

## تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های کنجد و استفاده همزمان از شاخص‌های تنش و صفات مورفولوژیک جهت انتخاب در شرایط تنش خشکی

امیر غریب عشقی<sup>۱\*</sup>، جواد مظفری<sup>۲</sup>

۱- عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

۲- موسسه تحقیقات ژنتیک و ذخایر توارثی، آکادمی ملی علوم آذربایجان، باکو

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۱/۲۰.....تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۹/۲۰

### چکیده

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که آثار مخرب و زیان‌آوری روی مراحل مختلف رشدی گیاه، ساختار، اندام و فعالیت آن‌ها دارد. کنجد محصول خاص مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری ایران است و معمولاً با تنش خشکی در طول فصل زراعی مواجه می‌شود. به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر ارقام کنجد و بررسی روابط بین صفات و عملکرد دانه، آزمایشی در منطقه دشت مغان به مدت دو سال به اجرا درآمد. در سال اول بر مبنای عملکرد در شرایط آبیاری عادی و تنش خشکی، شاخص‌های کمی تحمل به خشکی برای ۲۲ ژنوتیپ از مناطق مختلف جهان مطالعه شد. شاخص‌های STI، MP، TOL و SSI برای کلیه ژنوتیپ‌ها محاسبه گردید و شاخص‌های MP و STI به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای ارزیابی مقاومت به خشکی تعیین گردیدند. در سال دوم ده ژنوتیپ بر اساس میزان شاخص STI، ۵ ژنوتیپ با بالاترین STI، ۳ ژنوتیپ با STI متوسط و ۲ ژنوتیپ با STI پایین برای ارزیابی صفات مورفولوژیکی گزینش شدند و در دو سطح تنش در قالب یک طرح اسپلیت پلات با سه تکرار مورد ارزیابی مجدد قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بین سطوح آبیاری و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری از نظر آماری وجود دارد. همچنین رابطه مثبت و معنی‌داری بین صفات مورفولوژیک مورد مطالعه با عملکرد دانه در شرایط عادی و هر یک از شرایط تنش رطوبتی و با STI وجود داشت. بررسی همبستگی STI ژنوتیپ‌ها با صفات مورفولوژیکی نشان داد که ژنوتیپ‌های با میانگین صفات بالاتر، STI و عملکرد دانه بالاتری نیز در هر دو شرایط آزمایش دارا بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که بین صفات مورفولوژیکی مورد بررسی همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص تحمل به تنش خشکی STI وجود دارد، به عبارت بهتر صفات مورد مطالعه به میزان تنش واکنش نشان دادند. لذا می‌توان از صفات ذکر شده به عنوان مارکرهای مورفولوژیکی برای انتخاب ژنوتیپ‌های کنجد در مطالعات خشکی سود جست. همچنین بررسی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان داد که غالب ژنوتیپ‌های با منشأ ایرانی دارای ویژگی تحمل به شرایط کم‌آبی می‌باشند. بنابراین بر اساس نتایج دوساله این آزمایش ژنوتیپ‌های اولتان و کرج ۱ به عنوان بهترین کاندید برای معرفی در شرایط کم آب مشابه و همچنین منابع ژنتیکی مناسب برای استفاده در برنامه‌های اصلاح کنجد توصیه می‌شوند.

**واژگان کلیدی:** شاخص‌های تحمل به خشکی، صفات مورفولوژیک، کنجد، همبستگی

## مقدمه

عوامل مهم کاهش عملکرد در مناطق مختلف جهان می‌باشد و تنش خشکی را شاید بتوان مهم‌ترین و گسترده‌ترین تنش در میان سایر انواع دانست. به‌عنوان مثال تنش خشکی تنها در سال ۲۰۱۲ در امریکا در شدیدترین میزان خود در شصت سال گذشته بوده و رقابت بر سر منابع آبی مهم‌ترین چالش بین مناطق شهری، کشاورزی و صنعت خواهد بود (Haro von Mogel, 2013; IPCC, 2012). همچنین ایران در کمربند بیابانی جهان قرار دارد و به‌عنوان منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک منظور می‌شود. متوسط بارندگی در کشور در حدود ۲۵۰ میلی‌متر است که این میزان یک‌سوم متوسط بارندگی در جهان است در حالی که ۱/۲ درصد از خشکی‌های جهان را به خود اختصاص داده است. به نظر می‌رسد ارقامی که در شرایط آبیاری مطلوب و آبیاری محدود، عملکرد یکسانی داشته باشند و یا حداقل تفاوت عملکرد آن‌ها در این دو وضعیت زیاد نباشد، دارای تحمل نسبی بیشتری به خشکی می‌باشند (Farshadfar *et al.*, 2001; Shiri *et al.*, 2010). گیس (Gibbs, 1975) خشکی را معادل کمبود آب در نظر گرفته و آن را به مفهوم عدم توازن بین عرضه و تقاضای آب برای گیاه تعریف می‌کند. یکی از مهم‌ترین برنامه‌های پژوهشی در مدیریت خشکی در گیاهان مختلف شناسایی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های حساس، متحمل و مقاوم به تنش خشکی می‌باشد. به‌این‌منظور محققان روش‌های مختلفی را پیشنهاد کرده‌اند. از جمله فرناندز (Fernandez, 1992) جهت تعیین نحوه تظاهر و عکس‌العمل ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط تنش و بدون تنش شاخص تحمل به تنش

کشت دانه‌های روغنی از دیرباز بخش مهمی از کشاورزی بسیاری از کشورها بوده و جزء مهمی از اقلام صادراتی این کشورها را تشکیل می‌دهد. در ایران نیز کاشت دانه‌های روغنی مانند کنجد، گلرنگ، کرچک و آفتاب‌گردان قدمتی طولانی دارد (Behdadi and Rashed, 1998).

کنجد<sup>۱</sup> عضو خانواده *Pedaliaceae* دارای شانزده جنس و حدود شصت گونه است. گیاهی است یک‌ساله، بوته‌ای، با سیستم ریشه‌ای با رشد کامل، مقاومت نسبی به خشکی، این گیاه دارای تیپ‌های بوته‌ای متنوعی است که نشان‌دهنده سازگاری بالای آن، نسبت به تغییرات محیطی است. در ایران بر اساس برخی شواهد کشت کنجد از ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد متداول بوده و ایران یکی از نقاط متداول کشت آن بوده است. در ایران اکثراً کشاورزان در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری در سطوحی محدود اقدام به کشت کنجد می‌کنند در ایران در ۲۲ استان کشور کنجد کاشته می‌شود. مناطق اصلی کشت آن عبارت از استان‌های خوزستان، فارس، خراسان‌های شمالی و جنوبی، جیرفت (کرمان)، دشت مغان (اردبیل)، بوشهر و ایلام می‌باشد (Gharibeshghi, 2014). امروزه از کنجد به‌عنوان منبع تأمین روغن مطلوب خوراکی استفاده می‌شود. کنجد، دانه روغنی با ارزشی است که بسته به شرایط و نوع رقم دارای ۴۵ تا ۶۲ درصد روغن بوده و روغن آن به دلیل وجود یک ترکیب فنلی آنتی‌اکسیدان بنام سزامول از دوام خوبی برخوردار است (Roebbelen *et al.*, 1989). تنش‌های محیطی از

<sup>۱</sup> *Sesamum indicum*

ژنوتیپ‌های متحمل به تنش، بر اساس مقادیر کم TOL و مقادیر بالای MP است. با استفاده از شاخص‌های MP و TOL امکان تفکیک ژنوتیپ‌های گروه B و C فرناندز از یکدیگر وجود دارد. شیری و همکاران (Shiri *et al.*, 2010) و همچنین ملا صادقی و همکاران (Mollasadeghi *et al.*, 2013) در مطالعات خشکی در گندم و حسن‌زاده و همکاران (Hassanzadeh *et al.*, 2009) در سویا از STI به‌عنوان شاخص مؤثر نام برده‌اند. شیری و همکاران (Shiri *et al.*, 2010) همچنین از روش بای پلات بر مبنای STI برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش رطوبتی به نحو مؤثری استفاده نمودند. شهریاری و همکاران (Shahriari *et al.*, 2013) اثر مستقیم و غیرمستقیم تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد دانه را در گندم گزارش کردند. زارعی و همکاران (Zarei *et al.*, 2007) بر مؤثر بودن استفاده از شاخص‌های خشکی و صفات مورفولوژیک و کمی در مطالعات خشکی در گندم تأکید کرده‌اند و کارایی آنرا نشان داده‌اند. عملکرد نهایی در کنگد نیز محصول مشارکت و همکاری صفات مختلف گیاهی می‌باشد که همبستگی زیادی با عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارد و از جمله مهم‌ترین این صفات، صفات مورفولوژیک و اندام‌های هوایی کنگد می‌باشند (Javadi *et al.*, 2013). از اجزاء مهم عملکرد در کنگد تعداد دانه در کپسول است. به نظر می‌رسد تعداد دانه‌ها در واحد سطح همبستگی خطی و مثبتی با مقدار ماده خشک تولید شده به‌وسیله سطوح رویشی و زایشی گیاه دارد. این سطوح به شکل‌های ساقه، برگ و قسمت‌های گل‌دار در زمان گل‌دهی یا برداشت هستند؛ بنابراین مجموع وزن خشک گیاه (بدون وزن دانه‌ها) معمولاً نشانه

(STI) را ارایه کرد. ژنوتیپی که مقادیر STI<sup>۲</sup> آن بالاتر است، تحمل به خشکی و پتانسیل عملکرد بالایی دارد و بر این اساس کلیه ژنوتیپ‌ها را به چهار دسته تقسیم نمود:

- ۱- ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی در هر دو شرایط بدون تنش و تنش دارند (گروه A).
  - ۲- ژنوتیپ‌هایی که صرفاً عملکرد بالایی در شرایط بدون تنش دارند (گروه B).
  - ۳- ژنوتیپ‌هایی که صرفاً عملکرد بالایی در شرایط تنش دارند (گروه C).
  - ۴- ژنوتیپ‌هایی که تظاهر ضعیفی در هر دو شرایط بدون تنش و تنش دارند (گروه D).
- از نظر فرناندز مناسب‌ترین معیار انتخاب معیاری است که بتواند ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها تشخیص دهد. همچنین فیشر و مورر (Fischer and Maurer, 1978) برای شناسایی واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به شرایط تنش، شاخص حساسیت به تنش (SSI)<sup>۳</sup> را ارائه نمودند و ژنوتیپ‌هایی که توسط SSI گزینش می‌شوند، عملکرد بالقوه کمی دارند اما در شرایط تنش عملکرد آن‌ها زیاد است؛ بنابراین این شاخص قادر به تفکیک گروه A از گروه C نیست، اگرچه قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه B و C از سایر گروه‌هاست. همچنین شاخص بهره‌وری (MP)<sup>۴</sup> و شاخص تحمل (TOL)<sup>۵</sup> نیز توسط روزیل و هامبلین (Rosielle and Hamblin, 1981) ارائه شدند. در این روش انتخاب

<sup>2</sup> Stress Tolerance Index

<sup>3</sup> Stress Susceptibility Index

<sup>4</sup> Mean Productivity

<sup>5</sup> Tolerance Index

بالا داشت، ولی با محتوی روغن دانه دارای همبستگی منفی و معنی‌دار بود. غریب عشقی و منصورى (Gharibeshghi and Mansoori, 2006) در بررسی تنش خشکی در دو منطقه کرج و مغان در ژنوتیپ‌های کنجد نشان دادند که تنش خشکی تأثیر معنی‌دار و منفی از طریق تأثیر بر اجزای عملکرد و عملکرد نهایی دارد. نجفی و صفاری (Najafi and Safari, 2011) نیز در بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن در ارقام کنجد گزارش نمودند تنش شدید خشکی سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن هزار دانه، عملکرد و درصد روغن شد. تحقیق حاضر یکی از پژوهش‌ها است که در زمینه بررسی تنوع در بین ژنوتیپ‌های کنجد از لحاظ شاخص‌های کمی تحمل به خشکی و صفات مورفولوژیکی انجام شده است. هدف از این پژوهش بررسی تنوع ژنوتیپ‌های کنجد از نظر تحمل به خشکی و انتخاب مناسب‌ترین شاخص تحمل به خشکی و همچنین شناسایی همبستگی و ارتباط صفات مورفولوژیکی مرتبط با تحمل به خشکی از طریق مطالعات مزرعه‌ای می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال پیاپی در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در دشت مغان در شمال غربی ایران اجرا گردید. موقعیت این مرکز در طول جغرافیایی  $46^{\circ} 47'$  شرقی و  $36^{\circ} 39'$  شمالی با ارتفاع از سطح دریا  $72/6$  متر، در حوزه آبریز رود ارس واقع است. منطقه مذکور دارای اقلیم کشاورزی نیمه‌خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های کمی سرد است. آمار هواشناسی ایستگاه هواشناسی منطقه محل اجرای طرح در سال دوم در جدول ۱ آمده است. خاک منطقه عموماً

خوبی از تعداد دانه‌هاست، این صفت به‌خوبی، عملکرد و از جمله فرآیندهای رشد و نمو را در این مرحله توجیه می‌کند. در واقع تعداد دانه‌ها در مرحله اول به‌وسیله تعداد اندام‌هایی که دانه‌ها را تنظیم می‌کنند، محدود می‌شود (Behdadi and Rashed, 1998). مطالعه بر روی ۵۰ ژنوتیپ کنجد نشان داد که عملکرد دانه همبستگی بسیار قوی و مثبت با ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، ارتفاع تا اولین گره میوه دهنده، تعداد کپسول روی ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی، روز تا برداشت، طول کپسول، شاخص برداشت و تولید ماده خشک دارد. همچنین در این تحقیق تعداد دانه در کپسول با همه صفات همبستگی منفی داشت (Reddy and Doraiaj, 1994). تجزیه و تحلیل رگرسیون چند متغیره بر روی عملکرد هشت جامعه کنجد نشان داد که بیش از ۸۳ درصد از تنوع عملکرد دانه توسط تعداد کپسول در دانه، وزن هزار دانه و وزن دانه در کپسول توجیه شده است. وزن هزار دانه و تعداد کپسول در گیاه اهمیت بیشتری را نسبت به وزن دانه در کپسول داشت (Manivannan et al., 1993). بررسی ۴۵ ژنوتیپ کنجد نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با روز تا گل‌دهی، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد کپسول در گیاه، ارتفاع گیاه و طول شاخه‌های میوه دهنده دارد (Gupta and Chopra, 1994). تجزیه و تحلیل ضریب همبستگی نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد کپسول، طول کپسول و وزن هزار دانه، اثر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد دانه داشته است. صالحی و قدرت‌الله سعیدی (Salehi and Saeidi, 2010) نشان دادند که عملکرد دانه با صفات طول کپسول، تعداد کپسول در بوته، وزن دانه و تعداد دانه در کپسول همبستگی مثبت و

تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. عامل اصلی سطوح آبیاری، شامل سه سطح آبیاری به میزان ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و عامل فرعی، شامل ده رقم کنجد بود. مساحت هر کرت آزمایشی ۴/۸ مترمربع بود. فاصله بوته‌ها روی خطوط ۴ سانتی‌متر، عمق کاشت ۳-۱ سانتی‌متر بود و کاشت به صورت دستی انجام شد. بعد از استقرار بوته‌ها، با در نظر گرفتن فاصله بوته‌ها روی خطوط در حدود ۲۰-۱۵ سانتی‌متر، مزرعه تنک گردید. برای تعیین مقدار و زمان آبیاری در رژیم‌های آبیاری مورد نظر، پس از آماده‌سازی زمین و قبل از کاشت از نرم‌افزار CROPWAT-4 (روش پنمن -مانتیث<sup>۶</sup>) مطابق روش فائو-۵۶ (Richard *et al*, 1998) استفاده گردید. در این روش ابتدا با استفاده از پارامترهای هواشناسی مؤثر در تبخیر و تعرق، نیاز آبی گیاه مرجع چمن (ET<sub>0</sub>) تعیین گردید؛ و با معرفی ضریب گیاهی کنجد (K<sub>c</sub>) نیاز آبی گیاه محاسبه گردید. در نهایت با در نظر گرفتن باران مؤثر، مقدار آب آبیاری کنجد با استفاده از نرم‌افزار فوق برای آبیاری کامل (بدون تنش) محاسبه گردید. در ضمن رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای، در مزرعه با استفاده از کرت‌های بدون گیاه اشباع‌شده و پوشانده شده با پلاستیک سیاه در سه ۱۵، ۴۵ و ۷۵ سانتی‌متری از سطح خاک اندازه‌گیری گردید. به طوری که، اندازه‌گیری رطوبت در روزهای متوالی تا خروج آب ثقلی و ثابت ماندن مقدار رطوبت ادامه یافت و رطوبت نقطه پژمردگی با استفاده از نرم‌افزار رزتا (Schaap *et al*, 2001) به دست آمد. اجزای بافت خاک شامل درصد شن، سیلت و رس خاک از روش هیدرومتری به دست آمد و چگالی ظاهری خاک با

قهوه‌ای یا خاکستری مایل به قهوه‌ای است. مقدار مواد آلی در منطقه دیم نسبتاً زیاد و در اراضی آبی کم است. جنس خاک نیز نسبتاً سنگین و عموماً رسی لومی می‌باشد. در سال اول تعداد ۲۲ ژنوتیپ کنجد منتخب که دارای منشا داخلی و یا خارجی بودند (جدول ۲) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به طور جداگانه در قالب دو آزمایش مجزا ولی همزمان در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل سه خط به طول دو متر با فاصله ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها در روی خط ۱۵ سانتی‌متر بود. آزمایش اول در شرایط بدون تنش که آبیاری به صورت معمول (روال منطقه) بود و در شرایط تنش خشکی که آبیاری در مرحله ۵۰٪ گلدهی به بعد قطع گردید، انجام گرفت. برای ارزیابی تحمل به خشکی شاخص‌های MP, TOL, SSI و STI بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه گردید (Fischer and Maurer, 1978; Rosielle and Hamblin, 1981; Fernandez, 1992).

$$MP = (Y_{Pi} + Y_{Si})/2$$

$$STI = (Y_{Pi} \times Y_{Si})/Y_p^2$$

$$TOL = (Y_{Pi} - Y_{Si})$$

$$SSI = (1 - (Y_{Si}/Y_{Pi})) / SI$$

$$SI = 1 - (Y_s/Y_p)$$

در سال دوم مطالعه ده ژنوتیپ (پاناما، هندی ۱۴، مغان ۱۷، یلووایت، IS، ورامین ۳۷، چینی، ناز چند شاخه، کرج ۱ و اولتان) بر اساس میزان STI انتخاب شدند به این ترتیب که از ژنوتیپ‌هایی با STI بالا (پنج ژنوتیپ)، با STI متوسط (سه ژنوتیپ) و با STI کم (دو ژنوتیپ) و جهت ارزیابی از نظر تحمل به تنش خشکی و صفات زراعی، به صورت طرح کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه

<sup>۶</sup> Penman-manteith

ارتفاع شاخه بندی، تعداد شاخه فرعی، قطر ساقه، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، تعداد کپسول در هر بوته، تعداد دانه در هر کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد دانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS-15 و Minitab-15 صورت گرفت و مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از آزمون Duncan و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. همچنین نمودارها و اشکال مربوطه با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SnagIt-8 رسم گردید.

به‌کارگیری سیلندرهای نمونه‌برداری با حجم تقریبی ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب و تهیه نمونه دست‌نخورده و خشک کردن آن‌ها در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه گردید (Jacob and Clarke, 2002). آبیاری اول بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی با توجه به دور آبیاری محاسبه شده با نرم‌افزار، با پمپ آبیاری انجام شد. بدین‌صورت که ابتدا دبی پمپ آبیاری محاسبه شد. سپس، با نگره‌داشتن زمان، آبیاری مزرعه انجام گرفت. در طول آزمایش با استفاده از وجین دستی با علف‌های هرز مبارزه گردید. در این تحقیق صفات ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین، ارتفاع بوته،

جدول ۱- وضعیت آب و هوایی منطقه دشت مغان از تیرماه تا پایان مهرماه

Table 1- Meteorological details of Moghan research station

Parameters	Month			
	July	August	September	October
Absolute minimum temperature (C)	16	16	12	9.4
Absolute maximum temperature (C)	39.8	37.4	32.4	27
Mean minimum temperature (C)	19.8	19.8	17.8	13
Mean maximum temperature (C)	34.9	35.3	27.6	23.4
Mean temperature (C)	27.4	27.5	22.7	18.2
Precipitation (mm)	6.6	2.3	48.3	74.3
Relative humidity (%)	55	55.9	68.1	76.1
Average evaporation (mm)	8.2	9.2	5	1.9

جدول ۲- اسامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سال اول

Table 2- Name of studied genotypes during first year

Adi	No	Adi	No
Varamin 2822	12	Karaj 1	1
IS	13	Yekta	2
India 9	14	Oltan	3
China	15	Moghan 17	4
Yellow White	16	Naz	5
Panjab 89	17	j-1	6
panama	18	Borazjan 2	7
CO-1	19	Borazjan 1	8
TKG-21	20	Darab 14	9
Indian 14	21	Varamin 37	10
RT-54	22	Varamin 237	11

## نتایج و بحث

نتایج آزمایش در سال اول با ۲۲ ژنوتیپ مورد مطالعه جهت ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص‌های خشکی نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، از نظر عملکرد دانه هم در شرایط بدون تنش اختلاف معنی‌داری وجود دارد و همچنین در شرایط تنش خشکی نیز بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ۳). این امر می‌تواند نشانگر وجود تنوع ژنتیکی کافی بین آن‌ها باشد. مقایسه‌ی میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که در شرایط بدون تنش ژنوتیپ کرج ۱ با میانگین ۱۸۸۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین و هندی ۱۴ با میانگین ۹۳۴/۷ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار عملکرد دانه را در بین ژنوتیپ‌ها به خود اختصاص داد. همچنین در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ یکتا با میانگین ۱۳۸۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ژنوتیپ هندی با ۷۸۸ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار را در بین ژنوتیپ‌ها به خود اختصاص دادند. بر اساس شاخص حساسیت به تنش (SSI) که مقادیر پایین عددی آن (کمتر از واحد)، نشان‌دهنده تحمل بالای رقم به تنش می‌باشد (Choukan *et al.*, 2006)، ژنوتیپ‌های شماره یکتا، دراب ۱۴، چینی و TKG-21 به ترتیب با عملکرد ۱۳۸۶، ۹۶۵/۱، ۱۱۳۹ و ۱۰۵۱ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش و ژنوتیپ‌های شماره مغان ۱۷ و CO-1 به ترتیب با عملکرد ۸۸۳/۶ و ۷۲۶/۹ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان ژنوتیپ‌های حساس به خشکی شناسایی شدند (جدول ۴). ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص SSI مواد آزمایشی را فقط بر اساس مقاومت و حساسیت به تنش دسته‌بندی می‌کند. به‌عبارت‌دیگر با استفاده از این شاخص، می‌توان ژنوتیپ‌های حساس

و متحمل را بدون توجه به پتانسیل عملکرد آن‌ها مشخص کرد (Naderi *et al.*, 2000). شاخص حساسیت به تنش بر اساس عملکرد هر رقم در شرایط تنش به شرایط بدون تنش در مقایسه با این نسبت در کل ارقام سنجیده می‌شود. بنابراین دو ژنوتیپ با عملکرد زیاد یا کم در دو محیط می‌توانند مقدار SSI یکسانی داشته باشند، بنابراین انتخاب بر اساس این شاخص، اصلاح‌گران را به‌اشتباه می‌اندازد. بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌ها، شاخص تحمل به تنش (STI) می‌باشد (Kargar *et al.*, 2004)، چون قادر است ژنوتیپ‌هایی را که در هر دو شرایط آبیاری عادی و تنش خشکی عملکرد بالایی دارند (گروه A)، از دو گروه ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط آبیاری عادی (گروه B) و یا فقط در شرایط تنش خشکی (گروه C) عملکرد نسبتاً بالایی دارند، تفکیک نماید. فرناندز (Fernandez, 1992) معتقد است شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) با توجه به همبستگی بالا و معنی‌دار موجود بین آن‌ها و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط آبیاری عادی و تنش خشکی، به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های گزینش ژنوتیپ‌های دارای عملکرد مطلوب، قابل توصیه می‌باشد. از نظر شاخص STI که مقادیر بالای شاخص، نشان‌دهنده تحمل ژنوتیپ‌ها می‌باشد، ژنوتیپ‌های کرج ۱، یکتا، اولتان و ناز به ترتیب با عملکرد ۱۳۲۸، ۱۳۸۶، ۱۳۲۷ و ۱۳۳۱ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل تعیین شدند (جدول ۴). استفاده از شاخص بهره‌وری متوسط (MP) که مقادیر بالای عددی آن نشان‌دهنده تحمل نسبی به تنش خشکی می‌باشد، منجر به گزینش ارقامی با عملکرد بالا در شرایط آبیاری عادی ولی کم‌تحمل به شرایط تنش خشکی می‌گردد

TOL به‌عنوان ژنوتیپ متحمل به تنش شناسایی گردید. پس این شاخص در گزینش ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش، عملکرد بالایی تولید کنند، موفق نبوده است. درحقیقت شاخص TOL به‌نوعی بیانگر تغییر حاصل از اعمال تنش می‌باشد. به عبارتی ژنوتیپ‌هایی که دارای شاخص TOL کمتری هستند، در محیط تنش تغییر عملکرد کمتری از خود نشان می‌دهند. نکته قابل ذکر دیگر در مورد این شاخص این است که پایین بودن شاخص TOL الزاماً به معنای بالا بودن عملکرد ژنوتیپ در محیط بدون تنش نمی‌باشد. چراکه ممکن است عملکرد رقمی در شرایط آبیاری عادی پایین باشد و در شرایط تنش خشکی نیز با افت کمتری همراه باشد که باعث کوچک شدن شاخص TOL شده، در نتیجه این رقم به‌عنوان رقم متحمل معرفی شود. دلایل ذکر شده در انتخاب ژنوتیپ داراب ۱۴ به‌وضوح صدق می‌کند. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های تحمل نشان داد که بیشترین تغییرات بین داده‌ها توسط دو مؤلفه بیان می‌شود (۹۹/۶۹٪). اولین بردار ۶۰/۶۲ درصد تغییرات را نشان می‌دهد و با توجه به اینکه شاخص‌های MP و STI در تشکیل این مؤلفه دارای بالاترین ضریب مثبت بودند، از آنجایی که مقادیر بالای این شاخص‌ها مطلوب است و با توجه به رابطه مثبت مؤلفه اول با این شاخص‌ها، اگر میزان بالای آن را انتخاب نماییم، ژنوتیپ‌هایی انتخاب می‌شوند که در محیط‌های مختلف (تنش بعد از گرده‌افشانی، بدون تنش) عملکرد پایدار و بالا دارند. لذا این مؤلفه را می‌توان به‌عنوان مؤلفه عملکرد نام‌گذاری نمود. مؤلفه دوم ۳۹/۰۷٪ از تغییرات موجود را به خود اختصاص داد. این مؤلفه همبستگی مثبت و بالایی با SSI و TOL داشت؛ بنابراین مؤلفه حساسیت

(Rosielle and Hamblin, 1981). در این بررسی شاخص MP ژنوتیپ‌های کرج ۱، یکتا، اولتان و ناز را به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی شناسایی کرد. شاخص MP برای گزینش ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش خشکی عملکرد بالایی تولید می‌کنند، چندان مناسب نمی‌باشد (Fernandez, 1992). اگرچه نعیمی و همکاران (Naeimi et al., 2008) شاخص MP را معیار مناسبی برای گزینش لاین‌های پر محصول و متحمل به خشکی ذرت معرفی کرد، سی‌وسه مرده و همکاران (Sio-Se Mardeh et al., 2006) گزارش کردند که شاخص MP زمانی برای انتخاب ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش خشکی بازده دارد که شدت تنش زیاد نبوده و اختلاف بین عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش نیز خیلی زیاد نباشد. از لحاظ شاخص تحمل (TOL) نیز مقدار عددی پایین، نشان‌دهنده تحمل نسبی به ژنوتیپ‌ها می‌باشد. رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها از نظر این شاخص مشخص کرد که ژنوتیپ‌های داراب ۱۴ و چینی به ترتیب با عملکرد ۹۶۵/۱ و ۱۱۳۹ کیلوگرم در هکتار ژنوتیپ‌های متحمل هستند و ژنوتیپ‌های مغان ۱۷ و ناز به ترتیب با عملکرد ۸۸۳/۶ و ۱۳۳۱ کیلوگرم در هکتار ژنوتیپ‌های حساس به خشکی می‌باشند (جدول ۴). انتخاب بر اساس شاخص تحمل اغلب موجب گزینش ارقامی می‌شود که در شرایط بدون تنش عملکرد پایینی تولید می‌کنند (Rosielle and Hamblin, 1981). با مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری عادی و تنش خشکی مشاهده گردید، علیرغم اینکه داراب ۱۴ از نظر میزان عملکرد تولیدی در شرایط آبیاری عادی در رتبه دهم و در شرایط تنش خشکی در رتبه پنجم در بین ژنوتیپ‌ها قرار داشت، توسط شاخص



MP و STI چون نزدیک به هم هستند از ارزش یکسانی برخوردارند. نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج فرناندز (Fernandez, 1992)، کایا و همکاران (Kaya et al., 2002)، ملاصادقی و همکاران (Mollasadeghi et al., 2001) و شیر و همکاران (Shiri et al., 2010) مطابقت دارد.

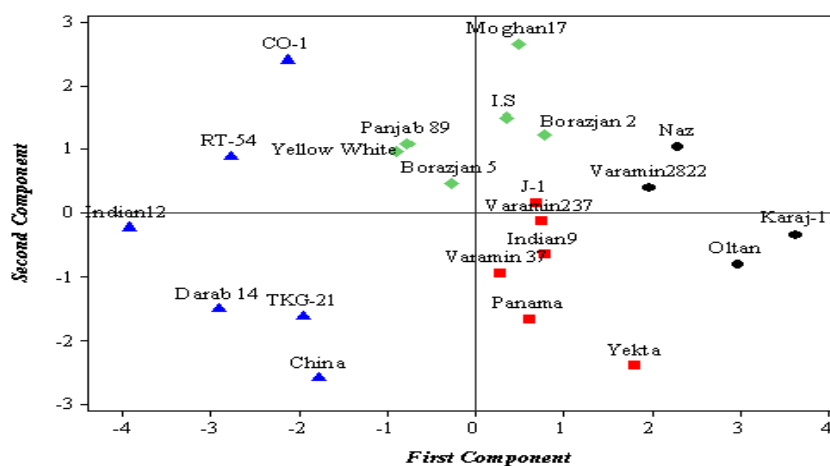
به تنش نام گذاری شد. با توجه به بای پلات بین شاخص های MP و STI و عملکرد در دو محیط بیشترین همبستگی مثبت وجود دارد. این موضوع تأیید کننده همبستگی های ساده است. بر این اساس در این تحقیق دو شاخص فوق مناسب ترین شاخص ها جهت غربال کردن ژنوتیپ ها می باشند. دو شاخص

جدول ۳- تجزیه واریانس برای عملکرد در سال اول  
Table 3- Analysis of variance for grain yield in first year

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean of Square	
		عملکرد دانه در شرایط نرمال Grain yield in normal condition	عملکرد دانه در شرایط تنش Grain yield in Stress condition
سال Year	1	2200*	2028**
خطا Error	2	225	767
ژنوتیپ Genotype	21	238900**	140950**
سال × ژنوتیپ Genotype × Year	21	20253**	10258**
خطا Error	42	382	83
ضریب تغییرات %C.V	-	12.25	10.28

ns, \* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, \* and \*\*: no significant, significant at the 5% and 1% levels of probability respectively.



شکل ۱- بای پلات ۲۲ ژنوتیپ کنجد شاخص تحمل به تنش خشکی بر اساس اولین و دومین مؤلفه در دو شرایط تنش خشکی و آبیاری عادی

Figure 1- variation of sesame germplasm of different origins based on the biplot of PC1 and PC2

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های عملکرد و شاخص‌های تحمل به خشکی در ۲۲ ژنوتیپ کنگد

Table 4- Drought stress indices and grain yield of sesame varieties

شماره واریته Variety No	نام واریته Variety Name	منشا Country of origin	عملکرد دانه Grain yield(kg/ha)		SSI	TOL	MP	STI
			شرایط نرمال Normal condition	شرایط تنش Stress condition				
1	Karaj-1	Iran	1884 A	1328 AB	1.11	556.0	1606.00	1.20
2	Yekta	Iran	1598 ABCDE	1386 A	0.50	212.0	1492.00	1.06
3	Oltan	Iran	1785 AB	1327 AB	0.97	458.0	1556.00	1.14
4	Moghan17	Iran	1588 ABCDE	883.6 DEFG	1.68	704.4	1235.80	0.67
5	Naz	Iran	1767 ABC	1331.0 AB	1.36	636.0	1449.00	0.96
6	J-1	India	1536 BCDEF	1102 ABCDE	1.07	434.0	1319.00	0.81
7	Borazjan 2	Iran	1582 ABCDE	1019 CDEF	1.34	563.0	1300.50	0.77
8	Borazjan 5	Iran	1423 CDEFG	1011 CDEF	1.09	412.0	1217.00	0.69
9	Darab 14	Iran	1048 IJ	965.1 CDEF	0.30	82.9	1006.55	0.49
10	Varamin 37	Iran	1451 BCDEFGH	1161 ABCD	0.75	290.0	1306.00	0.81
11	Varamin237	Iran	1535 BCDEF	1130 ABCD	1.00	405.0	1332.50	0.83
12	Varamin2822	Iran	1706 ABCD	1164 ABCD	1.20	542.0	1435.00	0.95
13	I.S	Palestine	1531 BCDEF	969.4 CDEFG	1.39	561.6	1250.20	0.71
14	Indian9	India	1523 BCDEF	1173 ABCD	0.87	350.0	1348.00	0.86
15	China	China	1168 GHIJ	1139 ABCD	0.09	29.0	1153.50	0.64
16	Yellow White	Pakistan	1356 DEFGHI	928.5 DEFG	1.19	427.5	1142.25	0.60
17	Punjab 89	Pakistan	1373 DEFGHI	924.7 DEFG	1.23	448.3	1148.85	0.61
18	Panama	Panama	1474 BCDEFG	1244 ABC	0.59	230.0	1359.00	0.88
19	CO-1	Panama	1223 FG IJ	726.9 FG	1.53	496.1	974.95	0.43
20	TKG-21	India	1164 GHIJ	1051 BCDE	0.37	113.0	1107.50	0.59
21	Indian12	India	934.7 J	788 G	0.60	149.7	862.85	0.35
22	RT-54	South America	1106 HIJ	798.0 EFG	1.05	308.0	952.00	0.42

Mean comparison: Duncan 5%

درصد وجود داشت. این امر حاکی از تنوع ژنتیکی بالای بین ژنوتیپ‌ها به منظور گزینش برای صفات مورد نظر می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین سطوح آبیاری نشان داد که از نظر ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین در سطح آبیاری ۱۰۰٪ (نیاز آبی گیاه) با میانگین ۴۷/۲۸ سانتی‌متر بهترین و ۵۰٪ با میانگین ۳۵/۷۸ سانتی‌متر، پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند. از نظر ارتفاع بوته سطح آبیاری ۱۰۰٪ با میانگین ۱۰۹/۰۵ سانتی‌متر بهترین و ۵۰٪ با میانگین ۸۳/۳۰ سانتی‌متر، پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند. از نظر ارتفاع شاخه‌بندی سطح آبیاری ۱۰۰٪ با میانگین ۳۵/۱۸ سانتی‌متر بالاترین و ۵۰٪ با میانگین ۲۴/۷۸ سانتی‌متر پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند. از نظر تعداد شاخه فرعی

در سال دوم مجموعاً ده ژنوتیپ از سال اول که بر اساس میزان شاخص STI انتخاب و برای ارزیابی صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه قرار گرفته بودند، بررسی شدند تا بتوان رابطه صفات مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی را با شاخص‌های خشکی و ژنوتیپ‌های متحمل و حساس اندازه‌گیری کرد. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سال دوم در دو بخش مزرعه و آزمایشگاه در جداول ۶ و ۷ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بین سطوح آبیاری از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. همچنین بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر کلیه خصوصیات ارزیابی شده به جز تعداد شاخه فرعی و نسبت وزن خشک اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵

چند شاخه با ۳۸/۱۰ سانتی‌متر، کوتاه‌ترین ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین را در بین ژنوتیپ‌ها داشت. ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های کرج ۱ و اولتان به ترتیب با میانگین‌های ۱۰۱/۵۰ و ۱۰۱/۸۵ سانتی‌متر با بقیه تفاوت معنی‌دار داشت و به همراه ژنوتیپ‌های مغان ۱۷، ورامین ۳۷ و چینی در کلاس a قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های پاناما، هندی ۱۴، یلووایت، IS و ناز چند شاخه به ترتیب با میانگین‌های ۹۳/۴۶، ۹۰/۵۵، ۹۲/۷۲، ۹۰/۶۸ و ۹۳/۳۷ سانتی‌متر، کوتاه‌ترین ارتفاع بوته را در بین ژنوتیپ‌ها ایجاد نمودند. ارتفاع شاخه‌بندی ژنوتیپ‌های هندی ۱۴، یلووایت و IS به ترتیب با میانگین‌های ۳۱/۳۳، ۳۱/۹۹ و ۳۲/۴۴ سانتی‌متر با بقیه تفاوت معنی‌دار داشت و به همراه ژنوتیپ‌های پاناما، مغان ۱۷، چینی و ناز چند شاخه در کلاس A قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های کرج ۱ و اولتان به ترتیب با میانگین‌های ۲۷/۴۲ و ۲۶/۸۵ سانتی‌متر، کوتاه‌ترین ارتفاع شاخه‌بندی را در بین ژنوتیپ‌ها به خود اختصاص دادند و به همراه ژنوتیپ‌های مغان ۱۷، ورامین ۳۷، چینی و ناز چند شاخه در کلاس c قرار گرفتند. قطر ساقه ژنوتیپ کرج ۱ با ۰/۷۳۰۳ سانتی‌متر با بقیه تفاوت معنی‌دار داشت و در کلاس A قرار گرفت و ژنوتیپ‌های هندی ۱۴ و یلووایت به ترتیب با میانگین‌های ۰/۵۸۸۸ و ۰/۵۸۹۱ سانتی‌متر کمترین قطر ساقه را در بین ژنوتیپ‌ها به خود اختصاص داد. وزن تر اندام هوایی ژنوتیپ‌های IS، کرج ۱ و اولتان به ترتیب با میانگین‌های ۲۲/۹۲، ۲۴/۷۳ و ۲۴/۷۲ گرم با بقیه تفاوت معنی‌دار داشت و به همراه ژنوتیپ‌های ورامین ۳۷ و ناز چند شاخه در کلاس A قرار گرفتند و ژنوتیپ اولتان با میانگین ۱۵/۱۰ گرم پایین‌ترین وزن تر اندام هوایی را در بین ژنوتیپ‌ها به خود

سطح آبیاری ۱۰۰٪ با میانگین ۴/۶۸ عدد بیشترین و ۵۰٪ با میانگین ۳/۱۳ عدد کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. از نظر قطر ساقه، سطح آبیاری ۱۰۰٪ با میانگین ۰/۷۴۸۴ سانتی‌متر بیشترین و ۵۰٪ با میانگین ۰/۵۶۱۵ سانتی‌متر کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. از نظر وزن تر اندام هوایی سطح آبیاری ۱۰۰٪ با میانگین ۲۷/۸۱ گرم بیشترین و ۵۰٪ با میانگین ۱۴/۲۲ گرم پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند، از نظر وزن خشک اندام هوایی سطح آبیاری ۱۰۰٪ با میانگین ۲۳/۵۶ گرم، بیشترین و ۵۰٪ با میانگین ۱۲/۳۵ گرم کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. از نظر تعداد کپسول در هر بوته سطح آبیاری ۱۰۰٪ با میانگین ۸۷/۴۵ عدد بیشترین تعداد و ۵۰٪ با میانگین ۶۴/۷۰ کمترین تعداد کپسول را به خود اختصاص دادند. از نظر تعداد دانه در هر کپسول سطح آبیاری ۱۰۰٪ با میانگین ۸۷/۴۵ عدد بیشترین و ۵۰٪ با میانگین ۶۴/۷۰ عدد کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. از نظر وزن هزار دانه سطح آبیاری ۱۰۰٪ با میانگین ۳/۳۰۸ گرم بیشترین و ۵۰٪ با میانگین ۲/۵۲۴ گرم کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. از نظر عملکرد دانه سطح آبیاری ۱۰۰٪ با میانگین ۸۲۸/۲۴۹ کیلوگرم در هکتار بالاترین و ۵۰٪ با میانگین ۶۱۵/۵۳۰ کیلوگرم در هکتار پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند. از نظر تعداد شاخه فرعی سطح آبیاری ۱۰۰٪ با میانگین ۰/۸۲۸۷ سانتی‌متر بیشترین و ۵۰٪ با میانگین ۰/۶۲۵۳ سانتی‌متر، پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند. ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین ژنوتیپ یلووایت با ۴۵/۵۴ سانتی‌متر با بقیه تفاوت معنی‌دار داشت و به همراه ژنوتیپ‌های هندی ۱۴، IS، کرج ۱ و اولتان در کلاس A قرار گرفت و ژنوتیپ ناز

حاصل توسط جوادی و همکاران مشابهت دارد (Javadi et al., 2013).

شاخص STI که مقادیر بالای آن، نشان‌دهنده تحمل ژنوتیپ‌ها می‌باشد، در هر دو رژیم آبیاری ژنوتیپ‌های کرج ۱ و اولتان را به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل تعیین کرد (جدول ۹). نتایج حاصل از تجزیه همبستگی صفات مورد مطالعه بین صفات مورفولوژیکی سال دوم و عملکرد در هر سه شرایط و شاخص STI در دو شرایط تنش ۵۰٪ و ۷۵٪ در جدول ۹ ارائه شده است. بین قطر ساقه با صفات عملکرد دانه در شرایط نرمال ( $r=0/862^*$ )، عملکرد دانه در شرایط تنش ۷۵٪ ( $r=0/891^{**}$ ) و STI ( $r=0/848^{**}$ ) رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. به عبارتی با افزایش قطر ساقه هم عملکرد دانه در هر دو شرایط و هم میزان شاخص STI افزایش می‌یابد. بین قطر ساقه با صفات عملکرد دانه در شرایط تنش ۵۰٪ ( $r=0/876^{**}$ ) و STI ( $r=0/840^{**}$ ) رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. به عبارتی با افزایش قطر ساقه هم عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش و هم میزان شاخص STI افزایش می‌یابد. بررسی رابطه بین میزان قطر ساقه و عملکرد دانه در شرایط تنش ۵۰٪ نشان می‌دهد که با افزایش میزان تنش همبستگی بین قطر ساقه و عملکرد دانه سیر نزولی پیدا می‌کند؛ به عبارت بهتر گیاه با افزایش شدت تنش از ۷۵٪ به ۵۰٪ رابطه بین میزان عملکرد و قطر ساقه کاهش پیدا می‌کند. چنین رابطه‌ای در بررسی بین قطر ساقه و شاخص STI نیز مشاهده می‌گردد. به این ترتیب که با افزایش میزان تنش همبستگی مثبت بین STI و قطر ساقه از ۰/۸۵ به ۰/۸۴ کاهش پیدا می‌کند. بین وزن تر اندام هوایی با صفات عملکرد دانه در شرایط نرمال ( $r=0/948^{**}$ )، عملکرد دانه در

اختصاص داد و به همراه ژنوتیپ‌های پاناما و یلووایت در کلاس d قرار گرفتند. وزن خشک اندام هوایی ژنوتیپ اولتان با میانگین ۲۱/۳۶ گرم با بقیه تفاوت معنی‌دار داشت و به همراه ژنوتیپ‌های Is و کرج ۱ در کلاس A قرار گرفتند و ژنوتیپ هندی ۱۴ با میانگین ۱۳/۱۱ گرم پایین‌ترین وزن خشک اندام هوایی را در بین ژنوتیپ‌ها به خود اختصاص دادند و به همراه ژنوتیپ‌های پاناما و یلووایت در کلاس g قرار گرفتند. تعداد کپسول در هر بوته ژنوتیپ ناز چند شاخه با ۹۳/۶۷ عدد با بقیه تفاوت معنی‌دار داشت و در کلاس A قرار گرفت و ژنوتیپ هندی ۱۴ با ۴۴/۵ عدد پایین‌ترین تعداد کپسول در هر بوته را در بین ژنوتیپ‌ها به خود اختصاص داد. تعداد دانه در هر کپسول ژنوتیپ چینی با ۹۶ عدد با بقیه تفاوت معنی‌دار داشت و به همراه ژنوتیپ مغان ۱۷ در کلاس A قرار گرفتند و ژنوتیپ کرج ۱ با میانگین ۷۵/۲۲ عدد پایین‌ترین تعداد دانه در هر کپسول را در بین ژنوتیپ‌ها به خود اختصاص داد. وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های IS، ورامین ۳۷، ناز چند شاخه، کرج ۱ و اولتان به ترتیب با میانگین‌های ۳/۳۷۰۹، ۳/۲۸۲۶، ۳/۴۱۲۳، ۳/۵۳۳۴ و ۳/۴۲۴۲ گرم با بقیه تفاوت معنی‌دار داشتند و در کلاس A قرار گرفتند و ژنوتیپ هندی ۱۴ با میانگین ۲/۰۶۵۱ گرم پایین‌ترین وزن هزار دانه را در بین ژنوتیپ‌ها به خود اختصاص داد. عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کرج ۱ و اولتان به ترتیب با میانگین‌های ۱۰۱۱/۱۴۹ و ۱۰۱۵/۰۹۱ کیلوگرم در هکتار با بقیه تفاوت معنی‌دار داشت و در کلاس A قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های هندی ۱۴ و یلووایت به ترتیب با میانگین‌های ۳۹۸/۵۲ و ۴۹۵/۶۱۳ کیلوگرم در هکتار پایین‌ترین مقدار عملکرد دانه را در بین ژنوتیپ‌ها به خود اختصاص داد. این نتایج با نتایج

تنش ۷۵ درصد ( $r=0/838^{**}$ ) و ۵۰ درصد ( $r=0/910^{**}$ ) و STI ( $r=0/870^{**}$ ) همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد نشان می‌دهد. همچنین میزان شدت این رابطه با افزایش میزان تنش خشکی از ۷۵٪ آبیاری به ۵۰٪ آبیاری با افزایش همراه بوده است. به عبارت بهتر می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش شدیدتر عملکرد مطلوب‌تری از سایرین داشتند، دارای وزن هزار دانه بالاتری نیز نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها می‌باشند، این نتیجه با نتایج سایر محققان از جمله ردی (Reddy, 1994)، مانیوان (Mannivannam, 1993)، صالحی (Salehi, 2010) و نجفی (Najafi, 2011) نیز مطابقت دارد.

مطالعه دقیق‌تر جدول شماره ۹ نشان می‌دهد که ارتفاع بوته با ارتفاع شاخه‌بندی رابطه منفی و معنی دار و با صفات وزن تر اندام هوایی و وزن خشک اندام هوایی رابطه مثبت و معنی دار دارد. نیاکان و قربانی (Niakan and Ghorbanali, 2007) و اش و همکاران (Asch et al, 2005) نیز رابطه منفی تنش خشکی بر اندام‌های هوایی و سیستم ریشه‌ای را گزارش کرده‌اند. رابطه بین ارتفاع شاخه‌بندی با صفات وزن تر اندام هوایی و وزن خشک اندام هوایی منفی و معنی دار می‌باشد. رابطه بین قطر ساقه با صفات وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی و تعداد کپسول در هر بوته مثبت و معنی دار (در سطح احتمال ۱٪) بود. بین وزن تر اندام هوایی با صفات وزن خشک اندام هوایی و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی داری مشاهده گردید و در نهایت ارتباط بین وزن خشک اندام هوایی با وزن هزار دانه مثبت و معنی دار (در سطح احتمال ۱٪) بود.

شرایط تنش ۷۵ درصد ( $r=0/920^{**}$ ) و STI ( $r=0/920^{**}$ ) رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد. به عبارتی با افزایش وزن تر اندام هوایی هم عملکرد دانه در هر دو شرایط و هم میزان شاخص STI افزایش یافته است. در رژیم آبیاری ۵۰٪ بین وزن تر اندام هوایی با صفات عملکرد دانه در شرایط تنش ( $r=0/960^{**}$ ) و STI ( $r=0/950^{**}$ ) رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد. به عبارتی با افزایش وزن تر اندام هوایی عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش افزایش پیدا می‌کند و میزان این افزایش با زیادتر شدن شدت تنش افزایش می‌یابد.

بین وزن خشک اندام هوایی با صفات عملکرد دانه در شرایط نرمال ( $r=0/946^{**}$ )، عملکرد دانه در شرایط تنش ۷۵ درصد ( $r=0/924^{**}$ ) و STI ( $r=0/930^{**}$ ) رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد. به عبارتی با افزایش وزن تر اندام هوایی هم عملکرد دانه در هر دو شرایط و هم میزان شاخص STI افزایش یافته است. در رژیم آبیاری ۵۰٪ بین وزن خشک اندام هوایی با صفات عملکرد دانه در شرایط تنش ( $r=0/963^{**}$ ) و STI ( $r=0/950^{**}$ ) رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد. به عبارتی با افزایش وزن خشک اندام هوایی عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش افزایش پیدا می‌کند و میزان این افزایش با زیادتر شدن شدت تنش افزایش می‌یابد. بررسی رابطه بین تعداد کپسول در بوته با عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش دوگانه رابطه معنی داری بین این صفت با عملکرد دانه و STI مورد مطالعه وجود ندارد. بررسی جدول همبستگی صفات همچنین حاکی از آن است که وزن هزار دانه با صفات عملکرد دانه در شرایط نرمال ( $r=0/876^{**}$ ) و عملکرد دانه در شرایط

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات زراعی مورد مطالعه  
**Table 5- Analysis of variance for studied traits**

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean of Square										
		ارتفاع اولین کیپسول از زمین First capsule height from the ground	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع شاخه دهی Branching height	تعداد شاخه فرعی Number of sub-branches	قطر ساقه Stem diameter	وزن تر اندام‌های هوایی Fresh weight of shoots	وزن خشک اندام‌های هوایی Dry weight of shoots	تعداد کیپسول در بوته Number of capsules per plant	تعداد دانه در کیپسول Seeds per capsule	وزن هزار دانه Seed weight	عملکرد در هکتار Yield per hectare
تکرار Replication	2	25.459	155.891*	8.109	4.103**	0.039**	64.513**	46.129**	156.965	8.361	0.287*	590.62
سطح آبیاری اول Irrigation level (A)	2	998.155**	4998.6**	815.12**	18.02**	0.263**	1424.9**	968.145**	3882.07**	1281.98**	4.611**	339451.6**
خطای آزمایش Error	4	25.814	122.629	5.164	2.344	0.015	10.04	9.581	60.697	26.206	0.085	442.485
ژنوتیپ (B) Genotype	9	58.372**	152.53**	33.581**	1.179	0.02**	104.46**	73.439**	1836.22**	292.72**	2.433*	418884.9**
B × A	18	6.397	30.406	5.368	0.22	0.0032	9.361	6.458	17.792	19.413	0.0134	1429.884
خطای آزمایش Error	54	18.329	54.318	8.610	0.634	0.0036	10.083	4.335	56.443	28.885	0.0699	2468.219
ضریب تغییرات %C.V	-	10.38	7.7	9.88	20.36	18.02	15.62	11.94	9.85	6.13	9.05	14.25

ns, \* and \*\*: no significant, significant at the 5% and 1% levels of probability respectively

ns, \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۶- مقایسه میانگین سطوح آبیاری برای صفات اندازه‌گیری شده به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

Table 6- Mean comparison on irrigation levels for the measured traits using Duncan Method, at 5% probability level

سطوح آبیاری Irrigation Level	صفات Traits										
	ارتفاع اولین کپسول از زمین First capsule height from the ground (cm)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	ارتفاع شاخه دهی Branching height (cm)	تعداد شاخه فرعی Number of sub-branches	قطر ساقه Stem diameter (mm)	وزن تر اندامهای هوایی Fresh weight of shoots (gr)	وزن خشک اندامهای هوایی Dry weight of shoots (gr)	تعداد کپسول در بوته Number of capsules per plant	تعداد دانه در کپسول Seeds per capsule	وزن هزار دانه 1000 seed weight (gr)	عملکرد در هکتار Yield per hectare (Kg/ha)
50%	35.78c	83.3c	24.78c	3.13c	0.5615c	14.22c	12.35c	64.70c	81.21c	2.523c	615.530c
70%	30.66b	93.52b	29.34b	3.9b	0.6641b	18.97b	16.38b	76.46b	87.32b	2.923b	719.019b
100%	37.28a	109.05a	35.18a	3.68a	0.7484a	27.81a	23.56a	87.45a	94.27a	3.308a	828.239a

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند  
Differences between averages of each column which have common characters are not significant at probability level of 5%

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده برای ژنوتیپ‌های کنجد مورد مطالعه به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

Table 7- Mean comparison on the measured traits for sesame genotypes being studied

ژنوتیپ Genotype	صفات Traits									
	ارتفاع اولین کپسول از زمین first capsule height from the ground (cm)	ارتفاع بوته plant height (cm)	تعداد شاخه فرعی number of sub-branches	قطر ساقه Stem diameter (mm)	وزن تر اندامهای هوایی fresh weight of shoots (gr)	وزن خشک اندامهای هوایی dry weight of shoots (gr)	تعداد کپسول در بوته number of capsules per plant	تعداد دانه در کپسول seeds per capsule	وزن هزار دانه 1000 seed weight (gr)	عملکرد در هکتار yield per hectare (kg/ha)
Panama	38.48bcd	93.46b	3.94a	0.6314cd	17.15cd	14.83efg	66.83f	88.57bc	2.679b	584.741e
Hendi 14	41.75abc	90.55b	3.22a	0.5888d	15.10d	13.11g	45.5g	89bc	2.065c	398.52g
Moghan 17	39.01cd	97.13ab	4.11a	0.6769abc	19.13bc	16.57de	91.06ab	94.01ab	2.518b	669.33d
Yellowlight	45.54a	92.72b	3.83a	0.5891d	16.58cd	14.36fg	81.11cd	88.5bc	2.425b	495.61g
IS	41.43abcd	90.68b	3.89a	0.7087ab	22.92a	19.79abc	76.78de	88.44bc	3.270a	951.28b
Varamin 37	39.97bcd	98.37ab	4.06a	0.6483bcd	21.97ab	18.97bc	73.21ef	87.72c	3.283a	665.96b
China	38.78cd	96.61ab	3.39a	0.6451bcd	19.23bc	16.18def	68f	96a	2.573b	619.95de
Naz	38.1d	93.37b	3.94a	0.6926abc	21.82ab	18.17cd	93.67a	75.22d	3.412a	797.78c
Karaj 1	43.71ab	101.45a	4.28a	0.7303a	24.73a	20.96ab	84.5bc	83.94c	3.533a	1011.14a
Oltan	43.64ab	101.85a	4.39a	0.6688abc	24.72a	21.36a	82.39cd	83.56c	3.424a	1015.09a

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند  
Differences between averages of each column which have common characters are not significant at probability level of 5%

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های عملکرد و شاخص‌های تحمل به خشکی در ۱۰ ژنوتیپ کنجد در شرایط تنش خشکی ۷۵٪ آبیاری و ۵۰٪ آبیاری  
**Table 8- Mean comparison on yield and drought tolerance indices in 10 sesame genotypes under drought stress associated with 75% and 50% irrigation levels**

Genotypes ژنوتیپ‌ها	Normal Condition	Stress Condition		STI	
	شرایط نرمال (Kg/ha)	شرایط تنش (Kg/ha)			
		۷۵٪ آبیاری	۵۰٪ آبیاری	۷۵٪ آبیاری	۵۰٪ آبیاری
Panama	674.9d	587.85cd	167.45e	0.58	0.16
Hendi 14	491.7e	415.45e	98.80f	0.3	0.07
Moghan 17	789.8c	739.34bc	176.46bc	0.85	0.20
Yellowight	638.7de	489.77e	121.87e	0.46	0.11
IS	1043.1ab	942.38ab	284.36ab	1.43	0.43
Varamin 37	749.1c	625.85c	198.52c	0.68	0.22
China	729.4cd	561.91d	176.61d	0.6	0.19
Naz	914.7b	785.99b	226.30b	1.05	0.30
Karaj 1	1114.4a	1005.91a	303.13a	1.63	0.49
Oltan	1136.7a	992.74a	298.27a	1.64	0.49

Mean comparison: Duncan 5%

### نتیجه‌گیری:

مرتبط با خشکی سود جست و می‌توان به‌عنوان معیارهای غیرمستقیم جهت انتخاب ژنوتیپ‌هایی که قادر به تحمل خشکی در شرایط مزرعه باشند، استفاده نمود. همچنین بررسی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که غالب ژنوتیپ‌های با منشا ایرانی دارای ویژگی‌های مؤثر و مرتبط با تحمل شرایط کم‌آبی می‌باشند که آن را نیز شاید بتوان به انتخاب‌های طبیعی رخ داده در اقلیم گرم و خشک ایران نسبت داد. همچنین بر اساس نتایج دوساله این آزمایش ژنوتیپ‌های اولتان و کرج ۱ به‌عنوان بهترین کاندیداها برای معرفی به‌عنوان ارقام زراعی در شرایط کم‌آبی در مناطق مشابه مورد آزمایش توصیه می‌شوند و همچنین می‌توانند به‌عنوان منابع ژنتیکی جهت استفاده در برنامه‌های اصلاح نباتات مورد استفاده قرار بگیرند.

### تشکر و قدردانی:

بخشی از نتایج این مقاله از طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و نهال و بذر کرج به شماره ۸۷۱۴۰-۰۳-۰۳-۰۰ حاصل شده است.

مطالعه همزمان جداول ۷، ۸ و ۹ نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های کرج ۱ و اولتان که دارای منشاء ایرانی می‌باشند، از نظر عملکرد دانه در هر سه شرایط و STI در هر دو شرایط و همزمان در اکثر صفات مورفولوژیکی (ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی و وزن هزار دانه) دارای برتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های تحت مطالعات خشکی هستند، همچنین رقم هندی ۱۴ با منشاء هندوستان از نظر قالب صفات مورد بررسی (از جمله: عملکرد دانه) در پایین‌ترین رده قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که بین صفات مورفولوژیکی مورد بررسی (قطر ساقه، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، تعداد کپسول در هر بوته) همبستگی مثبت و معنی‌داری با بهترین شاخص تحمل به تنش خشکی (STI) در میان ژنوتیپ‌های کنجد وجود دارد؛ بنابراین به نظر می‌رسد می‌توان از صفات ذکر شده به‌عنوان مارکرهای مورفولوژیکی برای سلکسیون و غربال ژنوتیپ‌های کنجد در مطالعات





## References:

## فهرست منابع:

- Asch, F., Dingkuhn, M. and Audebert, A.** 2005. Drought-induced changes in rooting patterns and assimilate partitioning between root and shoot in upland rice. *Field Crops Research*, 93, pp: 223-236.
- Behdadi, N. and Rashad, M.** 1998. Study of density effect on yield and yield components in three Sesame cultivars. *Journal of agriculture science and industry*, 12(2):57-63. (In Persian)
- Choukan, R., Taherkhani, T., Ghannadha M.R. and Khodarahmi, M.** 2006. Evaluation of drought tolerance maize lines by drought stress tolerance indices. *Iranian Journal of Agriculture Sciences*, 8(1), pp:2000-2010. (In Persian)
- Farshadfar, A., Zamani, M., Matlabi, M. and Jome, A.I.** 2001. Selection for drought tolerance in pea lines. *Iranian journal of Agriculture sciences*, 32: 65-77. (In Persian)
- Fernandez, G.C.J.** 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo, C.G. (Ed), *Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress*, Publication, Taiwan, 13-18Aug.
- Fischer, R.A. and Maurer, R.** 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. Part 1: grain yield response. *Australian Journal of Agriculture Research*, 29: 897-912.
- Gharib Eshghi, A. and Mansoori, S.** 2006. Response of sesame to water deficit. *The first International conference on The theory and practical in biological water saving*, Beijing, China. PP: 110-111.
- Gharib Eshghi, A.** 2014. Oil Seed Crops Agronomy. Agricultural research and education organization, Press. PP:160-162. (In Persian)
- Gibbs, W.J.** 1975. Drought its definition, delineation and effects in drought. *Special Environmental Report*, 5: 1-39.
- Gupta, B.S. and Chopra, D.P.** 1984. Genetic variability, correlation and path analysis in sesame. *Indian Journal of Agriculture Science*, 54: 1130-1133.
- Haro von Mogel, K.** 2013. Interactions key to beating future droughts. *CSA News*. 584-9 10.2134/csa 2013-58-2-1.
- Hasanzadeh, M., Ebadi, A., Panahian, A. and Gharib Eshghi, A.** 2009. Evaluation of drought stress on relative water content and chlorophyll content Sesame (*Sesamum indicum* L.) Genotypes as early flowering stage. *Research journal of Environmental Sciences*, 3 (3), pp:345-350.
- IPCC.** 2012. Summary for Policymakers, in *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* eds Field C.B. Barros V. Stocker T.F. Qin D. Dokken.
- Jabari, H.** 2008. Evaluation drought tolerance in different varieties by evaluation indices of stress in end of growth season. *E-Journal of Production of Agriculture Plants*, 1(3), pp: 83-89. (In Persian)
- Jacob, H. and Clarke, G.** 2002. Methods of Soil Analysis. *Soil Science American*, Inc, Madison, Wisconsin, USA.
- Javadi, S.S., Valizadeh, M., Imani, A. and GharibEshghi, A.** 2013. Evaluation of relationship between grain yield and yield components in Sesame genotypes. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 2(16):549-552.
- Kargar, S.M.A., Ghannadha, M.R., Bozorgipour, R., Khajeh Ahmad Attari, A.A. and Babaei, H.R.** 2004. Study on indices of drought stress tolerance in some Soya cultivars under limited irrigation condition. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 35(1), P: 129-142.
- Kaya, Y., Plta, C. and Taner, S.** 2002. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of yield performance in bread wheat genotypes across environments. *Turkish Journal of Agriculture*, 26: 257-259.

- Manivannan, N., Alagarsamy, R., Ganesa. J. and Sivasubra- Manian, V.** 1993. Multiple regression analysis in sesame. *Sesame and safflower News Letter*. 8: 58-59.
- Mollasadeghi, V., Valizadeh, M., Shahryari, R. and Imani, A.A.** 2001. Evaluation of end drought tolerance of 12 wheat genotypes by stress indices. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 7(2), pp: 241-247.
- Mollasadeghi, V., Gharib Eshghi, A., Shahryari, R. and Serajamani, R.** 2013. Study on morphological traits of bread wheat genotypes and their relation with grain yield, under the condition of drought stress after anthesis and normal irrigation. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 2013-2-S/1284-1291.
- Naderi, A., Majidi-Hevan, E., Hashemi-Dezfoli, A. and Nourmohammadi, G.** 2000. Efficiency analysis of indices for tolerance to environmental stresses in field crops and introduction of a new index. *Plant and Seed Journal*, 15(4), pp: 390-402. (In Persian)
- Naemi, M., Akbari, Gh.A., Shirani Rad, A.H., Sanavi, S.A.M.M., Sadat Noori, S.A. and Najafi, H. and Safari, M.** 2011. Study of drought stress on yield, yield component and oil of Sesame cultivars. *11Th national seminar of irrigation and evaporation reduction*, PP: 35-36. (In Persian)
- Niakan, M. and Ghorbanali, M.L.** 2007. Effect of drought stress on growth indices, photosynthetic factors, protein content and ionic content of above-ground and under-ground organs of two Soya cultivars. *Plants Journal*, 8(1), pp: 17-32. (In Persian)
- Reddy, O.U.K. and Doraiaj, M.S.** 1994. Path coefficient analysis in Sesamum. *Madras Agriculture of Journal*, 81: 446-447.
- Richard, G.A., Pereira, L., Raes, D. and Smith, M.** 1998. Crop evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements. FAO, Rome.
- Richards, R.A.** 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Regulation*, 20: 157-166.
- Roebbelen, G., Downey, R.K. and Ashri, A.** 1989. Oil Crops of the world. Mc Graw-Hill Pub. New York.
- Rosielle, A.A. and Hamblin, J.** 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Science Journal*, 21: 493.
- Salehi, M. and Saedii, C.** 2010. Multivariate analysis of yield and yield components in four Sesame cultivars. *3Th International congress of oilseed*, PP: 85-86. (In Persian)
- Schaap, M.G., Leij, F.J. and Van Genuchten, M.T.H.** 2001. ROSETTA: a computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions. *Journal of Hydrology*, 251: 163-176
- Shahryari, R., Gharib Eshghi, A., Mollasadeghi, V. and Serajamani, R.** 2013. Separating correlation coefficients into direct and indirect effects of important morphological traits on grain yield in 28 bread wheat genotypes under terminal drought stress. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 24(2), pp: 1210-1216.
- Shiri, M., Valizadeh, M., Majidi, E., Sanjari, A. and Gharib Eshghi, A.** 2010. Evaluation of wheat tolerant indices to moisture stress condition Electronic. *Journal on Crop Production*, 3(3), pp: 143-161. (In Persian)
- Shiri, M., Valizadeh, M., Majidi, E., Sanjari, A. and Gharib Eshghi, A.** 2010. Evaluation of wheat tolerant indices to moisture stress using biplot method. *First conference on environmental stress in Agrisciences*, Birjand university. Iran. PP: 1-4 (In Persian)
- Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K. and Mohammadi, V.** 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditioning. *Field Crop Research*, 98: 222-229. (In Persian)

**Zarei, L., Farshadfar, E., Haghparast, R., Rajabi R. and Badieh, M.M.S.** 2007. Evaluation of some indirect traits and indices to identify drought tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) *Asian Journal of Plant Science*, 6: 1204-1210. (In Persian)

## Study of genetic variation in sesame genotypes by using both drought stress indices and morphologic traits for screening in drought stress conditions

Amir Gharibeshghi<sup>1\*</sup>, Javad Mozafari<sup>2</sup>

1- Seed and Plant Improvement Institute, Karaj

2- Research Institute of Genetic and Genetic Resources, Azerbaijan National Academy of Science, Baku

Received: 2015/04/09

Accepted: 2015/12/11

### Abstract

Drought stress is one of the important abiotic stresses in plants and leads to major damage in grain yield as well as plant growing, plant structure, and plant metabolism. Sesame is one of important oilseed plants in warm and semi warm region of Iran and regularly faces with drought stress in planting season. In order to investigate genetic variations of sesame lines for their response against water limitation and role of morphologic traits in such condition as screening markers, this two year experiment was conducted during 2007-2008 in Moghan region of North West of Iran. During the first year, quantitative drought tolerance indices were measured with respect to yield values under normal and drought stress conditions. Indices such as SSI, STI, TOL, and MP were evaluated for 22 genotypes originated from different regions in the world and finally first year results showed that STI and MP were designated as the most efficient indices for drought tolerance evaluation of genotypes. In the second year according to STI, 10 genotypes selected, 5 of which had highest, 3 had medium and 2 had lowest STI values, which were used to assess morphological traits with a Split Plot in the form of Complete Randomized Blocks (CRB) design with three replications. Results indicated that irrigation levels as well as the genotypes differed significantly for all studied traits in both normal and two stress conditions. Likewise, there was a positive significant relation between morphologic traits and grain yield. Also results showed that correlations between STI and morphological traits was positive. In other words results revealed that studied traits react to stress condition therefore these traits could be useful and effective for screening sesame tolerant genotypes. Interestingly, the superior genotypes in this study were all of Iranian origin (Karaj-1 and Oltan) which are recommended as the best genotypes for regions suffering from water limitation as germplasm for breeding program.

**Key words:** Correlation, Drought stress indices, Morphologic traits, Sesame

