریزا حاصل شد هرچند تحت شرایط تنش خشکی شدید بین توده‌های محلی جیرفت ۱۳، ناز چند شاخه، TC-25 و داراب ۱۴ توده محلی TS-3 اختلاف معناداری وجود نداشت (جدول ۵). قنوتی و همکاران (۱۳۹۲) بیان داشتند که مایه‌زنی گیاه شبدر با دو گونه قارچ میکوریزا نسبت به عدم مایه‌زنی، وزن خشک اندام-های هوایی را به طور معناداری افزایش داد و در این ارتباط کارآیی گونه *G. mosseae* نسبت به گونه *G. intraradices* بیشتر بوده است.

۵). در شرایط آبیاری مطلوب تلقیح قارچ میکوریزا گونه *G. mosseae* و گونه *G. intraradices* نسبت به عدم تلقیح، وزن خشک ساقه را حدود ۵۹ و ۳۴ درصد افزایش داد (جدول ۵). مایه‌زنی قارچ میکوریزا باعث افزایش فعالیت فتوسنتز و تولید سطح برگ بیشتر شده و در نهایت سبب افزایش بیوماس اندام گیاهی می‌شود (اسمیت و رید ۲۰۰۸). تلقیح با *G. intraradices* سبب افزایش ماده خشک اندام هوایی و ریشه گیاه آکاسیا شد (دوپونیس و همکاران ۲۰۰۵). افزایش وزن خشک ساقه با مایه‌زنی قارچ میکوریزا با نتایج سایر محققان نیز مطابقت دارد (لیو و همکاران ۲۰۰۰). بیشترین مقدار وزن خشک ساقه از توده‌های محلی مغان (۴۶۳/۳۳ گرم) و طارم زنجان (۴۳۰/۴۸ گرم) در شرایط آبیاری مطلوب و مایه‌زنی قارچ



### ژنوتیپ گیاه

شکل ۱- اثر بر همکنش قارچ میکوریزا و ژنوتیپ کنگد بر وزن خشک برگ.

اعدادی که حروف لاتین مشابه دارند از نظر آماری، اختلاف معناداری در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون توکی ندارند.

هر بوته از توده محلی مغان (۷/۷۲) و طارم زنجان (۷/۲۸) حاصل شد. توده محلی TS-3 کمترین تعداد شاخه فرعی در هر بوته را به خود اختصاص داد (جدول ۳). میرزاخانی (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای روی گلرنگ نشان داد تلقیح گلرنگ بهاره با *ازتوباکتر* و قارچ میکوریزا در مجموع توانست بیشترین تعداد شاخه فرعی را تولید کند.

### تعداد شاخه فرعی در هر بوته

بیشترین و کمترین تعداد شاخه فرعی در هر بوته در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی شدید حاصل شد (جدول ۳). بین تعداد شاخه فرعی در هر بوته از نظر مایه‌زنی قارچ میکوریزا و عدم مایه‌زنی تفاوت معناداری وجود نداشت (جدول ۳). بیشترین تعداد شاخه فرعی در



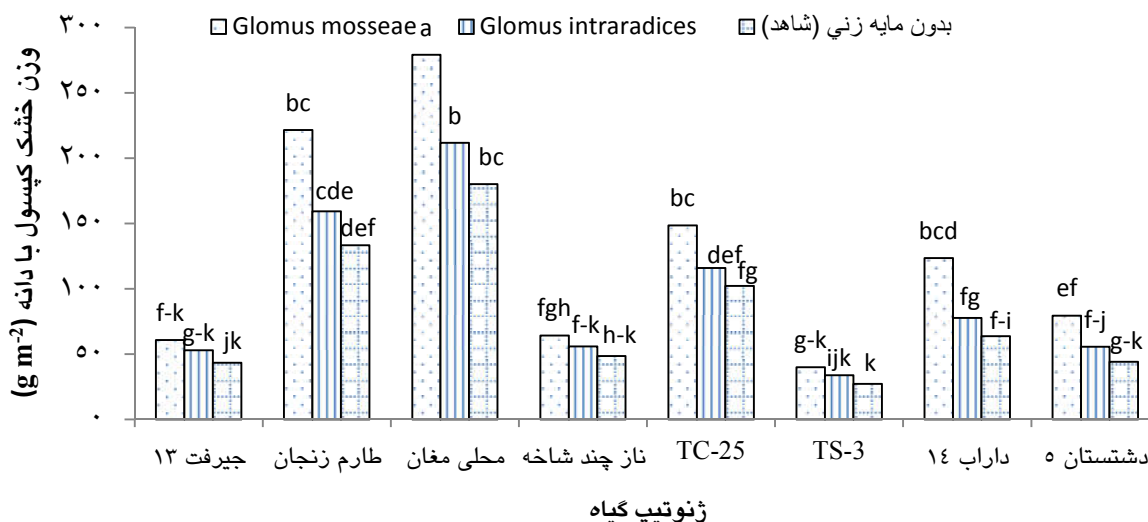
**قطر ساقه**

بیشترین مقدار قطر ساقه در شرایط آبیاری مطلوب و از توده مغان به مقدار ۱/۲۳ سانتی‌متر حاصل شد (جدول ۴). کمترین قطر ساقه از شرایط تنش خشکی شدید و از توده TS-3 به مقدار ۰/۳۸ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۴). به‌طور کلی مایه‌زنی قارچ میکوریزا گونه *G. mosseae* و گونه *G. intraradices* نسبت به عدم مایه‌زنی، قطر ساقه را به ترتیب به میزان ۲۸ و ۱۴ درصد افزایش داد (جدول ۳).

**ارتفاع بوته**

مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین ارتفاع بوته در شرایط آبیاری مطلوب و از توده محلی مغان به مقدار ۱۲۵/۳۱ و توده محلی طارم زنجان به میزان ۱۱۶/۷۶ سانتی‌متر حاصل شد (جدول ۴). کمترین ارتفاع بوته از شرایط تنش خشکی شدید و از توده محلی TS-3 به مقدار ۴۳/۶۰ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۴). تنش خشکی شدید و ملایم در مقایسه با آبیاری مطلوب، ارتفاع بوته توده‌ها را به ترتیب به میزان ۳۸ و ۱۶ درصد کاهش داد (جدول ۴). با اینکه ارتفاع بوته بیشتر تحت

تأثیر خصوصیات ژنتیکی گیاه قرار دارد اما تنش خشکی به خصوص در مراحل رشد رویشی می‌تواند ارتفاع بوته را تحت اثر قرار دهد. احتمالاً افزایش تنش خشکی سبب می‌گردد که رقابت برای آب بین بوته‌ها زیاد گردد، لذا گیاه سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به ریشه اختصاص می‌دهد در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری به بخش هوایی از جمله ساقه رسیده که این امر باعث کاهش ارتفاع بوته می‌گردد (چانب دراکار و همکاران ۱۹۹۴). به‌طور کلی مایه‌زنی قارچ میکوریزا گونه *G. mosseae* و گونه *G. intraradices* نسبت به عدم مایه‌زنی، ارتفاع بوته را به ترتیب به میزان ۲۸ و ۲۰ درصد افزایش داد (جدول ۳). همچنین مشاهده شده است که مایه‌زنی قارچ میکوریزا باعث تغییرات وسیع شاخص‌های مورفولوژیک ریشه به‌ویژه افزایش ریشه‌های جانبی می‌شود (برتا و همکاران ۲۰۰۲)، در نتیجه با افزایش رشد ریشه، آب و مواد غذایی بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و این امر موجب بهبود رشد و ارتفاع بوته می‌گردد.



شکل ۲- اثر بر همکنش قارچ میکوریزا و ژنوتیپ کنجد بر وزن خشک کیسول با دانه.

اعدادی که حروف لاتین مشابه دارند از نظر آماری، اختلاف معناداری در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون توکی ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش آبیاری و ژنوتیپ گیاه کنجد بر صفات مورد مطالعه.

وزن خشک کپسول با دانه (g m <sup>-2</sup> )	عملکرد دانه تک بوته (g m <sup>-2</sup> )	وزن خشک برگ (g m <sup>-2</sup> )	قطر ساقه (cm)	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد دانه (g m <sup>-2</sup> )	تیمار (آبیاری × ژنوتیپ)
۲۰۳/۳۱ g-i	۹/۹۳ e-j	۷۲/۳۵ e-g	۰/۶۷ e-h	۸۱/۳۵ d-g	۱۳۲/۵۵ e-j	جیرفت ۱۳
۴۱۱/۶۹ bc	۱۹/۵۱ b	۲۲۶/۴۹ b	۱/۱۱ ab	۱۱۶/۷۶ a	۲۶۰/۳۶ b	محلی طارم زنجان
۵۹۱/۷۹ a	۲۳/۸۲ a	۳۰۱/۰۳ a	۱/۲۳ a	۱۲۵/۳۱ a	۳۱۷/۹۴ a	محلی مغان
۲۴۳/۴۹ e-h	۱۱/۰۰ d-h	۷۸/۲۶ e-g	۰/۷۲ d-g	۸۶/۱۴ c-f	۱۴۶/۷۹ d-h	آبیاری مطلوب × ناز چند شاخه
۳۵۳/۹۲ b-d	۱۶/۲۳ bc	۱۶۰/۴۱ c	۱/۰۳ a-c	۹۷/۲۶ bc	۲۱۷/۹۰ bc	TC-25
۱۶۹/۵۹ h-l	۹/۱۶ g-l	۴۹/۱۰ g-k	۰/۴۹ h-j	۶۷/۰۱ h-j	۱۲۲/۲۲ g-k	TS-3
۳۲۷/۸۶ c-e	۱۳/۶۱ c-e	۱۱۳/۵۱ de	۰/۹۰ b-d	۹۰/۴۴ cd	۱۸۱/۵۶ c-e	داراب ۱۴
۲۷۱/۷۸ d-g	۱۲/۶۰ d-g	۷۸/۴۴ e-g	۰/۷۵ d-f	۸۹/۱۷ c-e	۱۶۸/۱۱ d-g	دشتستان ۵
۱۳۴/۸۹ i-l	۷/۷۰ h-m	۶۳/۱۷ f-j	۰/۶۲ f-i	۶۸/۴۴ h-j	۱۰۲/۷۹ h-l	جیرفت ۱۳
۳۴۸/۵۶ b-d	۱۳/۱۵ c-f	۱۷۳/۹۸ c	۱/۰۳ a-c	۹۴/۱۷ bc	۱۷۵/۵۱ c-f	محلی طارم زنجان
۴۱۸/۷۴ b	۱۴/۰۶ cd	۲۱۵/۱۹ b	۱/۱۶ a	۱۰۴/۱۷ b	۱۸۷/۵۷ cd	محلی مغان
۱۶۱/۰۰ h-l	۸/۴۵ h-l	۶۷/۹۷ e-i	۰/۶۷ e-h	۷۲/۷۷ g-i	۱۱۲/۸۱ h-k	تنش ملایم خشکی × ناز چند شاخه
۲۹۲/۶۴ d-f	۱۰/۵۶ d-i	۱۱۰/۵۳ cd	۰/۸۴ c-e	۸۱/۶۸ d-g	۱۴۰/۸۶ d-i	TC-25
۱۱۲/۹۶ j-l	۷/۱۶ i-m	۴۲/۱۴ g-k	۰/۴۴ ij	۵۹/۶۵ j-l	۹۵/۶۰ i-l	TS-3
۲۴۶/۰۶ e-h	۹/۶۰ f-k	۸۹/۱۹ d-f	۰/۷۲ d-g	۷۸/۴۴ e-h	۱۲۸/۱۳ f-j	داراب ۱۴
۱۸۲/۱۸ h-k	۹/۲۹ f-l	۷۳/۸۰ e-g	۰/۷۰ d-h	۷۶/۴۵ f-h	۱۲۳/۹۴ g-k	دشتستان ۵
۸۳/۰۶ l	۳/۲۸ n	۲۱/۳۳ jk	۰/۴۳ ij	۴۷/۵۵ mn	۴۲/۷۷ m	جیرفت ۱۳
۲۲۱/۰۵ f-i	۷/۳۵ h-m	۱۰۳/۶۲ de	۰/۷۲ d-g	۷۲/۶۸ g-i	۹۸/۰۳ h-l	محلی طارم زنجان
۳۱۰/۹۶ de	۸/۵۰ h-m	۱۱۴/۷۷ cd	۰/۸۴ c-e	۸۰/۹۲ d-g	۱۱۳/۴۲ h-k	محلی مغان
۹۹/۲۲ kl	۴/۲۱ mn	۲۲/۰۹ i-k	۰/۴۵ ij	۴۹/۹۴ l-n	۵۶/۱۷ lm	تنش شدید خشکی × ناز چند شاخه
۱۹۵/۲۱ ghij	۶/۲۶ j-n	۶۵/۶۰ f-j	۰/۶۴ e-i	۶۴/۶۴ i-k	۸۳/۵۵ j-m	TC-25
۸۴/۱۴ l	۳/۰۴ k-n	۹/۳۸ k	۰/۳۸ j	۴۳/۶۰ n	۴۰/۶۵ m	TS-3
۱۸۲/۵۱ h-k	۵/۶۳ l-n	۵۱/۸۷ g-k	۰/۵۸ f-j	۵۶/۷۴ j-m	۷۵/۱۸ k-m	داراب ۱۴
۱۰۸/۴۷ j-l	۴/۷۱ mn	۲۶/۴۶ h-k	۰/۵۱ g-j	۵۴/۹۶ k-n	۶۲/۹۴ lm	دشتستان ۵

اعدادی که حروف لاتین مشابه دارند از نظر آماری، اختلاف معنادار در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون توکی ندارند.

#### همبستگی بین صفات مورد مطالعه

جدول ۶ نشان می‌دهد که بین صفات تعداد دانه در واحد سطح، قطر ساقه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در هر بوته، تعداد دانه در واحد سطح و وزن خشک اندام-های هوایی با عملکرد دانه همبستگی مثبت معناداری وجود دارد. بنابراین با افزایش مقدار وزن خشک برگ، وزن خشک کپسول با دانه و تعداد دانه در واحد سطح می‌توان عملکرد دانه را بهبود بخشید. زینلی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی روابط بین عملکرد دانه در بوته با اجزاء عملکرد در ژنوتیپ‌های کنجد نشان دادند که در کلیه ژنوتیپ‌ها، عملکرد دانه همبستگی مثبت و معناداری با تعداد کپسول در هر بوته، ارتفاع بوته، تعداد گره ساقه اصلی و وزن دانه در کپسول دارد. لومیس و همکاران

(۱۹۶۹) گزارش کردند که ارقام پابلند در مقایسه با ارقام پاکوتاه دارای مزیت هستند چون در این ارقام سطح دریافت کننده نور بیشتر است که به انجام فتوسنتز مناسب و در نهایت عملکرد دانه بالا منتهی می‌شود. در این آزمایش تنش خشکی از طریق کاهش سطح برگ‌ها، اختلال در روند جذب و انتقال عناصر غذایی، تولید مواد فتوسنتزی را کاهش داده و باعث تغییر اجزای عملکرد دانه و به تبع آن باعث کاهش عملکرد دانه گردید. مایه‌زنی قارچ میکوریزا مخصوصاً در شرایط تنش خشکی توانست صفات موفولوژیک موثر در عملکرد دانه را در گیاه بهبود داده و همچنین باعث افزایش رشد و فتوسنتز در گیاه کنجد شده و از این طریق عملکرد دانه را ارتقا بخشید.

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش آبیاری × قارچ میکوریزا × ژنوتیپ گیاه بر وزن خشک ساقه.

وزن خشک ساقه (g m <sup>-2</sup> )			تیمار (قارچ میکوریزا × ژنوتیپ گیاه)
تنش شدید	تنش ملایم	آبیاری مطلوب	
۵۷/۹۰ l-q	۱۲۲/۳۵ g-q	۲۰۶/۸۶ c-k	جیرفت ۱۳
۱۸۵/۲۲ c-n	۲۷۱/۶۶ cde	۴۳۰/۴۸ ab	محلی طارم زنجان
۲۱۴/۰۰ c-j	۳۰۴/۲۲ bc	۴۶۳/۳۳ a	محلی مغان
۹۸/۰۰ i-q	۱۵۰/۹۱ d-q	۱۸۶/۴۶ c-n	Glomus mosseae × ناز چند شاخه
۱۶۱/۷۰ d-q	۲۴۶/۸۲ c-h	۲۸۳/۱۸ cd	TC-25
۴۷/۵۸ m-q	۹۵/۹۵ i-q	۸۲/۸۴ j-q	TS-3
۱۲۶/۳۳ f-q	۱۸۸/۳۲ c-m	۳۶۵/۱۱ cdef	داراب ۱۴
۸۲/۶۲ j-q	۱۸۰/۰۵ c-o	۲۱۵/۷۵ c-j	دشتستان ۵
۵۲/۰۰ l-q	۸۵/۶۶ j-q	۱۳۵/۹۸ e-q	جیرفت ۱۳
۱۴۴/۶۱ d-q	۱۷۶/۸۵ c-p	۲۲۹/۷۶ c-i	محلی طارم زنجان
۱۶۱/۶۶ d-q	۲۳۱/۰۷ c-i	۲۶۳/۴۷ e-g	محلی مغان
۷۸/۴۳ j-q	۱۰۵/۱۸ i-q	۱۴۱/۹۹ d-q	Glomus intraradices × ناز چند شاخه
۹۱/۱۳ i-q	۱۵۴/۲۴ d-q	۱۴۵/۴۸ d-q	TC-25
۳۶/۸۹ pq	۵۴/۲۵ l-q	۵۴/۰۹ l-q	TS-3
۷۰/۴۷ k-q	۷۹/۴۶ j-q	۱۹۲/۵۹ c-l	داراب ۱۴
۳۹/۶۸ opq	۶۲/۳۱ l-q	۱۵۲/۸۷ d-q	دشتستان ۵
۳۹/۱۵ opq	۴۱/۰۰ opq	۱۲۰/۶۶ h-q	جیرفت ۱۳
۱۳۴/۰۳ e-q	۱۳۲/۳۰ e-q	۱۳۷/۴۸ e-q	محلی طارم زنجان
۱۸۵/۳۷ c-n	۱۴۹/۶۶ d-q	۱۵۹/۹۰ d-q	محلی مغان
۵۴/۱۹ l-q	۴۸/۸۵ m-q	۸۵/۴۷ j-q	بدون قارچ میکوریزا × ناز چند شاخه
۵۹/۳۶ l-q	۱۰۵/۰۰ i-q	۹۸/۰۰ i-q	TC-25
۴۵/۶۸ n-q	۳۷/۶۶ pq	۴۳/۳۳ opq	TS-3
۸۲/۵۷ j-q	۶۸/۶۶ k-q	۹۲/۶۲ i-q	داراب ۱۴
۳۳/۵۸ q	۴۹/۳۳ m-q	۱۳۸/۷۰ e-q	دشتستان ۵

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنادار نیست.

جدول ۶- ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه.

۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
							۱	۱- عملکرد دانه
						۱	۰/۹۴**	۲- ارتفاع بوته
					۱	۰/۹۳**	۰/۸۹**	۳- قطر ساقه
				۱	۰/۹۵**	۰/۸۸**	۰/۸۸**	۴- وزن خشک برگ
			۱	۰/۸۶**	۰/۸۹**	۰/۸۴**	۰/۸۲**	۵- وزن خشک ساقه
		۱	۰/۹۱**	۰/۹۴**	۰/۹۳**	۰/۹۰**	۰/۹۲**	۶- وزن خشک کیسول با دانه
	۱	۰/۹۳**	۰/۹۰**	۰/۹۰*	۰/۹۲**	۰/۹۳**	۰/۹۴**	۷- تعداد دانه در واحد سطح
۱	۰/۸۳**	۰/۸۲**	۰/۷۵**	۰/۸۴**	۰/۸۴**	۰/۸۵**	۰/۸۲**	۸- تعداد شاخه فرعی در هر بوته

\*\*، \* و ns به ترتیب اختلاف معنادار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنادار

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تنش خشکی و کمبود آب، عملکرد و اجزای عملکرد دانه توده‌های محلی کنجد را به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داد. مایه‌زنی قارچ میکوریزا در هر سه شرایط مختلف آبیاری عملکرد و اجزای عملکرد دانه کلیه توده‌های محلی را افزایش داد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، استفاده از قارچ میکوریزا نه تنها در شرایط تنش خشکی باعث

افزایش عملکرد و صفات مورفولوژیک می‌شود و اثرات کمبود آب را کاهش می‌دهد بلکه در شرایط مطلوب آبیاری نیز می‌توان با مایه‌زنی قارچ میکوریزا مخصوصاً گونه *G. mosseae* صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه را بهبود بخشید. توده‌های محلی نسبت به تنش خشکی عکس‌العمل‌های متفاوتی داشتند و توده‌های محلی مغان و طارم زنجان بر سایر ژنوتیپ‌ها برتری داشته و ژنوتیپ‌های مناسب برای کاشت معرفی می‌گردند.

## منابع مورد استفاده

- آئین ا، ۱۳۹۲. اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه و برخی صفات زراعی دو ژنوتیپ کنجد. مجله به‌زراعی نهال و بذر، جلد ۲۹، شماره ۱، صفحه‌های ۶۷ تا ۷۹.
- اسماعیل پور ب، جلیوند پ و هادیان ج، ۱۳۹۲. تأثیر تنش خشکی و قارچ میکوریزا بر برخی از صفات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد مرزه (*Satureja hortensis* L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ۵، شماره ۲۹، صفحه‌های ۱۶۷ تا ۱۷۷.
- اشرفی ش، حیدری ن و عباسی ف، ۱۳۷۵. طراحی، ساخت و واسنجی فلوم‌های W.S.C.، صفحه‌های ۲۰۶-۲۱۶. مجموعه مقالات دومین کنگره ملی مسائل آب و خاک کشور، ۲۷-۳۰ بهمن ماه، تهران.
- حیدری م و کرمی و، ۱۳۹۲. بررسی اثر تنش خشکی و گونه‌های میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، میزان کلروفیل و ترکیبات بیوشیمیایی آفتابگردان. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، جلد ۶، شماره ۱، صفحه‌های ۱۷ تا ۲۶.
- راعی ی، شریعتی ج و ویسانی و، ۱۳۹۴. اثر کودهای بیولوژیک بر درصد روغن، عملکرد و اجزای عملکرد دانه گلرنگ در سطوح مختلف آبیاری. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲۵، شماره ۱، صفحه‌های ۶۵ تا ۸۴.
- رضوانی مقدم پ، امیری م ب و سیدی س م، ۱۳۹۳. اثر مصرف کودهای آلی و زیستی بر عملکرد، میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب روغن کنجد (*Sesamum indicum* L.). مجله علوم زراعی ایران، دوره ۱۶، شماره ۳، صفحه‌های ۲۰۹-۲۲۱.
- زینلی ح، میرلوحی آ ف و صفایی ل، ۱۳۸۵. ارزیابی روابط بین عملکرد دانه در بوته با اجزاء عملکرد در ژنوتیپ‌های کنجد. پژوهش در علوم کشاورزی، جلد ۲، شماره ۱، صفحه‌های ۱ تا ۹.
- قلی‌نژاد ا، آینه بند ا، حسن‌زاده قورت‌تپه ع، نورمحمدی ق و برنوسی ا، ۱۳۸۹. اثر رژیم آبیاری بر کارایی مصرف آب و نیتروژن آفتابگردان رقم ایروفلور در مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم بوته در شرایط آب و هوایی ارومیه. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۰، شماره ۱، صفحه‌های ۲۷ تا ۴۵.
- قنوتی ن، نادیان ح، معزی ع و رجالی ف، ۱۳۹۲. اثر قارچ‌های میکوریزا - آربوسکولار بر رشد رویشی گیاه شبدر تحت سطوح مختلف لجن فاضلاب. فصلنامه علمی - پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ۵، شماره ۱۷، صفحه‌های ۱۷ تا ۳۰.
- موسوی س ف و اخوان س، ۱۳۸۶. اصول آبیاری. انتشارات کنکاش. ۴۱۰ صفحه.

- میرزاخانی م، ۱۳۹۱. واکنش اجزاء عملکرد گلرنگ به تلقیح با قارچ میکوریزا، باکتری ازتوباکتر و مصرف حاصلخیزکننده-های شیمیایی. فصلنامه پژوهش‌های علوم گیاهی، جلد ۷، شماره ۲، صفحه‌های ۳۷ تا ۵۱.
- Anonymous, 2012. Yearbook production. Food and Agriculture Organization Publication, Rome, Italy.
- Bagheri E, Sinaki JM, Baradaran Firoozabadi M and Abedini Esfahani M, 2013. Evaluation of salicylic acid foliar application and drought stress on the physiological traits of sesame cultivars. *Iranian Journal of Plant Physiology* 3(4): 809-816.
- Berta G, Fusconi A and Hooker JE, 2002. Arbuscular Mycorrhizal Modifications to Plant Root Systems: Scale, Mechanisms and Consequences. Pp. 71-85. In: Gianinazzi S, Schuepp H, Barea JM and Haselwandier K, (eds). *Mycorrhiza Technology in Agriculture, from Genes to Bioproducts*. Basel, Switzerland, Birkhauser Verlag.
- Chanbdrakar BL, Shckhar N, Tujeta SS and Tripathi RS, 1994. Effect of irrigation and nitrogen on growth and yield of summer sesame (*Sesame indicum* L.). *Indian Journal of Agronomy* 39: 701-702.
- Duponnois R, Colombet A, Hien V and Thioulouse J, 2005. The mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and rock phosphate amendment influence plant growth and microbial activity in the rhizosphere of *Acacia holosericea*. *Soil Biochemistry* 37: 1460-1468.
- Eskandari H, Zehtab Salmasi S and Ghasemi-Golozani K, 2010. Evaluation of water use efficiency and grain yield of sesame cultivars as a second crop under different irrigation regimes. *Journal of Sustainable Agriculture Science* 20(1): 39- 51.
- Eslami R, Tajbakhsh M, Ghafari A, Roustaei M and Barnousi I, 2012. Evaluation of drought tolerance in dry lands wheat genotypes under different moisture. *Electronic Journal of Crop Production* 2: 129-143.
- Evans LT, 1993. *Crop Evolution, Adaptation and Yield*. Cambridge ISB: 0521295580. University Press, London, 512 p.
- Heidari M, Galavi M and Hassani M, 2011. Effect of sulfur and iron fertilizers on yield, yield components and nutrient uptake in sesame (*Sesamum indicum* L.) under water stress. *African Journal of Biotechnology* 10(44): 816-8822.
- Jain S, Yue-Lioang R, Mei-wang LE, Ting-Xian Y, Xiao-Wen Y and Hong-Ving Z, 2010. Effect of drought stress on sesame growth and yield characteristics and comprehensive evaluation of drought tolerance. *Chinese Journal of Oil Crops Sciences* 4: 42-48
- James B, Rodcl D, Lorctru U, Reynaldo E and Tariq II, 2008. Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM) fungi inoculation on coppicing ability and drought resistance of *Senna speetabilis*. *Pakistan Journal of Botany* 40(5): 2217-2224.
- Kadkhodaie A, Razmjoo J, Zahedi M and Pesarakli M, 2014. Selecting sesame genotypes for drought tolerance based on some physiochemical traits. *Agronomy Journal* 106(1): 111-118.
- Karaaslan D, Boydak E, Gercek S and Simsek M, 2007. Influence of irrigation intervals and row spacing on some yield components of sesame grown in Harran region. *Asian Journal of Plant Science* 6: 623-62.
- Kassab O, Noernani E and El-Zeiny AH, 2005. Influence of some irrigation system and water regimes on growth and yield of sesame plants. *Journal of Agronomy* 4: 220- 224.
- Khazaei J and Moharmadi N, 2009. Effect of temperature on hydration kinetics of sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Food Engineering* 91: 542-552.
- Koutroubas SD, Papakosta DK and Doitsinis A, 2000. Water requirements for castor oil crop (*Ricinnus communis* L.) in a mediterranean climate. *Agronomy and Crop Science* 14: 33-41.
- Liu AC Hamel and Ma BI, 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize grown in soil at different P and micronutrient levels. *Mycorrhiza* 9: 331-336.
- Loomis R and Williams WA, 1969. Productivity and the morphology of crop stands: Pattern with leaves. Pp. 112-119. In: JD Easian (ed). *Physiological Aspects of Crop Yield*. Section 3. ASA and CSSA, Madison.
- Panwar J and Tarafdard JC, 2006. Distribution of three endangered medicinal plant species and their colonization with arbuscular mycorrhizal fungi. *Journal of Arid Environments* 65: 337-350.
- Rajeswari S, Thiruvengadarn V and Ramaswamy NM, 2010. Production of interspecific hybrids between *Sesame alatum* Thonn and *Sesamuin indicum* L. through ovule culture and screening for phyllody disease resistance. *South African Journal of Botany* 76: 252-258.
- Saeidi A, Tohidi-Nezhad E, Ebrahimi F, Mohammadi-Nejad G and Shirzadi MH, 2012. Investigation of water stress on yield and some yield components of sesame genotypes in Jiroft region. *Journal of Applied Sciences Research* 8(1): 243-246.
- Smith SE and Read OJ, 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, New York, 587.