فصلنامه علمی زیست‌شناسی کاربردی دانشگاه الزهرا(س)
دوره ۳۴، شماره ۴، پیاپی ۷۰، زمستان ۱۴۰۰، ص ۱۳۲-۱۱۳
نوع مقاله: مقاله پژوهشی

The Quarterly Scientific Journal of Applied Biology
Vol.34, No.4, Sering.70, winter 2021, p. 113-132
Article type: Research paper

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۲۸

وب سایت نشریه: https://jab.alzahra.ac.ir

22051/JAB.2021.34309.1398

برآورد وراثت‌پذیری محتوای روغن و پروتئین دانه در لاین‌های کنجد (*Sesamum indicum* L.) در رژیم‌های مختلف آبیاری و تلقیح با گونه‌های قارچ میکوریزا

اسماعیل قلی نژاد*[۱]، رضا درویش زاده[۲]، عباس ابهری[۳]

چکیده

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری محتوای روغن و پروتئین دانه در لاین‌های کنجد تحت رژیم‌های مختلف آبی و قارچ‌های میکوریزا، تعداد ۸ لاین کنجد در سه آزمایش جداگانه به صورت فاکتوریل- اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه ساعتلوی ارومیه در سال زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ مورد بررسی قرار گرفتند. کرت‌های اصلی شامل ترکیب عامل A یعنی سه سطح مختلف آبیاری و عامل B یعنی سه سطح میکوریزا بودند. کرت‌های فرعی شامل لاین‌های کنجد بود. صفات مورد مطالعه شامل درصد و عملکرد روغن، درصد و عملکرد پروتئین، درصد نیتروژن و شاخص کلروفیل بود. در هر سه شرایط مختلف آبیاری، بیشترین میزان تغییرات فنوتیپی، ژنتیکی و محیطی در صفات شاخص کلروفیل و عملکرد پروتئین دانه مشاهده شد. بنابراین با انتخاب صفات شاخص کلروفیل و درصد پروتئین دانه می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی عملکرد روغن و عملکرد پروتئین دانه را بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: اجزای واریانس، توارث‌پذیری، درصد نیتروژن، شاخص کلروفیل، لاین

مقدمه

۱ . دانشیار گروه علمی علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران * نویسنده مسئول: gholinezhad1358@yahoo.com

۲ . استاد گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳ . استادیار گروه علمی علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

کنجد (*Sesamum indicum* L.) گیاهی علفی، یکساله و متعلق به خانواده Pedaliaceae است و یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دانه روغنی است که با مناطق خشک و نیمه خشک سازگار بوده و به عنوان ملکه گیاهان دانه روغنی شناخته می‌شود (Roul *et al.*, 2017). سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد دانه کنجد در جهان به ترتیب ۱۲/۸ میلیون هکتار، ۶/۵ میلیون تن و ۵۱۰ کیلوگرم در هکتار، همچنین سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد دانه کنجد در ایران به ترتیب ۴۲۰۰۰ هکتار، ۲۹۰۰۰ تن و ۶۹۰ کیلوگرم در هکتار است (FAOSTAT, 2020).

در حال حاضر خشکی یکی از اساسی‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصول گیاهان زراعی محسوب می‌شود. با توجه به گرم شدن کره زمین و تغییرات اقلیمی در کره زمین به نظر می‌رسد که شرایط خشکی در آینده هم ادامه داشته باشد (Hussain *et al.*, 2018; Pekcan *et al.*, 2016).

یکی از روش‌های مواجه با تنش خشکی بهبود سطح تحمل گیاهان به تنش است. موفقیت در برنامه‌های به‌نژادی به دو عامل تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری بستگی دارد (Falconer & Mackey, 1996). درمطالعه‌ای روی گندم دوروم و تریتیکاله تمامی صفات مورد بررسی ضریب تغییرات ژنتیکی از ضریب تغییرات فنوتیپی کمتر بود که نشان دهنده تأثیر عوامل محیطی بر بیان صفات بوده است (Alipour Kondari & Arzani, 2021). در تحقیق رئوف و همکاران (Rauf *et al.*, 2007) تنوع ژنتیکی و فنوتیپی قابل ملاحظه‌ای برای درصد روغن مشاهده شد. عارفی و همکاران (Arefi *et al.*, 2015) اظهار داشتند که برای صفت عملکرد روغن، نسبت واریانس ترکیب پذیری عمومی به واریانس ترکیب پذیری خصوصی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی کمتر از یک بدست امد که بیانگر تاثیر بیشتر واریانس غالبیت نسبت به واریانس افزایشی است. Khan و همکاران (Khan *et al.*, 2007) گزارش کردند که عملکرد روغن در آفتابگردان از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار است. مطالعات نشان داده‌اند که وراثت‌پذیری صفات در شرایط نرمال و تنش خشکی متفاوت است (Holland *et al.*, 2003). محققان در گندم دوروم ضریب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی را به ترتیب برای عملکرد دانه در بوته ۱۵/۰۴ و ۱۴/۸۷ درصد گزارش کردند (Ibrahim *et al.*, 2020). پژوهشگران در بررسی خود وراثت پذیری بالایی را برای صفات زراعی مشاهده کردند .وراثت پذیری بالا در صفات مورد بررسی مبین این موضوع است که تأثیر واریانس ژنتیکی بیشتر از واریانس محیطی است و انتخاب در نسل‌های اولیه می‌تواند موفقیت آمیز باشد (Sharaan *et al.*, 2017). در گزارشی در تمام صفات مورد بررسی ضریب تغییرات فنوتیپی از ضریب تغییرات ژنتیکی بیشتر بود که نشان دهنده تأثیر عوامل محیطی بر بیان صفات بوده است (Kumar *et al.*, 2013).

توارث‌پذیری به عنوان تابعی از واریانس‌های ژنتیکی و محیطی، رابطهٔ بین ارزش فنوتیپی و ارزش ژنتیکی برای یک صفت در یک اجتماع را بیان می‌کند. این پارامتر ژنتیکی نشان می‌دهد که چه مقدار از تفاوت‌های مشاهده شده در فنوتیپ، ناشی از

توارث است. توارث‌پذیری بالا برای یک صفت نشان می‌دهد که بخش اساسی از واریانس فنوتیپی، ناشی از واریانس ژنتیکی است در حالی که در توارث‌پذیری پایین، عوامل غیر ژنتیکی سهم بیشتری در تنوع دارند (Khan *et al.*, 2013). با عبارتی، صفاتی که کمتر تحت تاثیر محیط قرار می‌گیرند وراثت‌پذیری بالایی دارند (Omoigui *et al.*, 2006). بر اساس نظر محققان وراثت‌پذیری کمتر از ۳۰ درصد در گروه وراثت‌پذیری پائین، وراثت‌پذیری بین ۳۰ تا ۶۰ درصد در گروه وراثت پذیری متوسط و بیشتر از ۶۰ درصد در گروه وراثت‌پذیری بالا قرار می‌گیرد (Johnson *et al.*, 1955). در واقع طبق این نتایج چنین استنباط می‌شود صفات دارای وراثت‌پذیری بالاتر، تنوع ژنتیکی بالاتری دارند، چرا که واریانس ژنتیکی بر مبنای امیدهای ریاضی برآورد می‌شوند. اگرچه وراثت‌پذیری عمومی به‌خوبی وراثت‌پذیری خصوصی نمی‌تواند سهم ژنتیکی تنوع را مشخص نماید، اما بالا بودن میزان آن معرف انتقال نسبی بهتر صفات از والدین به نتاج است (Golabadi *et al.*, 2008). در آزمایشی در کلزا توارث‌پذیری برای کلیه صفات به جز صفت ارتفاع بوته بالا بود. در این بررسی ضرایب تنوع فنوتیپی کلیه صفات بیشتر از ضرایب تنوع ژنتیکی بود که نشان دهنده تاثیر بیشتر عوامل محیطی بر این صفات است (Ismaili *et al.*, 2015). خان و همکاران (Khan *et al.*, 2007) گزارش کردند که عملکرد روغن در آفتابگردان از وراثت‌پذیری بالایی برخوردارند. وراثت‌پذیری بالا در صفات مورد بررسی مبین این موضوع است که تأثیر واریانس ژنتیکی بیشتر از واریانس محیطی است و انتخاب در نسل‌های اولیه می‌تواند موفقیت آمیز باشد (Sharaan *et al.*, 2017).

وراثت‌پذیری در مورد انتخاب صفات پلی‌ژنیک اهمیت ویژه‌ای دارد. هدف انتخاب، در نظر گرفتن افراد دارای بهترین ارزش‌های ژنتیکی به عنوان والدین نسل بعد است و به دلیل اینکه این عمل با توجه به ارزش فنوتیپی و عملکرد افراد انجام می‌گیرد؛ میزان همبستگی بین ارزش فنوتیپی و ارزش ژنتیکی، یعنی وراثت‌پذیری، بسیار مهم و معنی‌دار است (Badaeva *et al.*, 1996). محققان بر این باور هستند که عملکرد دانه تحت تنش خشکی وراثت‌پذیری پایین دارد و این به دلیل کنترل ژنتیکی پیچیده صفت و اثر متقابل ژنتیک و محیط است (Dixit *et al.*, 2014). پیشرفت کم در انتخاب برای عملکرد موجب شده است تا نظر اصلاح‌گران بذر به سمت صفات ثانویه متمایل شود (Lendjeva *et al.*, 2008). در آزمایشی روی ژنوتیپ‌های کنجد در شرایط بدون تنش نتایج رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که صفات تعداد کپسول در گیاه، تعداد دانه در کپسول، تعداد گره ساقه اصلی و وزن صد دانه طی چهار مرحله وارد مدل شده و بیشترین تغییرات عملکرد دانه را شامل شدند ولی در نهایت وزن صد دانه در مدل باقی ماند و ۷۳ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. تعداد کپسول در بوته، وزن دانه در بوته و وزن هزاردانه اثر مستقیم مثبت و معنی‌داری بر عملکرد تک بوته‌ها داشتند (Zeinali *et al.*, 2006). مطالعات نشان داده‌اند که وراثت‌پذیری صفات در شرایط نرمال و تنش خشکی متفاوت است (Holland *et al.*, 2003). ارقامی که برای عملکرد بالا در شرایط عادی (بدون تنش) انتخاب می‌شوند، ممکن است در شرایط تنش عملکرد زیاد نداشته باشند

(Nakhjavan *et al.*, 2012). بنابراین بیشتر محققان گزینش ژنوتیپ‌ها را در هر دو شرایط تنش و بدون تنش توصیه می‌کنند (Nezami *et al.*, 2008). اگر صفتی از وراثت‌پذیری خوبی در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی برخوردار باشد، مسلما گزینش بر اساس آن کارآیی بالایی خواهد داشت (Amiri Oghan *et al.*, 2001).

هدف از انجام این تحقیق، تخمین اجزای واریانس و وراثت‌پذیری خصوصیات کیفی دانه مانند درصد روغن و پروتئین، عملکرد روغن و پروتئین دانه در ۸ لاین کنجد تحت شرایط مختلف رژیم آبیاری و تلقیح و عدم تلقیح با قارچ‌های میکوریزا بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی ساعتلوی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی با طول جغرافیایی۴۵ درجه و ۲ دقیقه شرقی ، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۵۲ متر از سطح دریا واقع در ۲۵ کیلومتری ارومیه اجرا گردید. این تحقیق به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل سطوح مختلف آبیاری، آبیاری نرمال: 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، و دو گونه قارچ میکوریزا *Glomus mosseae*، *Glomus intraradices* و عدم تلقیح با قارچ میکوریزا و فاکتور فرعی شامل ۸ لاین کنجد به نام‌های ۱- ناز تک شاخه، ۲- ناز چند شاخه،۳- دشتستان ۵، ۴- دشتستان ۲، ۵- داراب ۲، ۶- داراب ۱۴، ۷- هلیل و ۸- پال بود. فاصله هر کرت فرعی از کرت فرعی دیگر به صورت یک خط نکاشت و فاصله میان هردوکرت اصلی ۲ متر در نظر گرفته شد. هر کرت دارای ۴ خط کاشت به طول ۴ متر بود. بنابراین مساحت هر کرت فرعی و اصلی به ترتیب ۱۰ و ۹۶ مترمربع و مساحت کل قطعه آزمایشی با احتساب فواصل بین واحدهای آزمایشی و کانال‌های آبیاری در حدود ۳۰۰۰ متر مربع بود. از قارچ‌های *Glomus mosseae* و *Glomus intraradices* به صورت مخلوطی از اسپور (۲۰ اسپور در هر گرم مایه تلقیح)، هیف و قطعات جدا شده ریشه‌های آلوده به عنوان تلقیح کننده (۱۰ گرم مایه تلقیح در هر کپه) در عمق ۲ سانتی‌متری زیر هر بذر استفاده شد. قارچ‌های میکوریزا از شرکت تحقیقاتی زیست-فناوری توران شاهرود تهیه شد و در زیر میکروسکوپ اسپورهای موجود بررسی گردیدند. در تیمارهای مربوطه در هر چاله ۱۰ گرم قارچ ریخته شده سپس روی قارچ با خاک به اندازه دو سانتی‌متر پوشش داده شده و بذرها روی خاک کاشته شدند و مجددا روی بذرها با حدود سه سانتی‌متر خاک پوشانده شد. بذرها در سال ۱۳۹۴ در تاریخ ۲۰ اردیبهشت ماه و در سال ۱۳۹۵ در تاریخ ۱۳ اردیبهشت ماه با فاصله ردیف ۵۰ و فاصله بوته ۱۵ سانتیمتر با تراکم ۱۳ بوته در مترمربع و به طریقه هیرم‌کاری کشت شدند. 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 بعدا

در مرحله ۲-۴ برگی بوته‌های اضافی تنک شدند. تا مرحله ۲-۴ برگی و استقرار کامل گیاه همه تیمارها به طور یکسان آبیاری شدند و بعد از این مرحله سطوح مختلف رژیم‌های آبیاری اعمال شد. داده‌های هواشناسی در طول فصل رشد کنجد در ایستگاه تحقیقاتی ساعتلوی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش به ترتیب در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است. اولین آبیاری حدود ۱۰ روز بعد از کاشت انجام شد. وجین علف‌های هرز به صورت دستی در دو مرحله، ۲۰ و ۴۰ روز بعد از کاشت صورت پذیرفت. بیماری و آفت خاصی در مزرعه مشاهده نشد. برای حذف اثر حاشیه، ردیف‌های کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف حذف گردید.

جهت تعیین ظرفیت زراعی[1] نقطه پژمردگی دائم[2] و وزن مخصوص ظاهری خاک محل مورد آزمایش، ابتدا از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک مزرعه با سیلندرهای ۷ سانتی‌متری به تعداد دو سیلندر خاک دست نخورده از چند نقطه مزرعه به تصادف برداشت گردید و به آزمایشگاه بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی منتقل نموده و سپس نمونه‌ها را در آون ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند و بلافاصله پس از در آوردن از آون با ترازوی دقیق برای تعیین وزن مخصوص ظاهری ثبت شدند. مقداری از خاک دست نخورده (از هر نمونه سه تکرار) نیز در داخل دستگاه صفحات فشاری[3] روی صفحات ۰/۳ و ۱۵ اتمسفری در ظروف دایره‌ای شکل قرار داده و سپس خاک داخل صفحات فشاری را به نقطه اشباع رسانده شدند و فشار دستگاه به ۰/۳ و ۱۵ اتمسفر تنظیم و موتور دستگاه روشن گردید و این فشار تا مدتی که کاملا آب خروجی از شلنگ کناری قطع شود ادامه داشت و بعد از اینکه دستگاه خاموش شد، دکمه فشار آن بسته شد و پس از مدت زمانی که لازم بود فشار داخل محفظه کم شود در دستگاه بسته ماند. سپس مقداری از نمونه‌های تحت فشار ۰/۳ و ۱۵ اتمسفر را در داخل ظروف قرار داده و به آون منتقل گردیدند و بعد از ۲۴ ساعت که کاملا آب آنها خارج شده بود از آون خارج کرده و فورا با ترازوی دقیق وزن شدند و در نهایت وزن مخصوص ظاهری، ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب ۱/۳۷، ۲۵ و ۱۲ محاسبه گردید (Mousavi & Akhavan, 2008).

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

RAW= آب سهل الوصول (میلی‌متر)، FC= ظرفیت زراعی، PWP= نقطه پژمردگی دایم، $\boldsymbol{\rho}$ = وزن مخصوص ظاهری، D= عمق توسعه ریشه بر حسب میلی‌متر و MAD = ضریب آب سهل الوصول است.

---

1. Field Capacity
2. Permanent Wilting Point
3. Pressure Plate

در خاک لوم- لوم رسی ظرفیت زراعی خاک ۲۵ و نقطه پژمردگی دایم ۱۲ است. وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۳۷ است. عمق توسعه ریشه در کنجد ۶۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد. ضریب آب سهل الوصول یا F یا MAD یا θ است.

MAD، ضریب آب سهل الوصول همان آب قابل استفاده است که بین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دایم 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.

بنابراین: $$\boldsymbol{RAW = \frac{25-12}{100} \times 1.37 \times 600 \times 0.65}$$

در شرایط آبیاری مطلوب، تنش ملایم و تنش شدید خشکی آب سهل الوصول یا RAW به ترتیب برابر ۷۰، ۸۵ و ۱۰۰ میلی‌متر بدست آمد که معادل تبخیر و تعرق گیاه یا ETc در نظر گرفته شد.

$$ETo = ETp \times Kp$$

$$ETc = ETo \times Kc$$

ETo = تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه و ETp = تبخیر و تعرق تشتک تبخیر

ETc= تبخیر و تعرق گیاه، Kc = ضریب گیاهی کنجد که در اردیبهشت ماه ۰/۶ در خردادماه و تیرماه ۱ و مردادماه ۰/۸ و در شهریورماه ۰/۶ در نظر گرفته شد، Kp = ضریب تشتک تبخیر است.

به منظور محاسبه میزان آبیاری واحدهای آزمایشی از روش WSC[1] (Chamberlain, 1952) فلوم تیپ ۳ استفاده شد. اسامی لاین‌های کنجد، داده‌های هواشناسی در طول فصل رشد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به‌ترتیب در جداول ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است.

جدول ۱: اسامی لاین‌های کنجد

Code	Names of sesame lines
1	Single branch Naz
2	Several branches Naz
3	Dashtestan 5
4	Dashtestan 2
5	Darab 2
6	Darab 14
7	Halil

1 Washington State College

جدول ۲: داده‌های هواشناسی در طول فصل رشد کنجد در ایستگاه تحقیقاتی ساعتلوی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی

پارامترهای هواشناسی	ماه											
	فروردین		اردیبهشت		خرداد		تیر		مرداد		شهریور	
	سال ۹۴	سال ۹۵	سال ۹۴	سال ۹۵	سال ۹۴	سال ۹۵	سال ۹۴	سال ۹۵	سال ۹۴	سال ۹۵	سال ۹۴	سال ۹۵
حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۷/۰۵	۱۵/۱۸	۲۱/۴	۲۲/۹۴	۲۹/۴۸	۲۶/۵۸	۳۳/۵۳	۳۱/۲۸	۳۴/۳۵	۳۲/۵۶	۲۸/۵۰	۳۰/۱۳
حداقل دما (درجه سانتی‌گراد)	۳/۰۱	۳/۴۲	۸/۶	۹/۱۴	۱۲/۲۶	۱۰/۹۹	۱۷	۱۶/۱۳	۱۵/۵۴	۱۵/۹۵	۱۲/۶۶	۱۱/۹۲
میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۰/۰۳	۹/۳۰	۱۵	۱۶/۰۴	۲۰/۸۷	۱۸/۷۸	۲۶/۲۵	۲۳/۷۰	۲۴/۹۴	۲۴/۲۵	۲۰/۵۸	۲۱/۰۲
بارندگی (میلی‌متر)	۱۳/۹۴	۶۳/۵۵	۴۰/۳۴	۵۲/۳۵	۶/۲۳	۳۱/۱۲	۰	۵/۵۴	۰	۰	۱۰/۵۱	۰
تبخیر (میلی‌متر)	۶۸/۲	۶۴/۱	۲۰۶/۳	۱۷۲/۲	۲۷۸	۱۹۳/۲	۲۷۹/۴	۲۵۴/۱	۲۸۸/۱	۲۴۱/۲	۱۶۴/۶	۱۸۴/۹
رطوبت نسبی (٪)	۵۲/۶۷	۶۱/۴۲	۵۰/۸۴	۵۳/۵۹	۴۲/۲۰	۴۹/۴۴	۳۷/۴۸	۴۷/۱۳	۳۶/۶۲	۴۵/۵۹	۵۳/۴۶	۴۵/۴۸

جدول ۳: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایش در عمق ۳۰ متر

خصوصیات خاک	واحد	۱۳۹۴	۱۳۹۵
بافت خاک	-	لومی-لومی رسی	لومی-لومی رسی
هدایت الکتریکی (EC)	(ds/m)	۱/۱۸	۱/۹۹
پی اچ (pH)	-	۷/۷۹	۸/۱۳
درصد اشباع	٪	۴۹	۴۹
آهک	٪	۱۶/۸	۱۶
رس	٪	۳۳	۲۳
سیلت	٪	۵۰	۵۰
شن	٪	۱۷	۲۷
کربن آلی	٪	۱/۱۶	۰/۷۸
نیتروژن	٪	۰/۱۲	۰/۰۸
فسفر	ppm	۸/۱۵	۲/۸۲
پتاسیم	ppm	۷۷۴	۴۰۷

برداشت نهایی بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای (ردیف‌های کناری و نیم متر از بالا و پایین هر پلات) از مساحت ۲ مترمربع در ۲۵ شهریور ماه انجام گرفت (Karimi et al., 2019). درصد روغن، با دستگاه سوکسله (A.O.A.C., 1990) و درصد پروتئین با دستگاه کجلدال مدل v40 اندازه‌گیری شد (Hosseini, 1995) در اینجا درصد نیتروژن محاسبه و سپس در عدد ۶/۲۵ ضرب شد. عملکرد روغن نیز از حاصل ضرب درصد روغن در عملکرد دانه و عملکرد پروتئین از حاصل ضرب درصد پروتئین

در عملکرد دانه محاسبه گردید. برای ارزیابی شاخص کلروفیل (SPAD) تعداد پنج برگ از هر کرت به طور تصادفی با دستگاه کلروفیل سنج (مدل Minolta، ساخت کشور ژاپن) اندازه‌گیری شد و سپس میانگین آنها به دست آمد. برآورد اجزای واریانس و وراثت پذیری به روش حداکثر درست نمایی محدود شده[1]انجام گرفت. برای این منظور از برنامه تهیه شده در نرم افزار SASنسخه ۹/۲ (http://www4.ncsu.edu/~jholland/heritability/Inbreds.html) استفاده شد (Golparvar *et al.*, 2003).

نتایج و بحث

در جداول ۴ تا ۱۲، ضریب تغییرات فنوتیپی، ژنتیکی و محیطی، اجزای واریانس و وراثت‌پذیری صفات اندازه‌گیری شده در هر ۹ شرایط مختلف آزمایش ارائه شده است که نشان می‌دهد تنوع زیادی بین لاین‌های کنجد وجود دارد بنابراین امکان گزینش برای مقاومت به خشکی برای به نژادگران فراهم است. گزارش شده است که ژنوتیپ‌های کنجد موجود در کلکسیون بانک ژن گیاهی ملی ایران از تنوع کافی جهت انتخاب در هر دو شرایط عادی و تنش خشکی برخوردارند (Abbasali *et al.*, 2017). محققان صفات زراعی و مورفولوژیکی ۹۱ ژنوتیپ وارداتی کنجد را به‌همراه سه رقم داخلی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد ژنوتیپ‌ها، تنوع مطلوبی برای اکثر صفات داشتند و عملکرد دانه جزء صفاتی بود که بیشترین ضریب تنوع فنوتیپی را داشت (Masoudi & Ahmadi, 2019).

در شرایط آبیاری مطلوب و بدون تلقیح با قارچ میکوریزا، بیشترین میزان تغییرات فنوتیپی، ژنتیکی و محیطی مربوط به صفت عملکرد پروتئین دانه بود (جدول ۴). در شرایط آبیاری مطلوب و تلقیح با قارچ میکوریزا *گلوموس موسه‌آ* و *اینترادیسز*، بیشترین میزان تغییرات فنوتیپی، ژنتیکی و محیطی در صفت شاخص کلروفیل مشاهده شد (جداول ۵ و ۶). در شرایط تنش ملایم خشکی و بدون تلقیح با قارچ میکوریزا، بیشترین میزان تغییرات فنوتیپی، ژنتیکی و محیطی مربوط به صفت عملکرد پروتئین دانه بود (جدول ۷). در شرایط تنش ملایم خشکی و تلقیح با قارچ میکوریزا *گلوموس موسه‌آ* و *گلوموس اینترادیسز*، بیشترین میزان تغییرات فنوتیپی، ژنتیکی و محیطی از صفت شاخص کلروفیل حاصل شد (جداول ۸ و ۹). در شرایط تنش شدید خشکی و بدون تلقیح با قارچ میکوریزا و تلقیح با *گلوموس موسه‌آ* و *گلوموس اینترادیسز*، بیشترین میزان تغییرات فنوتیپی، ژنتیکی و محیطی مربوط به صفت عملکرد پروتئین دانه بود (جداول ۱۰، ۱۱ و ۱۲). این نتایج نشان می‌دهد که در بین لاین‌های کنجد مورد مطالعه از لحاظ عملکرد پروتئین دانه اختلافات گسترده‌ای وجود دارد. میزان تغییرات شاخص کلروفیل، عملکرد روغن دانه و درصد پروتئین دانه در هر ۹ شرایط مختلف آزمایش در ردیف دوم، سوم و چهارم بوده است (جداول ۴ تا ۱۲).

---

1 Restricted maximum likelihood

ضرایب تنوع ژنتیکی برای کلیه صفات از ضرایب تنوع فنوتیپی کمتر بودند. تفاوت‌های جزئی بین ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی برای صفاتی مانند درصد روغن دانه و درصد پروتئین دانه در هر ۹ شرایط مختلف آزمایش بیانگر آن است که در این صفات ژنوتیپ در مقایسه با محیط اهمیت و نقش بیشتری دارد (جداول ۴ تا ۱۲). تنوع بالا در عملکرد توده‌های کنجد هماهنگ با مطالعات سایر پژوهشگران است (Siva Prasad *et al.*, 2013; Tahmasebi *et al.*, 2021).

در شرایط آبیاری مطلوب و بدون تلقیح با قارچ میکوریزا، متوسط وراثت‌پذیری بین ۰/۰۰۰۶ برای عملکرد روغن دانه تا ۰/۶۰ برای درصد پروتئین دانه متغیر بود (جدول ۴). در شرایط آبیاری مطلوب و تلقیح با قارچ میکوریزا *گلوموس موسه‌آ*، متوسط وراثت‌پذیری بین ۰/۰۰ برای درصد نیتروژن دانه تا ۰/۸۸ برای درصد پروتئین دانه و ۰/۷۹ برای شاخص کلروفیل متغیر بود (جدول ۵). در شرایط آبیاری مطلوب و تلقیح با قارچ میکوریزا *گلوموس اینترادیسز*، متوسط وراثت‌پذیری بین ۰/۰۰ برای درصد نیتروژن دانه تا ۰/۷۳ برای شاخص کلروفیل و ۰/۶۰ برای عملکرد پروتئین دانه متغیر بود (جدول ۶). در شرایط تنش ملایم خشکی و بدون تلقیح با قارچ میکوریزا، بیشترین وراثت‌پذیری برای شاخص کلروفیل (۰/۵۱)، درصد پروتئین دانه (۰/۴۸) و عملکرد پروتئین (۰/۴۸) مشاهده شد (جدول ۷). در شرایط تنش ملایم خشکی و تلقیح با قارچ میکوریزا *گلوموس موسه‌آ*، بیشترین وراثت‌پذیری برای شاخص کلروفیل (۰/۷۰)، درصد پروتئین دانه (۰/۶۳) و درصد روغن دانه (۰/۳۷) مشاهده شد (جدول ۸). در شرایط تنش ملایم خشکی و تلقیح با قارچ میکوریزا *گلوموس اینترادیسز*، بیشترین وراثت‌پذیری در شاخص کلروفیل (۰/۵۴)، درصد روغن دانه (۰/۵۱) و عملکرد روغن و پروتئین دانه (۰/۳۷) مشاهده شد (جدول ۹).

در شرایط تنش شدید خشکی و بدون تلقیح با قارچ میکوریزا، بیشترین وراثت‌پذیری در درصد پروتئین دانه (۰/۹۴)، شاخص کلروفیل (۰/۵۹) و عملکرد پروتئین (۰/۵۲) مشاهده شد (جدول ۱۰). در شرایط تنش شدید خشکی و تلقیح با قارچ میکوریزا *گلوموس موسه‌آ*، بیشترین وراثت‌پذیری در درصد پروتئین دانه (۰/۸۸)، درصد روغن دانه (۰/۷۲) و شاخص کلروفیل (۰/۶۳) مشاهده شد (جدول ۱۱). در شرایط تنش شدید خشکی و تلقیح با قارچ میکوریزا *گلوموس اینترادیسز*، بیشترین وراثت-پذیری در درصد پروتئین دانه (۰/۶۲)، شاخص کلروفیل (۰/۵۵) و عملکرد پروتئین دانه (۰/۴۱) مشاهده شد (جدول ۱۲).

وراثت‌پذیری برآورد شده در این تحقیق با نتایج دانشیان و همکاران (Daneshyan *et al.*, 2006) مطابقت داشت. میزان بازدهی انتخاب برای یک صفت به تاثیر نسبی عوامل ژنتیکی و غیر ژنتیکی در بروز تفاوت‌های فنوتیپی بستگی دارد که به وسیله وراثت‌پذیری بیان می‌شود. میزان وراثت‌پذیری عامل مهمی در تعیین روش مناسب جهت بهبود یک صفت در برنامه‌های به‌نژادی و همچنین شاخصی از نحوه تاثیر روش‌های انتخاب برای بهبود یک صفت است (Bourdon, 1997). تاکنون در چندین تحقیق تنوع ژنتیکی توده‌ها و ارقام کنجد مورد مطالعه قرار گرفته است. در تحقیقی گزارش شد تنوع ژنتیکی مطلوبی برای صفات

زراعی و اجزای عملکرد در۲۰ لاین اصلاحی و توده بومی کنجد وجود دارد (Salehi & Saeidi, 2012) در تحقیق ایشان اختلاف کمی بین ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی صفات مشاهده شد.

مقادیر بالاتر وراثت‌پذیری نشان می‌دهد که اهمیت واریانس ژنتیکی در صفات مورد مطالعه به مراتب بیشتر از واریانس محیطی است. برای صفاتی مانند عملکرد روغن و عملکرد پروتئین، وراثت‌پذیری در شرایط تنش خشکی شدید بالاتر از شرایط آبیاری مطلوب بود که حاکی از واکنش متفاوت لاین‌ها به تنش خشکی (حساسیت متفاوت ژنوتیپ‌ها به شرایط آزمایش) است. علت اینکه صفاتی مانند شاخص کلروفیل و درصد پروتئین تغییر چندانی در میزان وراثت‌پذیری آن‌ها در هر ۹ شرایط مختلف آزمایش مشاهده نمی‌شود تاثیرپذیری کم این صفات از شرایط آزمایش است. به طور کلی واریانس ژنتیکی، فنوتیپی و وراثت‌پذیری صفات در هر ۹ شرایط مختلف آزمایش از روند ثابتی تبعیت نمی‌نماید (جداول ۴ تا ۱۲). به دلیل واکنش متفاوت لاین‌های کنجد به شرایط مختلف محیطی وراثت‌پذیری تغییر می‌کند معمولا صفات سازگار به شرایط محیط تغییرات کمتری نشان می‌دهند. هر چند وراثت‌پذیری صفات کیفی دانه در هر ۹ محیط در حد بالایی بود اما میزان وراثت‌پذیری از آزمایشی به آزمایش دیگر متفاوت بود.

نتیجه‌گیری

موفقیت در تغییر ویژگی‌های جمعیت از طریق میزان انطباق بین مقادیر فنوتیپی و مقادیر ژنوتیپی قابل پیش‌بینی است؛ اندازه‌گیری این میزان از انطباق از طریق محاسبه وراثت‌پذیری انجام می‌شود. اگر وراثت‌پذیری صفت بالا باشد (بیش از ۶۰ درصد) در آن صورت انتخاب فنوتیپی برای تغیر صفت مطلوب خواهد بود اما اگر وراثت‌پذیری متوسط یا پایین باشد در بهبود صفت باید از روش‌های مبتنی بر آزمون نتاج، گزینش بر مبنای شاخص یا از گزینش به کمک نشانگرهای مولکولی و یا گزینش ژنومی استفاده نمود. در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی ملایم، بیشترین وراثت‌پذیری برای صفت درصد پروتئین و شاخص کلروفیل در شرایط تلقیح با قارچ *گلوموس موسه‌آ* مشاهده شد. در شرایط تنش خشکی شدید و در شرایط بدون تلقیح و تلقیح با قارچ میکوریزا، بیشترین مقدار وراثت‌پذیری در درصد پروتئین دانه مشاهده شد. در نه محیط مختلف آزمایش، بیشترین میزان واریانس ژنتیکی در صفات شاخص کلروفیل، عملکرد روغن و عملکرد پروتئین دانه مشاهده شد. در هر سه شرایط مختلف آبیاری، بیشترین میزان تغییرات فنوتیپی، ژنتیکی و محیطی در صفات شاخص کلروفیل و عملکرد پروتئین دانه مشاهده شد. در برنامه-های به‌نژادی عمده هدف محققان افزایش عملکرد روغن و پروتئین است. به دلیل وراثت پیچیده این صفات تلاش بر این است که با تغییر و اصلاح صفاتی همچون شاخص کلروفیل و درصد پروتئین که ارتباط نزدیکی باهم و با عملکرد دارند بتوان این صفات را بهبود بخشید.

جدول ۴: برآورد اجزای واریانس، وراثت پذیری و ضریب تغییرات برای خصوصیات کیفی و صفات مربوط به دانه لاین‌های کنجد در شرایط آبیاری مطلوب و بدون تلقیح با میکوریزا

صفت	میانگین	واریانس ژنتیکی		واریانس محیطی		واریانس فنوتیپی		وراثت پذیری	ضریب تغییرات		
		درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار		فنوتیپی	ژنتیکی	محیطی
درصد روغن دانه	۴۲/۹۰	۱/۶۸	۰/۰۱۶۸	۴۱/۸۸	۰/۴۱۸	۲۹/۶۰	۰/۳۰	۵/۶۶	۱/۲۷	۰/۳۰	۱/۵۰
عملکرد روغن دانه	۲۴/۳۲	۴/۱۷	۰/۰۴۱۷	۸۹۵۷/۰۰	۸۹/۵۷	۶۶۰۹	۶۶/۱۰	۰/۰۶	۳۳/۴۳	۰/۸۳	۳۸/۹۱
درصد پروتئین دانه	۲۱/۶۵	۳۸/۶۴	۰/۳۸۶۴	۳۷/۳۰	۰/۳۷	۶۳/۵۶	۰/۶۴	۶۰/۸۰	۳/۶۹	۲/۸۷	۲/۸۰
عملکرد پروتئین دانه	۱۲/۵۶	۱۳۵/۱۷	۱/۳۵	۲۶۰۳	۲۶/۰۳	۲۰۷۰/۸	۲۰/۷۱	۶/۵۳	۳۶/۲۳	۹/۲۵	۴۰/۶۲
درصد نیتروژن	۳/۴۹	۰/۲۹	۰/۰۰۲۹	۱/۱۷	۰/۰۱۱	۱/۲۳	۰/۰۱	۲۳/۲۴	۲/۸۶	۱/۵۴	۳/۰۰۵
شاخص کلروفیل	۴۱/۶۷	۲۲۵۹/۹	۲۲/۵۹	۸۵۵	۸/۵۵	۳۸۷۸/۹	۳۸/۷۹	۵۸/۲۶	۱۴/۹۴	۱۱/۴۰	۷/۰۱

جدول ۵: برآورد اجزای واریانس، وراثت پذیری و ضریب تغییرات برای خصوصیات کیفی و صفات مربوط به دانه لاین‌های کنجد در شرایط آبیاری مطلوب و تلقیح با قارچ *گلوموس موسه‌آ*

صفت	میانگین	واریانس ژنتیکی		واریانس محیطی		واریانس فنوتیپی		وراثت پذیری	ضریب تغییرات		
		درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار		فنوتیپی	ژنتیکی	محیطی
درصد روغن دانه	۴۳/۹۰	۵/۷۹	۰/۰۶	۲۸/۲۵	۰/۲۸	۲۴/۶۲	۰/۲۵	۲۳/۵۰	۱/۱۳	۰/۵۵	۱/۲۰
عملکرد روغن دانه	۴۱/۵۰	۳۷۷/۳۳	۳/۷۷	۱۰۸۹	۱۰/۸۹	۱۱۶۰/۳۳	۱۱/۶۰	۳۲/۵۲	۸/۲۰	۴/۶۷	۷/۹۵
درصد پروتئین دانه	۲۳/۹۴	۴۲/۸۳	۰/۴۳	۸/۵۰	۰/۰۸۵	۴۸/۵۰	۰/۴۹	۸۸/۳۲	۲/۹۲	۲/۷۳	۱/۲۱
عملکرد پروتئین دانه	۲۲/۵۹	۲۷۹/۳۳	۲/۷۹	۳۰۵	۳/۰۵	۵۲۱/۳۳	۵/۲۱	۵۳/۵۸	۱۰/۱۰	۷/۳۹	۷/۷۳
درصد نیتروژن	۳/۷۵	۰	۰	۰/۲۹	۰/۰۰۲	۰/۹۸	۰/۰۱	۰	۲/۶۶	۰	۱/۱۹
شاخص کلروفیل	۵۵/۴۳	۵۷۱۲/۶۷	۵۷/۱۳	۶۹۰	۶/۹۰	۷۱۶۵	۷۱/۶۵	۷۹/۷۳	۱۵/۲۷	۱۳/۶۳	۴/۷۳

جدول ۶: برآورد اجزای واریانس، وراثت پذیری و ضریب تغییرات برای خصوصیات کیفی و صفات مربوط به لاین‌های کنجد در شرایط آبیاری مطلوب و تلقیح با میکوریزا *گلوموس اینترارادیسز*

صفت	میانگین	واریانس ژنتیکی		واریانس محیطی		واریانس فنوتیپی		وراثت پذیری	ضریب تغییرات		
		درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار		فنوتیپی	ژنتیکی	محیطی
درصد روغن دانه	۴۴/۴۹	۰/۳۵	۰/۰۰۳۵	۵۸	۰/۵۸	۳۹/۰۲	۰/۳۹	۰/۹۰	۱/۴۰	۰/۱۳	۱/۷۱
عملکرد روغن دانه	۳۳/۷۸	۴۴۵/۶۷	۴/۴۶	۳۶۰	۳/۶۰	۷۴۵/۳۳	۷/۴۵	۵۹/۷۹	۸/۰۸	۶/۲۵	۵/۶۱
درصد پروتئین دانه	۲۲/۹۷	۱۲/۲۳	۰/۱۲	۳۸	۰/۳۸	۳۷/۵۷	۰/۳۸	۳۲/۵۶	۲/۶۸	۱/۵۰	۲/۶۸
عملکرد پروتئین دانه	۱۷/۶۰	۱۴۸/۸۳	۱/۴۹	۱۱۶/۴۱	۱/۱۶	۲۴۵/۷۸	۲/۴۶	۶۰/۵۵	۸/۹۱	۶/۹۳	۶/۱۱
درصد نیتروژن	۳/۶۴	۰	۰	۱/۲۰	۰/۰۱	۱/۲۵	۰/۰۱	۰	۲/۷۴	۰	۲/۷۴
شاخص کلروفیل	۴۸/۹۷	۳۰۷۶/۵۰	۳۰/۷۷	۷۰۵/۶۰	۷/۰۵	۴۱۸۹	۴۱/۸۹	۷۳/۴۴	۱۳/۲۱	۱۱/۳۲	۵/۴۲

جدول ۷: برآورد اجزای واریانس، وراثت پذیری و ضریب تغییرات برای خصوصیات کیفی و صفات مربوط به دانه لاین‌های کنجد در شرایط تنش ملایم خشکی و بدون تلقیح با میکوریزا

صفت	میانگین	واریانس ژنتیکی		واریانس محیطی		واریانس فنوتیپی		وراثت پذیری	ضریب تغییرات		
		درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار		فنوتیپی	ژنتیکی	محیطی
درصد روغن دانه	۴۱/۵۲	۰/۰۳	۰/۰۰۰۳	۱۲/۸۰	۰/۱۲۸	۸/۵۷	۰/۰۹	۰/۳۹	۰/۷۳	۰/۰۴۱	۰/۸۶
عملکرد روغن دانه	۱۹/۰۸	۳۶۹/۸۴	۳/۷۰	۷۸۸/۶۷	۷/۸۸	۹۴۳/۲۷	۹/۴۳	۳۹/۲۱	۱۶/۰۹	۱۰/۰۸	۱۴/۷۱
درصد پروتئین دانه	۲۲/۸۴	۱۸/۷۸	۰/۱۹	۲۹/۳۶	۰/۲۹	۳۸/۳۵	۰/۳۸	۴۸/۹۷	۲/۶۹	۱/۹۰	۲/۳۵
عملکرد پروتئین دانه	۱۰/۵۴	۲۰۵/۷۲	۲/۰۶	۳۰۸/۳۳	۳/۰۸	۴۲۷/۱۷	۴/۲۷	۴۸/۱۶	۱۹/۶۰	۱۳/۶۱	۱۶/۶۵
درصد نیتروژن	۳/۵۲	۰	۰	۰/۵۷	۰/۰۰۵	۲/۷۳	۰/۰۳	۰	۴/۹۲	۰	۲/۰۰۸
شاخص کلروفیل	۳۴/۸۴	۲۳۲۷/۶۷	۲۳/۲۸	۸۸۶/۰۰	۸/۸۶	۴۵۶۲	۴۵/۶۲	۵۱/۰۳	۱۹/۳۸	۱۳/۸۴	۸/۵۴

جدول ۸: برآورد اجزای واریانس، وراثت پذیری و ضریب تغییرات برای خصوصیات کیفی و صفات مربوط به دانه لاین‌های کنجد در شرایط تنش ملایم خشکی و تلقیح با قارچ *گلوموس موسه‌آ*

صفت	میانگین	واریانس ژنتیکی		واریانس محیطی		واریانس فنوتیپی		وراثت پذیری	ضریب تغییرات		
		درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار		فنوتیپی	ژنتیکی	محیطی
درصد روغن دانه	۴۲/۲۴	۹/۳۸	۰/۰۹	۲۳/۷۰	۰/۲۳۷	۲۵/۱۸	۰/۲۵	۳۷/۱۶	۱/۱۸	۰/۷۱	۱/۱۵
عملکرد روغن دانه	۳۱/۲۱	۲۸۴	۲/۸۴	۱۱۴۵	۱۱/۴۵	۱۰۸۵	۱۰/۸۶	۲۶/۱۶	۱۰/۵۵	۵/۳۹	۱۰/۸۴
درصد پروتئین دانه	۲۳/۷۹	۱۸/۰۲	۰/۱۸	۱۵/۲۵	۰/۱۵	۲۸/۱۸	۰/۲۸	۶۳/۹۲	۲/۲۲	۱/۷۸	۱/۶۲
عملکرد پروتئین دانه	۱۷/۵۶	۷۹/۵۸	۰/۸۰	۳۷۰	۳/۷۰	۳۴۰	۳/۴۰	۲۳/۴۳	۱۰/۵۰	۵/۰۹	۱۰/۹۵
درصد نیتروژن	۳/۷۸	۰	۰	۰/۳۷	۰/۰۰۳	۲/۰۸	۰/۰۲	۰	۳/۷۴	۰	۱/۴۴
شاخص کلروفیل	۵۰/۱۳	۳۶۸۲	۳۶/۸۲	۸۷۹/۵	۸/۷۹	۵۲۲۵/۴	۵۲/۲۵	۷۰/۴۷	۱۴/۴۱	۱۲/۱۰	۱/۸۷

جدول ۹: برآورد اجزای واریانس، وراثت پذیری و ضریب تغییرات برای خصوصیات کیفی و صفات مربوط به دانه لاین‌های کنجد در شرایط تنش ملایم خشکی و تلقیح با *گلوموس اینترارادیسز*

صفت	میانگین	واریانس ژنتیکی		واریانس محیطی		واریانس فنوتیپی		وراثت پذیری	ضریب تغییرات		
		درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار		فنوتیپی	ژنتیکی	محیطی
درصد روغن دانه	۴۲/۷۱	۲۵/۶۷	۰/۲۶	۳۶	۰/۳۶	۴۹/۶۷	۰/۵۰	۵۱/۶۸	۱/۶۵	۱/۱۹	۱/۴۰
عملکرد روغن دانه	۲۶/۵۵	۵۸۶/۷۲	۵/۸۷	۱۲۸۵	۱۲/۸۵	۱۵۴۴	۱۵/۴۴	۳۷/۹۹	۱۴/۷۹	۹/۱۲	۱۳/۵۰
درصد پروتئین دانه	۲۳/۴۵	۲۱/۹۸	۰/۲۲	۵۵/۰۲	۰/۵۵	۵۸/۶۶	۰/۵۹	۳۷/۴۷	۳/۲۷	۲	۳/۱۶
عملکرد پروتئین دانه	۱۴/۴۸	۱۲۴/۰۲	۱/۲۴	۴۰۰/۷	۴/۰۰۷	۴۲۴/۱۲	۴/۲۴	۲۹/۲۴	۱۴/۲۲	۷/۶۹	۱۳/۸۲
درصد نیتروژن	۳/۷۰	۰	۰	۰/۸۳	۰/۰۰۸	۱/۰۸	۰/۰۱	۰	۲/۷۰	۰	۲/۴۱
شاخص کلروفیل	۴۲/۶۱	۲۷۶۵	۲۷/۶۵	۸۴۴	۸/۴۴	۵۰۵۴/۶	۵۰/۵۵	۵۴/۷۰	۱۶/۶۸	۱۲/۳۴	۶/۸۱

جدول ۱۰: برآورد اجزای واریانس، وراثت پذیری و ضریب تغییرات برای خصوصیات کیفی و صفات مربوط به دانه لاین‌های کنجد در شرایط تنش شدید خشکی و بدون تلقیح با میکوریزا

صفت	میانگین	واریانس ژنتیکی		واریانس محیطی		واریانس فنوتیپی		وراثت پذیری	ضریب تغییرات		
		درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار		فنوتیپی	ژنتیکی	محیطی
درصد روغن دانه	۴۰/۵۵	۱۰/۲۵	۰/۱۰	۴۰/۵۰	۰/۴۰	۳۷/۲۵	۰/۳۷	۲۷/۵۲	۱/۵۰	۰/۷۷	۱/۵۵
عملکرد روغن دانه	۷/۱۱	۱۹۸/۳۳	۱/۹۸	۲۵۲	۲/۵۲	۴۵۹	۴/۵۹	۴۳/۲۱	۳۰/۱۳	۱۹/۷۹	۲۲/۳۲
درصد پروتئین دانه	۲۳/۵۰	۱۴۹/۶۷	۱/۵۰	۱۲/۳۰	۰/۱۲	۱۵۸/۸	۱/۵۸	۹۴/۸۱	۵/۳۴	۵/۲۱	۱/۴۷
عملکرد پروتئین دانه	۴/۱۳	۱۰۸/۸۵	۱/۰۹	۱۱۲/۳۰	۱/۱۲	۲۰۷/۷۸	۲/۰۸	۵۲/۳۹	۳۴/۹۲	۲۵/۲۷	۲۵/۶۲
درصد نیتروژن	۳/۶۸	۰/۱۳	۰/۰۰۱۳	۰/۵۳	۰/۰۰۵	۲/۵۲	۰/۰۳	۵/۲۹	۴/۷۰	۰/۹۷	۱/۹۲
شاخص کلروفیل	۲۱/۶۸	۲۲۰۹/۸۳	۲۲/۱۰	۶۵۱	۶/۵۱	۳۷۲۵/۱۷	۳۷/۲۵	۵۹/۳۲	۲۸/۱۵	۲۱/۶۸	۱۱/۷۶

جدول ۱۱: برآورد اجزای واریانس، وراثت پذیری و ضریب تغییرات برای خصوصیات کیفی و صفات مربوط به دانه لاین‌های کنجد در شرایط تنش شدید خشکی و تلقیح با قارچ *گلوموس موسه‌آ*

صفت	میانگین	واریانس ژنتیکی		واریانس محیطی		واریانس فنوتیپی		وراثت پذیری	ضریب تغییرات		
		درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار		فنوتیپی	ژنتیکی	محیطی
درصد روغن دانه	۴۱/۵۹	۱۲/۳۵	۰/۱۲	۷	۰/۰۷	۱۷/۰۲	۰/۱۷	۷۲/۵۸	۰/۹۹	۰/۸۳	۰/۶۳
عملکرد روغن دانه	۱۵/۷۵	۲۳۴/۳	۲/۳۴	۶۵۳	۶/۵۳	۷۷۴	۷/۷۴	۳۰/۲۸	۱۷/۶۶	۹/۷۱	۱۶/۲۲
درصد پروتئین دانه	۲۴/۴۴	۱۰۶/۱۷	۱/۰۶	۲۰/۴۰	۰/۲۰	۱۱۹/۷	۱/۲۰	۸۸/۶۴	۴/۴۸	۴/۲۱	۱/۸۲
عملکرد پروتئین دانه	۹/۲۵	۱۹۴/۸	۱/۹۵	۲۸۸/۱۷	۲/۸۸	۴۰۴/۹۸	۴/۰۵	۴۸/۱۰	۲۱/۷۵	۱۵/۰۹	۱۸/۳۴
درصد نیتروژن	۳/۸۳	۰/۵۷	۰/۰۱	۰/۴۵	۰/۰۰۴	۱/۹۰	۰/۰۲	۲۹/۶۹	۳/۶۹	۲/۶۱	۱/۶۵
شاخص کلروفیل	۳۶/۷۴	۲۲۸۱	۲۲/۸۱	۶۵۹	۶/۵۹	۳۶۱۶	۳۶/۱۶	۶۳/۰۸	۱۶/۳۶	۱۲/۹۹	۶/۹۸

جدول ۱۲: برآورد اجزای واریانس، وراثت پذیری و ضریب تغییرات برای خصوصیات کیفی و صفات مربوط به دانه لاین‌های کنجد در شرایط تنش شدید خشکی و تلقیح با *گلوموس اینترارادیسز*

صفت	میانگین	واریانس ژنتیکی		واریانس محیطی		واریانس فنوتیپی		وراثت پذیری	ضریب تغییرات		
		درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار		فنوتیپی	ژنتیکی	محیطی
درصد روغن دانه	۴۲/۲۶	۱/۲۵	۰/۰۱	۷۴/۵۰	۰/۷۴	۵۰/۹۲	۰/۵۱	۲/۴۵	۱/۶۸	۰/۲۳	۲/۰۳
عملکرد روغن دانه	۱۱/۹۰	۳۰۵/۸۳	۳/۰۶	۵۹۶	۵/۹۶	۸۴۹/۵	۸/۵۰	۳۶	۲۴/۴۹	۱۴/۶۹	۲۰/۵۱
درصد پروتئین دانه	۲۴/۳۷	۳۰/۴۹	۰/۳۰	۲۷/۱۳	۰/۲۷	۴۸/۵۷	۰/۴۹	۶۲/۷۶	۲/۸۷	۲/۲۴	۲/۱۳
عملکرد پروتئین دانه	۶/۸۵	۱۴۴/۶۷	۱/۴۵	۲۴۷/۲۳	۲/۴۷	۳۴۵/۲۲	۳/۴۵	۴۱/۹۱	۲۷/۱۱	۱۷/۵۷	۲۲/۹۴
درصد نیتروژن	۳/۷۹	۰	۰	۱	۰/۰۱	۱/۳۴	۰/۰۱	۰	۲/۶۳	۰	۲/۶۳
شاخص کلروفیل	۲۹/۰۶	۲۳۲۹/۸۳	۲۳/۳۰	۶۱۱/۴۰	۶/۱۱	۴۱۶۷/۱۰	۴۱/۶۷	۵۵/۹۱	۲۲/۲۱	۱۶/۶۱	۸/۵۰

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح ملی به شماره ۹۳۰۱۴۴۷۴ تاریخ تصویب ۹۳/۱۱/۲۱ که بخشی از بودجه آن توسط صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور وابسته به معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری تامین اعتبار شده بود بدین وسیله از حمایت‌های مادی و معنوی ایشان تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Abbasali, M., Gholipouri, A., Tobeh, A., Khoshkholgh Sima, N.A., Ghalebi, S. (2017). "Identification of drought tolerant genotypes in the Sesame (*Sesamum indicum* L.) collection of national plant gene bank of Iran". Iranian Journal of Field Crop Science, 48(1):275-289. (In Persian)

Alipour Kondari, H., Arzani, A. (2021). "Evaluation of heterosis and heritability of yield and yield components in bread wheat, durum wheat and triticale". Journal of Crop Production, 13(3):107-118. (In Persian)

Amiri Oghan, H., Moghadam, M., Ahmadi, M.R., Valizadeh, M., Shakiba, M. (2001). "Hertability of seed yield and yield components in rapessed (*Brassica napus*) under drought stress and normal conditions". Seed & Plant, 18(2):179-199. (In Persian)

Arefi, S., Nabipour, A., Samizadeh, H. (2015). "Evaluation of combining ability of sunflower lines based on line × tester analysis under water stress and non-stress conditions". Journal of Crop Breeding, 7(15):115-125. (In Persian)

Association Official Analytical Chemists. (1990). Official Method of Analysis. Washington, DC, USA.

Badaeva, E.D., Friebe, B., Gill, B.S. (1996). "Genome differentiation in Aegilops 2. Physical mapping of 5S and 18S-26S ribosomal RNA gene families in diploid species". Genome, 39:1150-1158.

Bourdon, R.M. (1997). Understanding animal breeding. Prentice-Hall. 538 pp.

Chamberlain, A.R. (1952). "Measuring water in small channels with WSC flume". Agricultural Experiment Stations and Circular, 200. State College of Washington, Pullman.

Daneshyan, J., Jabari, H., Farokhi, A. (2006). "Effect of water deficit and plant density on yield and agronomic characteristics of sunflower cultivation in the second culture". 9th Iranian congress of crop science and plant breeding, University of Tehran, college of Aboureihan, Pakdasht, Iran. 500 p. (In Persian)

Dixit, S., Singh, A., Kumar, A. (2014). "Rice breeding for high grain yield under drought: a strategic solution to a complex problem". International Journal of Agronomy, 1-15.

Falconer, D. S., Mackey, T.F.C. (1996). "Introduction to quantitative genetics". Longman Group Ltd. Harlow, UK, 187- 246.

FAOSTAT, Food and Agriculture Organization statistical databases. (2020). http://faostatfao.org/

Golabadi, M., Arzani, A., Mirmohammadi Meybodi, S.A.M. (2008). "Evaluation of influence of late-season moisture stress on yield and morpho-physiological characteristics of f_3 families of durum wheat". Iranian Journal of Field Crops Research, 6(2):405-418.

Golparvar, A.R., Majidi Harvan, I., Ghassemi Pirbaloti, E. (2003). "Genetic improvement yield potential and water stress resistance in wheat genotypes (*Triticum aestivum*)". Aridity Seasonal and Agricultural Drought, 13:13 – 21.

Holland, J.B., Nyquist, W.E., Cervantes-Martinez, C.T. (2003). "Estimating and interpreting heritability for plant breeding: an update". Plant Breeding Review, 22:9–111.

Hosseini, Z. 1995. "Conventional methods in food analysis". Shiraz University Press. Pp. 210. (In Persian)

Hussain, M., Farooq, Sh., Hasan, W., Ul-Allah, S., Tanveer, M., Farooq, M., Nawazd, A. (2018). "Drought stress in sunflower: physiological effects and its management through breeding and agronomic alternatives". Agriculture Water Management, 201:152-166.

Ibrahim, A.U., Yadav, B., Anusha, R., Magashi, A.I. (2020). "Heterosis studies in durum wheat (*Triticum durum* L.)". Journal of Genetics, Genomics and Plant Breeding, 4:1. 2-8.

Ismaili, A., Nourozi Asl, A., Zebarjadi, A.R., Drikvand, R., Azizi, Kh. (2015). "Study on heritability and path analysis of different traits, seed yield and oil yield of canola in climatically condition of KhoramAbad, Iran". Agronomy Journal, 106:162-170.

Johnson, H.W., Robinson, H.F., Comstac, R.E. (1955). "Genotypic and phenotypic correlation in soybean and their implications in selection". Agronomy Journal, 47:477-483.

Karimi, Z., AghaAlikhani, M., Gholamhoseini, M. (2019). "Study of planting density on agronomic traits of sesame cultivars". Iranian Journal of Field Crops Research, 16(4):821-831. (In Persian)

Khan, F.A., Azhar, F.M., Afzal, I., Rauf, S. (2007). "Effect of nitrogen regimes on combining ability variation in oil and protein contents in cotton seed (*Gossypium hirsutum* L.)". Plant Production Science, 10:367–371.

Khan, H., Rehman, H.U., Bakht, J., Khan, S.A., Hussain, I., Khan, A., Ali, S. (2013). "Genotype × environment interaction and heritability estimates for some agronomic characters in sunflower". The Journal of Animal & Plant Sciences, 23(4):1177-1184.

Kumar, B., Singh, C.M., Jaiswal, K.K. (2013). "Genetic variability, association and diversity studies in bread wheat". Bioscan, 8(1):143-147.

Lendjeva S., Neumann K., Lohwasser U., Borner A. (2008). "Molecular mapping of genomic regions associated with wheat seedling growth under osmotic stress". Biologia plantarum, 52:259-266.

Masoudi, B., Ahmadi, M. (2019). "Evaluation of genetic diversity of agronomic and morphological traits of Sesame genotypes". Journal of Crop Breeding, 11(31):78-91 (In Persian)

Mousavi, S.F., Akhavan, S. (2008). Irrigation Principles. Kankash Press. Pp: 414.

Nakhjavan, S., Bihamta, M.R., Darvish, F., Sorkhi, B., Zahravi, M. (2012). "Heritability of agronomic traits in the progenies of a cross between two drought tolerant and susceptible barley genotypes in terminal drought stress conditions". Iranian Journal of Crop Sciences, 14(2):136-154. (In Persian)

Nezami, H., Khzaei, R., Boroumand Rezazadeh, Z., Hosseini, A. (2008). "Effect of drought stress and defoliation on sunflower (*Helianthus annuus* L.) in controlled conditions". Desert, 12:99-104.

Omoigui, L.O., Ishiyoku, M.F., Kamara, A.Y., Alabi, S.O., Mohammed, S.G. (2006). "Genetic variability and heritability studies of some reproductive traits in cowpea". African Journal of Biotechnology, 5:1191-1195.

Pekcan, V., Evci, G., Yilmaz, M.L., Balkan Nalcaiyi, AS., Erdal, SC., Cicek, N., Ekmekci, NY., Kaya, Y. (2016). "Drought effects on yield traits of some sunflower inbreds". Agriculture and Forestry, 61(4):101-107.

Rauf, S., Khan, T.M., Naveed, A., Munir, H. (2007). "Modified path to high lint yield in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under two temperature regimes". Turkish Journal of Biology, 31:119–126.

Roul, B., Mishra, B.K., Prusty, N. 2017. "Natural effect of micronutrient on growth and growth parameter of sesame oilseed crop". Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(5):1926 1928.

Salehi, M. and Saeidi, Gh. (2012). "Genetic variation of some agronomic traits and yield component in breeding lines of Sesame". Journal of Crop Breeding, 4(9):77-92 (In Persian)

Sharaan, A.N., Gallab, K.H., Eid, M.A.S.M. (2017). "Estimation of genetic parameters for yield and its components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under pedigree selection". International Journal of Agronomy and Agricultural Research, 10(2):22-30.

Siva Prasad, Y.V.N., Krishna, M.S.R., Yadavalli, V. (2013). "Correlation, path analysis and genetic variability for economical characteristics in F_2 and F_3 generations of the cross $AVT_3 \times TC_{25}$ in

Sesame (*Sesamum indicum* L.)". Journal of Environmental and Applied Bioresearch, 1(2):14-18.

Tahmasebi, A.K., Darvishzadeh, R., Fayaz Moghaddam, A., Gholinezhad, E., Abdi. H. (2021). " Phenotypic variation of indigenoussesame landraces in urmia climate". Journalof Crop Breeding, 12(36): 30-38. (In Persian)

Zeinali, H., Mirlohi, A., Safaii, L. (2006). "Evaluation of relationship between grain yield and yield components in sesame (*Sesamum indicum* L.)". Research Agriculture Science, 2:1-9. (In Persian)

Evaluation of heritability for oil and protein contents of sesame (*Sesamum indicum* L.) lines under different irrigation regimes and mycorrhizal fungi

E. Gholinezhad[1], R. Darvishzadeh[2], A. Abhari[3]

Received: 2021.5.26
Accepted: 2021.7.19

Abstract

To investigate the genetic diversity and the heritability of oil and protein content of seed in lines of sesame under different irrigation regimes and mycorrhizal fungi, 8 lines of sesame were studied in three separate experiments as factorial split plot layout based on a randomized block complete design with three replications in research field of Agricultural Research Center, West-Azerbaijan in 2015 and 2016 cropping seasons. The main plots (factor A and B) consisted of three different irrigation regimes three levels of mycorrhiza. Sub plots consisted of eight sesame lines. Studied traits were including oil percentage and yield, protein percentage and yield, nitrogen percentage and chlorophyll index. In all three irrigation conditions, the most phenotypic, genetic and environmental variance was observed in traits of chlorophyll index and protein yield. Therefore, with selecting traits such as chlorophyll index and protein percentage in breeding programs would improve oil and protein yield.

Key words: Chlorophyll index, Heritability, Line, Nitrogen percentage, Variance components.

1 Associate Professor, Department of Agronomy, Payame Noor University, Tehran, Iran.
(* Corresponding author: gholinezhad1358@yahoo.com)
2 Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Urmia University, Urmia, Iran
3 Assistant Professor, Department of Agronomy, Payame Noor University, Tehran, Iran