

واکنش برخی ژنوتیپ‌های آفتابگردان به تنش خشکی با استفاده از شاخص‌های  
مختلف تنش خشکی  
Responses of some Sunflower Genotypes to Drought Stress Using Different  
Stress Tolerance Indices

عباس رضایی زاد

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۱۳۸۴/۸/۱۴

چکیده

رضایی زاد، ع. ۱۳۸۶. واکنش برخی ژنوتیپ‌های آفتابگردان به تنش خشکی با استفاده از شاخص‌های مختلف تنش خشکی. نهال و بذر ۲۳: ۴۳-۵۸

به منظور یافتن ارقام متحمل به خشکی، انتخاب ارقام دارای عملکرد بالا و همچنین یافتن شاخص‌های مناسب جهت ارزیابی تحمل به خشکی در آفتابگردان، آزمایشی با شش ژنوتیپ (آذرگل، آلتار، هیبرید مهر، رکورد، CMS 60/52\*R82 و CMS 19\*R256) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار از سال ۱۳۸۱ به مدت دو سال در ایستگاه اسلام‌آباد غرب اجرا شد. ژنوتیپ‌ها در قالب دو طرح جداگانه و مجاور هم کاشته شدند. در یکی از قطعات آبیاری معمول و در قطعه دیگر آبیاری در مراحل کاشت، غنچه‌دهی و گلدهی انجام شد. نتایج نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش شدید شاخص سطح برگ، عملکرد دانه، عملکرد روغن، قطر ساقه، ارتفاع بوته و قطر طبق می‌شود. در شرایط آبیاری کامل رقم‌های مهر و رکورد به ترتیب با ۳۹۰۸ و ۳۹۰۱ کیلوگرم و در شرایط تنش رقم‌های آذرگل و رکورد به ترتیب با ۲۸۵۰ و ۲۶۳۴ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بودند. در این بررسی شاخص‌های STI و GMP بهترین شاخص‌ها برای ارزیابی تحمل به تنش خشکی ژنوتیپ‌ها در آفتابگردان تشخیص داده شدند.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، ژنوتیپ‌ها، تنش خشکی، شاخص‌های تحمل به تنش خشکی.

مقدمه

تولید دانه‌های روغنی و از جمله آفتابگردان که در طرح خود کفایی دانه‌های روغنی بعد از کلزا اهمیت خاصی دارد مورد توجه است. خشکسالی و تنش حاصل از آن یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات

روغن خوراکی یکی از محصولات غذایی عمده کشور است که همواره تأمین نیاز داخلی آن با صرف هزینه‌های هنگفت و واردات از خارج انجام می‌شود، لذا سرمایه‌گذاری برای

(Fisher and Maurer, 1978) شاخص SSI و فرناندز (Fernandez, 1992) شاخص STI را برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی معرفی کردند. ژنوتیپ‌ها براساس عملکردشان در شرایط تنش و غیرتنش به چهار گروه دسته‌بندی می‌شوند: گروه A که در هر دو محیط تنش‌دار و بدون تنش عملکرد بالاتری دارند، گروه B که تنها در شرایط بدون تنش عملکرد بالا دارند، گروه C که در شرایط تنش عملکرد بالاتری دارند و گروه D که در هر دو شرایط تنش و غیرتنش وضعیت نامطلوبی دارند. بهترین شاخص آن است که بتواند گروه A را از سه گروه دیگر متمایز کند. به نظر می‌رسد که شاخص‌های MP، TOL و SSI برای این منظور مناسب نیستند (Fernandez, 1992). فرناندز (Fernandez, 1992) طی آزمایشی نشان داد که شاخص STI برای انتخاب ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش بهتر از سایر شاخص‌ها است. فریزر و همکاران (Feres *et al.*, 1983) معتقدند که بررسی واکنش ارقام نسبت به خشکی اگر تنها بر مبنای حساسیت عملکرد آن‌ها نسبت به خشکی باشد مفیدتر است. فیشر و ماورر (Fisher and Maurer, 1978) دو مرحله در تهیه ارقام متحمل به خشکی را مطرح کردند، ابتدا ارقام بر اساس عملکرد دانه در شرایط تنش آبی به گونه‌ای شدید و سریع غربال می‌شوند و سپس نمونه‌های باقی مانده بر اساس صفات مرفولوژیک مهم و مرتبط با عملکرد و مؤثر در

کشاورزی را با محدودیت روبرو می‌سازد و بازده استفاده از مناطق خشک و دیم را کاهش می‌دهد (مظفری و همکاران، ۱۳۷۵). در زمینه تنش‌های خشکی آزمایش‌های زیادی در دنیا انجام شده است ولیکن در اکثر موارد رابطه صفات گیاه با عملکرد دانه واضح نبوده و اثر متقابل شدید محیط و ژنوتیپ در چنین شرایطی به بی‌اعتباری نتایج این گونه آزمایش‌ها بیش از پیش افزوده است. اثر متقابل ژنوتیپ و محیط که عمدتاً ناشی از شرایط سخت محیطی است، انتخاب ارقام مقاوم به خشکی را مشکل می‌کند (اهدائی، ۱۳۷۲؛ مظفری و همکاران، ۱۳۷۵). انگادی و هنتز (Angadi and Hents, 2002) روابط آبی را در ارقام پابلند و پا کوتاه آفتابگردان مورد بررسی قرار داده و اظهار داشتند که در شرایط آب کافی یک هیبرید پابلند علی‌رغم پتانسیل آب برگ کمتر همواره دارای بیشترین عملکرد است و ارقام پاکوتاه متحمل به خشکی برای تولید در شرایط کم آبیاری دارای اهمیت هستند. رازی و اسد (Razi and Assad, 1999) گزارش دادند که در اثر تنش خشکی عملکرد و اجزا آن به طور معنی‌دار کاهش می‌یابد اما میزان روغن دانه تحت تأثیر تنش قرار نمی‌گیرد. به منظور انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی شاخص‌های مختلفی بر اساس عملکرد در شرایط تنش و غیرتنش معرفی شده است. روسیلی و هامبلین (Rosille and Hamblin, 1981) شاخص‌های TOL و MP، فیشر و ماورر

## مواد و روش ها

این بررسی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار از سال ۱۳۸۱ به مدت دو سال در ایستگاه تحقیقاتی اسلام آباد غرب در خاکی با بافت Silty-clay به مرحله اجرا در آمد. در سال اول هشت ژنوتیپ آفتابگردان شامل ارقام آرماویرسکی، آذرگل، آلستار، مهر، رکورد و هیبریدهای CMS19\*R256، CMS60/52\*R256 و CMS60/52\*R82 ارزیابی شدند اما در سال دوم آزمایش به دلیل فراهم نبودن بذر رقم آرماویرسکی و هیبرید CMS60/52\*R256 آزمایش با شش ژنوتیپ انجام شد. در هر سال عملیات آماده سازی زمین شامل شخم پاییزه، دیسک بهاره، تسطیح زمین، تهیه جوی و پشته و کوددهی براساس آزمون خاک انجام شد. در این آزمایش تیمارها در دو قطعه جداگانه و مجاور هم کاشته شدند. پس از کاشت هر دو قطعه به طور یکنواخت آبیاری شدند تا سطح سبز یکنواخت حاصل شود. پس از سبز یکنواخت در قطعه با تنش، آبیاری فقط در مراحل غنچه دهی و گلدهی انجام شد ولی در قطعه دیگر آبیاری به صورت معمول و بر اساس عرف منطقه هر ده روز یک بار انجام شد و در طول دوره آزمایش بارندگی وجود نداشت. با توجه به این که ژنوتیپ های آزمایش از نظر مراحل نموی با یکدیگر متفاوت بودند، آبیاری بر اساس مراحل نموی آنها انجام شد. کاشت به صورت جوی و پشته و هر کرت مشتمل بر سه خط به طول ۵/۵ متر با فواصل

تحميل به خشکی غربال می شوند. بالدینی و همکاران (Baldini et al., 1991) متوجه عدم رابطه بین شاخص حساسیت به تنش و عملکرد دانه شدند و این عدم رابطه به این معنی است که امکان پیشرفت در تهیه ژنوتیپ های مقاوم به خشکی در آفتابگردان وجود دارد. سنجری (۱۳۷۷) در ارزیابی منابع متحمل به خشکی در گندم، شاخص STI را برای انتخاب ژنوتیپ های گندم با عملکرد بالا و متحمل به خشکی مناسب تر دانست. سمیع زاده (۱۳۷۵) در آزمایشی با ارقام نخود سفید نتیجه گیری کرد که شاخص های GMP و STI برای برآورد پایداری عملکرد و دستیابی به ارقام با عملکرد بالا مناسب تر است. مظفری و همکاران (۱۳۷۵) نیز شاخص های GMP و STI را به عنوان شاخص های مناسبی جهت ارزیابی ژنوتیپ های متحمل به خشکی آفتابگردان تشخیص دادند.

با توجه به متغیر بودن بارندگی در سال ها و مناطق مختلف کشور و این موضوع که تقریباً دو سوم زمین های زیر کشت ایران در حوزه مناطق نیمه خشک یا دیم قرار دارد لذا انتخاب گیاهان متحمل به خشکی از جمله آفتابگردان اهمیت خاصی دارد. در تحقیق حاضر سعی شده است اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای آن در آفتابگردان بررسی شود و همچنین شاخص های مناسب برای گزینش ارقام آفتابگردان با عملکرد بالا و متحمل به خشکی معرفی شوند.

۱- تحمل تنش  $TOL = Y_p - Y_s$  که در آن  $Y_p$  عملکرد ژنوتیپ در شرایط عادی و  $Y_s$  عملکرد ژنوتیپ در شرایط تنش است.

$$2- \text{ میانگین حسابی } MP = (Y_p + Y_s) / 2$$

$$3- \text{ میانگین هندسی } GMP = \sqrt{Y_p * Y_s}$$

$$4- \text{ شاخص تحمل تنش } STI = (Y_p * Y_s) / \bar{Y}_p^2$$

۵- شاخص حساسیت به تنش  $SSI = 1 - (Y_s / Y_p) / D$  که در آن  $D$  (شدت تنش) از رابطه  $D = 1 - (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p)$  محاسبه می شود و  $\bar{Y}_p$  و  $\bar{Y}_s$  میانگین عملکرد همه ژنوتیپها به ترتیب در شرایط آبیاری و تنش است (Fernandez, 1992). پس از محاسبه شاخصهای تحمل به خشکی مناسبترین شاخصها جهت انتخاب ژنوتیپهای متحمل به خشکی و دارای پتانسیل عملکرد بالاتر بر اساس عملکرد ژنوتیپها در هر دو شرایط تنش و غیرتنش مشخص شد. در پایان سال دوم تجزیه واریانس مرکب انجام شد و سپس میانگین دادهها برای متغیرهای اندازه گیری شده به روش آزمون چنددامنه ای دانکن مقایسه شدند.

### نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب دادهها نشان داد که ژنوتیپها در شرایط آبیاری معمولی برای صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، طول مدت گلدهی و درصد روغن دانه و در شرایط تنش خشکی برای صفات تعداد روز

خطوط ۶۰ سانتی متر و فاصله بوته در روی خط ۲۵ سانتی متر بود. در طی آزمایش عملیات معمول زراعی شامل تنک کردن، وجین و سلهها و مبارزه با آفات انجام شد. در این آزمایش از خصوصیات مهم زراعی شامل عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد روز تا گلدهی، طول مدت گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته و قطر طبق بر اساس دستورالعمل اشنایتر و میلر (A. A. Schneiter and J. F. Miller) یادداشت برداری شد. شاخص سطح برگ با استفاده از روش راوسون و ترنر (Rowson and Turner, 1982) اندازه گیری شد به طوری که ابتدا تعداد برگ در بوته شمارش و سپس در سه برگ ابتدا، وسط و انتهای بوته طول و عرض پهنک محاسبه شد. مساحت هر برگ با فرمول طول × عرض ×  $A =$  مساحت محاسبه شد. در این فرمول  $A = 0.77$  به عنوان بهترین ضریب خطی محاسبه شده بین مساحت واقعی برگ با استفاده پلانیمتر و طول و عرض برگ است. پس از محاسبه متوسط مساحت برگ، مساحت برگ در بوته محاسبه شده و برای تبدیل واحدهای اندازه گیری شده به مترمربع از تقسیم دادهها به مساحت زیرکشت پنج بوته یعنی  $1/2$  استفاده شد. برداشت از خط وسط هر کرت با حذف یک بوته از ابتدا و انتهای هر کرت انجام شد. برای ارزیابی ژنوتیپها از نظر تحمل به خشکی شاخصهای ذیل مورد بررسی قرار گرفت:

عملکرد دانه است لذا در شرایط تنش خشکی آذرگل با عملکرد روغن ۱۳۳۷ کیلوگرم در هکتار و در شرایط آبیاری معمولی رکورد با ۲۰۲۲ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین میزان روغن دانه در هکتار بودند.

#### اثر تنش خشکی بر صفات مهم زراعی

در اثر تنش خشکی صفات شاخص سطح برگ، عملکرد دانه و روغن، ارتفاع بوته و قطر ساقه به شدت تحت تأثیر قرار گرفتند. صفات قطر طبق، وزن هزار دانه، درصد روغن دانه و تعداد روز تا رسیدگی نیز تحت تأثیر تنش قرار گرفته و تا اندازه‌ای کاهش یافتند. در بین صفات مذکور صفت شاخص سطح برگ بیشترین کاهش را در اثر تنش خشکی متحمل شد. با توجه به این که تعداد برگ در بوته در اثر تنش خشکی کاهش نیافته بود شاخص سطح برگ ناشی از کاهش مساحت تک برگ‌ها است. با توجه به ثبات و پایداری نسبی تعداد برگ‌ها می‌توان گزینش در جهت شاخص سطح برگ بیشتر را با انتخاب ژنوتیپ‌هایی با تعداد برگ بیشتر انجام داد. در این ارتباط مظفری و همکاران (۱۳۷۵) و فریزر و همکاران (Feres et al., 1983) نیز گزارش دادند که آسیب ناشی از تنش خشکی عمدتاً بر مساحت برگ‌ها وارد شده و تعداد برگ صدمه خیلی کمتری دیده است. بعد از شاخص سطح برگ، عملکرد دانه صفتی بود که از تنش خشکی به شدت تأثیر گرفت و کاهش یافت. در بین ژنوتیپ‌های ارزیابی شده

تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، قطر طبق، تعداد برگ در بوته، شاخص سطح برگ، وزن هزار دانه، طول مدت گلدهی و عملکرد دانه دارای اختلاف معنی‌دار بودند (جدول‌های ۱ و ۲). صفات شاخص سطح برگ، عملکرد دانه، قطر طبق و وزن هزار دانه در شرایط تنش دارای اختلاف معنی‌دار ولی در شرایط آبیاری معمولی فاقد اختلاف معنی‌دار بودند. صفات مذکور صفاتی بودند که در اثر تنش بیشترین آسیب را متحمل شدند. اثر متقابل سال و ژنوتیپ در شرایط آبیاری معمولی برای صفات تعداد روز تا رسیدگی، وزن هزار دانه و طول مدت گلدهی و در شرایط تنش خشکی برای صفات طول مدت گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی و گلدهی و درصد روغن دانه معنی‌دار بود.

در بین ژنوتیپ‌ها برای اکثر صفات در هر دو شرایط تنش و غیر تنش تنوع زیادی مشاهده شد. در شرایط آبیاری معمولی ژنوتیپ‌های مهر و رکورد به ترتیب با ۳۹۰۸ و ۳۹۰۱ کیلوگرم در هکتار (جدول ۳) و در شرایط تنش خشکی آذرگل و رکورد به ترتیب با ۲۸۵۰ و ۲۶۳۴ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بودند (جدول ۴). از نظر صفت درصد روغن دانه نیز در شرایط تنش خشکی مهر و آذرگل به ترتیب با ۴۶/۹ و ۴۶/۸ درصد (جدول ۴) و در شرایط آبیاری معمولی رکورد و مهر به ترتیب با ۵۱/۷ و ۵۰/۵ درصد دارای بیشترین میزان روغن دانه بودند (جدول ۳). از آن جایی که میزان روغن دانه در هکتار به مقدار زیادی تابع

مواد بیشتری به دانه، که می‌تواند با تولید ماده خشک بیشتر در مرحله رسیدن و ارتفاع بوته و رشد بیشتر طبق مشخص شود، از خصوصیات تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های آفتابگردان است. در اثر تنش خشکی طول دوره رشد رویشی به مقدار کمی کاهش یافت اما طول مدت گلدهی تغییری نیافت در حالی که قبلاً مظفری و همکاران (۱۳۷۵) گزارش داده بودند که در اثر تنش خشکی طول مدت گلدهی به شدت طولانی می‌شود. درصد روغن دانه در اثر تنش خشکی دچار کاهش ۵ درصدی شد. رازی و اسد (Razi and Assad, 1999) در این مورد گزارش دادند که در اثر تنش خشکی درصد روغن دانه به طور معنی‌داری کاهش نیافت و مظفری و همکاران (۱۳۷۵) نیز گزارش دادند که در اثر تنش خشکی درصد روغن دانه تغییر چندانی نکرد.

#### ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی

شاخص‌های تحمل به خشکی بر اساس عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در دو شرایط تنش خشکی و آبیاری معمولی محاسبه و در جدول ۵ درج شده است.

نتایج همبستگی فنوتیپی بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده و عملکرد در شرایط تنش و نرمال (جدول ۶) نشان داد که شاخص‌های MP، STI و GMP به ترتیب دارای بیشترین همبستگی مثبت با عملکرد در شرایط نرمال هستند. همبستگی شاخص‌های SSI و TOL با عملکرد در شرایط نرمال کم بود در حالی که

هیبرید ایرانی آذرگل دارای کمترین درصد تغییرات عملکرد دانه در اثر تنش خشکی بود. عملکرد دانه آذرگل دچار کاهش ۲۰ درصدی شد در حالی که هیبرید خارجی آلستار در اثر تنش خشکی کاهش ۴۵ درصدی داشت. لویت (Levit, 1980) و عرشی (۱۳۷۳) سیستم ریشه عمیق و فعال را یکی از خصوصیات مهم ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی معرفی کردند. رقم آزاد گرده‌افشان رکورد یک هیبرید پابلند و هیبرید آذرگل یک هیبرید نیمه پابلند هستند که کمتر تحت تأثیر تنش قرار گرفتند در حالی که هیبرید خارجی آلستار که یک هیبرید پاکوتاه و زودرس است در اثر تنش شدیداً تحت تأثیر قرار گرفت. در این رابطه انگادی و هنتز (Angadi and Hentz, 2002) گزارش دادند که هیبریدهای پاکوتاه در اثر تنش خشکی متحمل خسارت کمتری می‌شوند اما غالب گزارش‌ها بیانگر این مطلب است که ارقام پاکوتاه برای محیط‌های فاقد شرایط محدود کننده مناسب هستند و هیبریدهای پابلند به دلیل پایداری عملکرد بیشتر برای محیط‌های فاقد شرایط مطلوب مناسب هستند (Blum *et al.*, 1988). از طرفی نتایج نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های آذرگل و رکورد قطر ساقه بیشتری دارند در حالی که هیبرید خارجی آلستار در بین ژنوتیپ‌های ارزیابی شده دارای کمترین قطر ساقه بود. در این رابطه (Baron, 1991) گزارش داد که قطر ساقه ضخیم در زمان گرده‌افشانی و توانایی انتقال

ترتیب دارای بیشترین همبستگی مثبت با عملکرد در شرایط تنش بودند ضمن این که این دو شاخص دارای بیشترین همبستگی مثبت با هم بودند. برای این که روابط بین ژنوتیپ ها و شاخص های تحمل به خشکی در یک شکل واحد (شکل ۱) ارائه شود، ابتدا بر اساس داده های جدول ۵ تجزیه به مولفه های اصلی

این دو شاخص دارای همبستگی بالا و منفی با عملکرد در شرایط تنش بودند. علی رغم همبستگی پایین شاخص های SSI و TOL با عملکرد در شرایط نرمال، این شاخص ها نقش اساسی در گزینش ژنوتیپ های متحمل به تنش دارند و مهم ترین شاخص ها در مؤلفه حساسیت به تنش هستند. شاخص های GMP و STI به

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین عملکرد در شرایط تنش، عملکرد در شرایط آبیاری معمولی و شاخص های تحمل به خشکی

Table 6. Coefficient of correlation between grain yield under normal irrigation, grain yield under drought stress and indices of drought stress tolerance

	Y <sub>P</sub>	Y <sub>S</sub>	TOL	STI	SSI	MP
Y <sub>S</sub>	0.713					
TOL	-0.078	-0.755				
STI	0.868*	0.967**	-0.562			
SSI	-0.311	-0.882*	0.964*	-0.736		
MP	0.89**	0.954*	-0.523	0.999**	-0.706	
GMP	0.862*	0.97**	-0.573	1.000**	-0.746	0.998*

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

\* and \*\*: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

جدول ۷- مقادیر ویژه و بردارهای ویژه حاصل از تجزیه به مولفه های اصلی برای شاخص های تحمل به خشکی

Table 7. Eigen value and vectors of principal components analysis for indices of drought stress tolerance

مؤلفه	مقادیر ویژه	سهم تجمعی	Y <sub>p</sub>	Y <sub>s</sub>	TOL	STI	SSI	MP	GMP	
Component	Eigen values	Cumulative proportion								
First	اول	5.70	81.10	0.999	0.746	-0.126	0.891	-0.353	0.911	0.885
Second	دوم	1.31	99.85		0.666	-0.990	0.453	-0.933	0.412	0.885

دارای ضرایب مثبت و بالا برای شاخص های Y<sub>P</sub>، STI، GMP و Y<sub>S</sub> و دارای ضرایب منفی برای شاخص های SSI و TOL است. بنابراین

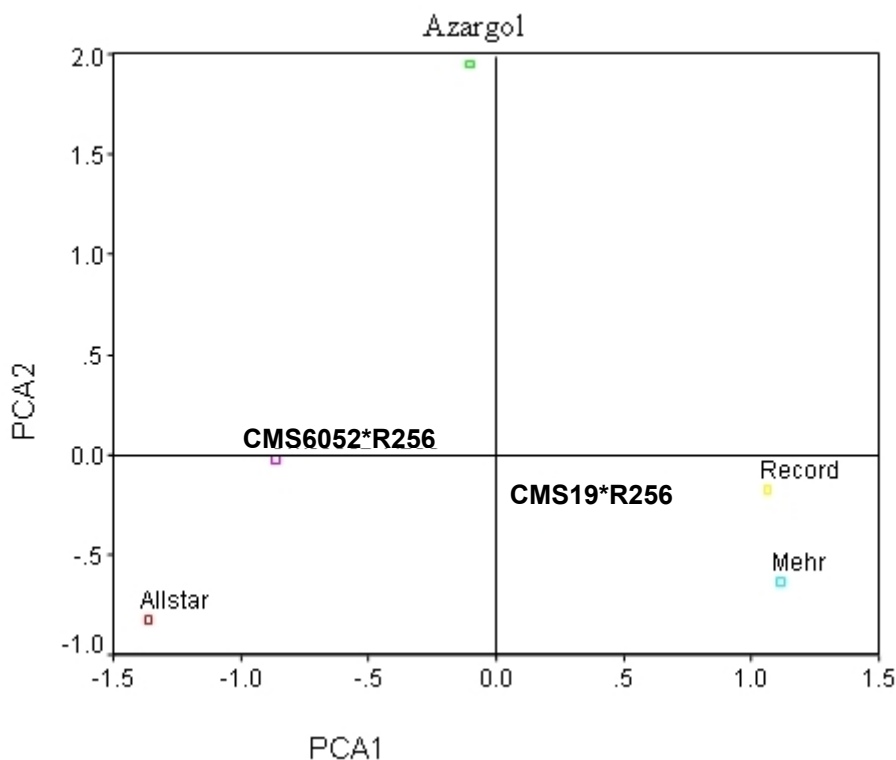
انجام شد. نتایج این تجزیه (جدول ۷) نشان داد که بیشترین تغییرات بین داده ها توسط دو مولفه اول بیان می شود (۹۹/۸۵ درصد). مؤلفه اول

می‌رسد که شاخص‌های STI و GMP شاخص‌های مناسبی برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و دارای پتانسیل عملکرد بالاتر در شرایط غیرتنش هستند. شاخص SSI نیز در تشخیص ژنوتیپ‌های با حساسیت کمتر به تنش خشکی مناسب است. نتایج غالب تحقیقات در آفتابگردان و سایر محصولات زراعی بیانگر این مطلب است که شاخص‌های STI و GMP مناسب‌ترین شاخص‌ها برای ارزیابی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی است (مظفری و همکاران، ۱۳۷۵؛ نورمند مؤید و همکاران، ۱۳۸۰؛ سمیع‌زاده، ۱۳۷۵؛ زینالو و همکاران، ۱۳۸۱؛ قمبرپوری، ۱۳۸۱؛ Fernandez, 1992). شاخص MP میانگین حسابی عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و غیرتنش است. این شاخص تحت تأثیر مقادیر بالای عملکرد دانه در شرایط غیرتنش قرار می‌گیرد و در تشخیص گروه A از B ناتوان است. در تأیید این مطلب نتایج آزمایش نشان می‌دهد که براساس شاخص MP ژنوتیپ‌های رکورد و مهر که عملکرد پتانسیل بالاتری در شرایط غیرتنش دارند، به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی شناخته شدند در حالی که در شرایط تنش هیبرید آذرگل دارای بیشترین عملکرد دانه بود. شاخص TOL در تشخیص گروه A از گروه C ناتوان است و بیشتر تحت تأثیر عملکردهای بالا در شرایط تنش قرار می‌گیرد. بر اساس شاخص TOL هیبرید آذرگل متحمل‌ترین ژنوتیپ به تنش خشکی شناخته شد که بدین لحاظ با سایر

اگر مؤلفه اول افزایش یابد ارقامی انتخاب می‌شوند که دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط و مقادیر بالای شاخص‌های STI و GMP باشند. از طرفی مؤلفه دوم دارای مقادیر مثبت برای شاخص‌های STI، GMP و  $Y_s$  و دارای ضرایب بالای منفی برای شاخص‌های SSI و TOL است. بنابراین می‌توان مؤلفه اول را مؤلفه عملکردهای پتانسیل و مؤلفه دوم را مؤلفه حساسیت به تنش نامید. در مؤلفه دوم و با افزایش این مؤلفه ژنوتیپ‌هایی انتخاب می‌شوند که همانند آذرگل دارای حساسیت به تنش کمتری هستند (شکل ۱). در شکل ۱ ملاحظه می‌شود که ژنوتیپ‌های رکورد و مهر و هیبرید CMS19\*R256 در منطقه A، آذرگل در منطقه C و آلستار و هیبرید CMS6052\*R256 در منطقه D قرار گرفته‌اند. اما آذرگل و هیبرید CMS6052\*R256 این قابلیت را دارند که به ترتیب به گروه‌های B و C وارد شوند. ملاحظه می‌شود که هیبرید آلستار که یک هیبرید خارجی است به شرایط تنش بسیار حساس است. نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که براساس شاخص MP ژنوتیپ رکورد، براساس شاخص‌های TOL و SSI ژنوتیپ آذرگل و بر اساس شاخص‌های STI و GMP ژنوتیپ‌های رکورد و آذرگل متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی شناخته شدند. با توجه به نتایج و عملکرد ژنوتیپ‌ها و همچنین نتایج ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد در هر دو شرایط تنش و غیرتنش به نظر







شکل ۱- نمودار بای پلات عملکرد ژنوتیپ‌های آفتابگردان در هفت شاخص تحمل به خشکی بر اساس مؤلفه‌های اصلی اول و دوم

Fig. 1. The biplot display of sunflower yield genotypes in seven drought tolerance indices based on the first and second main components

بالا و در شرایط غیر تنش دارای عملکرد پایین یا متوسط هستند. با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که ژنوتیپ‌های رکورد و آذرگل نسبت به بقیه مواد آزمایشی دارای تحمل به تنش بیشتری هستند و پتانسیل عملکرد مناسبی نیز در شرایط غیرتنش دارند. هیبرید ایرانی آذرگل در این آزمایش همانند اکثر آزمایش‌ها قابلیت‌های مثبت خود را بروز داد و نشان داد که شایسته توجه بیشتری است.

ژنوتیپ‌های ارزیابی شده دارای تفاوت زیادی بود در حالی که به لحاظ تحمل به خشکی تفاوت چندانی بین آذرگل و رکورد وجود نداشت. شاخص SSI نیز همانند شاخص TOL عمل می‌کند و ضعف آن شناسایی گروه A از گروه C است. معمولاً این دو شاخص دارای همبستگی مثبت و بالایی با هم هستند (Fernandez, 1992). انتخاب ژنوتیپ‌ها براساس TOL و SSI بیشتر در ژنوتیپ‌هایی مطلوب است که در شرایط تنش دارای عملکرد

## References

## منابع مورد استفاده

- اهدایی، ب. ۱۳۷۲. انتخاب برای مقاومت به خشکی. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. دانشگاه تهران. دانشکده کشاورزی.
- ایزائلو، ع.، زینالی، ح.، حسین زاده، ع.، و مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۱. تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در ارقام تجارتي سویا. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. صفحه ۵۵۳-۵۵۴.
- سمیع زاده، ح. ۱۳۷۵. بررسی تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی صفات کمی و همبستگی آنها با عملکرد نخود سفید. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی کرج.
- سنجری، ا. ق. ۱۳۷۷. ارزیابی منابع متحمل به تنش و پایداری عملکرد ارقام و لاین های گندم در منطقه نیمه خشک کشور. چکیده مقالات پنجمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج. صفحه ۲۴۳.
- عرشی، ی. ۱۳۷۳. علوم و تکنولوژی آفتابگردان. انتشارات اداره کل پنبه و دانه های روغنی. ۲۵ صفحه.
- قنبرپوری، م. ع.، و سیادت، ح. ۱۳۸۱. بررسی روابط آبی نژادهای مختلف گندم برای مقاومت به خشکی. چکیده مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. صفحه ۵۹۱.
- مظفری، ک.، عرشی، ی.، و زینالی، ح. ۱۳۷۵. بررسی اثر تنش خشکی در برخی از صفات مرفولوژیک و اجزای عملکرد آفتابگردان. نهال و بذر ۱۲(۳): ۲۴-۳۳.
- نورمندمؤید، ف.، رستمی، م. ع.، و قنادها، م. ر. ۱۳۸۰. ارزیابی شاخص های مقاومت به خشکی در گندم نان. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۲: ۷۸۵-۷۹۴.

**Angadi, S. V., and Hentz, M. H. 2002.** Water relations of standard height and dwarf sunflower cultivars. *Crop Science*. 42: 152-159.

**Baldini, M., Cecconi, F., Vanzozi, G. P., and Benvenuti, A. 1991.** Effect of drought on yield reduction in different sunflower hybrids. *Helia* 14: 71-76.

**Barron, J. 1991.** A factor analysis of plant variables related to yield in sunflower under water stress conditions. *Helia* 14: 55-64.

**Blum, A., Mayer, T., and Golan, G. 1988.** The effect of grain number per ear (sink size) on source activity and its water relations in wheat. *Journal of Experimental Botany* 39: 106-114.

- Fereres, E., Gimenez, C., Brengena, J., Fernandez, J., and Dominguez, J. 1983.** Genetic variability of sunflower cultivars in response to drought. *Helia* 6: 17-21.
- Fernandez, G. C. J. 1992.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp. 257-270. In: Kuo, C. G. (ed.). Proceedings of the Symposium, Taiwan, 13-16 Aug. 1992. AVRDC.
- Fisher, F. A., and Maurer. R. 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivars., I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research* 29: 897-917.
- Levit, J. 1980.** Response of Plant to Environmental Stress. Academic Press, New York.
- Razi, H., and Assad, M. T. 1999.** Comparison of selection criteria in normal and limited irrigation in sunflower. *Euphytica* 105: 83-90.
- Rosielle, A. A., and Hamblin, J. 1981.** Teoritical aspect of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science* 21: 943-945.
- Rowson, H. M., and Turner, N. C. 1982.** Recovery from water stress in five sunflower cultivars, I. Non-stress environments. *Crop Science* 21:943-945.